REPUBLIQUE TUNISIENNE

UNION EUROPEENNE

EUROMED

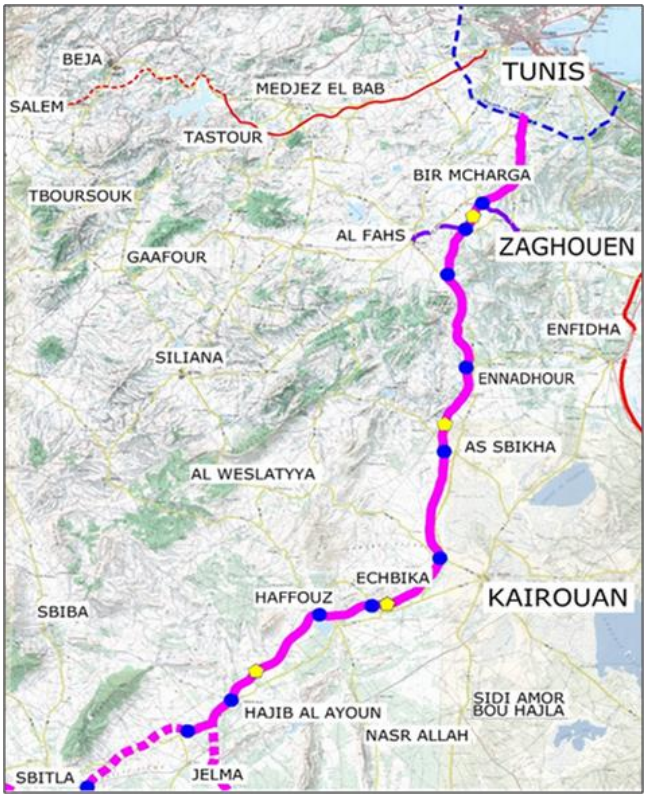
Banque européenne d'investissement

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT
DIRECTION GENERALE DES PONTS ET CHAUSSEES

ETUDE DE LA DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, SIDI BOUZID, KASSERINE ET GAFSA

Contrat de service N° TA2010027 TN F10

AVANT PROJET DETAILLE



RAPPORT DE L'ETUDE ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU TRONÇON PRIORITAIRE TUNIS-JELMA

COBA

SCET TUNISIE

Janvier 2015

SOMMAIRE DE L'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU TRONÇON PRIORITAIRE TUNIS-JELMA DE LA DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, KASSERINE, SIDI BOUZID ET GAFSA

1 - OBJECTIFS DE LA PRODUCTION DE CETTE ÉIES 1

1.1 – Les responsables de cette ÉIES 1

1.1.1 - Les responsables du projet de desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa 1

1.1.2 - Le bureau d'études responsable de cette ÉIES 2

1.2 - Les objectifs du projet de desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa 2

1.2.1 - Le programme de développement du réseau autoroutier tunisien 3

1.2.2 - Les objectifs de l'aménagement de cette desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa 5

1.3 – Le contexte législatif et règlementaire de cette évaluation environnementale 11

1.3.1 - La politique de la BEI en matière environnementale et sociale 12

1.3.2 – La protection de l'environnement en Tunisie 17

1.4 - L'évaluation environnementale et sociale de ce Projet 38

1.4.1 - Le classement du projet de tronçon prioritaire Tunis-Jelma 38

1.4.2 - La nécessité de la production d'une étude d'impact de ce Projet 38

1.4.3 - Le contenu de ce document d'ÉIES 39

2 - PERIMETRE ET HORIZON TEMPOREL DE L'ETUDE 43

2.1 – Le périmètre de cette ÉIES 43

2.1.1 – Les sections autoroutières du tronçon prioritaire 43

2.1.2 – La zone d'influence directe de cette infrastructure autoroutière 45

2.1.3 - La zone d'influence indirecte bénéficiant de la présence de cette infrastructure autoroutière 46

2.2 - L'horizon temporel de cette ÉIES 49

3 - PRESENTATION DU PROJET 51

3.1 – La situation du contexte et le cadre stratégique du Projet 51

3.1.1 – Le réseau routier pre-existant 51

3.1.2 – Les prévisions de trafics futurs entre Tunis et Jelma sans Projet 52

3.1.3 - Les projections de trafic de 2018 à 2037 sur le réseau pré-existant en absence du Projet 56

3.1.4 - Les conséquences néfastes de cette saturation sur la vitesse moyenne du trafic 59

3.2 – Les couloirs autoroutiers évalués environnementalement et socialement en étude Préliminaire et d'APS 62

3.2.1 – Les sept couloirs autoroutiers évalués environnementalement et socialement en étude Préliminaire 62

3.2.2 - Les couloirs autoroutiers évalués environnementalement et socialement lors de l'étude d'APS 75

3.3 - Les normes techniques utilisées pour le tronçon prioritaire 81

3.3.1 - Les normes techniques de l'infrastructure autoroutière principale 81

3.3.2 - Les normes techniques des annexes de l'infrastructure 87

3.4 – La conception des ouvrages d'art 95

3.4.1 - Les ouvrages de retablissement des communications tous les 2,5 km au maximum 96

3.4.2 – Les ouvrages hydrauliques du tronçon prioritaire Tunis-Jelma 102

3.5 - La rentabilité économique de l'exploitation du tronçon prioritaire 107

3.5.1 - Les indicateurs de la rentabilité économique du tronçon prioritaire 108

3.5.2 - Les tests de sensibilité de cette rentabilité du tronçon prioritaire 109

4 - PRESENTATION DETAILLEE DES FACTEURS D'IMPACT DU PROJET 107
4.1 - Les principaux facteurs d'impact du Projet 107
4.1.1 - Les activités générant des impacts en phase d'installation 107
4.1.2 - Les activités générant des impacts en phase de travaux 107
4.1.3 - Les activités générant des impacts en phase d'exploitation 108
4.2 - Les facteurs d'impact spécifiques à un trafic automobile 109
4.2.1 - Les émissions atmosphériques des véhicules à moteur thermique 109
4.2.2 – L'évolution des émissions atmosphériques unitaires du parc automobile tunisien 115
4.2.3 - Les hypothèse de calcul de l'évolution du trafic automobile entre Tunis et Jelma 130
4.2.4 - Les émissions atmosphériques de métaux lourds d'un trafic routier 132
4.2.5 - Les nuisances sonores d'un trafic routier 132
4.2.6 - L'insécurité routière sur les différents axes routiers 135
4.3 - Les facteurs d'impact spécifiques à la situation sans Projet 136
4.3.1 - La longueur des sections routières et autoroutières du réseau pré-existant 137
4.3.2 - Les niveaux moyens des trafics journaliers des véhicules-type émetteur 139
4.3.3 - L'évolution des vitesses des trafics des véhicules-type émetteur en situation sans projet 143
4.3.4 - L'hypothèse complémentaire de répartition du parc des véhicules particuliers 145
4.3.5 - L'évolution de l'accidentologie en situation sans Projet 146
4.4 - Les facteurs d'impact spécifiques à l'installation des chantiers 147
4.4.1 – L'aménagement d'une infrastructure quasiment linéaire 147
4.4.2 - La mise en place d'installations temporaires de chantier 168
4.5 - Les facteurs d'impact spécifiques aux chantiers de la plateforme autoroutière 173
4.5.1 - L'ouverture de zones d'emprunt 174
4.5.2 - L'ouverture de gîtes de dépôt 178
4.5.3 - Le déplacement des matériaux de terrassement 180
4.5.4 - L'exploitation de carrières 186
4.5.5 - Le déplacement des produits de carrières 192
4.5.6 - L'utilisation de ciment 201
4.5.7 - L'utilisation d'eau pour l'exécution des remblais 203
4.5.8 – Le fonctionnement des bases-chantier 204
4.5.9 – Le déroulement des chantiers d'édification des ouvrages d'art 207
4.5.10 - Les rejets de déchets solides des chantiers 208
4.5.11 - Les nuisances sonores des chantiers de construction 210
4.6 - Les facteurs d'impact liés à l'exploitation de la nouvelle section autoroutière 212
4.6.1 - La longueur des nouvelles sections autoroutières 212
4.6.2 - Les niveaux moyens de trafic des véhicules-type émetteur 214
4.6.3 - L'évolution de l'accidentologie en situation avec Projet 222

5 - ÉTAT INITIAL DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET 223
5.1 - L'état initial du milieu physique dans la zone d'influence 223
5.1.1 - La topographie régionale 223
5.1.2 - La géologie des régions traversées 225
5.1.3 - La sismicité des zones desservies 229
5.1.4 - Un climat doux allant du semi-aride supérieur à l'aride supérieur 231
5.1.5 – La participation de la Tunisie au changement climatique global 235
5.1.6 – La qualité initiale de l'air et les sources de sa pollution 236
5.1.7 - L'hydrologie de la zone d'étude 254
5.1.8 - Les ressources en sol et leurs modes d'utilisation 268

5.2 - L'état initial du milieu biologique dans la zone d'influence 273
5.2.1 - Les formations végétales de la zone d'influence 273
5.2.2 – La faune de la zone d'influence du Projet 281
5.2.3 – La protection de la nature dans la zone d'influence du Projet 283
5.3 - L'état initial du milieu humain dans les gouvernorats traversés 290
5.3.1 - Le découpage administratif de la zone d'influence du projet 290
5.3.2 – La démographie des deux gouvernorats traversés 292
5.3.3 – Les principales zones urbaines de la zone d'influence du projet 292
5.3.4 - Le patrimoine culturel des gouvernorats desservis 295
5.3.5 - Les minorités ethniques présentes dans la zone d'influence 301
5.3.6 - La qualité des paysages traversés et desservis 303
5.4 - L'état initial du milieu socio-économique de la zone d'influence 313
5.4.1 – Les ressources et la consommation d'énergie primaire en Tunisie 313
5.4.2 – Les différents secteurs d'activité dans les quatre gouvernorats 315
5.4.3 – Le secteur agro-pastoral de la zone d'influence du Projet 316
5.4.4 – Les activités industrielles dans la zone desservie par le Projet 318
5.4.5 – La gestion des déchets dans la zone desservie par le Projet 320
5.5 - La sensibilité des composantes environnementales et sociales sous l'influence du Projet 321
5.5.1 - Les principales contraintes pour le Projet 322
5.5.2 - Les enjeux environnementaux et sociaux du Projet 324
5.5.3 - Les enjeux environnementaux et sociaux en phase d'exploitation de la nouvelle infrastructure 327

6 – MESURES DE MITIGATION DES IMPACTS INCLUSES DANS LA CONCEPTION 331
6.1 Le processus général de définition des mesures d'atténuation des impacts d'un Projet 331
6.2 - Le travail d'optimisation du tracé réalisé en APD 332
6.2.1 - La méthodologie de mitigation des impacts du tronçon prioritaire par ripage de l'axe 332
6.2.2 - L'optimisation initiale du tracé réalisée au début de l'étude APD 334
6.2.3 - L'optimisation ultérieure du tracé réalisée en APD 346
6.2.4 - Le récapitulatif des optimisations du tracé tout au long de l'étude d'APD 355
6.2.5 – L'ajout d'un échangeur pour mieux desservir Haffouz et la partie Nord-Ouest du gouvernorat de Kairouan 357
6.3 – L'optimisation des ouvrages hydrauliques du Projet 358
6.3.1 - La réalisation d'ouvrages hydrauliques capables d'évacuer la crue centenale 358
6.3.2 - La substitution de quatre grands ouvrages hydrauliques par un ensemble de dalots 361
6.3.3 – L'optimisation du dimensionnement de tous les ouvrages hydrauliques 364
6.4 - L'élimination de l'effet de coupure de la plateforme autoroutière 368
6.4.1 - Le clôturage des tronçons en remblais peu élevés 368
6.4.2 – L'installation de passages à faune spécifiques 369
6.4.3 – L'utilisation de tous les ouvrages d'art comme passages à faune mixtes 372
6.5 – L'installation d'équipements pour la sécurité des usagers 380
6.5.1 – La signalisation horizontale et verticale 380
6.5.2 – Les équipements de sécurité 382
6.6 – Les actions sur les eaux de ruissellement 386
6.6.1 - Les moyens d'atténuer l'érosion hydrique 386
6.6.2 - Le traitement primaire des eaux de ruissellement du Projet 387
6.6.3 - Le confinement des ruissellement en cas d'accident d'un camion de transport de produts toxiques 394
6.7 - Le traitement des nuisances sonores provoquées par l'exploitation de la nouvelle infrastructure 395
6.7.1 Les résultats sur les niveaux sonores futurs de la modélisation acoustique en extérieur 395

6.7.2 – L'atténuation acoustique des bruits du trafic ... 395
6.7.3 - Les 18 barrières acoustiques à installer pendant les travaux ... 396
6.8 - Le traitement paysager de la nouvelle infrastructure ... 397
6.8.1 - L'atténuation des impacts de l' infrastructure et de ses chantiers sur le paysage ... 397
6.8.2 - Le traitement architectural des ouvrages d'art du Projet ... 399
6.9 Les procédures atténuatrices à inscrire dans le CCTP du DAO ... 409
6.9.1 - L'utilisation des zones d'emprunt en tant que gîtes de dépôt ... 409
6.9.2 – De bonnes procédures de repli des chantiers ... 410

7 - L'IDENTIFICATION ET L'EVALUATION DES IMPACTS DU PROJET ... 413
7.1 - La méthodologie pour l'identification et l'évaluation des impacts ... 413
7.1.1 - l'identification des impacts par La méthode matricielle de Léopold ... 413
7.1.2 - l'évaluation des impacts par La grille de Martin Fecteau ... 414
7.2 - L'identification et l'évaluation des impacts de la situation sans projet ... 421
7.2.1 – La justification initiale du trajet : la croissance des temps de trajet entre Tunis et Jelma d'ici 2037 en situation de référence ... 421
7.2.2 – Les impacts de la situation sans projet sur le milieu naturel ... 424
7.2.3 – Les autres impacts de la situation sans projet sur le milieu humain ... 430
7.3 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par l'installation des chantiers du Projet ... 439
7.3.1 - Les impacts de l'installation sur le cadre naturel du Projet ... 439
7.3.2 - Les impacts de l'installation sur le cadre humain du Projet ... 452
7.4 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par les chantiers du Projet ... 468
7.4.1 - Les impacts des chantiers du Projet sur le milieu physique ... 468
7.4.2 - Les impacts des chantiers sur le milieu biologique ... 485
7.4.3 - Les impacts des chantiers sur les populations riveraines ... 489
7.4.4 - Les impacts des chantiers sur le milieu socio-économique ... 495
7.5 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière ... 506
7.5.1 - Les impacts de l'exploitation sur le milieu physique ... 506
7.5.2 - Les impacts de l'exploitation sur le milieu biologique ... 526
7.5.3 - Les impacts de l'exploitation sur les populations riveraines et desservies ... 528
7.5.4 - Les impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique ... 538

8 - CONSULTATIONS PUBLIQUES MENEES AUPRES DES PERSONNES AFFECTEES PAR LE PROJET ENTRE LE 29/09 ET LE 09/10/2014 ... 571
8.1 - Le calendrier de ces consultations publiques ... 571
8.2 - Le contenu de ces consultations publiques ... 571
8.2.1 - Le contenu des consultations publiques du tronçon Tunis-Kairouan ... 572
8.2.2 - Le contenu des consultations publiques du tronçon Kairouan-Jelma ... 574
8.3 - La prise en compte de certains commentaires de ces consultations publiques ... 575
8.3.1 - La prise en compte de trois commentaires pour le sous-tronçon Tunis-Kairouan ... 575
8.3.2 - La prise en compte de quatre commentaires pour le sous-tronçon Kairouan-Jelma ... 575
8.3.3 - La possibilité des deux modifications du tracé du sous-tronçon Kairouan-Jelma ... 576

9 - PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET ... 583
9.1 - Les objectifs de ce Plan de Gestion Environnementale et Sociale ... 583
9.1.1 - L'objectif général du PGES d'un projet : assurer un développement durable ... 583
9.1.2 - Les objectifs spécifiques du PGES du Projet ... 585
9.2 - Les procédures et moyens des Entreprises à inscrire dans le CCES du CCTP du DAO du Projet ... 586
9.2.1 - La stratégie environnementale et sociale exprimée dans le PAE des Entreprises ... 587

9.2.2 - La stratégie de protection de la santé et de la sécurité exprimée dans le PPSS des Entreprises 588
9.3 – Le Programme de mesures de mitigation des impacts du tronçon prioritaire 590
9.3.1 - Les spécifications des DAOs pour une exécution des travaux respectueuse des cadres naturel et humain de la zone d'influence directe 590
9.3.2 - Les mesures de mitigation des impacts de la libération des emprises des chantiers 600
9.3.3 - Les mesures de mitigation des impacts des travaux 610
9.3.4 - Les mesures de mitigation des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire 629
9.4 - Le programme de surveillance environnementale 661
9.4.1 - Les objectifs de la surveillance environnementale 662
9.4.2 - L'organisation institutionnelle de la surveillance de la bonne mise en œuvre des mesures de mitigation du PGES 663
9.4.3 – Le contenu du programme de surveillance environnementale 668
9.5 - Le programme de suivi environnemental 675
9.5.1 - La finalité de ce suivi environnemental 675
9.5.2 - L'organisation du suivi de la qualité des composantes environnementales et sociales 678
9.5.3 – Le programme de suivi des indicateurs environnementaux et sociaux 687
9.6 - Le budget de mitigation des impacts du tronçon prioritaire 691
9.6.1 - Les budgets globaux et annuels du PAR et des aménagements de mitigation inclus dans la conception de ce tronçon 692
9.6.2 - Le budget global et annuel du PGES sensu stricto de ce tronçon 693

1 - OBJECTIFS DE LA PRODUCTION DE CETTE ÉIES

1.1 – Les responsables de cette ÉIES

1.1.1 - LES RESPONSABLES DU PROJET DE DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, KASSERINE, SIDI BOUZID ET GAFSA

Le projet de desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est géré par la Direction Générale des Ponts et Chaussées (DG/PC) du Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable (M/EATDD).

Dans le cadre des actions extérieures de l'Union Européenne financées par budget général, la Banque Européenne d'investissement a conclu un accord de coopération avec la Direction Générale des Ponts et Chaussées du Ministère tunisien de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du développement Durable relatif à la présente assistance technique de ce projet.

Le Contrat de Services Nº TA2010027 TN F10 a été établi entre la Banque Européenne d'Investissement (BEI) et le consortium composé de COBA – Consultores para Obras, Barragens e Planeamento S.A, et SCET-TUNISIE - Société Centrale pour l'Equipement du Territoire (COBA/SCET-TUNISIE) pour l'étude de la DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, KASSERINE, SIDI BOUZID ET GAFSA.

La présente opération d'assistance technique est financée au titre du Fonds de soutien de la FEMIP. Ce Fonds utilise des aides non remboursables accordées par la Commission européenne pour appuyer l'activité d'investissement que la BEI déploie dans les pays du sud de la Méditerranée, en assistant les promoteurs au cours des différentes étapes du cycle des projets

L'étude a pour objet la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur une longueur totale d'environ 382 km, reliant les trois gouvernorats de la région Centre-ouest et deux gouvernorats de la région Sud-ouest de la Tunisie au réseau autoroutier Nord – Sud existant.

Le développement des études se fait sous la coordination du Promoteur qui est la Direction Générale des Ponts et Chaussées du Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable DE L'Administration du Territoire et du Dévellopement Durable. Il comporte quatre phases d'étude : Les Etudes Préliminaires, d'Avant Projet Sommaire, d'Avant Projet Détaillé et Projet d'Exécution, y compris la préparation des dossiers d'appel d'offres pour le lancement de la consultation des entreprises.

Pour les phases d'Avant Projet Détaillé et Dossier d'Appel d'Offres, la BEI avait prévu de scinder l'étude en deux lots du fait de sa complexité. Vu la différence enregistrée dans l'étude de trafic de l'étude d'Avant Projet Sommaire entre les sections autoroutières situées avant Jelma d'une part et celles situées après Jelma d'autre part, la BEI a subdivisée l'étude d'APD en deux tranches avant et après Jelma :

- la tranche prioritaire comprend donc les sections autoroutières du tronçon Tunis-Jelma dont la mise en service est jugée rentable dès 2018 : son financement BEI est acquis, et sa réalisation pourrait être démarrée assez vite ;
- la tranche restante comprend les sections autoroutières des tronçons Jelma-Gafsa et Jelma-Kasserine dont la mise en service ne sera rentable qu'après 2018, et qui est donc jugée faisable

lorsque les trafics routiers sur les sections concernées des RN3, RN3E et RN15 auront augmenté : leur financement n'est donc pas acquis, et leur réalisation se fera progressivement.

Le présent document constitue le rapport de l'Etude d'Impact Environnemental et Social de la phase des Etudes d'Avant Projet Détaillé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, tel que prévu aux termes de référence du contrat.

1.1.2 - LE BUREAU D'ETUDES RESPONSABLE DE CETTE ÉIES

L'étude de cette desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été confiée au Groupement des bureaux d'études COBA /SCET-Tunisie pour le compte de la DGPC du Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable, et comporte quatre phases :

- une première phase correspondant à l'étude préliminaire de tous les couloirs possibles pour assurer cette desserte autoroutière pour en retenir au moins trois à étudier en APS ;
- une deuxième phase correspondant à l'étude d'Avant-Projet Sommaire de ces couloirs pour en retenir définitivement un qui fera l'objet de l'étude d'APD, dont le présent document correspond à l'évaluation environnementale de ces couloirs ;
- une troisième phase correspondant aux études d'Avant-Projet Détaillé du couloir de desserte retenu en deux tranches : le couloir Tunis-Kairouan, puis le couloir Kairouan-Jelma ;
- une quatrième phase correspond aux études d'exécution et à la préparation des dossiers d'appel d'offres de ces deux tranches du couloir de desserte.

Les termes de références de l'étude d'Avant-Projet Détaillé intègrent les différentes investigations et réflexions à mener pour produire une Étude d'Impact Environnemental et Social (ÉIES) de la future infrastructure autoroutière, telles que souhaitées par la BEI. Le présent document constitue le rapport d'ÉIES du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

1.2 - Les objectifs du projet de desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa

Cette étude s'inscrit dans la politique du développement du secteur du transport national et consiste à améliorer l'activité économique desdites régions, qui est basée essentiellement sur l'activité agricole, de promouvoir le réseau routier et autoroutier du pays, sans oublier le rôle social qui consiste à faciliter la connexion de la population des régions intérieures du pays à la capitale Tunis et aux grands pôles.

Ce projet permettra d'améliorer le réseau de transport actuel en évitant la congestion des routes nationales RN3, RN13, RN14 et RN2 ainsi que la dégradation de leur niveau de service, et en désengorgeant le tronçon Tunis-Enfidha de l'autoroute A1 Tunis-Sfax. Les principaux bénéfices obtenus par la mise en service de cette nouvelle desserte autoroutière seront :

- augmenter les niveaux de sécurité /diminution des accidents ;
- réduire les temps de parcours et des coûts d'exploitation des véhicules ;
- contribuer à un aménagement équilibré et rationnel du territoire ;

- créer un nouvel espace socio-économique attractif pour l'investissement par le développement des zones traversées,
- favoriser les conditions pour un véritable développement régional dans les gouvernorats intérieurs des régions du centre-ouest et du sud-ouest.

Confronté à une rapide évolution des volumes de trafic à l'image de l'essor social et économique que connait le pays ces dernières années, le Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable, a adopté un vaste programme autoroutier. Son objectif est de doter la Tunisie d'un réseau de voies rapides de liaison doublant les routes nationales de premier ordre qui se trouvent déjà, ou qui seront dans un proche avenir, saturées.

Il est en effet notoire que l'existence d'un réseau développé d'infrastructures de transport modernes a un impact considérable sur l'économie et constitue un indicateur du niveau de développement atteint par un pays. Pour cette raison, l'Etat tunisien accorde au secteur des infrastructures un intérêt important, et considère l'extension du réseau autoroutier tunisien comme une priorité pour les Plans de développement économique et social (PDES) du pays.

1.2.1 - LE PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT DU RÉSEAU AUTOROUTIER TUNISIEN

Le réseau autoroutier tunisien, entamé dans les années 70 par le tronçon Tunis-Turki long de 30 km ouvert à la circulation en 1981, représente aujourd'hui un linéaire de 365 km. Il devrait finalement couvrir à l'horizon 2025 l'ensemble de la Tunisie d'Est en Ouest et du Nord au Sud, pour atteindre un linéaire total de l'ordre de 2.000 km, comme le montre la **Carte 1** suivante.



Carte 1 : Réseau autoroutier tunisien à l'horizon 2030

1.2.1.1 - La participation tunisienne au projet d'autoroute transmaghrébine

Cette stratégie nationale a commencé avec la volonté affichée par les Autorités tunisiennes de participer dans le cadre de l'Union du Maghreb Arabe (UMA) au Projet de réalisation d'une autoroute transmaghrébine reliant Nouakchott à Benghazi. La mise en oeuvre de ce projet s'est traduite entre 1980 et 2012 par l'achèvement des travaux :

- vers l'Algérie du tronçon Tunis-Oued Zarga, long de 67 km, et
- vers la Libye du tronçon autoroutier Tunis-Sfax, long de 239 km.

Afin de relier directement Tunis vers l'est à Alger, Rabat et Nouakchott et vers l'ouest à Tripoli, Benghazi et au Caire, la mise en oeuvre de ce projet comporte:

- la réalisation de deux tronçons :
  - ✓ vers l'Algérie du tronçon Oued Zarga-Bousalem, long de 54,0 km, pour un coût global avoisinant 400 millions de dinars avec un financement FADES, dont les travaux ont démarré à la mi-2012 ;
  - ✓ vers l'Algérie du tronçon Sfax-Gabès, long de 151,2 km, d'un coût estimé à 600 millions de dinars avec un financement de la BEI, dont les travaux ont démarré à la mi-2010.
- le lancement d'appel d'offres des deux derniers tronçons vers la Libye, longs de 195 km :
  - ✓ Gabès-Médenine pour un coût global avoisinant 500 millions de dinars financé par la JBIC, et
  - ✓ Médenine-Ras Jdir pour un coût global avoisinant 500 millions de dinars financé par la BAD, afin d'atteindre la frontière libyenne et de relier ainsi directement Tunis à Tripoli ;
- le lancement de l'étude du dernier tronçon vers l'Algérie Bousalem-Hammam Bourguiba, long de 70,0 km environ.

1.2.1.2 - L'aménagement d'autoroutes inter-régionales

Outre ces sections de l'autoroute transmaghrébine, la volonté de favoriser les déplacements routiers et de diminuer la mortalité routière a conduit les Autorités à inscrire plusieurs projets d'autoroutes inter-régionales et la rocade autoroutière de contournement du Grand Tunis (rocade X30).

Le souci de rapprocher Bizerte de l'agglomération tunisoise pour favoriser son développement économique économique avait conduit le ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable à inscrire à son IX^{ème} PDES l'étude de la liaison autoroutière directe de Bizerte depuis Tunis, longue de 51 km, qui fut réalisée duranr le X^{ème} PDES.

Le souci de désenclaver les régions centre-ouest et sud-ouest du pays pour favoriser leur développement économique a aussi conduit le ministère en charge de l'Equipement à demander en 2009 l'assistance de la BEI pour étudier la faisabilité d'une desserte directe à partir de l'agglomération tunisoise des principales villes de cette région, à savoir Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. La réponse positive à cette question a conduit les divers ministères en charge de l'Equipement avant et après la Révolution à inscrire au XII^{ème} PDES l'étude de cette nouvelle infrastructure autoroutière. Ce projet fait l'objet de la présente étude d'Impact Environnemental et dans le cadre de son étude d'APS.

L'aménagement des sections dont l'étude de factibilité aura jugée l'exploitation rentable dès à présent sera inscrit au XII^{ème} PDES, tandis que les autres sections seront selon leur rentabilité, soit inscrites au XIII^{ème} ou au XIV^{ème} PDES, soit remplacées par le doublement des routes nationales inter-régionales.

1.2.2 - LES OBJECTIFS DE L'AMÉNAGEMENT DE CETTE DESSERTE AUTOROUTIÈRE DE KAIROUAN, KASSERINE, SIDI BOUZID ET GAFSA

La mise en œuvre de la future desserte autoroutière directe de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa depuis Tunis se justifie par la volonté de l'Etat tunisien de parvenir à un rééquilibrage du développement en faveur des régions intérieures du pays. En diminuant les temps de parcours entre Tunis et les gouvernorats traversés, le Projet va favoriser l'implantation de nouvelles activités économiques dans les gouvernorats de Kasserine, Sidi Bouzid, Gafsa et Tozeur.

Vu sa complexité et la différence de trafic enregistrés dans l'étude de trafic entre les sections autoroutières de Tunis à Jelma d'une part, et les sections autoroutières après Jelma d'autre part, l'étude d'APD a été subdivisée par la BEI en deux tranches :

- une tranche prioritaire comprenant les sections autoroutières de Jelma depuis Tunis, qui est jugée prioritaire, dont le financement est acquis (BEI) et dont la réalisation se fera assez vite ;
- une tranche restante comprenant les sections autoroutières après Jelma, qui est jugée faisable lorsque les trafics routiers des RN3 et RN15 auront augmenté, dont le financement n'est donc pas acquis et dont la réalisation se fera progressivement.

La **Carte 2** suivante détaille cette future desserte autoroutière directe de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa entre le tronçon prioritaire Tunis-Jelma objet de la présente étude, les tronçons restants Jelma-Kasserine et Jelma-Gafsa et les tronçons de routes nationales à doubler pour faciliter la desserte du Fahs, de Sidi Bouzid et de Thélepte.

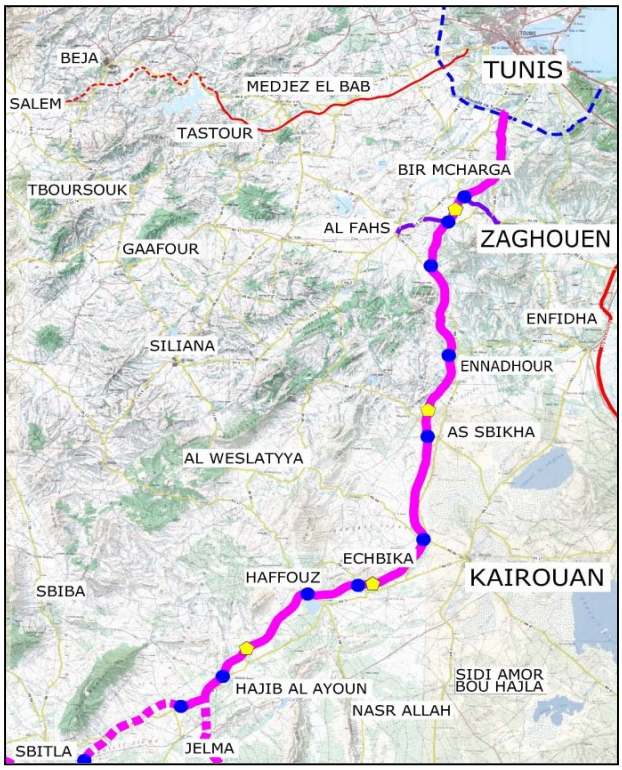


Carte 2 : Deux tranches de la desserte autoroutière directe de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa

Le présent document traite de l'ÉIES des sections autoroutières du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

1.2.2.1 - La géométrie du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future autoroute

Le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future autoroute est composé de plusieurs sections délimitées par les échangeurs qui y seront installées. La **Carte 3** suivante détaille ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma.



Carte 3 : Tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière directe de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa

Le **Tableau 1** suivant présente les longueurs des diverses sections de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière directe de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

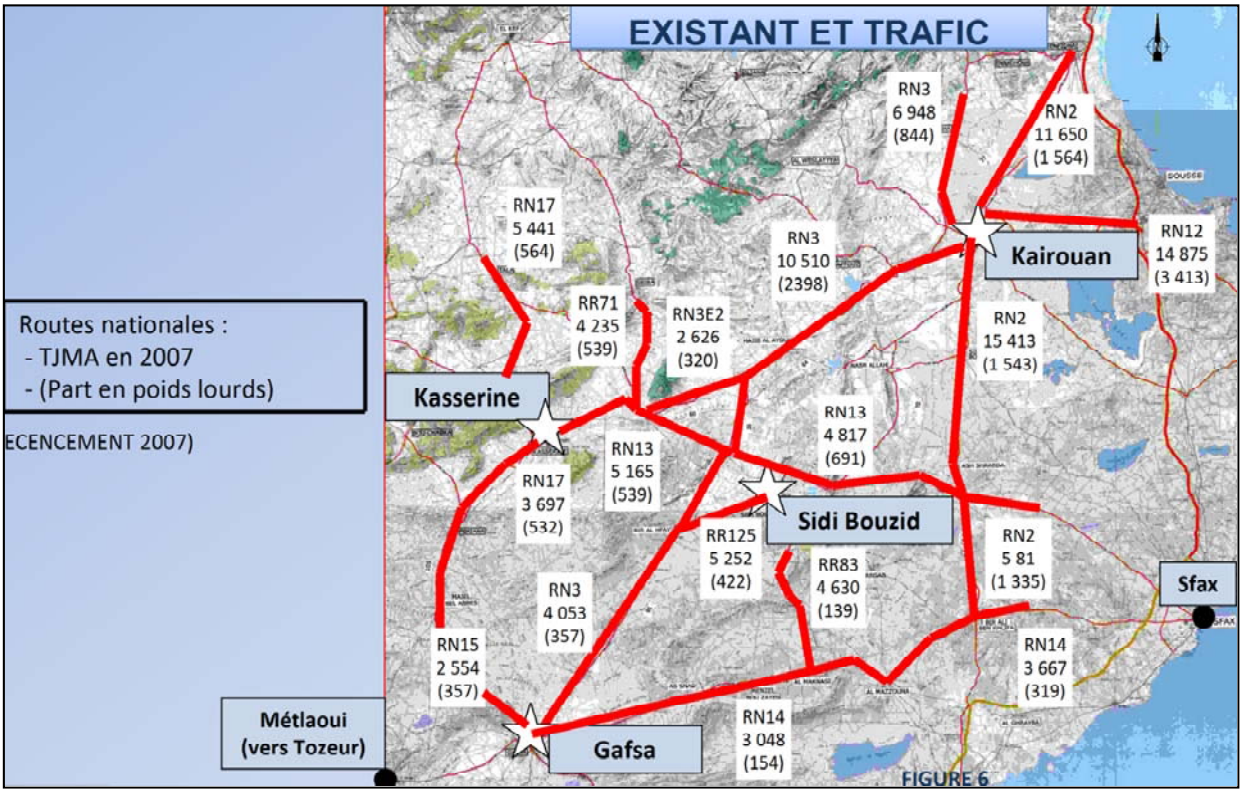
Tableau 1 : Sections du tronçon prioritaire Tunis-Jelma et leurs longueurs

Sections autoroutières	Km	Sections autoroutières	Km
RN3 - échangeur Tunis	0,950	Échangeur Kairouan Ouest - échangeur Chbika	17,797
Échangeur Tunis - échangeur Zaghouan-Nord	24,252	Échangeur Chebika - échangeur Haffouz	12,746
Échangeur Zaghouan Nord - échangeur Fahs Est	6,709	Échangeur Haffouz - échangeur Hajeb El Ayoun	28,086
Échangeur Fahs Est - échangeur Fahs Sud	12,645	Échangeur Hajeb El Ayoun - échangeur Jelma	12,069
Échangeur Fahs Sud - échangeur En-Nadhour	23,631	**Sous-total Kairouan - Jelma**	**69,864**
Échangeur En-Nadhour - échangeur Sbikha	21,281		
Échangeur Sbikha - échangeur Kairouan Ouest	26,009		
Sous-total Tunis - Kairouan	**115,478**	**TOTAL TUNIS - JELMA**	**187,262**

1.2.2.2 - Le trafic actuel sur les principales routes de la région

1.2.2.2.1 - Les trafics recensés en 2007 sur les principales routes de la zone d'influence du Projet

Les résultats du recensement général de la circulation effectué par le Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable en 2007, qui sont présentés dans la **Carte 4** suivante, ont permis d'analyser en étude d'APS le trafic sur les principales routes nationales situées dans la zone d'influence de la future desserte autoroutière de la région Centre-ouest du pays et du bassin minier de Gafsa à partir de l'agglomération tunisoise.



Carte 4 : TJMs enregistrés lors du recensement général de la circulation du ME de 2007

1.2.2.2.2 - Les résultats de l'enquête de trafic réalisée en 2012 durant l'étude d'APS

Une enquête de trafic a été effectuée par le Groupement COBA-/SCET-Tunisie dans la zone de l'étude au démarrage de la phase d'étude d'Avant Projet Sommaire (APS) du projet de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa entre le 16 janvier et 17 février 2012. Elle a concerné au total 18 postes d'enquête, dont huit intéressaient le tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

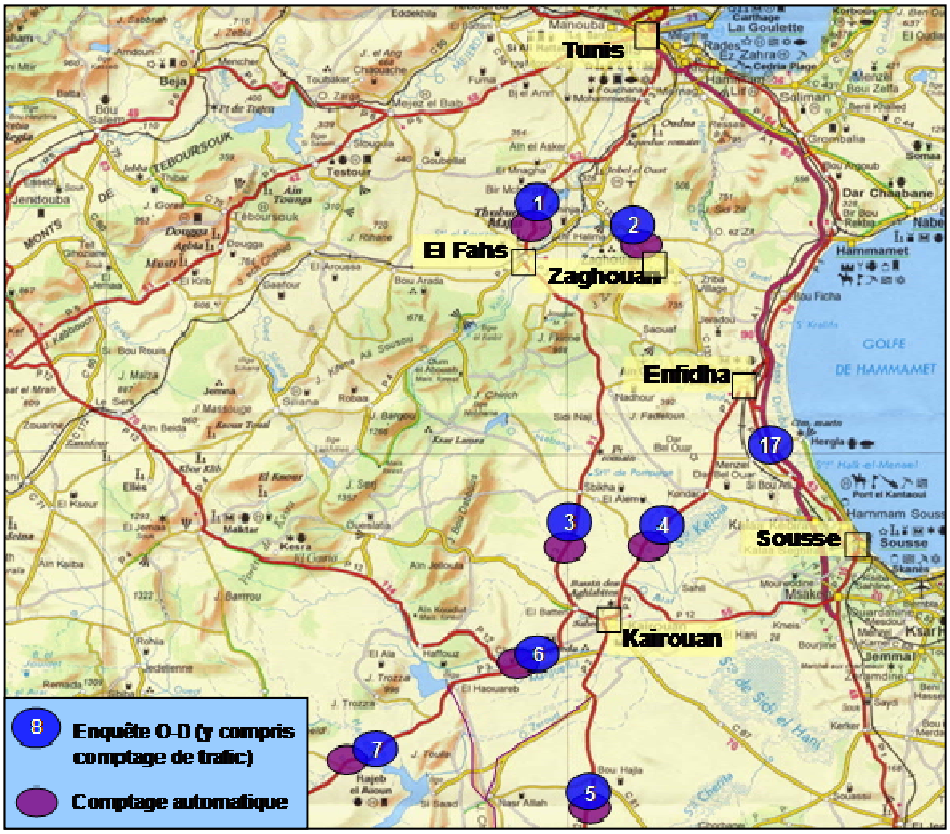
1.2.2.2.2.1 - La localisation des postes d'enquête de trafic

Les emplacements de ces huit postes d'enquête qui intéressaient le tronçon prioritaire Tunis-Jelma sont indiqués dans le **Tableau 2** suivant.

Tableau 2 : Postes d'enquête sur le réseau routier concerné par la liaison directe entre Tunis et Kairouan

N° poste	Route	Tronçon concerné	Emplacement du poste d'enquête
1	RN3	Tunis - El Fahs	Embranchement L624 à El Fahs (RN4) au Pk 45
2	RR133	Tunis - Zaghouan	Embranchement L635 à Zaghouan (RR28) au Pk 20
3	RN3	El Fahs - Kairouan	Sbikha à Embranchementr RR 99 au Pk 139
4	RN2	Enfidha - Kairouan	Lim gouvernorat à Embranchement RN12E au Pk 45
6	RN3-RN12	Kairouan - Jelma	Section commune avec RN12 au PK 160
7	RN3	Jelma - Hajeb Layoun	Embranchement RR73 à Embranchement RR77 au PK 197
17	A1	Poste de péage de Hergla	Barrière de péage de Hergla

La localisation de ces huit postes d'enquête est visualisée dans la **Carte 5** suivante.



Carte 5 : Localisation des postes d'enquête

Cette enquête a comporté :

- un comptage manuel exhaustif du trafic sur l'ensemble des postes, de 07h00 à 18h00, détaillé par catégorie de véhicule. Le comptage est recensé par tranche d'une heure et pour chaque sens de la circulation ;
- une enquête O-D par interviews touchant un échantillon d'usagers (conducteurs ou passagers) rencontré sur le poste : l'enquête O-D s'est déroulée pour chaque poste pendant trois jours, et simultanément avec le comptage manuel ;
- un comptage automatique des véhicules, qui s'est déroulé à la même période que les comptages manuels et les enquêtes O-D : cette opération consiste à recenser le flux de trafic au moyen de compteurs automatiques dans les différents postes de comptage, pendant au moins une semaine.

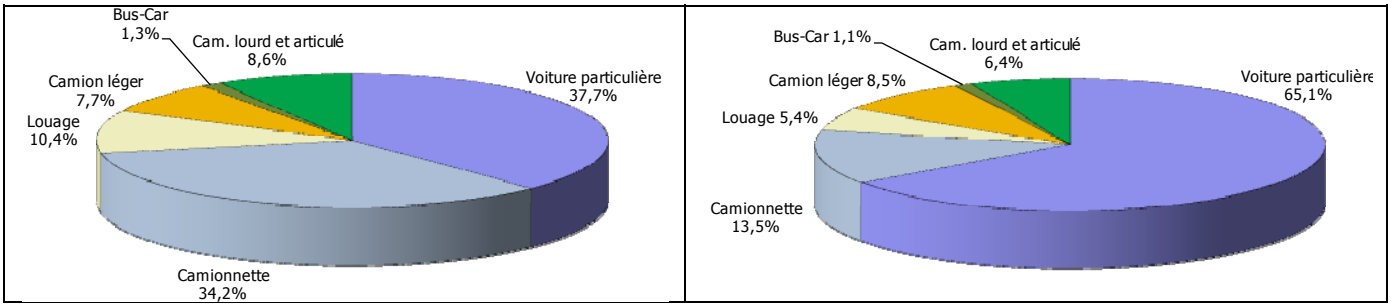
1.2.2.2.2.2 La répartition du trafic enquêté par catégorie de véhicules

Le **Tableau 3** suivant fournit les résultats des comptages manuels sur les sept postes d'enquête routiers P1 à P7 installés par le Groupement COBA-/SCET-Tunisie dans les deux gouvernorats traversés, et sur le poste d'enquête autoroutier P17 installé au péage de Hergla.

Tableau 3 : Résultats des comptages manuels sur les 8 postes d'enquête

Poste	Voiture particulière	Camionnette	Taxi-Louage	Camion léger	Camion lourd	Autobus-Autocar	Ensemble articulé	Engin spécial	Engin agricole	Deux roues	**Total**
P1	2 909	1 805	849	575	541	65	286	5	8	14	**7 057**
P2	3 016	1 354	486	539	15	103	523	17	4	55	**6 112**
P3	1 051	1 165	525	410	41	31	307	15	3	23	**3 571**
P4	3 201	1 866	587	621	565	101	29			58	**7 028**
P5	1 611	1 864	493	418	405	33	18	1		17	**4 860**
P6	2 837	2 908	1 041	743	68	133	1 055	17	14	27	**8 843**
P7	2 182	2 144	625	536	82	87	371	2	6	17	**6 052**
P17	12 186	2 520	1 019	1 583	944	213	245				**18 710**

A partir de ces résultats de l'enquête de trafic, on a pu établir la répartition des trafics routier et autoroutiers entre Tunis et Jelma par catégorie de véhicules, qui sont visualisés dans la **Figure 1** suivante.



Répartition du trafic moyen des 7 postes routiers *Répartition du trafic du poste autoroutier sur l'A1*

Figure 1 : Répartition globale des trafics routier et autoroutier enquêtés début 2012 par catégorie de véhicules

On voit que le trafic autoroutier comprend presque 2/3 de véhicules particuliers, contre à peine plus de 1/3 pour le trafic routier. Cette importance du trafic des véhicules particuliers se fait surtout au détriment des louages et surtout des camionnettes, dont la proportion passe à l'inverse de plus de 1/3 du trafic routier au 1/7 du trafic autoroutier.

1.2.2.2.2.3 Les TJMAs redressés par section routière

A partir de ces résultats de l'enquête de trafic effectuée par le Groupement COBA-/SCET-Tunisie, on a pu aussi établir la répartition des trafics redressés par section routière, que présente la **Carte 6** suivante.



Carte 6 : TJMs redressés par l'enquête de trafic effectuée par le Groupement COBA/SCET-Tunisie en 2012

1.2.2.2.2.4 – Les variations horaires et journalières du trafic actuel

La **Figure 2** suivante permet de visualiser la variation horaire du trafic quotidien moyen pour l'ensemble des huit postes d'enquête.

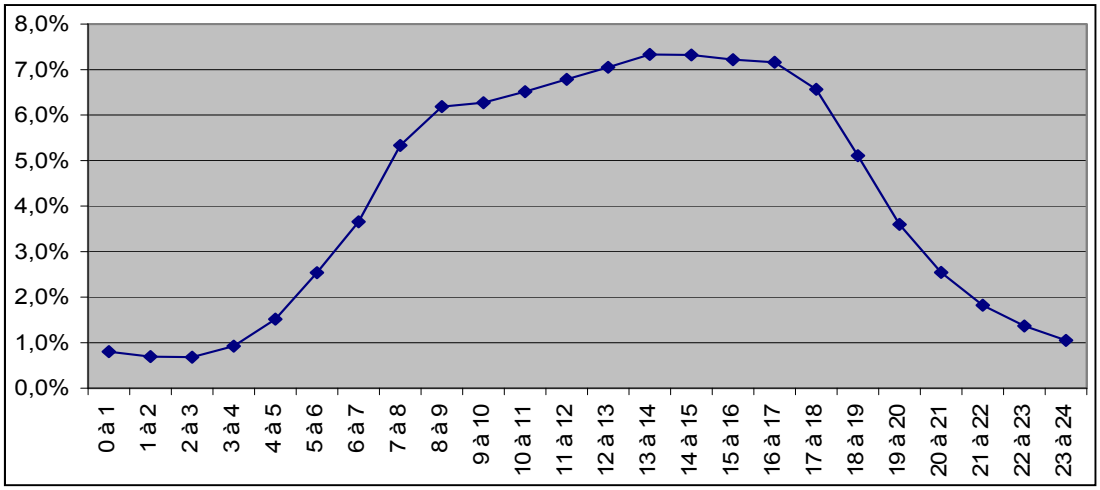


Figure 2 : Répartition horaire du trafic quotidien moyen tous postes confondus

Le trafic recensé sur l'ensemble des postes reste suffisamment dense pendant le jour (de 08h00 à 18h00), sans afficher de pointe horaire très significative. Le **Tableau 4** suivant montre que les trafics horaires maximums se situent à des heures variables selon les postes.

Tableau 4 : Trafics horaires maximums selon les postes d'enquête

N° poste			N° poste		
1	594	16h00 à 17h00	5	397	16h00 à 17h00
2	509	08h00 à 09h00	6	702	14h00 à 15h00
3	308	13h00 à 14h00	7	472	14h00 à 15h00
4	533	15h00 à 16h00	17	1445	16h00 à 17h00

La **Figure 3** suivante permet de visualiser la variation journalière du trafic hebdomadaire moyen pour l'ensemble des huit postes d'enquête.

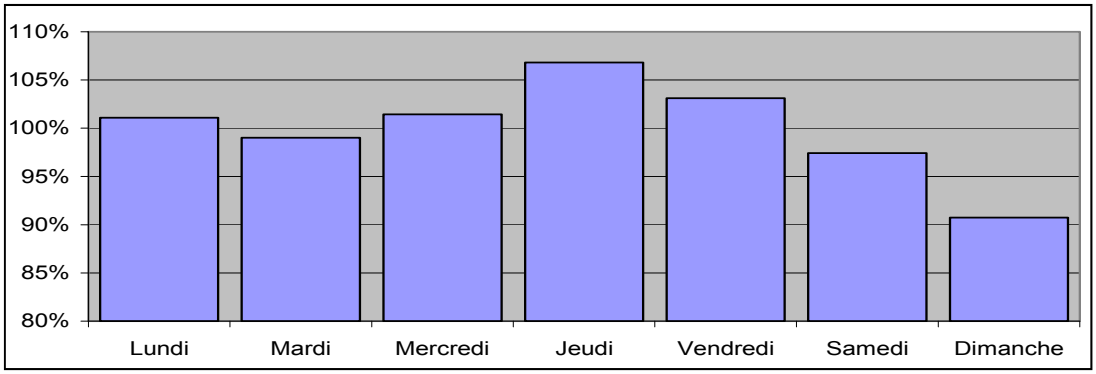


Figure 3 : Variations journalières du trafic hebdomadaire moyen tous postes confondus

On voit que le trafic dominical est le moins élevé, avec une part relative de 91% du trafic journalier moyen. Le trafic des autres jours de la semaine varie entre 97% et 106% de la moyenne.

1.3 – Le contexte législatif et règlementaire de cette évaluation environnementale

Une étude environnementale est un outil d'aide à la décision qui permet au maitre d'ouvrage et au bailleur de fond d'anticiper les conséquences de la réalisation et de l'exploitation de son projet sur les cadres naturel et humain de sa zone d'influence.

Cet outil s'est beaucoup développé ces dernières années après la parution du décret 2005-1991 et des termes de référence y afférents. On est en effet passé d'études d'impact qui constituaient un simple document justificatif atténuant les impacts d'un projet déjà développé à un stade APD, à une batterie d'études tant techniques que sociologiques pour intégrer le plus harmonieusement possible le projet dans son contexte de réalisation. La **Figure 4** suivante présente le processus décisionnel dans le cycle d'étude et de mise en œuvre d'un Projet.

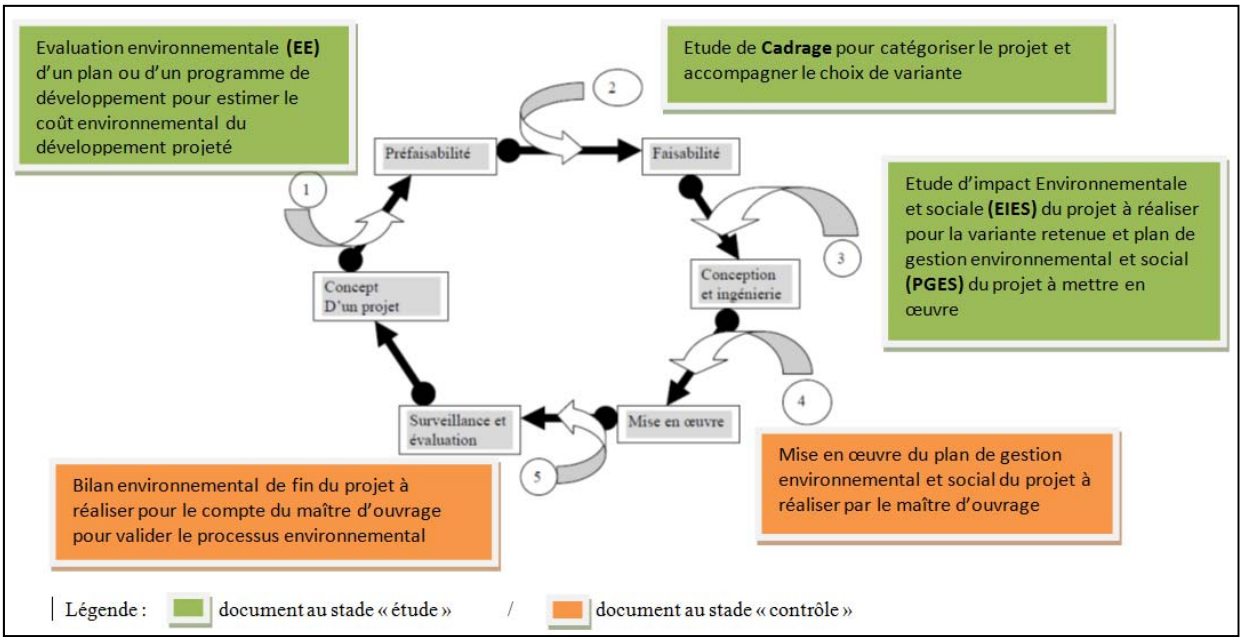


Figure 4 : Etape d'études et de contrôle environnemental de la mise en œuvre d'un projet

A ce niveau des études techniques d'APD, le groupement COBA/SCET-Tunisie est amené à présenter à la DG/PC du M/EATDD une ÉIES présentant :

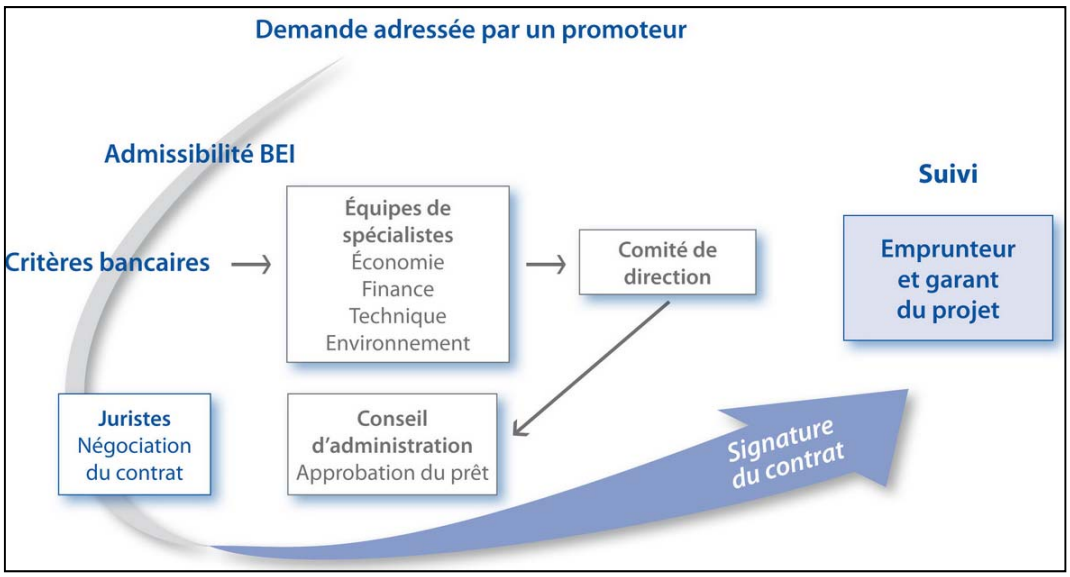
- les facteurs d'impact du Projet de tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière des principales villes de la région Centre-Ouest et de Gafsa ;
- l'importance les impacts que ces facteurs génèrent sur les environnements naturel et humain de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;
- les mesures d'atténuation de ces impacts, qu'elles soient à inclure dans la conception du Projet ou dans le PGES de cette ÉIES ;
- une évaluation des impacts résiduels après intégration des mesures d'atténuation proposées dans la conception même de ce Projet ;
- un programme de surveillance de la bonne gestion environnementale et sociale des Entreprises et des Maîtres d'Œuvres en matière d'installation des chantiers et de conduite de travaux ;
- un programme de suivi d'indicateurs des composantes environnementales et sociales affectées par l'installation, les travaux et l'exploitation de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;

1.3.1 - LA POLITIQUE DE LA BEI EN MATIERE ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE

En tant qu'organe de financement à long terme de l'Union européenne (UE), la Banque européenne d'investissement (BEI) appuie les politiques de l'UE en apportant des financements et autres concours à des projets d'investissement viables.

1.3.1.1 Les principes en matière environnementale et sociale de la BEI

La **Figure 5** suivante présente le cycle des projet au niveau de la BEI .à partir de la demande adressée par lepromoteur jusqu'au suivi de la mise en oeuvre du Projet pour s'assurer de la capacité de remboursement de l'emprunteur.



Source : site web de la BEI

Figure 5 : Cycle des projet au niveau de la BEI

On voit que l'admissibilité du projet se base sur divers critères, dont des critères environnementaux, selon la démarche générale adoptée par la Banque en matière environnementale et sociale. Celle-ci a été est exposée dans sa Stratégie Opérationnelle et dans la dernière version très récente de sa Déclaration des principes et normes en matière environnementale et sociale.

Un manuel environnemental et social a été rédigé par la BEI afin de constitue une traduction opérationnelle des politiques et principes contenus dans la Déclaration des principes et normes adoptés par la BEI en matière sociale et environnementale (2009). Initialement adopté en septembre 2010, le manuel a été actualisé fin 2013 au terme d'un processus de consultation de 12 mois avec des parties prenantes internes et externes.

Le manuel a été révisé après un examen en profondeur destiné à clarifier sa structure et à intégrer les nouvelles pratiques et réalités qui influencent la viabilité environnementale et le bien-être de l'homme. Il a pris effet le 1er janvier 2014, et se compose de deux parties :

- la première fournit aux acteurs externes une description des normes à respecter, classées en dix thèmes qui couvrent l'ensemble des questions et incidences environnementales, climatiques et sociales ;
- la seconde décrit les procédures et pratiques internes que la Banque met en œuvre en matière d'audit préalable des aspects environnementaux et sociaux pour s'assurer que toutes ses activités de financement sont conformes à ses critères environnementaux et sociaux..

La Déclaration des principes et normes en matière environnementale et sociale précisent les points suivants :

- Il existe des liens entre les questions environnementales et sociales et la qualité et la viabilité des projets. Par exemple, une meilleure gestion des ressources, comprenant notamment la participation des parties prenantes à la prise de décisions, ouvre des perspectives qui permettent de favoriser l'émergence de moyens d'existence plus durables. Il est par conséquent admis que les questions environnementales et sociales sont souvent étroitement liées dans le cadre d'un projet, et qu'il vaut donc mieux en faire l'évaluation dans un cadre intégré.
- La place de plus en plus importante accordée aux considérations environnementales et sociales au sein de l'Union et dans la plupart des pays se reflète dans les priorités de prêt de la BEI, par lesquels la BEI agit en faveur de la viabilité environnementale, ainsi que du bienêtre social étroitement lié à celle-ci.
- La BEI cherche à ce que tous les projets qu'elle finance soient conformes à ses exigences environnementales et sociales de la politique de l'UE sur le développement durable. En particulier, les considérations relatives aux changements climatiques, à la biodiversité et aux écosystèmes sont prises en compte dans les stratégies et les pratiques de la BEI en matière de prêt, sachant qu'une contribution positive à cet égard est un élément important de la valeur ajoutée non financière qu'elle apporte aux projets qu'elle finance.
- Les projets autoroutiers font partie des projets visés à l'article 4, paragraphe 1 de la Directive 2011/92/UE du Parlement Européen et du Conseil du 13 décembre 2011. Ils sont donc soumis à l''évaluation des incidences sur l'environnement où les incidences directes et indirectes d'un projet sont identifiées, décrites et évaluées de manière appropriée, en fonction de chaque cas particulier et conformément aux articles 4 à 12 sur les facteurs suivants:
  - ✓ l'homme, la faune et la flore;
  - ✓ le sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage;
  - ✓ les biens matériels et le patrimoine culturel;
  - ✓ l'interaction entre les facteurs visés aux points a), b) et c).

1.3.1.2 Les normes environnementales appliquées par la BEI

Les projets financés par la BEI doivent intégrer des mesures visant à prévenir, réduire ou éliminer la pollution provenant directement ou indirectement de leurs activités. Pour ce faire, ces projets sont tenus de contribuer au bon respect des normes de qualité du milieu ambiant qui portent sur la pollution accumulée dans l'air, dans l'eau et dans les sols. Ces normes environnementales déterminées par les prescriptions des directives communautaires ont pour objet de protéger et d'améliorer l'environnement naturel et bâti.

En matière d'élissions de polluants, la Banque exige des promoteurs qu'ils respectent les normes applicables aux émissions de sources ponctuelles, conformément à la directive relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution.

En matière de diversité biologique et d'écosystèmes, la BEI souscrit au constat dressé par l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, lequel souligne que :

- le bien-être humain est tributaire des écosystèmes terrestres et du flux ininterrompu de services qu'ils rendent, et
- que 60 % environ des écosystèmes étudiés sont actuellement en voie de dégradation ou sont exploités d'une manière non durable.

Pour éviter cette érosion de la biodiversité, la BEI applique les principes et normes qui découlent des directives communautaires « Habitats » et « Oiseaux » et des conventions internationales pertinentes ratifiées par l'UE et reprises par le droit européen, à savoir la Convention sur la diversité biologique, les conventions de Ramsar[1], de Bonn[2] et de Berne[3]. Par ailleurs, l'approche de la Banque prend également en compte la liste rouge des espèces menacées que publie l'Union mondiale pour la nature (UICN), ainsi que les listes rouges nationales, régionales et locales.

En matière de changement climatique global, la BEI souscrit au constat que dressent les rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental des Nations Unies sur l'évolution du climat (GIEC). Elle admet notamment :

- la réalité incontestable de ces changements climatiques ;
- le fait que l'essentiel du réchauffement constaté ces 50 dernières années est très probablement dû à l'accroissement des émissions de GES imputable en grande partie aux activités humaines ;
- que les projets qu'elle finance aujourd'hui vont contribuer à déterminer la concentration de GES dans l'atmosphère dans plusieurs décennies, et donc l'ampleur des changements climatiques à venir.

Pour éviter d'amplifier les changements climatiques à venir, la BEI applique les conventions internationales pertinentes ratifiées par l'UE et reprises par le droit européen, à savoir la convention-cadre de Rio et son protocole de Kyoto de 1997 [4].

Pour les projets menés hors Union européenne, la Banque exige qu'ils respectent systématiquement la législation nationale, y compris les conventions internationales ratifiées par les pays où ils sont mis en œuvre, et les normes communautaires lorsqu'elles sont plus strictes que les normes nationales, dans la mesure où cela est réalisable[5].

1.3.1.3 Les normes sociales appliquées par la BEI

Dans tous les projets qu'elle finance, la BEI a pour double objectif d'accroître les avantages sur le plan social et d'abaisser le coût pour la société afin de maximiser le bien-être collectif ; la Banque se refuse à financer un projet qui se solderait par des coûts sociaux notables. Pour ce faire, ces projets sont tenus de contribuer au bon respect de normes sociales qui visent :

---

[1] *La Convention de Ramsar sur les zones humides (1971, Ramsar, Iran) est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.*

[2] *La Convention CMS de Bonn en 1979 sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage a pour but d'assurer la conservation des espèces migratrices terrestres, marines et aériennes sur l'ensemble de leur aire de répartition.*

[3] *La Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe (Berne, 1979) a un triple objectif : assurer la conservation de la flore et de la faune sauvages et de leurs habitats naturels, encourager la coopération entre États, et accorder une attention particulière aux espèces menacées d'extinction ou vulnérables, y compris les espèces migratrices.*

[4] *La convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) de Rio en 1992, pour la stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique, contre le changement climatique par la réduction des émissions de six gaz à effet de serre (CO2, CH4, N2O, HFC, PFC, SF6) de 38 pays industrialisés.*

[5] *Lorsque l'application immédiate des prescriptions de l'UE peut présenter des difficultés pour certains projets, il incombe au promoteur de fournir à la Banque un motif valable (capacités institutionnelles ou techniques insuffisantes, manque de capitaux à investir et de consommateurs capables de payer et disposés à le faire, etc ….) pour s'écarter des normes de l'UE.*

- à protéger les droits et à améliorer les moyens de subsistance des personnes directement et indirectement touchées par les projets financés par la Banque ;
- à promouvoir des résultats qui favorisent le bien-être individuel, l'intégration sociale et les collectivités durables.

Afin d'appliquer ce principe, la Banque suit une approche fondée sur les droits pour examiner les aspects sociaux d'un projet. Cette approche reprend les principes énoncés dans la Charte et dans la Déclaration universelle des droits de l'homme des Nations Unies.

Les promoteurs extérieurs à l'UE qui sollicitent un financement de la BEI sont tenus d'appliquer les normes sociales en ce qui concerne la réinstallation forcée, les populations autochtones et autres groupes vulnérables, les normes fondamentales du travail définies par l'Organisation internationale du travail (OIT) et la santé et la sécurité sur le lieu de travail et au sein de la population.

Il convient en particulier que le promoteur prête une attention soutenue aux droits des groupes vulnérables[6] dans le cadre de l'ensemble des mesures, pratiques, programmes et activités qu'il élabore et met en place. Les moyens de subsistance de ces groupes vulnérables sont en effet particulièrement sensibles à l'évolution du contexte socio-économique, et ils sont tributaires de l'accès aux services essentiels et de la participation aux prises de décision.

1.3.1.4 La nécessité de la consultation et la participation du public

La consultation et la participation du public sont requises par la directive EIE et par d'autres réglementations environnementales de l'UE. La BEI reconnaît que l'information adéquate du public, en particulier des personnes concernées par le projet dans le pays hôte, et l'intérêt qu'elles témoignent pour le projet peuvent être sources de valeur ajoutée pour le processus d'évaluation environnementale du projet.

La consultation et la participation des parties prenantes concernées au cours de la préparation d'un projet sont en effet de nature à améliorer sa viabilité à long terme et à contribuer à sa réussite, car elles permettent aux parties prenantes de s'approprier le projet et d'y adhérer en connaissance de cause.

Par ailleurs, le dialogue constructif et la participation sont indispensables si l'on veut reconnaître et défendre les droits des populations touchées par un projet, et notamment le droit à une procédure en bonne et due forme, avec le recours à des instances d'appel et d'arbitrage indépendantes en cas de différend.

Toute personne physique ou morale qui se considère comme affectée par une décision de la Banque peut porter plainte auprès du secrétaire général de la BEI, par courrier ou par voie électronique. Le Bureau des plaintes assure la gestion et l'enregistrement centralisés des réclamations, la conduite d'enquêtes rigoureuses, l'établissement de rapports internes et externes et la mise en œuvre d'une démarche volontariste. Et si la partie concernée n'est pas satisfaite de la manière dont les services de la BEI ont traité sa réclamation, elle peut porter plainte contre la Banque auprès du médiateur européen (ME) pour mauvaise administration.

[6] *Par groupes vulnérables, la BEI entend notamment les populations autochtones, les minorités ethniques, les femmes, les migrants, les plus jeunes et les plus âgés.*

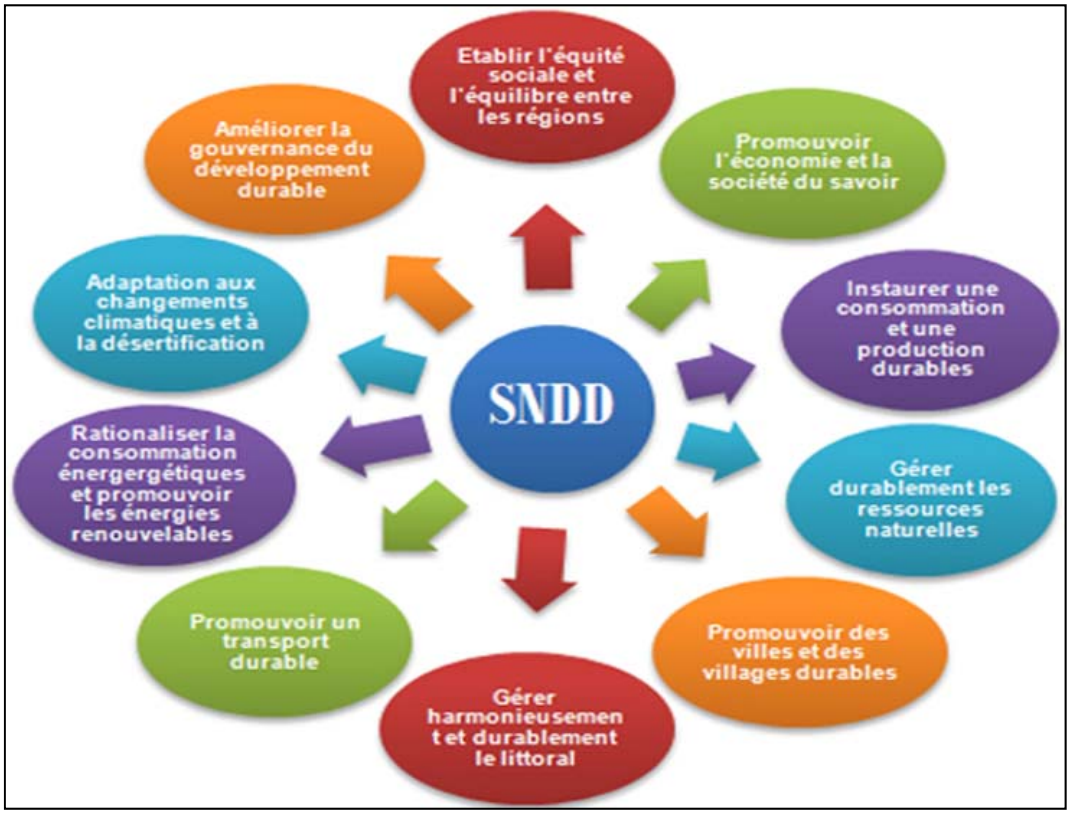
1.3.2 – LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT EN TUNISIE

1.3.2.1 – La politique de la Tunisie en matière de protection de l'environnement

La Tunisie est entrée depuis le XII^{ème} PDES dans une phase de transition pour orienter la codification environnementale d'une gestion purement environnementale vers des approches plus profondes axées:

- sur le développement durable comme choix stratégique pour concevoir les politiques publiques sectorielles et territoriales, et
- sur une participation élargie des différents acteurs publics et privés.

La **Figure 6** suivante schématise les différents volets de la Stratégie Nationale de Développement Durable (SNDD) mis en place par les Autortés tunisiennes.



Source : ANPE

Figure 6 : Différents volets de la Stratégie Nationale de Développement Durable

1.3.2.1.1 - La ratification par la Tunisie des principales conventions internationales

Les principales conventions internationales en matière de protection de l'environnement qui ont été ratifiées par la Tunisie et qui peuvent être concernées par les impacts du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont brièvement rappelées ci-après.

1.3.2.1.1.1 - La Convention d'Alger sur la conservation de la nature et des ressources naturelles

La Convention d'Alger de 1968 sur la conservation de la nature et des ressources naturelles, ratifiée en 1968 par la Tunisie, est considérée comme l'une des premières et des plus importantes conventions de conservation de la nature. Elle pose des principes de conservation, crée des instruments et organise des méthodes de conservation qui sont encore d'actualité.

S'agissant plus particulièrement des terres et sols, son article 6 impose aux parties de prendre « *des mesures pour prévenir la dégradation des terres, et, à cet égard, d'adopter des stratégies intégrées à long terme de conservation et de gestion durable des ressources en terres, y compris les sols, la végétation et les processus hydrologiques connexes* ». De manière particulière, les États parties adoptent des mesures de conservation et d'amélioration des sols, entre autres pour combattre l'érosion et la mauvaise utilisation des sols, ainsi que la dégradation de leurs propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques.

1.3.2.1.1.2 - La Convention Ramsar sur les zones humides

La Convention sur les zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau (dite Convention Ramsar), a été ratifiée en 1980 par la Tunisie. C'est est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Profondément ancré dans la philosophie de cette Convention, il y a le concept d'« utilisation rationnelle », qui est défini comme une utilisation de ces zones qui assure *« le maintien de leurs caractéristiques écologiques obtenu par la mise en œuvre d'approches par écosystème dans le contexte du développement durable »*.

Elle a adopté une optique assez large pour définir les zones humides qui relèvent de sa mission, puisqu'elle protège :

- des sites naturels comme les marais et marécages, les lacs et cours d'eau, les prairies humides et tourbières, les oasis, les estuaires, deltas et étendues à marée, les zones marines proches du rivage, les mangroves et les récifs coralliens ;
- des sites artificiels tels que les bassins de pisciculture, les rizières, les réservoirs et les marais salants.

Comme la Tunisie compte quelques zones humides d'importance internationale, tels le Chott el-Jérid et le lac Ichkeul, ainsi que de nombreuses autres de moindre importance, elle a fait enregistrer 40 sites par la Convention Ramsar jusqu'à 2014. Le **Tableau 5** suivant présente la liste de ces sites tunisiens enregistrés.

Tableau 5 : Liste des sites tunisiens enregistrés par la Convention Ramsar jusqu'à 2014

N° Ramsar	Nom du site	Date de classement	Gouvernorat	Surface (ha)	Coordonnées N	Coordonnées E
213	Lac Ichkeul	24 nov1980	Bizerte	12 600	37° 10′	09° 40′
1696	Aïn Dahab	7 nov 2007	Siliana	560	35° 53′	09° 28′
1697	Bahiret el Bibane	7 nov 2007	Médenine	39 266	33° 15′	11° 15′
1698	Barrage Lebna	7 nov 2007	Nabeul	1 147	36° 45′	10° 54′
1699	Chott El Jerid	7 nov 2007	Tozeur et Kébili	586 187	33° 42′	08° 24′
1700	Djerba Bin El Ouedian	7 nov 2007	Médenine	12 082	33° 40′	10° 55′
1701	Djerba Guellala	7 nov 2007	Médenine	2 285	33° 42′	10° 44′
1702	Djerba Ras Rmel	7 nov 2007	Médenine	1 856	33° 52′	10° 54′
1703	Garaet Sidi Mansour	7 nov 2007	Gafsa	2 426	34° 14′	09° 29′
1704	Îles Kneiss avec leurs zones intertidales	7 nov 2007	Sfax	22 027	34° 22′	10° 20′
1705	Lac et tourbière de Mejen Ech Chitan	7 nov 2007	Bizerte	7	37° 09′	09° 06′
1706	Lagune de Ghar El Melh et Delta de la Mejerda	7 nov 2007	Bizerte et Ariana	10 168	37° 06′	10° 11′
1707	Lagunes du Cap Bon oriental	7 nov 2007	Nabeul	504	36° 33′	10° 51′
1708	Tourbières de Dar Fatma	7 nov 2007	Jendouba	13	36° 48′	08° 46′
1709	Salines de Thyna	7 nov 2007	Sfax	3 343	34° 39′	10° 43′
1710	Sebkha Kelbia	7 nov 2007	Sousse	8 732	35° 50′	10° 15′
1711	Sebkha Noual	7 nov 2007	Sidi Bouzid et Sfax	17 060	34° 25′	09° 45′
1712	Sebkha Sejoumi	7 nov 2007	Tunis	2 979	36° 45′	10° 09′
1713	Sebkha Soliman	7 nov 2007	Nabeul	880	36° 43′	10° 29′
1714	Zones humides oasiennes de Kébili	7 nov 2007	Kébili	2 419	33° 30′	08° 55′
2005	Chott El Guetar	2 févr 2012	Gafsa	7 400	34° 17′	08° 54′
2006	Sebkhet Halk El Manzel et Oued Essed	2 févr 2012	Sousse	1 450	35° 59′	10° 30′
2007	Marais d'eau douce Garaet Douza	2 févr 2012	Gafsa	1 400	34° 28′	08° 29′
2008	Golfe de Boughrara	2 févr 2012	Médenine	12 880	33° 28′	10° 34′
2009	Gorges de Thelja	2 févr 2012	Gafsa	675	34° 09′	08° 17′
2010	Barrage Merguellil	2 févr 2012	Kairouan	714	35° 33′	09° 44′
2011	Oued Dekouk	2 févr 2012	Tataouine	5 750	32° 08′	10° 32′
2012	Archipel de Kerkennah	2 févr 2012	Sfax	1 500	34° 47′	11° 14′
2013	Barrage Oued El Hajar	2 févr 2012	Nabeul	254	36° 50′	11° 02′
2014	Barrage Oued Er Rmal	2 févr 2012	Zaghouan	620	36° 20′	10° 20′
2015	Salines de Monastir	2 févr 2012	Monastir	1 000	35° 45′	10° 46′
2016	Barrage Sidi Abdelmoneem	2 févr 2012	Nabeul	31	36° 51′	10° 56′
2017	Barrage Sidi El Barrak	2 févr 2012	Béja	2 734	37° 00′	09° 01′
2018	Barrage Sidi Saad	2 févr 2012	Kairouan	8 650	35° 22′	09° 40′
2019	Sebkha Sidi El Hani	2 févr 2012	Sousse et Mahdia	36 000	36° 51′	10° 56′
2076	Complexe des zones humides des Chott el Guetayate et Sebkha Dhreia et des oueds Akarit, Rekhama et Meleh	21 sep 2012	Sfax et Gabès	4 845	34° 06′	10° 01′
2077	Barrage Mlaabi	21 sep 2012	Nabeul	98	36° 49′	10° 59′
2096	Complexe du Lac de Tunis	23 jan 2013	Tunis	2 243	36° 49′	10° 14′
2100	Complexe des zones humides des Sebkhet Oum Ez-Zessar et El Grine	2 févr 2013	Médenine	9 195	33° 39′	10° 31′
2101	Complexe des zones humides des Barrages Ghdir El Goulla et El Mornaguia	2 févr 2013	Ariana	273	36°46′42″	10°02′16″

Sources : Liste établie selon la Convention de Ramsar

On voit que les retenues des barrages sur les oueds Er-Rmel, Marguelil et Sidi Saad que le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa avoisine ont été inscrits comme sites de la Convention le 02 février 2012.

1.3.2.1.1.3 - La Convention de Bâle sur le contrôle et l'élimination des déchets dangereux

La Convention de Bâle du 22 mars 1989 sur le contrôle des mouvements transfrontiers de déchets dangereux et leur élimination, qui a été ratifiée par la Tunisie, constitue un instrument universel consacré spécifiquement aux déchets dangereux. Au-delà des dispositions relatives aux mouvements transfrontières, elle contient dans son article 4 quelques dispositions générales qui réglementent la gestion des déchets dangereux. Elle oblige notamment les Etats parties à :

- veiller à ce que la production nationale de déchets dangereux et d'autres déchets soit réduite au minimum, compte tenu des considérations sociales, techniques et économiques (article 4, paragraphe 2 a) ;
- assurer la mise en place d'installations adéquates d'élimination, situées dans la mesure du possible sur le territoire national, en vue d'une gestion écologiquement rationnelle desdits déchets (article 4, paragraphe 2b) ;
- veiller à ce que les personnes assurant dans le pays la gestion des déchets dangereux ou d'autres déchets prennent les mesures nécessaires pour :
  - ✓ d'abord prévenir la pollution résultant de cette gestion, puis
  - ✓ en réduire au minimum les conséquences pour la santé humaine et l'environnement (article 4 paragraphe 2c) ;
- interdire à toute personne n'ayant pas été autorisée ou habilitée spécifiquement pour ce type d'opérations de transporter ou d'éliminer des déchets dangereux (article 4, paragraphe 7a) ;
- respecter, conformément aux prescriptions du premier paragraphe de l'article 4 de la Convention, le choix d'une Partie d'interdire l'importation des déchets dangereux ainsi que d'autres déchets en vue de leur élimination.

1.3.2.1.1.4 - Les recommandations relatives au transport routier des marchandises dangereuses (ADR)

En Europe, le transport routier de matières dangereuses est encadré par l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route, appelé aussi ADR (european Agreement concerning the international carriage of Dangerous goods by Road). Rédigé le 30 septembre 1957 sous l'égide de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe, il est entré en vigueur le 29 janvier 1968. Il a été totalement rénové depuis le 1er juillet 2001. L'ADR est régulièrement modifié et mis à jour. Une nouvelle version est publiée tous les deux ans. 48 États avaient ratifié l'ADR au 1er janvier 2013, dont la Tunisie.

Actuellement, suite aux divers amendements du Working Party 15 (WP 15 de la CEE-ONU), la dernière version de l'ADR 6, complété par l'arrêté « TMD » du 29 mai 2009, est en vigueur depuis le 1er janvier 2013. L'ADR comporte neuf parties qui se répartissent en deux annexes comportant au total 1 397 pages (version 2013 de l'ONU 6) :

- l'annexe A (683 pages) traite des Dispositions générales et dispositions relatives aux matières et objets dangereux ;
- l'annexe B (714 pages) est composée des Dispositions relatives au matériel de transport et au transport.

L'ADR définit les marchandises dangereuses interdites au transport, ainsi que les conditions qui doivent être respectées pour traiter les marchandises dangereuses dont le transport est autorisé. Ces conditions portent :

- sur le classement, l'emballage et l'étiquetage des marchandises dangereuses, et
- sur la construction, l'équipement et la circulation des véhicules transportant ces marchandises.

L'ADR permet également de bien distinguer les obligations des divers intervenants, et de grouper de manière systématique les prescriptions relevant de chacun de ces intervenants.

1.3.2.1.1.5 - La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

La Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement tenue à Rio de Janeiro en 1992 (Sommet de la Terre) a adopté la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. La Tunisie a ratifié cette convention en 1993 qui est entrée en vigueur le 21 mars 1994.

Cette Convention a été élaborée en réaction contre les menaces à l'environnement dues aux émissions de gaz à effet de serre. L'objectif de la Convention est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un seuil limitant et prévenant les perturbations climatiques anthropiques dangereuses. Les changements climatiques ont un impact certain sur l'environnement et les ressources naturelles. Ils se traduisent en Tunisie par l'irrégularité et la violence des pluies qui entraînent respectivement la désertisation et l'érosion des terres.

1.3.2.1.1.6 - La Convention des Nations Unies sur la diversité biologique

La Convention des Nations Unies sur la diversité biologique a été ratifiée par la Tunisie en 1993. Adoptée lors du Sommet de la Terre en 1992, l'objectif global de cette convention est d'enrayer la perte de la diversité biologique constatée à travers le monde, alors qu'elle est d'une importance fondamentale pour l'homme (alimentation, médecine, habitat) et les écosystèmes. Les objectifs spécifiques de la Convention sont au nombre de trois :

- la conservation de la diversité biologique (ou biodiversité) ;
- l'utilisation durable de ses éléments ;
- le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Autrement dit, elle vise à encourager le développement de stratégies nationales pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. Dans ce cadre, la Convention encourage les parties contractantes à adopter des procédures permettant d'exiger l'évaluation des impacts sur l'environnement des projets qui sont susceptibles de nuire sensiblement à la diversité biologique en vue d'éviter et de réduire au minimum de tels effets, et, s'il y a lieu, permettre au public de participer à ces procédures.

1.3.2.1.1.7 - La Convention sur la lutte contre la désertification

La désertification est la principale préoccupation écologique de la Tunisie, car elle entrave les efforts nationaux de développement. Ses conséquences sont en effet particulièrement néfastes, puisqu'elle contribue à la dégradation des terres et à l'insécurité alimentaire, ce qui met en péril la vie des populations.qui a.

C'est pourquoi la Convention de lutte contre la désertification, adoptée en juin 1994 et ratifiée le 22 Janvier 1996 par la Tunisie, se donne pour objectif de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse pour promouvoir le développement durable dans les pays touchés. Ces principes doivent être pris en compte dans la législation sur les ressources naturelles. Suite à la ratification, la Tunisie a créé en 1995 le Comité National pour la Lutte Contre la Désertification, élevé en juin 2005 au statut de Conseil National de Lutte contre la Désertification (CNLCD).

1.3.2.1.2 - Le cadre institutionnel tunisien pour la protection de l'environnement

L'année 1988, date de la création du premier établissement public chargé de la protection de l'environnent, à savoir l'Agence nationale de la protection de l'environnement (ANPE), marque un tournant dans la prise de conscience par les Autorités tunisiennes de la nécessité d'assurer la protection de l'environnement.

En 1991 fut créé pour la première fois en Tunisie un département ministériel en charge de l'environnement. L'Office national d'assainissement (ONAS), créé depuis 1974, lui a été immédiatement rattaché après avoir été restructuré par la loi n°93-41 du 19 avril 1993.

Durant les deux dernières décennies, plusieurs institutions publiques agissant dans le domaine de l'environnement ont été successivement mises en place sous la tutelle de ce département ministériel, à savoir:

- l'Agence de protection et d'aménagement du littoral (APAL), qui a été créée par la loi n° 95-72 du 24 juillet 1995,
- le Centre international des technologies de l'environnement de Tunis (CITET) , qui a été créé par loi n° 96-25 du 25 mars 1996,
- l'Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER), qui a été créée par le Décret n° 98-2532 du 18 décembre 1998,
- la Banque nationale de gènes (BNG), qui a été créée par le décret n°2003-1748 du 11 août 2003, et
- l'Agence nationale de gestion des déchets (ANGED), qui a été créée par le décret n° 2005-2317 du 22 août 2005.

1.3.2.2 - La législation tunisienne pour la protection de l'environnement

La protection de l'environnement en Tunisie est assurée par un arsenal juridique assez important qui reflète :

- d'une part une volonté politique soucieuse d'une bonne gestion de ressources naturelles assez fragiles pour les utiliser rationnellement et durablement en pensant aux générations futures ;
- d'autre part les dispositions des conventions internationales ratifiées par la Tunisie.

Depuis l'indépendance plusieurs codes et lois relatifs à la protection de certains éléments de l'environnement ont vu le jour. On peut citer à titre d'exemple le code forestier (1966, refondu en 1988), le code des eaux (1975, refondu en 2011), le code de l'urbanisme (1979, refondu en 1994), la loi de 1986 relative aux biens culturels, le code minier (2003), etc …

Le rythme de confection des textes législatifs et réglementaires traitant de la protection de l'environnement et de la lutte contre la pollution s'est renforcé après 1988, date de la création de l'ANPE.

On peut notamment citer à titre d'exemple la Loi n°95-73 du 24 juillet 1995 relative au domaine public maritime, la Loi n°95-70 du 17 juillet 1995 relative à la conservation des eaux et du sol, la Loi n°96-29 du 3 avril 1996 instituant un plan national d'intervention urgente pour lutter contre les événements de pollution marine, la Loi n°96-41 du 10 juin 1996 relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination et la Loi n°2007-34 du 4 juin 2007 sur la qualité de l'air.

Après la refonte de tous les textes anciens, la législation en matière de protection de l'environnement en Tunisie est aujourd'hui basée sur le principe du pollueur-payeur et du pollueur–récupérateur, mais elle connaît une mise en oeuvre sur le terrain encore limitée.

Tous ces textes, largement influencés par les dispositions des diverses Conventions internationales ratifiées par la Tunisie, traduisent la transition d'une gestion purement environnementale à des approches plus profondes axées sur :

- le développement durable comme choix stratégique pour tracer les politiques publiques sectorielles et territoriales, et
- une participation élargie des différents acteurs publics.

Dans ce qui suit a été compilé l'ensemble des textes qui peuvent être appliqués en regard des activités des chantiers de construction et de l'exploitation d'une infrastructure autoroutière.

1.3.2.2.1 - La législation en matière de protection du cadre naturel

1.3.2.2.1.1 - Les principaux textes assurant la qualité de l'air ambiant

- Loi n°2007-34 du 04 juin 2007 sur la qualité de l'air vise à prévenir, limiter et réduire la pollution de l'air et ses impacts négatifs sur la santé de l'Homme et sur l'environnement ainsi qu'à fixer les procédures de contrôle de la qualité de l'air, afin de rendre effectif le droit du citoyen à un environnement sain et assurer un développement durable. Son article 9 stipule que « *Nonobstant la législation en vigueur, les exploitants des installations doivent obligatoirement, avant l'entrée en phase d'exploitation, équiper leurs installations d'équipements et de technologies propres, qui soient en mesure de prévenir et limiter les polluants de l'air à la source. De surcroît, les exploitants des installations exerçant dans l'un des domaines d'activités occasionnant une pollution de l'air, dont la liste est fixée par arrêté du ministre chargé de l'environnement, doivent contrôler les polluants de l'air à la source et connecter leurs installations au réseau national de surveillance de la qualité de l'air, à leurs frais.* »
- Décret n° 2010-2519 du 28 septembre 2010, fixant les valeurs limite à la source des polluants de l'air de sources fixes. Son article 3 stipule que « *Les installations doivent être conçues, installées et exploitées de manière à éviter, limiter et prévenir à la source les polluants de l'air, notamment par la mise en place de technologies propres, le traitement des missions en fonction de leurs caractéristiques et la réduction des quantités rejetées. L'exploitant est tenu de prendre toutes les mesures de précaution nécessaires dans la conception de l'installation, son installation et son exploitation afin de limiter les risques de pollution accidentelle de l'air.* »
- Arrêté du ministre de l'Economie Nationale du 28 décembre 1994 portant homologation de la norme tunisienne relative aux valeurs limites et valeurs guides de polluants dans l'air ambiant.
- Arrêté du ministre de l'Industrie du 13 avril 1996 portant homologation de la norme tunisienne relative à l'air ambiant.

1.3.2.2.1.2 - Les principaux textes assurant la protection des Eaux et des Sols

- Articles 1 à 106 de la loi n° 75-16 du 31 mars 1975, portant promulgation du Code des eaux, tel que modifiée par la loi n° 87-35 du 6 août 1987, la loi n° 88-94 du 2 août 1988 et la loi n°2001-116 du 26 novembre 2001.
- Loi n° 95-70 du 17 juillet 1995, relative à la conservation des eaux et du sol.
- Décret n° 77-195 du 17 février 1977, réglementant l'encouragement de l'Etat à la conservation des eaux et du sol.
- Décret n° 78-814 du 1er septembre 1978, fixant les conditions de recherche et d'exploitation des eaux souterraines,
- Arrêté du ministre de l'Economie Nationale du 28 novembre 1987, portant homologation des normes tunisiennes relatives aux méthodes d'analyse des eaux.
- Arrêté des ministres des Finances et de l'Agriculture du 24 juillet 1991, fixant les redevances pour utilisation des eaux et du sable du domaine public hydraulique.

1.3.2.2.1.3 - Les principaux textes assurant la protection de la flore et de la faune sauvages

- •Articles 81 à 84 de la loi n° 76-115 du 31 décembre 1976 portant loi de finances pour la gestion 1977, et prévoyant la création d'un fonds pour la sauvegarde de la faune cynégétique.
- •Articles 207 à 217 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988, portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété par la loi n°2005-13 du 26 janvier 2005.
- Loi n° 99-30 du 5 avril 1999 relative à l'agriculture biologique.
- Loi n°99-42 du 10 mai 1999 relative aux semences, plants et obtentions végétales, modifiée par la loi n° 2000-55 du 03 juillet 2000.
- Décret-loi n° 60-21 du 10 septembre 1960 sur l'incinération des végétaux.
- Décret n° 88-1272 du 1er juillet 1988 fixant les conditions d'attribution de subventions aux associations des chasseurs et aux associations de la protection de la flore et de la faune sauvage.
- Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 18 juin 1988 relatif à l'élevage et au commerce des animaux de mêmes espèces que les différents gibiers.
- Arrêté du Ministre de l'Agriculture du 26 décembre 2001 fixant la liste des variétés inscrites au catalogue officiel des variétés végétales pour l'année 2000.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 28 mars 2001 portant approbation du cahier des charges relatif à la création de centres d'élevage des animaux sauvages locaux ou étrangers.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 28 mars 2001 portant approbation du cahier des charges relatif à la naturalisation des espèces de la faune sauvage.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 28 mars 2001 portant approbation du cahier des charges relatif à l'organisation de l'exposition pour vente, à la vente, à l'achat, au transport, à la détention et à la l'importation des animaux nés et élevés en captivité et de mêmes espèces que les différents gibiers.
- Textes règlementant la Chasse :
  - ✓ Articles 165 à 206 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988 portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété par la loi n°2001-28 du 19 mars 2001 et par la loi n° 2005-13 du 26 janvier 2005.

- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 juin 1988 relatif au régime de la chasse dans le domaine forestier de l'Etat et aux terrains soumis au régime forestier faisant l'objet de contrats de reboisement ou de travaux de fixation de dunes.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 juin 1988 réglementant les techniques de capture et les conditions de détention des oiseaux de vol.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 28 mars 2001 fixant les conditions et les modalités spécifiques à l'exercice de la chasse touristique.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 28 mars 2001 portant approbation des cahiers des charges relatifs à l'organisation de la capture des étourneaux et moineaux dans le domaine forestier de l'Etat dans le cadre des campagnes de protection des cultures.
- ✓ Arrêtés annuels du ministre de l'Agriculture relatif à l'organisation de la saison de la chasse.

- Textes consacrant la création de parcs nationaux :
  - ✓ Articles 218 à 223 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988 portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété la loi n°2005-13 du 26 janvier 2005.
  - ✓ Décret n° 80-1606 du 18 décembre 1980 portant création du parc national de Bou Hedma, et Arrêté du ministre de l'Agriculture du 6 juillet 1984 portant réglementation générale du parc national de Bou-Hedma.
  - ✓ Décret n° 80-1607 du 18 décembre 1980 portant création du parc national de Chaambi, et Arrêté du ministre de l'Agriculture du 6 juillet 1984 portant réglementation générale du parc national du Chaambi.
  - ✓ Décret n° 80-1608 du 18 décembre 1980 portant création du parc national de l'Ichkeul, et Arrêté du ministre de l'Agriculture du 6 juillet 1984 portant réglementation générale du parc national de l'Ichkeul.
  - ✓ Décret n° 87-282 du 17 février 1987 portant création du parc national de Boukornine.
  - ✓ Décret 2010-569 du 29 mars 2010 portant création du parc national à Jebel Orbata du gouvernorat de Gafsa.
  - ✓ Décret 2010-570 du 29 mars 2010 portant création du parc national du jbel Mghilla du gouvernorat de Kasserine et du gouvernorat de Sidi Bouzid.
  - ✓ Décret 2010-572 du 29 mars 2010 portant création du parc national du jbel Serj du gouvernorat de Siliana et du gouvernorat de Kairouan.
  - ✓ Décret 2010-573 du 29 mars 2010 portant création du parc national du jbel Zeghdoud du gouvernorat de Kairouan.
  - ✓ Décret 2010-574 du 29 mars 2010 portant création du parc national du jbel Zaghouan du gouvernorat de Zaghouan.
- Textes consacrant la création de réserves naturelles :
  - ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création d'une réserve naturelle à Ettalla de la délégation de Kasserine et Fouchana du gouvernorat de Kasserine.
  - ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création de la réserve naturelle de Jbel Serj de la délégation de Bargou du gouvernorat de Siliana.

- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création de la réserve naturelle de Djebel Bouramli de la délégation de Gafsa Sud du gouvernorat de Gafsa.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création de la réserve naturelle de Khachem El Kelb dans la délégation de Feriana du gouvernorat de Kasserine.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création de la réserve naturelle de Sabkhat Kelbia dans la délégation de Sidi El Hani du gouvernorat de Sousse.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création d'une réserve naturelle de Djebel Touati de la délégation de Nasrallah du gouvernorat de Kairouan.
- ✓ Arrêté du ministre de l'Agriculture du 18 décembre 1993 portant création d'une réserve naturelle de Ain Chrichira dans la délégation de Haffouz du gouvernorat de Kairouan.

1.3.2.2.1.4 - Le principal texte assurant la protection des zones humides

- Articles 224 à 226 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988 portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété par la loi n°2005-13 du 26 janvier 2005.

1.3.2.2.1.5 - Les principaux textes assurant la protection des Forêts

- Articles 1 à 144 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988 portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété par la loi n°2001-28 du 19 mars 2001 et la loi n°2005-13 du 26 janvier 2005.
- Arrêté du sous-secrétaire d'Etat à l'Agriculture du 23 décembre 1966 fixant les conditions de délivrance des autorisations de construire en terrain forestier.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 24 mai 1988 fixant les modalités de soumission au régime forestier de certains terrains non domaniaux et les conditions de leur administration et leur surveillance.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 29 novembre 1988 définissant les délits forestiers graves.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 13 décembre 1988 relatif aux précautions à prendre contre les incendies des forêts.
- Arrêté du ministre de l'Agriculture du 31 janvier 1988 réglementant la délivrance des autorisations d'extraction de matériaux dans les forêts de l'Etat.

1.3.2.2.2 - La législation en matière de protection du cadre humain

1.3.2.2.2.1 - Les principaux textes assurant la gestion des espaces ruraux

- Loi n° 63-17 du 27 mai 1963 portant encouragement de l'Etat au développement de l'agriculture, et Décret n° 90-822 du 12 mai 1990 réglementant l'encouragement de l'Etat au développement de l'agriculture.
- Loi n° 83-87 du 11 novembre 1983 relative à la protection des terres agricoles, modifiée par la loi n° 90-45 du 23 avril 1990 et par la loi n° 96-104 du 25 novembre 1996.
- Loi n° 99-30 du 5 avril 1999 relative à l'agriculture biologique, Décret n°2000-544 du 6 mars 2000 fixant la liste des équipements, instruments et moyens spécifiques nécessaires à la production conformément au mode biologique, et Articles 14 et 15 de l'Arrêté du ministre de l'agriculture du 28 février 2001 portant approbation du cahier des charges types de production végétale selon le mode biologique.

- Loi n°2005-95 du 18 octobre 2005 relative à l'élevage et aux produits animaux, et Articles 12 et 13 de l'Arrêté du ministre de l'agriculture et des ressources hydrauliques 09 juillet 2005 portant approbation du cahier des charges types de production animale selon le mode biologique.
- Arrêté des ministres de l'Agriculture et de l'Equipement et de l'Habitat du 31 octobre 1995 fixant les superficies minimales des exploitations agricoles et celles maximales des constructions pouvant y être édifiées.
- Décret n°2007-1355 du 4 juin 2007 portant création et fixant les conditions et modalités d'attribution de l'« Ecolabel Tunisien ».

1.3.2.2.2.2 - Les principaux textes assurant la protection du patrimoine archéologique et historique

- Décret n°81-25 du 22 octobre 1981 publié en application de la loi relative à la conservation des monuments historiques et des sites.
- Loi n°94-35 du 24 février 1994 relative au code du patrimoine archéologique, historique et des arts traditionnels, précise dans son Article 1 que ce patrimoine correspond à *« tout vestige légué par les civilisations et générations antérieures … et dont la valeur nationale ou universelle est prouvée. »*
- Décret n°93-1609 du 26 juillet 1993 portant création de l'institut National du Patrimoine (INP), qui précise qu'il s'agit d'un établissement public à caractère administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de la Culture et de la Sauvegarde du Patrimoine : il constitue l'institution scientifique et technique chargée :
  - ✓ d'établir l'inventaire du patrimoine culturel, archéologique, historique, civilisationnel et artistique,
  - ✓ de son étude (fouilles et prospections),
  - ✓ de sa sauvegarde, et
  - ✓ de sa mise en valeur.

1.3.2.2.2.3 - Les principaux textes assurant la protection des ressources énergétiques

- Loi n° 2004-72 du 02 août 2004 relative à la maîtrise de l'énergie.
- Loi n° 2005-82 du 15 août 2005 portant création d'un système de maîtrise de l'énergie.
- •Décret n° 87-50 du 13 janvier 1987 portant institution des audits énergétiques obligatoires et périodiques, modifié par le décret n° 2001-329 du 23 janvier 2001.
- •Décret n° 94-537 du 10 mars 1994 fixant les montants et les conditions d'octroi de la prime spécifique inhérente aux investissements dans le domaine de la maîtrise de l'énergie.
- •Décret n° 94-1191 du 30 mai 1994 fixant les conditions de bénéfice des avantages fiscaux prévus aux articles 37, 41, 42 et 49 du code d'incitations aux investissements accordés en faveur des équipements destinés à l'économie d'énergie, à la recherche, à la production et à la commercialisation des énergies renouvelables et à la recherche de géothermie, des équipements nécessaires à la lutte contre la pollution ou à la collecte, la transformation et le traitement des déchets et ordures, des équipements nécessaires à la formation professionnelle et des équipements nécessaires à la recherche développement, tel que modifié par le décret n° 99-11 du 4 janvier 1999.

1.3.2.2.3 - La législation en matière de lutte contre les nuisances

1.3.2.2.3.1 - Les principaux textes assurant la protection de l'air ambiant contre la pollution

- Articles 64,67 et 71 du code de la route de la Loi n°99-71 du 26 juillet 1999.
- Arrêté des ministres du Transport et des Communications et de la Santé Publique du 27 août 1984 relatif à la limitation et au contrôle de la teneur en monoxyde de carbone des gaz d'échappement des véhicules automobiles au régime de ralenti (véhicule à moteur à essence).
- Arrêté des ministres du Transport et des Communications et de la Santé Publique du 27 août 1984 relatif aux fumées produites par les véhicules automobiles.
- Arrêté du ministre de l'Industrie du 3 avril 1997 portant homologation de la norme tunisienne relative aux valeurs limites d'émission des polluants des ciments.

1.3.2.2.3.2 - Les principaux textes assurant la protection des eaux contre la pollution

- Articles 107 à 139 de la Loi n° 75-16 du 31 mars 1975 portant promulgation du Code des eaux, telle que modifiée par la loi n° 87-35 du 6 août 1987, la loi n° 88-94 du 2 août 1988 et la loi n°2001-116 du 26 novembre 2001.
- Loi n° 93-41 du 19 avril 1993 relative à l'Office National de l'Assainissement, telle que modifiée par la loi n°2004-70 du 02 août 2004 et la loi n°2007-35 du 4 juin 2007.
- Décret n° 79-768 du 8 septembre 1979 règlementant les conditions de branchement et de déversement des effluents dans le réseau public d'assainissement.
- Décret n° 85-56 du 2 janvier 1985, relatif à la règlementation des rejets dans le milieu récepteur.
- Décret n° 94-1885 du 12 septembre 1994 fixant les conditions de déversement et de rejet des eaux résiduaires autres que domestiques dans 1es réseaux d'assainissement implantés dans les zones d'intervention de l'Office National de l'Assainissement, et Arrêté du ministre de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire du 28 février 2001, portant approbation des cahiers des charges relatifs aux déversements des eaux usées autres que domestiques dans le réseau public d'assainissement et ses ouvrages annexes dans les circonscriptions d'intervention de l'office national de l'assainissement.
- Arrêté du ministre de l'Economie Nationale du 20 juillet 1989 portant homologation de la norme tunisienne des rejets en milieu hydrique.

1.3.2.2.3.3 - Les principaux textes règlementant la gestion et l'élimination des déchets

La loi tunisienne a été établie selon le principe de «pollueur – payeur», ce qui signifie que quiconque produit, débite ou consomme, est responsable de la minimisation, du recyclage et de l'élimination des déchets qu'il génère.

- Loi n° 96-41 du 10 juin 1996 relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination, dont les articles 19,26,31,47 ont été modifiés par la loi n° 2001-14 du 30 janvier 2001 portant simplification des procédures administratives relatives aux autorisations délivrées par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire dans les domaines de sa compétence. Cette loi a pour objet de fixer le cadre approprié dans le domaine des déchets et de leurs modes de gestion.

  Son article 37 prévoit que tout pollueur établisse un plan de gestion de ses déchets qui fixe en particulier les conditions de réduction, de recyclage et d'élimination des déchets afin de réaliser les objectifs de base suivants :

- ✓ la prévention et la réduction de la production des déchets et de leur nocivité notamment en agissant au niveau de la fabrication et de la distribution des produits ;
- ✓ la valorisation des déchets par la réutilisation, le recyclage et toutes autres actions visant la récupération des matériaux réutilisables et leur utilisation comme source d'énergie ;
- ✓ la réservation de décharges contrôlées pour le dépôt des déchets ultimes, soit après épuisement de toutes les possibilités de valorisation.

Le contrôle des déchets dangereux est plus rigoureux que pour les autres déchets, puisque son Article 31bis prévoit que « Tout établissement ou entreprise assurant une ou plusieurs activités de collecte, de tri, de transport, de stockage, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets dangereux est soumis à autorisation préalable du ministère chargé de l'Environnement », et spécifie aussi certaines conditions pour l'octroi de cette autorisation.

Les obligations fondamentales de la gestion des déchets dangereux découlant de la Convention de Bâle ratifiée par la Tunisie, son article 38 précise que le ministre en charge de l'Environnement peut, après avis du ministre en charge de l'Industrie, proposer tous règlements nécessaires pour réduire au minimum la production de déchets industriels et spéciaux dangereux, en obligeant les producteurs à mettre au point et à exécuter des plans pour maîtriser et limiter autant que possible la production de déchets industriels et spéciaux. Il détermine les responsabilités de tous les acteurs de la filière, des producteurs aux exploitants des installations de traitement des déchets dangereux :

- ✓ la déclaration correcte de la quantité et de la composition des déchets dangereux est du ressort des producteurs, ainsi que le choix soigneux des transporteurs et des exploitants de ses déchets : en effet, la responsabilité du producteur n'est transférée au nouveau détenteur que si le producteur peut prouver qu'il s'est assuré soigneusement que les déchets ont été remis à des prestataires autorisés et agréés par la réglementation tunisienne ;
- ✓ le bon choix des moyens de transport, la formation adéquate des chauffeurs sont du ressort des transporteurs, ainsi que la fiabilité de l'entreprise en général concernant son respect de l'environnement ;
- ✓ le traitement et l'élimination correcte suivant les conditions que l'autorisation et le cadre légal prescrivent sont du ressort des exploitants des installations de traitement des déchets dangereux.

- Décret n° 94-1191 du 30 mai 1994 fixant les conditions de bénéfice des avantages fiscaux prévus aux articles 37, 41, 42 et 49 du code d'incitations aux investissements accordés en faveur des équipements destinés à l'économie d'énergie, à la recherche, à la production et à la commercialisation des énergies renouvelables et à la recherche de géothermie, des équipements nécessaires à la lutte contre la pollution ou à la collecte, la transformation et le traitement des déchets et ordures, des équipements nécessaires à la formation professionnelle et des équipements nécessaires à la recherche développement, tel que modifié par le décret n° 99-11 du 4 janvier 1999.
- Décret n° 97-1102 du 2 juin 1997 fixant les conditions et les modalités de reprise et de gestion des sacs d'emballages et des emballages utilisés, modifié par le décret n°2001-843 du 10 avril 2001 : ce décret vise à assurer les conditions nécessaires afin de garantir une reprise et une gestion rationnelle des sacs d'emballage et des emballages utilisés et d'éviter l'impact négatif de leur abandon dans l'environnement.
- Décret n° 2000-2339 du 10 octobre 2000 fixant la liste des déchets dangereux.
- Décret n°2002-693 du 1er avril 2002 relatif aux conditions et aux modalités de reprise des huiles lubrifiantes et des filtres à huiles usagées et de leur gestion, tel que modifié par le décret n° 2008-2565 du 7 juillet 2008.

- Décret n°2005-3395 du 26 décembre 2005 fixant les conditions et les modalités de collecte des accumulateurs et piles usagés.
- Arrêté du ministre de l'Environnement et du développement durable du 23 mars 2006 portant création d'une unité de traitement des déchets dangereux et de trois centres de réception, de stockage et de transfert.
- Décret n°1064-2009 du 13/4/2009 relatif aux critères de délivrance des autorisations de gestion des déchets dangereux et des autorisations d'immersion en mer des déchets et autres.
- Arrêté conjoint des ministres de l'Environnement et du développement durable, des finances et du commerce et de l'artisanat du 23 avril 2008 fixant les modalités et le montant de la consigne obligatoire de la reprise des accumulateurs usagés utilisés dans les moyens de transport et à des fins industrielles diverses.
- Arrêté du ministre de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire du 17 janvier 2008 portant approbation des cahiers des charges fixant les conditions et les modalités d'exercice des activités de collecte, de transport, de stockage, de traitement, de recyclage et de valorisation des déchets non dangereux.

1.3.2.2.3.4 - Les principaux textes règlementant la gestion des Etablissements classés

- Articles 293 à 324 de la loi n° 66-27 du 30 avril 1966 portant promulgation du Code du travail, tel que modifié par la loi n° 96-62 du 15 juillet 1996.
- Article 56 de la loi n° 90-111 du 31 décembre 1990 portant loi de finances pour la gestion 1991, relatif à l'augmentation du montant annuel de la taxe de contrôle des établissements classés, insalubres et incommodes.
- Décret n° 91-861 du 8 juin 1991 portant virement des ressources perçues au titre de la taxe annuelle de contrôle des établissements dangereux, insalubres ou incommodes au profit de l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement.
- Décret n° 2006-2687 du 9 octobre 2006 relatif aux procédures d'ouverture des établissements dangereux ou insalubres ou incommodes et leur exploitation.
- Arrêté du ministre de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprises du 15 novembre 2005 fixant la nomenclature des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

1.3.2.2.3.5 - Les principaux textes règlementant la gestion des carrières et des mines

- Loi n° 89-20 du 22 février 1989 règlementant l'exploitation des carrières, modifiée par la loi n°98-95 du 23 novembre 1998, et Arrêté du ministre de l'Economie et des Finances du 31 mai 1990, réglementant l'exploitation des carrières.
- Loi n° 2003-30 du 28 avril 2003 portant promulgation du code minier.
- Décret n° 93-1631 du 2 août 1993 fixant la composition, les attributions et les règles de fonctionnement des commissions consultatives des carrières.

1.3.2.2.3.6 - Le principal texte assurant la protection contre les rayonnements ionisants

- Loi n° 81-51 du 18 juin 1981 relative à la protection contre les dangers des sources de rayonnements ionisants, et Décret n° 86-433 du 28 mars 1986 relatif à la protection contre les rayonnements ionisants.

1.3.2.2.3.7 - Les principaux textes assurant la protection contre les dangers des produits chimiques

- Articles 16 à 24 de la Loi n° 92-72 du 3 août 1992 portant refonte de la législation relative à la protection des végétaux, modifiée par la Loi n° 99-5 du 11 janvier 1999.
- Arrêté du Premier Ministre du 2 novembre 1978 portant création, composition et attributions du comité technique de normalisation des produits chimiques.
- Arrêté du ministre de l'Economie nationale du 25 janvier 1986 portant homologation des normes tunisiennes relatives aux additifs alimentaires, aux contaminants et aux résidus de pesticides.

1.3.2.2.3.8 - Les principaux textes assurant la lutte contre les bruits et autres atteintes à la tranquillité et à la salubrité publique

- Articles 316, 320 et 321 du Code pénal.
- Articles 73 à 78 de la loi organique des communes n° 75-33 du 14 mai 1975, modifiée par la loi organique n° 95-68 du 24 juillet 1995.
- Arrêté du ministre de l'Intérieur du 10 avril 1999 relatif au paiement d'amendes transactionnelles pour contraventions aux règlements sur l'hygiène et la police sanitaire à l'intérieur des périmètres relevant des conseils régionaux et des communes.
- Arrêté des ministres du Transport et des Communications et de la Santé Publique du 27 août 1984 relatif au contrôle au point fixe du niveau sonore des véhicules automobiles.

1.3.2.2.3.9 - Les principaux textes règlementant la gestion des explosifs

- Loi n 96-63 du 15 juillet 1996 fixant les conditions de fabrication d'exportation, d'importation, de transport, de stockage, d'utilisation et de commercialisation des matières explosives utilisées à des fins civiles.
- Décret n° 2000-1443 du 27 juin 2000 fixant les conditions et les procédures d'octroi aux personnes morales ou physiques de l'autorisation d'effectuer tout ou partie des opérations de fabrication, d'importation, d'exportation de transport, de stockage, d'utilisation et de commercialisation des matières explosives utilisées à des fins civiles.
- Arrêté du ministre de l'Intérieur du 08 octobre 1997 fixant les conditions et les modalités du chargement, du transport, du déchargement des matières explosives utilisées à des fins civiles, les normes des moyens de leur transport et les règles de sécurité.
- Arrêté du ministre de l'Intérieur du 14 juillet 2000 fixant les documents devant être tenus par l'exploitant d'un magasin ou d'un dépôt d'approvisionnement en matières explosives et les renseignements qui doivent y figurer.

1.3.2.2.3.10 - Les principaux textes règlementant les conditions de transport des matières dangereuses

- Loi n° 97-37 du 02 juin 1997 relative au transport par route des matières dangereuses.
- Arrêté des ministres de l'intérieur et du transport du 18 mars 1999 fixant le modèle de la fiche de sécurité relative au transport de matières dangereuses par route et les consignes qu'elle doit comporter.
- Arrêté du ministre du transport du 19 janvier 2000 fixant les étiquettes de danger et les marques distinctives relatives au transport de matières dangereuses par route.

- Arrêté des ministres de l'intérieur et du transport du 19 mai 2000 fixant les matières dangereuses dont le transport est soumis à l'obtention d'une feuille de route, le modèle de cette feuille et les conditions de sa délivrance.

1.3.2.3 - La règlementation des études d'impact en Tunisie

1.3.2.3.1 - Les principaux textes règlementant les études d'impact en Tunisie

- Article 208 de la loi n° 88-20 du 13 avril 1988, portant refonte du Code forestier, tel que modifié et complété par la loi n°2001-28 du 19 mars 2001 et la loi n°2005-13 du 26 janvier 2005.
- Article 5 de la loi n° 88-91 du 02 août 1988, portant création d'une Agence Nationale de Protection de l'Environnement, telle que modifiée et complétée par la loi n° 92-115 du 30 novembre 1992 et la loi n° 2000-14 du 30 janvier 2000 portant simplification des procédures administratives relatives aux autorisations délivrées par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire, et Décret n° 2005-1991 du 11 juillet 2005 relatif à l'étude d'impact sur l'environnement et fixant les catégories d'unités soumises à l'étude d'impact sur l'environnement et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges.
- Articles 5 à 11 de la loi n° 89-20 du 22 février 1989, réglementant l'exploitation des carrières, modifiée par la loi n° 98-95 du 23 novembre 1998.
- Articles 10 et 11 de la loi n° 94-122 du 28 novembre 1994, portant promulgation du code de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire, tel que modifié et complété par la loi n° 2003-78 du 10 décembre 2003.
- Article 45 de la loi n° 2003-30 du 28 avril 2003 portant promulgation du code minier.
- Arrêté du ministre de l'environnement et du développement durable du 8 mars 2006, portant approbation des cahiers des charges relatifs aux procédures environnementales que le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire doivent respecter pour les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges.

1.3.2.3.2 - Les procédures de classement des Projets et d'examen des documents d'ÉE

Plus tard, le décret N°91-362 du 13 Mars 1991 est venu compléter et éclaircir la procédure d'étude d'impact, en fixant clairement les conditions d'application de l'article 5 cité ci-dessus, en particulier par un classement des projets en deux catégories :

- une annexe 1 qui comprenait les projets obligatoirement soumis à une étude d'impact, et
- une annexe 2 qui comprenait les autres projets.

Suite à l'expérience accumulée pendant une dizaine d'années par l'ANPE dans l'examen de documents d'EIE, certaines dispositions de ce décret ont été abrogées par de nouvelles dispositions contenues dans le décret N° 2005-1991 du 11 juillet 2005. Les procédures actuellement en vigueur selon les dispositions contenues dans ce décret N° 2005-1991 sont résumées dans la **Figure 7** de la page suivante.

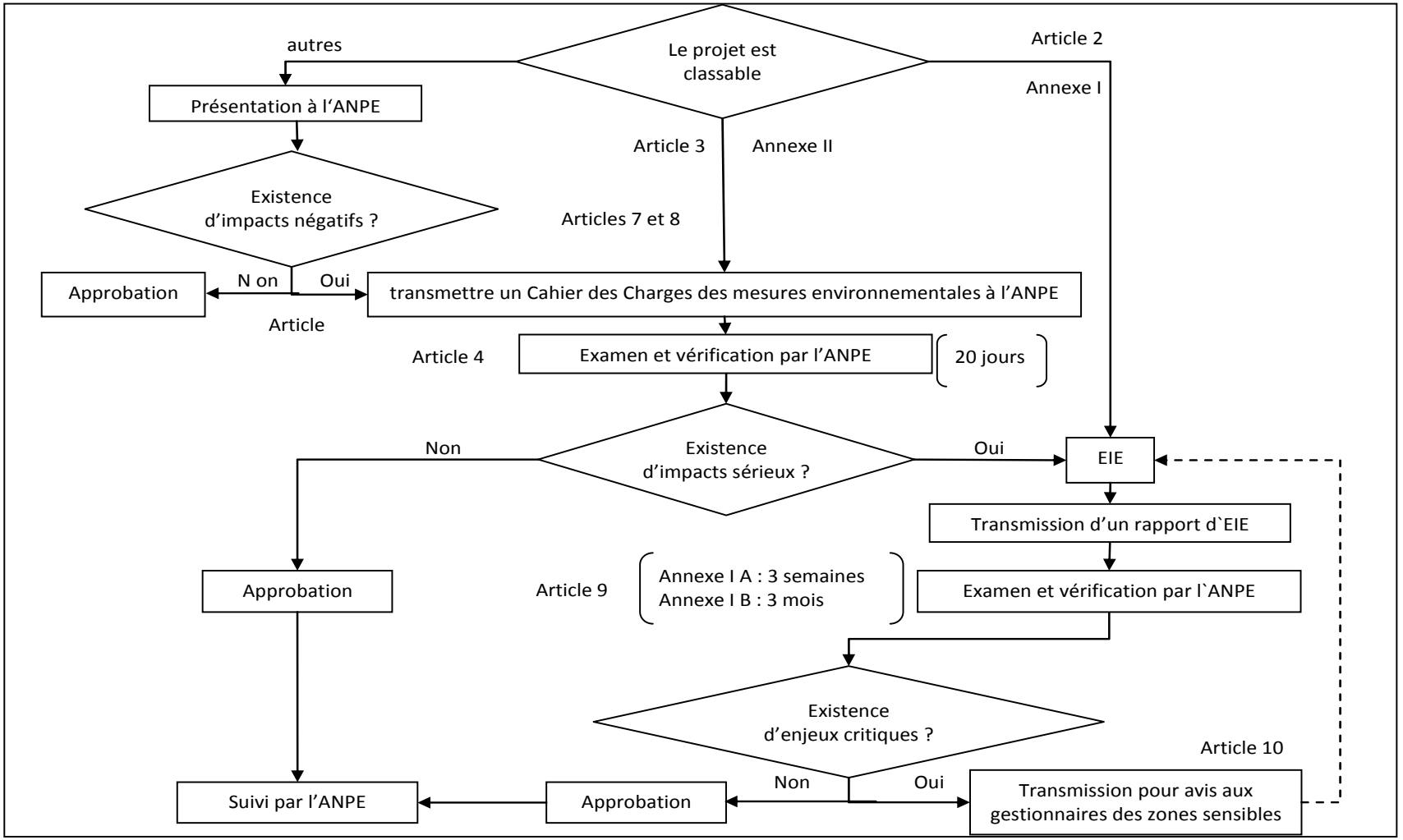


Figure 7 : Procédures d'examen de l'ANPE suivant le décret N°2005-1991

Plus particulièrement, ce décret n° 2005-1991 a actualisé les catégories d'unités soumises à EIES (Annexe I) et les catégories d'unités soumises aux cahiers des charges précisant les mesures environnementales à respecter (Annexe II) :

- annexe 1 : elle comprend les projets d'unités obligatoirement soumis à une étude d'impact qui sont classés, soit dans la catégorie A pour les unités faisant l'objet d'un avis ne dépassant pas le délai de vingt et un jours ouvrables, soit dans la catégorie B pour les unités faisant l'objet d'un avis ne dépassant pas le délai de trois mois ouvrables).
- annexe 2 : elle comprend les projets d'unités soumis à un cahier des charges approuvé par arrêté du ministre chargé de l'environnement qui fixe les mesures environnementales que le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire devra respecter.

1.3.2.4 - Les normes règlementaires utilisées en Tunisie

1.3.2.4.1 - Les normes règlementaires tunisiennes pour la protection du milieu physique

Au fil de l'élaboration de cette législation environnementale que les promoteurs de projets de développement se doivent de respecter, le département ministériel tunisien en charge de la gestion de l'Environnement a établi tout un jeu de normes qui concerne les concentrations en substances toxiques dans les principales composantes du milieu physique: air ambiant, milieux hydriques récepteurs. Ces jeux sont basés sur :

- des valeurs-limites relatives à la santé, et
- si possible des valeurs-guide relatives au bien-être.

Là où les normes tunsiiennes n'existent pas enore, il est recommandé que les EIES produites pour le compte de l'ANPE se réfèrent aux normes utilisées dans des pays frères ou amis.

Comme tout projet routier, le Projet à l'étude va influencer ces enjeux aux alentours :

- des carrières, des zones d'emprunt et des gîtes de dépôts limitrophes à la future emprise, et des routes et pistes les reliant à ladite emprise pendant les travaux ;
- de l'emprise pendant les travaux et après la mise en service de la liaison autoroutière directe de Jelma à partir de Tunis ;
- du réseau routier pré-existant, dont une large partie du trafic va être capté par la nouvelle infrastructure autoroutière.

1.3.2.4.1.1 Les normes règlementaires tunisiennes pour la qualité de l'air ambiant

La loi 34-2007 sur la qualité de l'air promulguée le 04 juin 2007 indique les concentrations maximales admises en Tunisie pour les principaux polluants atmosphériques. Le **Tableau 6** suivant présente les références en matière de méthode de détermination à employer, et les valeurs-limites et les valeurs-guide :

- que les concentrations atmosphériques des principaux polluants devront respecter au niveau des zones aujourd'hui non ou peu polluées ;
- auxquelles les concentrations atmosphériques des principaux polluants devront pouvoir être progressivement ramenées dans les zones polluées du pays.

Tableau 6 : Normes NT106.04 des concentrations maximales admises pour les principaux polluants atmosphériques

Polluants	Méthode d'analyse	Type de moyenne	Autorisation de dépassement	Valeurs limites (santé)	Valeur guide (bien-être)	Rappel des normes OMS
CO	NT.37.09	8 heures	2 fois / 30 jours	9 ppm (10 mg/m^3)	9 ppm (10 mg/m^3)	10 mg/m^3
		1 heure	2 fois / 30 jours	35 ppm (40 mg/m^3)	26 ppm (30 mg/m^3)	30 mg/m^3
NO_2	NT.37.01	M A A	Non	0,106 ppm (200 µg/m^3)	0,80 ppm (150 µg/m^3)	40 µg/m^3
		1 heure	1 fois / 30 jours	0,350 ppm (660 µg/m^3)	0,212 ppm (400 µg/m^3)	200 µg/m^3
O_3	NT.37.50	1 heure	2 fois / 30 jours	0,12 ppm (235 µg/m^3)	0,077 - 0,102 ppm (150 à 200 µg/m^3)	150 à 200 µg/m^3
PM_{10}	NT.37.11	M A A	Non	80 µg/m^3	40 à 60 µg/m^3	20 µg/m^3
		24 heures	1 fois / 12 mois	260 µg/m^3	120 µg/m^3	50 µg/m^3
SO_2	NT.37.10	M A A	Non	0,030 ppm (80 µg/m^3)	0,019 ppm (50 µg/m^3)	50 µg/m^3
		24 heures	1 fois / 12 mois	0,12 ppm (365 µg/m^3)	0,041 ppm (125 µg/m^3)	125 µg/m^3
		3 heures	1 fois / 12 mois	0,50 ppm (1.300 µg/m^3)	Néant	-
Pb	NT.37.13	M A A	Non	2 µg/m^3	0,5 à 1 µg/m^3	-
H_2S	NT.37.51	1 heure	1 fois / 12 mois	200 µg/m^3	Néant	-

M A A : Moyenne arithmétique annuelle

1.3.2.4.1.2 Les normes règlementaires tunisiennes pour la qualité physico-chimique des eaux de surface

La loi n° 75-16 promulguée le 31 mars 1975, portant Code des eaux, prévoit dans les dispositions de son Article 107 les moyens de lutter contre la pollution des eaux dans le but de satisfaire ou de concilier les exigences :

- de la Santé Publique en matière d'alimentation en eau potable ;
- de l'agriculture, de l'industrie, et de toutes autres activités humaines d'intérêt général consommatrices d'eau ;
- de la conservation et de l'écoulement des eaux.

En effet, cet article s'applique aux déversements, écoulements, rejets dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement à tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles ou souterraines ou des eaux marines dans la limite des eaux territoriales.

Le milieu hydrique est constitué pour le législateur tunisien de trois composantes plus ou moins fragiles. Classées par fragilité décroissante, ces composantes sont le Domaine Public Maritime, le Domaine Public Hydraulique et les Canalisations Publiques. Le **Tableau 7** suivant présente les normes de valeur ou de concentration maximale homologuées par l'arrêté du ministère de l'Economie Nationale du 20 juillet 1989 relatif aux rejets d'effluents dans ces trois composantes du milieu hydrique.

Tableau 7 : Normes maximales NT106.02 pour les principaux polluants pour les effluents hydriques selon l'émissaire

Milieu récepteur / Paramètres	Domaine Public Maritime - Mer	Domaine Public Hydraulique	Canalisations publiques
pH	6,6 – 8,5	6,5 – 8,5	6.5 – 9,0
Matières en suspension MES (mg /l)	30	30	400
Demande chimique en oxygène DCO (mg O_2 /l)	90 (moyenne sur 24h)	90 (moyenne sur 24h)	1.000
Demande biologique en oxygène DBO5 (mg O_2 /l)	30	30	400
Chlorures Cl (mg /l)	sans exigence	600	700
Sulfate SO_4 (mg /l)	1.000	600	400
Phosphore PO_4 ou P total (mg /l)	0,1	0,05	10
Nitrates NO_3 (mg /l)	90	50	90
Nitrites NO_2 (mg /l)	5	0,5	10
Phénols, compose phénoliques (mg /l)	0,05	0,002	1
Graisses et huiles saponifiables (mg /l)	20	10	30
Hydrocarbures aliphatiques total (mg /l)	10	2	10
Aluminium Al (mg /l)	5	5	10
Antimoine Sb (mg /l)	0,1	0,1	0,2
Arsenic As (mg /l)	0,1	0,05	0,1
Cadmium Cd (mg /l)	0,005	0,005	0,1
Chrome hexavalent Cr^{6+} (mg /l)	0,5	0,01	0,5
Chrome trivalent Cr^{3+} (mg /l)	2,0	0,5	2,0
Cobalt Co (mg /l)	0,5	0,1	0,5
Fer Fe (mg /l)	1,0	1,0	5,0
Mercure Hg (mg /l)	0,001	0,001	0,01
Nickel Ni (mg /l)	2,0	0,2	2,0
Plomb Pb (mg /l)	0,5	0,1	1,0
Cyanures CN (mg /l)	0,05	0,05	0,5

On voit que les normes de valeur ou de concentration maximale de rejet dans le Domaine Public Maritime sont en général intermédiaires entre les normes les plus strictes qui concernent la composante la plus fragile, à savoir le Domaine Public Hydraulique, et les normes les moins strictes qui concernent la composante la moins fragile, à savoir les Canalisations Publiques.

1.3.2.4.2 Les normes règlementaires utilisées en Tunisie pour lutter contre les nuisances

1.3.2.4.2.1 Les limitations de vitesse tunisiennes imposées au trafic automobile

Les émissions atmosphériques de la circulation automobile constituant une source majeure de dégradation de la qualité de l'air ambiant, en particulier en zones urbanisées, l'Etat a instauré des limites de vitesse sur tout le réseau routier. Une analyse des classifications routières existantes et des pratiques a permis d'élaborer la typologie présentée dans le **Tableau 8** suivant qui, en s'appuyant sur l'organisation hiérarchique et fonctionnelle du réseau routier, distingue les limites de vitesse imposées entre réseaux urbain et rural.

Tableau 8 : Limitations de vitesse tunisiennes selon la typologie des voies routières

Milieu	Fonction principale	Caractéristiques	Vitesse limite
Urbain	Réseau National et Régional - Trafic de transit	5a - Autoroute	90 km/h
		5b - Route nationale	70 km/h
	Réseau principal d'agglomération - réseau primaire, distribution principale	4a – Voie express, périphérique, etc ...)	70 km/h
		4b - Boulevard	50 km/h
	Distribution inter quartier, réseau secondaire	3 - Avenue	50 km/h
	Distribution locale - échange intérieur	2 - Rue	50 km/h
	Voies d'accès, trafic local.	1 - Ruelle, voie, etc..	30 km/h
Rural	Réseau National et Régional - Trafic de transit et distribution	5 - Autoroute	110 km/h
		4 - Route nationale	90 km/h
	Distribution	3 – Route régionale	90 km/h
	Distribution locale - échange intérieur, trafic local	2 – Route locale	80 km/h
	Voies d'accès, trafic local	1 – Piste rurale	60 km/h

1.3.2.4.2.2 - Les normes règlementaires utilisées en Tunisie pour lutter contre la gêne sonore

On a vu que les engins de chantier, les véhicules de transport et les trafics automobiles empruntant les routes nationales et la future autoroute constituent des sources d'émissions sonores pour leur voisinage.

En Tunisie le bruit et les nuisances sonores sont régis par une réglementation spécifique aux lotissements industriels et aux municipalités, à savoir :

- le Décret n°84-1556 du 29 décembre 1984, portant réglementation des lotissements industriels, notamment son article 3 (Nuisance de bruit) qui fixe un niveau maximum de bruit mesuré au droit de la façade des habitations les plus proches de la zone d'activité (50dB). La nuit, des précautions supplémentaires devront être prises afin de ne pas provoquer de gêne aux riverains ;
- l'Arrêté n°35 du ministre de l'intérieur du 27 mai 2000, relatif à l'application des recommandations de la commission nationale de la propreté et de la protection de l'environnement, commission qui s'occupe également du bruit en tant que nuisance environnementale ;
- les Arrêtés municipaux relatifs aux nuisances sonores, notamment l'Annexe fixant les valeurs limites de bruit se propageant aux voisins selon la vocation de la zone.

Sur le plan des nuisances sonores des chantiers du Projet, et dans l'attente de l'approbation par le législateur tunisien des normes recommandées par l'ANPE, la réglementation française en vigueur va nous servir de référence dans ce domaine. Le **Tableau 9** suivant présente ces recommandations françaises en matière de seuils maximaux de bruit à ne pas dépasser.

Tableau 9 : Seuils maximaux de bruit autorisés

Niveau de pression acoustique maximum Usage et nature des locaux	Diurne, de 6h à 22h	Nocturne, de 22h à 6h
Etablissement de santé, de soins et d'action sociale	60 dB (A)	55 dB (A)
Etablissement d'enseignement (sauf ateliers bruyants et locaux sportifs)	60 dB (A)	-
Logements en zone d'ambiance modérée	60 dB (A)	55 dB (A)
Autres logements	65 dB (A)	60 dB (A)
Locaux à usage de bureau en zone d'ambiance modérée	60 dB (A)	-

On voit que les heures de travail pendant les chantiers, et les heures de pointe des trafics sur les routes nationales et la future autoroute, à savoir le matin entre 7h30 et 9h00 et le soir entre 17h30 et 19h30,

sont situées dans la période diurne où les seuils maximaux de bruit à ne pas dépasser sont les plus élevés.

1.4 - L'évaluation environnementale et sociale de ce Projet

De par cette législation, l'évaluation environnementale et sociale de son projet est devenue un préalable demandé à tout promoteur avant qu'il puisse être autorisé à mettre en service une activité nouvelle qui présente, de par sa nature, des risques de pollution ou de dégradation de l'environnement et des contraintes pour son voisinage.

1.4.1 - LE CLASSEMENT DU PROJET DE TRONÇON PRIORITAIRE TUNIS-JELMA

Dans ce cadre, le Projet de création du nouveau tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est classé en catégorie B de l'Annexe I, sous le numéro 10 « Projets de construction de voies ferrées, d'autoroutes, de routes expresses, de ponts et d'échangeurs ».

Pour un projet de l'importance de ce Projet, la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social (EIES) est nécessaire, aussi bien pour le bailleur de fonds (BEI) que pour les Autorités nationales pour qui, à la lumière de l'Article 5 de la loi n° 88-91 du 2 août 1988, la réalisation de l'étude d'impact et son agrément par l'ANPE sont un préalable à toute autorisation de création de cette infrastructure susceptible d'engendrer des nuisances à l'environnement.

1.4.2 - LA NÉCESSITÉ DE LA PRODUCTION D'UNE ÉTUDE D'IMPACT DE CE PROJET

En conséquence, le maître d'ouvrage de ce Projet, à savoir la DG/PC du ministère de l'Équipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable, doit obligatoirement soumettre une ÉIES à l'ANPE afin d'étayer sa demande d'approbation du programme des travaux. A réception de ce document, l'ANPE aura trois mois ouvrables pour émettre son avis.

L'étude préliminaire et l'étude d'APS ont permis de retenir la combinaison de couloir 2C correspondant au couloir 2 entre Tunis et Kairouanet au couloir C entre Jelma et Gafsa. Au vu des contraintes de ces tracés relevées dans l'étude d'APS, l'étude d'APD a commencé par optimiser cette combinaison de tracé en essayant d'éviter toutes les contraintes qu'elle pouvait rencontrer, et en particulier les contraintes environnementales et sociales.

Aun cours de l'étude d'APD, l'étude des impacts environnementaux et sociaux de l'aménagement et de l'exploitation de ce tracé optimisé a ensuite permis :

- d'identifier les enjeux environnementaux et sociaux liés à l'installation des chantiers, aux travaux et à la mise en service de la nouvelle infrastructure, les principaux impacts négatifs et effets positifs susceptibles d'être générés par le projet, leur étendue et les composantes de l'environnement à étudier ;
- d'envisager toutes les mesures d'atténuation qui pourraient être incluses dans la conception même du Projet pour éviter des interférences avec des composantes des cadres naturel et humain situés au voisinage immédiat de la plateforme autoroutière : modifications et raccourcissement du tracé, aménagement d'ouvrages hydrauliques capables d'évacuer les crues centennales des écoulements

qu'il contrôle, installation de passages supérieurs ou inférieurs pour éviter tout effet de coupure, aussi bien pour les populations riveraines que pour la faune sauvage ;

- d'envisager un Plan de Gestion Environnementale et Sociale du Projet qui contiendra :
  - ✓ toutes les autres mesures d'atténuation des principaux impacts négatifs susceptibles d'être générés par les travaux ou l'exploitation du projet, en indiquant les responsables de leur réalisation et de leur contrôle ;
  - ✓ toutes les mesures de bonification des principaux impacts positifs susceptibles d'être générés par les travaux ou l'exploitation du projet, en indiquant les responsables de leur réalisation et de leur contrôle ;
  - ✓ les activités des Entreprises à surveiller en phases d'installation et de travaux, les activités du concessionnaire à surveiller en phase d'exploitation et les responsables de ces surveillances, qui constituent le programme de surveillance de la bonne mise en œuvre des chantiers et de l'exploitation du Projet ;
  - ✓ les indicateurs environnementaux et sociaux et les responsables du suivi de leur évolution, qui constituent le programme de suivi des impacts effectifs des travaux et de l'exploitation du Projet atténué.

1.4.3 - LE CONTENU DE CE DOCUMENT D'ÉIES

Selon l'ANPE, l'étude d'impact « doit être définie comme une procédure permettant de mesurer les incidences et les effets directs ou indirects à court, moyen et long terme d'un projet public ou privé sur la santé, la sécurité, et le bien-être de l'homme, sur le milieu naturel ainsi que sur le patrimoine culturel ». Pour fournir ces informations en ce qui concerne le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, le présent document d'ÉIES a été scindé en neuf chapitres, conformément aux termes de référence de l'ANPE spécifiques aux projets d'infrastructures de transport.

Le premier chapitre de cette étude présente les objectifs de la production de ce document d'ÉIES, en fonction de la consistance de ce projet qui s'inscrit dans le programme de développement du réseau autoroutier tunisien, et du contexte légal du bailleur de fonds et de la République tunisienne en matière d'évaluation environnementale.

Le deuxième chapitre présentant brièvement le périmètre de cette étude qui correspond à la zone d'influence du projet, et son horizon temporel. La zone d'influence a été subdivisée entre :

- la zone d'influence directe (ZID), qui est affectée directement par tous les impacts négatifs du Projet et dont les populations bénéficient des mesures du Plan de Réinstallation et des mesures d'atténuation et de compensation du PGES ;
- La zone d'influence indirecte (ZII), qui est affectée indirectement par certains impacts négatifs du Projet, mais qui bénéficie aussi, directement ou indirectement, des impacts positifs qui ont justifié la mise en œuvre du Projet, elle-même subdivisée entre :
  - ✓ ZII primaire, qui correspond à la partie des quatre gouvernorats intérieurs de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid desservie par le tronçon prioritaire, et donc située à moins de 25 kilomètres d'un de ses dix échangeurs, et

- ✓ ZII secondaire qui bénéficie du gain de temps de trajet entre Tunis et Jelma, et qui correspond au reste de ces quatre gouvernorats intérieurs, mais aussi aux deux gouvernorats de Gafsa et Tozeur de la région sud-ouest.

Le troisième chapitre de ce document donne un aperçu des résultats des phases de réflexions techniques, économiques et environnementales ayant abouti au choix du tracé retenu. Il présente en effet :

- les analyses de l'étude économique en matière de modélisation des trafics en situation sans projet et en situation avec projet avec péage ;
- les réflexions techniques et environnementales qui ont abouti au choix du tracé retenu pendant les trois phases de l'étude de ce Projet, à savoir :
  - ✓ pendant l'étude préliminaire pour parvenir à choisir parmi tous les couloirs et les mailles qui ont été envisagés les trois couloirs retenus pour être étudiés en phase d'APS,
  - ✓ pendant l'étude d'APS pour parvenir à choisir parmi ces trois couloirs le couloir retenu pour l'étude d'APD, et
  - ✓ pendant l'étude d'APD pour parvenir à optimiser la géométrie et limiter les impacts négatifs de ce tracé au sein de ce couloir ;
- les normes techniques utilisées dans l'étude technique pour la conception du tronçon prioritaire et de ses annexes.

Le quatrième chapitre de ce document présente dans le détail toutes les activités du Projet facteurs d'impacts directs et toutes les conséquences facteurs d'impacts indirects qui vont induire des perturbations ou apporter des avantages aux composantes environnementales du cadre naturel et/ou aux composantes sociales du cadre humain de la zone d'influence du tronçon prioritaire.

Le cinquième chapitre de ce document présente l'état initial des différentes composantes des cadres naturel et humain de la zone d'influence de ce tronçon prioritaire, à savoir les quatre gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid, en fonction des informations sur les facteurs d'impact de l'installation des chantiers, des travaux et de l'exploitation du Projet qui seraient susceptibles d'affecter ou de bonifier cet environnement. Il se conclut en relevant dans le détail toutes les composantes environnementales et sociales les plus sensibles de la zone d'influence du tronçon prioritaire qui vont subir des perturbations ou bénéficier d'avantages générés pendant l'installation des chantiers, pendant les travaux d'aménagement ou pendant l'exploitation de cette nouvelle infrastructure autoroutière.

Le sixième chapitre de cette étude présente toutes les composantes techniques qui ont été incluses pendant l'étude d'APD dans le *corpus* du Projet pour en atténuer les perturbations et pour en bonifier encore plus les avantages, grâce à un travail multidisciplinaire d'allers-retours entre l'équipe d'étude de l'ÉIES et l'équipe de l'étude technique du tronçon prioritaire.

Le septième chapitre de cette étude présente dans le détail tous les avantages ou perturbations directs et indirects que le tronçon prioritaire va induire pour les composantes des cadres naturel et humain de sa zone d'influence décrits précédemment :

- la méthode matricielle de LEOPOLD a été utilisée pour identifier pour chaque élément de ces deux cadres les différentes activités du Projet qui l'affectent, qui ont aussi été réparties par phase :
  - ✓ pendant l'installation des chantiers,

- ✓ pendant les travaux d'aménagement, et
- ✓ pendant l'exploitation des nouvelles sections autoroutières ;

- les tables de MARTIN-FECTEAU ont été utilisées pour évaluer ces impacts négatifs et positifs, en fonction :
  - ✓ de leur intensité propre,
  - ✓ de la sensibilité de la composante qu'ils affectent ou bonifient
  - ✓ de leur étendue,
  - ✓ de leur durée,
  - ✓ de leur occurrence, et
  - ✓ de leur réversibilité.

Le huitième chapitre présente les résultats du déroulement des Consultations Publiques animées par le Groupement COBA /SCET-Tunisie pour :

- présenter les principaux résultats du rapport provisoire de la présente étude d'impact, en ce qui concerne :
  - ✓ toutes les composantes techniques décrites précédemment qui ont été incluses pendant l'étude d'APD dans le *corpus* du Projet pour en atténuer les perturbations et pour en bonifier encore plus les avantages ;
  - ✓ l'identification et l'évalauation des avantages ou perturbations décrits précédemment, directs et indirects, que le Projet va induire pour les composantes des cadres naturel et humain de sa zone d'influence ;
- écouter les doléances et les craintes des personnes présentes, en cherchant :
  - ✓ à rassurer pour ce qui concerne les craintes infondées, et
  - ✓ à étudier si certaines craintes sont vraiment justifiées, et à leur apporter une réponse quand elles le sont.

Enfin, le neuvième chapitre présente enfin le Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) du tronçon prioritaire. Pour cela, il commence par lister dans le détail toutes les mesures d'atténuation et de bonification i non incluses dans le *corpus* du Projet, en soulignant leurs effets positifs, puis décrit un Plan de surveillance et un programme de suivi. Dans le détail, ce PGES contiendra donc :

- les mesures de gestion des chantiers à recommander dans la rédaction des DAOs aux Entreprises pour atténuer ou compenser les impacts négatifs et bonifier les effets positifs des chantiers ;
- les mesures atténuatrices pendant l'exploitation que devra prendre le concessionnaire et les mesures d'accompagnement réalisées sous l'égide d'autres structures qu'il devra coordonner pour atténuer ou compenser les impacts négatifs et bonifier les effets positifs de l'exploitation ;
- le programme de surveillance environnementale et sociale à mettre en place pour vérifier les bonnes pratiques environnementales et sociales mises en œuvre :
  - ✓ par les Entreprises dans leur gestion des chantiers, et
  - ✓ par le concessionnaire et ses sous-traitants dans leur gestion de la concession de l'infrastructure ;

- le programme de suivi environnemental et social à mettre en place pour constater les impacts environnementaux et sociaux effectifs du tronçon prioritaire atténué et bonifié, et les comparer aux impacts qui étaient prévus dans la présente EIES tels que générés :
  - ✓ par l'installation des Entreprises et leur conduite des chantiers, et
  - ✓ par l'exploitation de la concession de l'infrastructure, a priori par la Société Tunisie Autoroute (STA).

2 - PÉRIMÈTRE ET HORIZON TEMPOREL DE L'ÉTUDE

2.1 – Le périmètre de cette ÉIES

Vu sa complexité et la différence de trafic enregistrés dans l'étude de trafic de l'étude d'APS entre les sections autoroutières de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa situées avant Jelma d'une part, et celles situées après Jelma d'autre part, l'étude d'APD a été subdivisée par la BEI en deux tranches:

- un tronçon prioritaire comprenant les sections autoroutières jusqu'à Jelma, dont la réalisation sera financée par la BEI et pourra commencer assez vite ;
- un tronçon optionnel comprenant les sections autoroutières après Jelma, dont la réalisation se fera progressivement en fonction de la croissance du trafic sur les sections routières auxquelles elle se substituera pour le trafic inter-régional.

Le présent document traite de l'ÉIES des sections du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière des villes de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

2.1.1 – LES SECTIONS AUTOROUTIERES DU TRONÇON PRIORITAIRE

2.1.1.1 – Le tracé retenu pour le tronçon prioritaire

Le tracé de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa prend naissance au niveau de l'intersection avec la rocade extérieure du Grand Tunis, soit à 2,5 km à l'Est de la RN3 au niveau des Aqueducs Romains. Il passe entre le domaine militaire et le bras de l'oued Méliane, pour franchir la voie ferrée Tunis-Bou Arada et la RR36 dont il continue à suivre le trajet sur environ 15 km en évitant les montagnes et en passant dans les zones moins accidentées.

Le tracé croise la RR133 entre la ville de Zaghouan et la centrale électrique STEG de Sminja. Le tracé vire par la suite vers le Sud-Ouest en prenant la direction de Moghrane et de Bir Halima, d'abord parallèlement à la RR28 sur 7 km, puis en la franchissant. Il continue ensuite en évitant les montagnes jusqu'à l'intersection avec la RN3 à 11 km au sud d'El Fahs.

Le tracé traverse par la suite la zone montagneuse de la Dorsale Tunisienne par le col qu'emprunte la RN3. Le tracé épouse alors le couloir de la RN3 en essayant de minimiser les reliefs. Il emprunte une piste entre les montagnes et continue vers le sud en longeant la RN3 à l'ouest pour éviter la zone marécageuse d'Enfidha et de Kairouan jusqu'à arriver à Kairouan au niveau de l'intersection avec la RR99.

Entre Kairouan et Chbika, le tracé suit la RN3 par le nord et évolue dans la direction sud-ouest jusqu'au niveau de cette dernière ville, puis il prend la direction ouest pour contourner le barrage d'El Haouareb par le nord. Il évolue au nord de la RN3 parallèlement au réseau SERGAZ. Le tracé continue vers le Sud-Ouest parallèlement à la RN3 à 3 km environ au nord, jusqu'au franchissement de l'oued Zéroud, où il passe au nord de la ville de Hajeb Layoun. Il longe par la suite l'oued Sidi Abd El Kadder et il vire vers le sud jusqu'à l'intersection avec la RN3.

Le tracé prend ensuite la direction de Kasserine, en continuant vers l'Ouest parallèlement à la RN3. Le tracé de cette tronçon prioritaire s'arrête au niveau de l'échangeur de Jelma, qui est situé juste avant le croisement entre la RN3 et le futur tronçon autoroutier Jelma-Kasserine.

Juste après l'intersection avec la RN3, un nœud à grande vitesse est prévu qui reliera ce tronçon aux deux tronçons autoroutiers restants qui mèneront l'usager vers Kasserine et Sidi Bouzid (l'étude du tracé de ce nœud sera faite avec l'étude du tronçon restant).

2.1.1.2 - La détermination des points d'échange du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

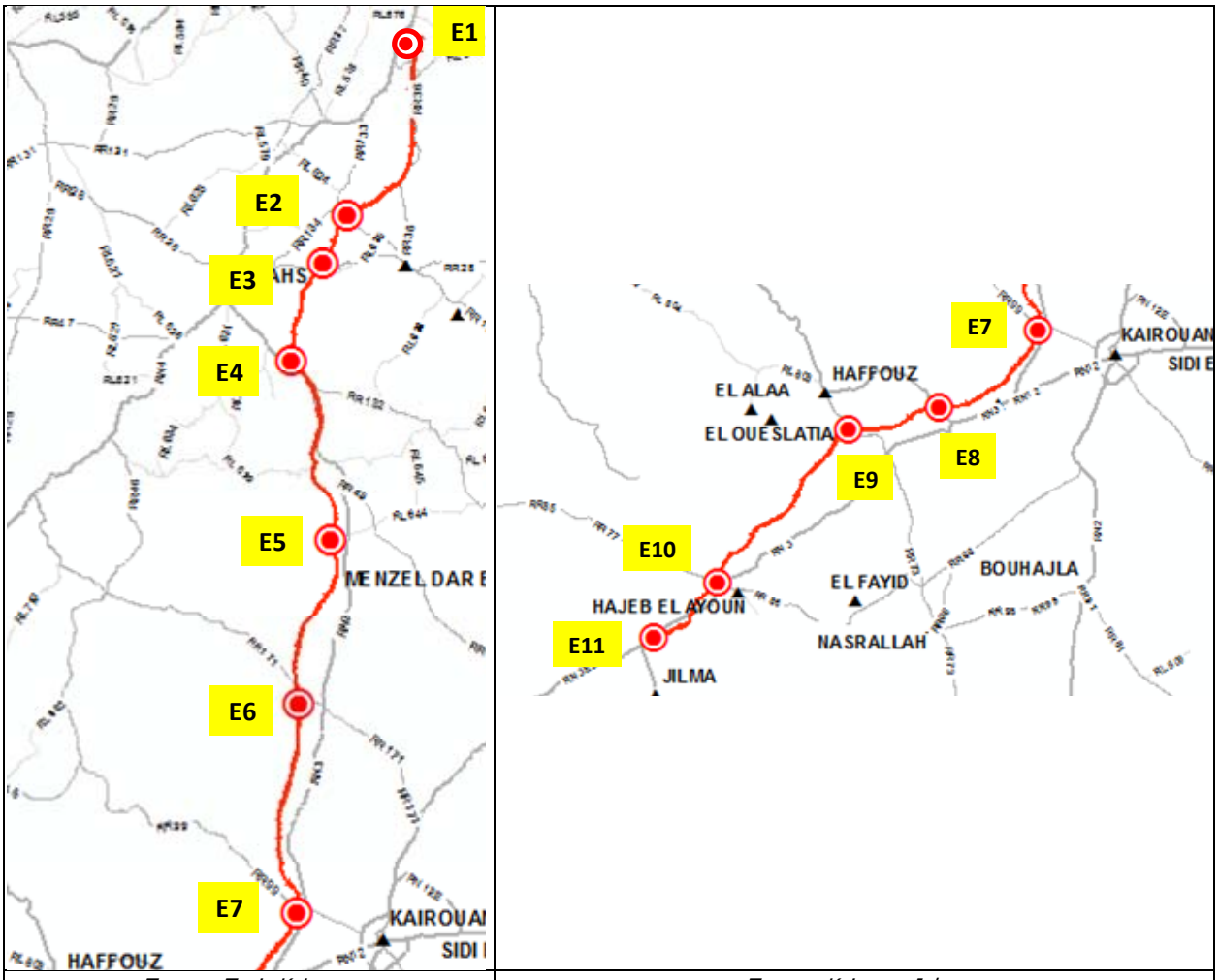
Après examen global du Projet et en se rappelant des demandes exprimées lors des consultations publiques menées sur les combinaisons de couloirs de l'étude d'APS, les points d'échange avec le réseau routier ont été déterminés sur le plan fonctionnel et compte tenu de l'exploitation à péage de l'Autoroute.

Les infrastructures existantes sont exploitées au mieux pour le raccordement à l'Autoroute. Le nombre de points d'échange est optimisé pour faciliter la gestion du péage. Le **Tableau 10** suivant présente les pK où ont été proposées les implantations des onze échangeurs du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 10 : Position des échangeurs des sections du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Sections autoroutières	PK	Sections autoroutières	Km
Échangeur E1 Rocade de Tunis	0+000	Échangeur E8 Chbika	133+275
Échangeur E2 Zaghouan Nord	25+202	Échangeur E9 Haffouz	146+021
Échangeur E3 Fahs Est	31+911	Échangeur E10Hajeb El Ayoun	174+107
Échangeur E4 Fahs Sud	44+556	Échangeur E11 Jelma	186+176
Échangeur E5 Ennadhour	68+188		
Échangeur E6 Sbikha	89+469		
Échangeur E7 Kairouan Ouest	115+478		

La **Figure 8** suivante présente la localisation de ces onze échangeurs implantés sur le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, dont ils délimitent les sections autoroutières.



Tronçon Tunis-Kairouan | *Tronçon Kairouan-Jelma*

Figure 8 : Position des onze échangeurs délimitant les sections du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

2.1.2 – LA ZONE D'INFLUENCE DIRECTE DE CETTE INFRASTRUCTURE AUTOROUTIERE

2.1.2.1 – La définition de cette zone d'influence directe

La zone d'influence directe inclut toutes les zones appelées à subir les impacts négatifs de la présence de la nouvelle desserte autoroutière avant de pouvoir peut-être profiter de ses impacts positifs. Les impacts négatifs de cette présence sont liés à la fois:

- à l'installation et au déroulement des chantiers, et
- à l'exploitation de ces sections autoroutières après leur mise en service.

2.1.2.2 – L'extension de cette zone d'influence directe

Chaque facteur d'impact influence une zone bien déterminée : il y a des facteurs permanents qui sont générés par l'exploitation de la liaison autoroutière et peut-être aussi par les travaux, et des facteurs temporaires qui sont générés par les travaux.

Parmi les impacts permanents générés par les facteurs permanents dûs à l'exploitation de la liaison autoroutière et peut-être aussi aux travaux, on peut citer:

- l'expropriation définitive va concerner l'emprise de la nouvelle plateforme autoroutière, des ouvrages de rétablissement et des gîtes de dépôt ;
- les gênes visuelles, auditive et à la qualité de l'air provoquées aux riverains du tracé de la liaison autoroutière par les activités des Entreprises adjudicataires pendant les travaux, puis par le trafic empruntant le nouvel axe.

Parmi les impacts provisoires générés par les facteurs temporaires dûs aux activités des Entreprises adjudicataires des travaux, on peut citer :

- l'expropriation provisoire va concerner les emprises des bases-chantier, des bases-vie et des zones d'emprunt ;
- les perturbations aux écoulements interceptés par la liaison autoroutière pendant la construction des ouvrages de rétablissement ;
- les gênes visuelles, auditive et à la qualité de l'air provoquées aux riverains des pistes et routes reliant la plateforme autoroutière en cours de construction aux carrières, aux zones d'emprunt et aux des gîtes de dépôt.

Sachant que les envols de poussières et les bruits sont les facteurs d'impact dont les nuisances peuvent se propager le plus loin, la limite de leur propagation définit la zone d'influence directe, qui correspond de fait à un tampon de 300 m de part et d'autre de l'axe de la plateforme autoroutière et des ouvrages de rétablissement, et autour des autres emprises des chantiers. Ce tampon appartient pour partie aux gouvernorats de Ben Arous, Zaghouan, Kairouan et Sidi Bouzid.

2.1.3 - LA ZONE D'INFLUENCE INDIRECTE BENEFICIANT DE LA PRESENCE DE CETTE INFRASTRUCTURE AUTOROUTIERE

En dehors de la zone d'influence directe appelée à non seulement profiter, mais aussi à subir les impacts négatifs du tracé du tronçon prioritaire, il existe une zone beaucoup plus vaste qui va essentiellement pouvoir tirer bénéfice de la présence de la nouvelle infrastructure et qui est dénommée « zone d'influence indirecte ».

Son développement économique va en effet pouvoir bénéficier de la fluidification des trafics voyageurs et surtout du trafic des marchandises débarquées ou embarquées dans les ports de Bizerte, de Sousse et surtout de Radès. Elle comprend les villes et villages, les zones touristiques et les vastes zones rurales qui vont toutes être « rapprochées », en termes de durée des déplacements entre ces villes et vers la zone d'influence directe de la desserte autoroutière.

Mais les parties aval des écoulements interceptés par l'emprise autoroutière font aussi partie de cette « zone d'influence indirecte », car elles sont sous l'influence du Projet. Elles peuvent subir une pollution de leurs eaux de surface dûe au lessivage des chaussées couvertes de retombées des polluants atmosphériques et de pertes de carburants et de lubrifiants. Ces eaux de surface peuvent à leur tour contaminer :

- les ressources édaphiques de leur lit majeur lors des crues de ces oueds ;

- les nappes d'underflow de ces oueds par infiltration dans les portions sableuses des cours d'eau.

2.1.3.1 - La typologie de la zone d'influence indirecte

A l'intérieur de cette zone d'influence indirecte, on peut distinguer deux sous-zones exploitant l'ouvrage de façons différentes :

- une zone **primaire**, desservie directement par le tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;
- une zone **secondaire** plus étendue indirectement affectée par les impacts négatifs ou bénéficiaire des impacts positifs du Projet.

2.1.3.2 - La zone d'influence indirecte primaire

2.1.3.2.1 Les principes de détermination de la zone d'influence indirecte primaire du Projet

Pour l'amélioration de la liaison avec l'agglomération tunisoise, on peut admettre qu'une zone est bien desservie par l'autoroute si elle en est située à moins de 25 kms par la route du plus proche échangeur. La zone d'influence indirecte primaire regroupe donc toutes les zones situées à moins de 25 km par la route de l'un des onze échangeurs du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Elle va voir sa desserte routière vers Tunis, Zaghouan et Kairouan nettement améliorée par la réalisation de ce Projet, car l'accélération du trafic inter-régional empruntant désormais le tronçon prioritaire et par la fluidification des trafics résiduels empruntant encore le réseau routier pré-existant va profiter :

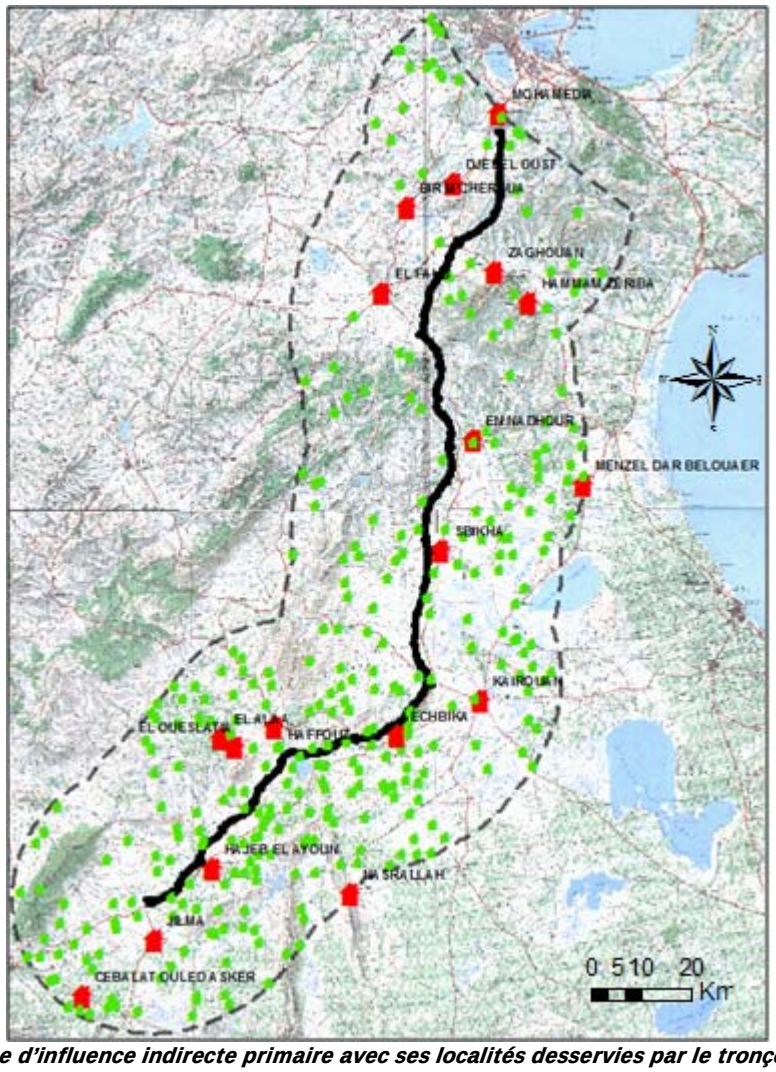
- ✓ aux populations desservies pour les deux trafics voyageurs et marchandises ;
- ✓ à tous les acteurs économiques, urbains et ruraux, pour le trafic marchandises ;

Toutefois, le gouvernorat de Ben Arous représente un cas assez particulier. En effet, il est déjà desservi directement par l'autoroute A1 et la RN2 pour sa liaison vers les gouvernorats du centre-ouest et du sud-ouest, et il est assez proche et relié par de nombreux axes à Tunis, pour que la mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma ne le désenclave pas vraiment.

Pour visualiser cette zone d'influence indirecte primaire du Projet, des tampons de 25 kms ont donc été créés autour des onze échangeurs prévus sur les divers couloirs envisagés. Le **Tableau 10** de la page 44 montre en effet que:

- le tronçon Tunis-Kairouan compte sept échangeurs le long de ses 115,5 kilomètres, et
- le tronçon Kairouan-Jelma compte quatre échangeurs le long de ses 70,7 kilomètres.

Sur ces principes, la **Carte 7** suivante présente la zone d'influence indirecte primaire du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.



Carte 7 : Zone d'influence indirecte primaire avec ses localités desservies par le tronçon prioritaire

On voit que la zone d'influence indirecte primaire atteint au sud les villes de Nasrallah et de Cebalat Ouled Asker.

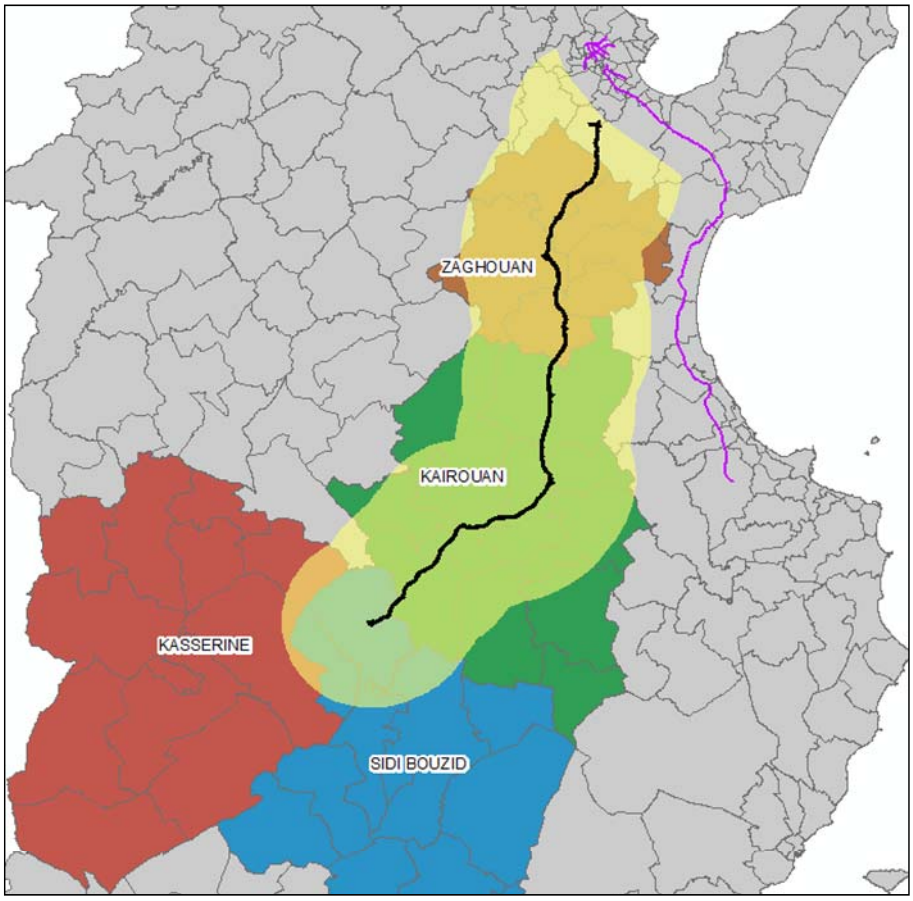
2.1.3.3 - La zone d'influence indirecte secondaire

La fluidification du trafic marchandises va principalement profiter aux populations consommant les marchandises débarquées dans les ports de Bizerte et de Tunis, et aux secteurs économiques qui stockent d'abord leurs productions dans les villes des autres zones, directe ou indirecte primaire : secteur industriel des quatre gouvernorats, agro-industriels du Kairouannais, céréaliers de la Dorsale tunisienne. De fait, le Projet:

- va affecter les lits majeurs aval des écoulements interceptés où le lessivage des chaussées peut apporter les retombées des polluants atmosphériques et les pertes de carburants et de lubrifiants ;
- va être affecté par le reste des bassins versants amont des écoulements interceptés, d'où peuvent provenir des crues plus que centennales qui pourraient faire courir des risques à la nouvelle infrastructure ;
- va profiter :

- ✓ au reste des gouvernorats traversés, dont le réseau routier préexistant va être soulagé du trafic interrégional empruntant les nouvelles sections autoroutières, dont les commerces vont s'approvisionner chez les grossistes localisés dans la zone primaire et où sont localisées les carrières en activité dont les produits seront utilisés lors de l'édification de la nouvelle plateforme autoroutière ;
- ✓ aux deux autres gouvernorats du Centre-Ouest, à savoir Kasserine et Sidi Bouzid, et à deux gouvernorats du Sud-Ouest, à savoir Gafsa et Tozeur, pour lesquels les temps de trajet des usagers se rendant à Tunis vont être diminués d'une quarantaine de minutes.

Comme la situation sans Projet affecte aussi les lits majeurs aval des écoulements interceptés par les RN3, A1 et RN2 où le lessivage des chaussées peut apporter les retombées des polluants atmosphériques et les pertes de carburants et de lubrifiants, on peut limiter cette zone au reste des quatre gouvernorats de Zaghouan, de Kairouan, de Sidi Bouzid et de Kasserine, comme présentée dans la **Carte 8** suivante.



Carte 8 : Zone d'influence indirecte secondaire du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

2.2 - L'horizon temporel de cette ÉIES

Durant la période 2018-2037, les effets directs du Projet auront une influence suffisamment marquée pour que les projections d'évolution de trafic et de développement économique régional présentent encore une certaine fiabilité.

Pour la suite, les effets indirects du Projet et les effets directs des Programmes économiques d'accompagnement au Projet pour impulser le rééquilibrage du développement entre les régions littorales et intérieures deviendront de plus en plus importants pour expliquer le développement économique ultérieur. En conséquence, l'augmentation du degré d'incertitude rendra très difficile la modélisation avec une bonne approximation de l'évolution plus lointaine des trafics sur cette nouvelle infrastructure autoroutière.

La présente ÉIES de l'étude d'APD du tronçon prioritaire concernera donc l'horizon 2037.

3 - PRÉSENTATION DU PROJET

3.1 – La situation du contexte et le cadre stratégique du Projet

On a vu que l'équilibre inter-régional est devenu une priorité pour les Autorités tunsiennes depuis la Révolution, et le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa constitue une infrastructure routière fondamentale pour le désenclavement des trois gouvernorats de la région Centre-ouest et des gouvernorats de Gafsa et de Tozeur de la région Sud-ouest.

3.1.1 – LE RÉSEAU ROUTIER PRE-EXISTANT

le tronçon prioritaire Tunis-Jelma va « soulager » d'une partie du trafic inter-régional entre Tunis, Kairouan, Kasserine, Sidi-Bouzid et Gafsa deux trajets Tunis-Jelma comprenant deux types d'axe du réseau pré-existant :

- le trajet direct par la RN3 à travers les hauteurs de la Dorsale tunisienne ;
- le trajet littoral plus « confortable » et plus long, par l'autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis par la RN2 jusqu'à Kairouan, puis par la RN3 jusqu'à Jelma.

3.1.1.1 La géométrie des sections autoroutières pré-existantes empruntées entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 11** suivant présente quant à lui les longueurs des trois sections autoroutières dont le trafic va être « soulagé« d'une partie de ce trafic inter-régional par la mise en service du nouveau tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 11 : Sections autoroutières pré-existantes « soulagés » par le tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Sections A1 soulagées	Kilométrage en zone rurale
A1 : Rocade Tunis - Hammamet	35,1
A1 : Hammamet - Enfidha	39,0
A1 : Enfidha - Sousse	41,5

3.1.1.2 La géométrie des sections routières pré-existantes empruntées entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 12** suivant présente quant à lui les longueurs des diverses routes nationales et régionales va être « soulagé« d'une partie de ce trafic inter-régional par la mise en service du nouveau tronçon prioritaire Tunis-Jelma, en distinguant les sections en milieu rural et les sections traversant des zones urbaines car ces dernières :

- sont l'objet d'une pollution plus marquée de l'air ambiant, et
- où la vitesse du trafic routier est limitée à 50 km/h.

Tableau 12 : Réseau pré-existant aux trafics « soulagés » par le tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Sections A1, RN et RR soulagées	Kilométrage en zone		Sections A1, RN et RR soulagées	Kilométrage en zone	
	rurale	urbanisée		rurale	urbanisée
RR37 : Rocade Tunis - 801	18,2	0,6	RN1 : Enfidha - A1	2,9	1,9
RR37 : 801 - RN3	0,0	1,0	RR134 : RR131 - 802	11,7	1,6
RN3 : Rocade Tunis - RR133	11,0	0,0	RR28 : RR131 - 834	6,8	2,4
RN3 : RR133 - RR37	10,6	2,8	RR28 : 834 - 802	7,1	0,6
RN3 : RR37 - RN4	14,0	3,5	RR28 : 802 - RN3/RN4	2,5	2,4
RN3 : RN4 - 804	9,2	1,6	RR132 : RN3 - RR133	25,1	4,2
RN3 : 804 - 805	24,4	0,4	RN2 : Enfidha - 807	8,0	0,6
RN3 : 805 - inj Z6	9,5	0,2	RN2 : 807 - 808	13,4	1,9
RN3 : inj Z6 - RR171	10,9	0,5	RN2 : 808 - RR171	19,1	1,2
RN3 : RR171 - RR99	24,3	1,5	RN2 : RR171 - RN12E	7,2	0,8
RR133 : RN3 - RR134	11,7	0,0	RN2 : RN12E - Rocade Kairouan	8,7	0,0
RR133 : RR134 - 803	4,5	0,0	RN12 : RN2 - A1	43,7	4,4
RR133 : 803 - RR28 Nord	5,0	1,7	RR99 : Rocade Kairouan - 809	4,6	1,1
RR133 : RR28 Nord - RR28 Sud	5,0	1,7	RR99 : 809 - 810	1,5	0,6
RR133 : RR28 Sud - RR132	34,9	4,7	RN3 : RR99 - RN3/RN12	8,9	2,0
RR133 : RR132 - Enfidha	0,7	2,4			

3.1.2 – LES PREVISIONS DE TRAFICS FUTURS ENTRE TUNIS ET JELMA SANS PROJET

3.1.2.1 La méthodologie employée pour modéliser les trafics futurs sans Projet

Les projections de trafic sont établies en tenant compte de l'évolution des indicateurs de croissance démographique et macro-économique à l'échelle nationale et régionale :

- les hypothèses de croissance démographiques retenues dans le cadre de la présente étude correspondent aux projections régionales de la population effectuées par l'INS à l'horizon 2029, sous l'hypothèse d'une baisse modérée de l'indice de fécondité et d'une baisse graduelle de la migration interne.
- les hypothèses de croissance économique sont conformes aux orientations stratégiques établies par le Ministère du Développement et de la Coopération Internationale pour la décennie 2007-2014[7].

Ces projections tiennent aussi compte du développement des activités touristiques dans les gouvernorats de Zaghouan et de Kairouan.

Ces différentes hypothèses se traduisent par une croissance du trafic entre Tunis et Jelma, qui vont être présentées séparément pour les flux des Véhicules Légers (assimilés au trafic de voyageurs) et pour les flux des Poids Lourd (assimilés au trafic de marchandises), et ce pour toute la période d'analyse du projet avec mise en service en 2018, soit jusqu'en 2037.

[7] *Note d'orientation du XI^ème Plan et de la décennie 2007-2014, mars 2006*

3.1.2.1.1 Les hypothèses pour la projection du trafic des Véhicules Légers

L'évolution du trafic des véhicules légers est liée à l'évolution de la population et du revenu par habitant. Les valeurs de ce dernier indicateur étant mal connues, il est souvent approché par le PNB par habitant. Le taux de croissance du trafic de voyageurs entre deux zones est donné par la formule suivante :

$$\frac{\Delta T_{ij}}{T_{ij}} = \sqrt{(1+\frac{\Delta P_i}{P_i}) \times (1+\frac{\Delta P_j}{P_j})} \times (1 + m\frac{\Delta R}{R}) - 1$$

avec :

- $\Delta T_{ij} / T_{ij}$: taux annuel de croissance du trafic des véhicules légers entre les zones i et j ;
- $\Delta P_i / P_i$: taux annuel de croissance de la population de la zone i ;
- $\Delta P_j / P_j$: taux annuel de croissance de la population de la zone j ;
- $\Delta R / R$: taux annuel de croissance du PNB par habitant ;
- m : élasticité de la mobilité par rapport au PNB par habitant.

Le **Tableau 13** suivant présente les taux de croissance démographique adoptés par l'Institut National des Statistiques (INS) après le dernier Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH-2004) par région.

Tableau 13 : Prévision du taux annuel de croissance démographique après 2009

Période / Région	2009-2014	2015-2019	2020-2024	2025 et après
District de Tunis	1,1%	0,9%	0,6%	0,5%
Nord Est	0,7%	0,7%	0,4%	0,4%
Nord Ouest	0,3%	0,3%	0,2%	0,2%
Centre Ouest	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%
Centre Est	1,0%	0,9%	0,6%	0,6%
Sud Ouest	0,8%	0,7%	0,6%	0,5%
Sud Est	0,9%	0,8%	0,6%	0,6%
Tunisie	0,8%	0,7%	0,5%	0,5%

Source : INS

Le **Tableau 14** suivant récapitule quant à lui les taux de croissance démographique retenus pour les deux gouvernorats traversés aux différents horizons de l'étude en fonction des taux régionaux présentés dans le **Tableau 13** précédent.

Tableau 14 : Taux de croissance démographique retenus

Période / Gouvernorats	2009-2014	2015-2019	2020-2024	2025 et après
Zaghouan	0,7%	0,7%	0,4%	0,4%
Kairouan	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%
Kasserine	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%
Sidi Bouzid	0,5%	0,5%	0,4%	0,4%

3.1.2.1.2 Les hypothèses pour la projection de la croissance économique

En ce qui concerne les perspectives de croissance économiques de la Tunisie, les dernières prévisions à long terme établies par l'Administration[8] tablaient sur une croissance annuelle moyenne de 6,3% durant la décennie 2007-2016. Faute de données officielles sur la croissance à long terme, trois scénarii sont envisagés comme le montre le **Tableau 15** suivant.

- **un scénario central**, de croissance moyenne au taux de 4% par an, taux inférieur à la croissance moyenne sur les 40 dernières années comme le montre le Tableau 15 suivant. Il conduit à une croissance modérée de l'économie nationale, dans un contexte international très difficile ;
- **un scénario haut**, où le taux de croissance retenu pour le PIB est de 5% en moyenne par an, sur toute la période d'analyse. Ce taux est supérieur au taux enregistré sur la période 1992-2011 qui est d'environ 4,4% par an pour une croissance moyenne du PIB de 6,5% par an, taux proche des prévisions faites pour le XII^{ème} PDES. Il conjugue une croissance très forte de l'économie nationale et une volonté de redynamiser la région et d'améliorer très sensiblement le revenu de ses habitants ;
- **un scénario bas**, où le taux de croissance retenu pour le PIB est de 2% en moyenne par an sur toute la période d'analyse. Ce taux inférieur au taux enregistré sur la période 1992-2011 prolonge la perte de crédibilité pour les investisseurs étrangers vécue par la Tunisie depuis la survenue de la « Révolution du Jasmin » en janvier 2011 jusqu'à ce jour.

Tableau 15 : Hypothèses de croissance du PIB

	Scénarios			Rappel croissance	
Hypothèses de croissance	**bas**	**central**	**haut**	**1992-2011**	**1972-1991**
Croissance annuelle du PIB	2,0%	4,0%	5,0%	4,4%	4,7%

Dans la suite de l'étude, tous les calculs sont menés avec les hypothèses du scénario central, dont on voit qu'il est légèrement inférieur au taux enregistré sur la période 1992-2011 qui est d'environ 4,4% par an. Ce scénario traduit à la fois le contexte international très difficile et le souci largement partagé par le Gouvernement et par la société civile de juguler le chômage et de réduire les inégalités entre les régions, et en particulier pour les gouvernorats intérieurs qui ont le plus souffert du manque d'investissements au cours des dernières décennies.

Les scénarios haut et bas ont été utilisés dans l'étude de factibilité économique du Projet conduite en phase d'APS pour les tests de sensibilité sur la variation de la croissance du trafic aux divers horizons du projet.

Par ailleurs, le **Tableau 16** suivant montre les hypothèses régionalisées de croissance du PIB retenues pour rendre compte du renforcement des investissements productifs dans les régions aujourd'hui défavorisées, avec un taux de croissance du PIB supposé plus faible que la moyenne nationale dans les régions côtières, et plus fort dans les régions intérieures.

[8] *Extrait de la note d'orientation du XIème Plan et de la décennie 2007-2016 (Mars 2006), qui tablait sur une croissance annuelle moyenne de 6,1% au cours du XI^{ème} Plan et de 6,5% au cours du XII^{ème} Plan.*

Tableau 16 : Hypothèses régionalisées de croissance du PIB dans le scénario central

Pays voisins	Régions	Croissance du PIB	Croissance du PIB /habitant
Algérie		6,0%	4,8%
Libye		6,0%	4,0%
	Centre Est	4,5%	3,5%
	Centre Ouest	6,0%	5,5%
	District de Tunis	5,0%	3,9%
	Nord Est	4,5%	3,8%
	Nord Ouest	6,0%	5,7%
	Sud Est	6,0%	5,1%
	Sud Ouest	6,0%	5,2%

3.1.2.1.3 – L'élasticité de la mobilité par rapport au revenu

Le Coefficient de mobilité *m* est calculé en analysant l'évolution de l'indice de circulation exprimé en véhicules-kilomètres, et tiré des résultats du recensement général de la circulation (du Ministère de l'Equipement). Ainsi, ente le recensement de 1982 et de celui de 2007, le trafic journalier a connu une croissance moyenne de 4,7% par an.

Entre les recensements RGPH-1984 et RGPH-2004, la population en Tunisie a connu une croissance moyenne de 1,8%, supposée représentative de toute la période 1982-2007. La banque de données en ligne de la Banque Mondiale indique quant à elle que le revenu national par habitant a connu une croissance moyenne de 2,7% entre 1982 et 2007[9]. Sous ces hypothèses, le coefficient de mobilité *m* s'établit à 1,056.

3.1.2.2 – Le taux de croissance des trafics

3.1.2.2.1 – Le taux de croissance du trafic des Véhicules Légers (VL)

A partir des hypothèses de croissance démographique et de croissance économique présentées ci-dessus, et du coefficient d'élasticité m, les taux annuels moyens de croissance du trafic des voyageurs ont été calculés pour chaque couple O_i-D_j, concerné par le trafic T_{ij}.

Ainsi, 25 séries de croissance ont ainsi établies pour les différents couples O-D avec des taux variant entre 4,3% et 6,3%. Les taux de croissance du trafic par horizon et pour les différents couples O_i-D_j sont donnés en Annexe 3.

3.1.2.2.2 - Les hypothèses pour la projection du trafic des Poids Lourds (PL)

Il est généralement admis que l'évolution globale (nationale) du trafic des poids lourds, donc du transport de marchandises, est liée à l'évolution du PIB selon la formule suivante :

$$\Delta T / T = m \times \Delta G / G$$

avec :

- $\Delta T / T$: taux annuel de croissance du flux des PL

[9] *Source : Documents de préparation du XIIème PDES, 2010*

- ΔG / G : taux annuel de croissance du PIB
- m : élasticité du trafic de camions par rapport au PIB

Dans les pays à revenus intermédiaires, le coefficient d'élasticité m se situe habituellement entre 1,2 et 1,5. Nous retenons pour la présente étude la valeur *m = 1,2*. Le taux de croissance du trafic PL s'établit donc, pour le cas du scénario central à 6% par an.

3.1.2.2.3 – L'estimation du trafic induit

Théoriquement, la construction d'une autoroute engendre également un trafic induit constitué par des nouveaux usagers qui sont attirés par l'existence de l'autoroute et dont l'importance est égale, à un coefficient d'élasticité près, au rapport des coûts de transport dans les situations avec et sans projet.

Cependant, sachant que ce trafic induit n'est réellement important que lorsqu'il y a un bouleversement dans les conditions de transport (par exemple pour une route nouvelle pour désenclaver une région), et ne disposant d'aucune estimation statistique fiable du coefficient d'induction du trafic en Tunisie, nous avons jugé préférable de négliger ce trafic induit afin de ne pas fausser les comparaisons entre les variantes de tracé et de ne pas introduire des trafics incertains et aléatoires.

3.1.3 - LES PROJECTIONS DE TRAFIC DE 2018 À 2037 SUR LE RÉSEAU PRÉ-EXISTANT EN ABSENCE DU PROJET

Le niveau de trafic des sections du réseau routier existant[10] en l'absence de mise en service des nouvelles sections autoroutières est important à connaître, car il influence la vitesse moyenne possible sur chaque section.

Le modèle ARIANE a calculé l'évolution du trafic de véhicules légers et de poids lourds qui empruntera encore les diverses sections du réseau routier préexistant entre Tunis et Jelma en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

3.1.3.1 - Les projections de trafic de 2018 à 2037 sur le réseau routier pré-existant jusqu'à Kairouan

Le **Tableau 17** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds entre 2018 et 2037 pour les sections routières pré-existantes de la RN3 doublée entre Tunis et Kairouan et de la RN2 doublée entre Enfidha et Kairouan en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

[10] *La RN3 est supposée doublée jusqu'à Kairouan en 2018, puisque le projet est en cours de réalisation.*

Tableau 17 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les sections doublées de la RN3 et de la RN2 de Tunis à Kairouan

Sections de Tunis à Kairouan TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN3	Rocade Tunis - RR133	8 811	10 458	12 812	15 573	18 921	2 084	2 523	3 199	4 047	5 121
	RR133 - RR37	5 456	6 509	8 043	9 890	12 158	1 874	2 268	2 872	3 630	4 589
	RR37 - RN4	8 497	10 025	12 390	15 369	19 061	2 368	2 860	3 628	4 609	5 855
	RN4 - 804	4 799	5 865	7 535	9 666	12 400	1 332	1 614	2 058	2 628	3 356
	804 - 805	4 799	5 865	7 535	9 666	12 400	1 332	1 614	2 058	2 628	3 356
	805 - inj Z6	5 199	6 322	8 075	10 302	13 143	1 385	1 675	2 136	2 732	3 494
	inj Z6 - RR171	6 257	7 599	9 687	12 336	15 708	1 564	1 893	2 410	3 076	3 927
	RR171 - RR99	4 621	5 692	7 382	9 550	12 356	1 293	1 565	1 996	2 553	3 265
	RR99 - RN3/RN12	2 327	2 853	3 649	4 637	5 892	601	730	933	1 194	1 529
RN2	Enfidha - 807	6 427	7 430	8 814	10 426	12 326	1 620	1 951	2 450	3 063	3 828
	807 - 808	6 427	7 430	8 814	10 426	12 326	1 620	1 951	2 450	3 063	3 828
	808 - RR171	6 427	7 430	8 814	10 426	12 326	1 620	1 951	2 450	3 063	3 828
	RR171 - RN12E	8 211	9 501	11 298	13 403	15 892	1 930	2 321	2 918	3 659	4 587
	RN12E - Rocade Kairouan	8 211	9 501	11 298	13 403	15 892	1 930	2 321	2 918	3 659	4 587

Le **Tableau 18** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds entre 2018 et 2037 pour les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 18 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les autres sections routières de Tunis à Kairouan

Sections de Tunis à Kairouan TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RR37	Rocade Tunis - 801	2 998	3 487	3 487	4 336	5 497	689	829	1 059	1 363	1 753
	801 - RN3	2 998	3 487	4 336	5 497	6 970	689	829	1 059	1 363	1 753
RR133	RN3 - RR134	5 253	6 099	7 272	8 596	10 149	1 608	1 940	2 458	3 115	3 947
	RR134 - 803	6 652	7 711	9 197	10 898	12 898	1 869	2 256	2 857	3 617	4 579
	803 - RR28 Nord	6 652	7 711	9 197	10 898	12 898	1 869	2 256	2 857	3 617	4 579
	RR28 Nord - RR28 Sud	6 898	7 927	9 402	11 135	13 174	1 904	2 295	2 904	3 676	4 653
	RR28 Sud - RR132	200	233	283	347	425	463	559	709	898	1 139
	RR132 - Enfidha	852	975	1 152	1 361	1 605	588	709	898	1 137	1 440
RN1	Enfidha - A1	10 414	11 923	14 013	16 444	19 277	2 219	2 669	3 354	4 208	5 280
RR134	RR131 - 802	1 362	1 573	1 883	2 254	2 696	247	298	376	475	600
RR28	RR131 - 834	510	672	880	1 080	1 323	67	82	107	141	187
	834 - 802	510	672	880	1 080	1 323	67	82	107	141	187
	802 - RN3/RN4	1 873	2 247	2 762	3 332	4 018	313	380	484	618	788
RR132	RN3 - RR133	6 427	7 430	8 814	10 426	12 326	1 620	1 951	2 450	3 063	3 828
RN12	RN2 - A1	3 748	4 383	5 321	6 456	7 828	1 851	2 232	2 820	3 562	4 499
RR99	Rocade Kairouan - 809	2 308	2 859	3 762	4 957	6 531	692	837	1 065	1 360	1 736
	RR99 : 809 - 810	2 308	2 859	3 762	4 957	6 531	692	837	1 065	1 360	1 736

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et de la région du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Tunis à Kairouan en situation sans Projet par une croissance continue des trafics de véhicules et de poids lourds entre 2018 en 2037.

3.1.3.2 Les projections de trafic de 2018 à 2037 sur le réseau routier pré-existant après Kairouan

De la même manière, le **Tableau 19** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds entre 2018 et 2037 pour les diverses sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 19 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les sections routières de Kairouan à Jelma

Sections de Kairouan à Jelma TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	7 539	8 827	10 626	12 712	15 199	2 460	2 961	3 725	4 681	5 881
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	10 584	12 482	15 194	18 396	22 262	3 167	3 813	4 811	6 070	7 660
	RN3/RN12 - 811	10 615	12 510	15 221	18 429	22 304	3 158	3 812	4 819	6 081	7 674
	811 - RR73	7 549	8 929	10 884	13 181	15 957	1 872	2 252	2 842	3 587	4 527
	RR73 - 816	7 632	9 026	11 011	13 346	16 171	1 912	2 305	2 906	3 662	4 614
	816 - 815	7 432	8 796	10 730	13 004	15 755	1 739	2 095	2 642	3 326	4 188
	815 - RN3/3E	7 432	8 796	10 730	13 004	15 755	1 739	2 095	2 642	3 326	4 188
	RN3/3E - Jelma	4 746	5 573	6 712	8 010	9 553	1 149	1 384	1 743	2 192	2 757
	Jelma - RN13	4 367	5 165	6 257	7 500	8 985	1 129	1 359	1 713	2 156	2 714

le **Tableau 20** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds entre 2018 et 2037 pour les diverses sections routières entre Kairouan et Jelma en cas de doublement de la RN3 et de non- mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 20 : Evolution avec RN3 doublée des TJMA empruntant les sections routières de Kairouan à Jelma

Sections de Kairouan à Jelma TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	6 625	7 793	9 388	11 199	13 348	2 189	2 633	3 316	4 169	5 243
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	10 662	12 569	15 292	18 505	22 385	3 173	3 831	4 841	6 107	7 703
	RN3/RN12 - 811	10 678	12 589	15 317	18 538	22 426	3 178	3 837	4 850	6 117	7 717
	811 - RR73	7 617	9 013	10 986	13 296	16 086	1 888	2 273	2 868	3 618	4 564
	RR73 - 816	7 706	9 115	11 112	13 460	16 299	1 922	2321	2932	3693	4651
	816 - 815	7 500	8 880	10 829	13 109	15 865	1 755	2 116	2 670	3 366	4 243
	815 - RN3/3E	7 500	8 880	10 829	13 109	15 865	1 755	2 116	2 670	3 366	4 243
	RN3/3E - Jelma	4 817	5 660	6 813	8 123	9 680	1 162	1 402	1 769	2 223	2 794
	Jelma - RN13	4 438	5 254	6 364	7 617	9 112	1 142	1 375	1 733	2 184	2 752

On voit que la croissance économique du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Kairouan à Jelma en situation sans Projet par une croissance continue des trafics de véhicules et de poids lourds entre 2018 en 2037.

3.1.3.3 Les projections de trafic de 2018 à 2037 sur l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha

Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 21** suivant qui présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds entre 2018 et 2037 pour les trois sections entre Tunis et le péage de Sousse en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 21 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les sections de l'A1 de 2018 à 2037

Type de véhicules	Véhicules légers					Poids lourds				
Sections autoroutières de l'A1	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	49 371	56 652	66 910	78 835	92 858	3 169	3 833	4 835	6 077	7 638
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	34 044	38 682	45 242	52 930	61 894	3 000	3 619	4 554	5 720	7 184
Échangeur Enfidha – Péage Enfidha	24 562	27 842	32 525	38 046	44 482	1 830	2 210	2 799	3 530	4 453

On voit que la non-mise en oeuvre du Projet va encombrer les sections de l'autoroute A1 d'une partie du trafic inter-régional entre Tunis et le Centre-Ouest, dont la croissance économique s'ajoutera à celle des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax. Cette concentration du trafic dans un seul couloir va se traduire pour les trois sections de l'autoroute A1 entre Tunis et le péage d'Enfidha en situation sans Projet par une croissance continue des trafics de véhicules et de poids lourds entre 2018 en 2037.

3.1.4 - LES CONSÉQUENCES NÉFASTES DE CETTE SATURATION SUR LA VITESSE MOYENNE DU TRAFIC

Cette saturation progressive va se traduire assez rapidement par une diminution importante de la vitesse moyenne des trafics véhicules légers et poids lourds sur toutes les sections du réseau routier existants.

Le modèle ARIANE a calculé l'évolution de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui circuleront encore sur les axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma d'ici 2037 en de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

3.1.4.1 - Les conséquences néfastes de cette saturation sur la vitesse moyenne du trafic routier jusqu'à Kairouan

Le **Tableau 22** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds entre 2018 et 2037 pour les sections de la RN3 doublée entre Tunis et Kairouan et de la RN2 doublée entre Enfidha et Kairouan en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 22 : Evolution sans Projet des vitesses moyennes des trafics sur les sections de la RN3 et de la RN2 de Tunis à Kairouan

Sections Tunis- Kairouan Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN3	Rocade Tunis - RR133	79,70	79,57	79,08	78,41	77,74	64,82	64,76	64,60	64,39	64,18
	RR133 - RR37	67,25	65,47	60,47	54,34	48,83	57,27	56,91	54,99	52,26	49,66
	RR37 - RN4	60,77	53,45	49,57	49,25	48,94	56,11	54,23	50,99	47,54	44,32
	RN4 - 804	67,23	65,41	58,66	50,19	42,94	57,32	56,64	54,12	50,71	47,51
	804 - 805	70,28	68,22	62,18	54,74	48,18	59,47	58,41	56,07	53,20	50,48
	805 - inj Z6	72,67	70,87	64,16	55,62	48,22	60,99	60,23	58,05	55,19	52,48
	inj Z6 - RR171	69,96	66,94	56,55	44,49	35,00	59,63	58,60	54,98	50,23	45,88
	RR171 - RR99	71,89	70,36	64,27	56,38	49,46	60,32	59,68	57,65	54,94	52,36
	RR99 - RN3/RN12	68,39	67,93	66,88	65,57	64,29	57,66	57,41	56,94	56,38	55,83
RN2	Enfidha - 807	73,12	71,30	66,20	59,82	54,05	61,53	60,84	59,33	57,47	55,67
	807 - 808	66,01	63,29	57,25	50,32	44,23	57,26	56,42	54,18	51,32	48,60
	808 - RR171	68,57	66,18	60,53	53,86	47,92	58,85	58,00	56,02	53,53	51,16
	RR171 - RN12E	62,65	57,03	48,02	39,31	32,18	56,67	55,11	51,23	46,51	42,23
	RN12E - Rocade Kairouan	42,82	35,15	29,69	26,84	24,27	44,50	42,08	36,95	31,31	26,54

Le **Tableau 23** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds entre 2018 et 2037 pour les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 23 : Evolution sans Projet des vitesses moyennes des trafics sur les autres sections routières de Tunis à Kairouan

Sections Tunis- Kairouan Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RR37	Rocade Tunis - 801	74,62	74,01	72,56	70,70	68,90	61,93	61,60	60,92	60,08	59,25
	801 - RN3	44,84	44,57	43,03	40,79	38,67	40,63	40,51	40,08	39,46	38,86
RR133	RN3 - RR134	71,31	69,65	66,18	62,05	58,17	60,17	59,30	57,81	56,11	54,46
	RR134 - 803	71,96	69,76	63,60	56,09	49,46	60,90	60,06	58,21	55,93	53,74
	803 - RR28 Nord	72,59	70,46	64,31	56,75	50,08	61,26	60,47	58,69	56,47	54,33
	RR28 Nord - RR28 Sud	58,47	54,41	47,70	40,95	35,15	52,91	51,78	48,26	43,78	39,72
	RR28 Sud - RR132	72,68	72,52	72,25	71,92	71,60	60,24	60,12	59,91	59,67	59,43
	RR132 - Enfidha	60,57	60,44	60,24	60,00	59,76	52,10	52,01	51,86	51,69	51,51
RN1	Enfidha - A1	63,56	56,78	42,44	28,94	19,74	58,50	56,53	51,08	44,49	38,75
RR134	RR131 - 802	72,18	71,97	71,64	71,27	70,90	60,12	60,01	59,82	59,62	59,41
RR28	RR131 - 834	66,61	66,50	66,35	66,21	66,07	56,31	56,25	56,17	56,09	56,01
	834 - 802	75,12	74,97	74,77	74,56	74,36	61,96	61,88	61,78	61,67	61,56
	802 - RN3/RN4	58,08	57,97	57,75	57,49	57,23	50,39	50,33	50,23	50,12	50,00
RR132	RN3 - RR133	71,87	71,81	71,72	71,62	71,52	59,83	59,80	59,74	59,68	59,62
RN12	RN2 - A1	70,19	69,20	66,74	63,62	60,65	58,95	58,42	57,42	56,24	55,09
RR99	Rocade Kairouan - 809	61,68	61,26	59,85	57,94	56,09	53,04	52,80	52,26	51,58	50,91
	809-810	63,98	63,50	62,05	60,13	58,26	54,64	54,37	53,79	53,07	52,35

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et de la région du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Tunis à Kairouan en situation sans Projet entre 2018 et 2037 par

un ralentissement des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers de 1 à 35 km/h selon les sections, et du trafic de poids lourds de seulement 0 à 14 km/h [11].

Le **Tableau 24** suivant présente de la même manière les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant encore les diverses sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 24 : Evolution sans Projet des des vitesses moyennes des trafics sur les sections routières de Kairouan à Jelma

Sections Kairouan-Jelma Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	71,60	68,30	65,40	63,63	61,91	60,89	60,29	58,39	55,87	53,46
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	63,46	62,06	61,42	60,54	59,67	59,04	56,28	54,26	53,44	52,63
	RN3/RN12 - 811	58,76	49,54	32,02	18,13	10,27	55,62	52,65	44,09	34,50	27,00
	811 - RR73	68,44	64,18	53,76	42,48	33,57	59,34	58,10	54,53	50,01	45,87
	RR73 - 816	68,84	65,11	54,12	41,88	32,40	59,45	58,13	54,64	50,26	46,24
	816 - 815	70,47	67,12	56,80	44,98	35,62	60,36	59,23	56,11	52,14	48,46
	815 - RN3/3E	69,41	65,99	55,80	44,21	35,03	59,73	58,50	55,29	51,27	47,55
	RN3/3E - Jelma	66,97	65,59	61,76	56,91	52,45	57,19	56,61	55,40	53,92	52,48
	Jelma - RN13	71,82	70,76	68,08	64,69	61,47	60,24	59,76	58,83	57,73	56,65

Le **Tableau 25** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant encore les diverses sections routières entre Kairouan et Jelma en cas de doublement de la RN3 et de non-mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 25 : Evolution avec RN3 doublée des vitesses moyennes des trafics sur les sections routières de Kairouan à Jelma

Sections Kairouan-Jelma Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	72,87	70,88	67,94	64,99	62,17	61,13	60,76	59,20	57,02	54,92
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	63,38	62,05	61,40	60,50	59,61	58,97	56,14	54,11	53,36	52,62
	RN3/RN12 - 811	58,50	49,12	31,59	17,80	10,03	55,54	52,51	43,84	34,17	26,63
	811 - RR73	68,28	63,88	53,28	41,90	32,95	59,29	58,02	54,38	49,79	45,59
	RR73 - 816	68,70	64,85	53,67	41,29	31,77	59,39	58,06	54,48	50,02	45,92
	816 - 815	70,34	66,89	56,36	44,38	34,95	60,31	59,15	55,96	51,91	48,15
	815 - RN3/3E	69,28	65,75	55,37	43,62	34,37	59,67	58,42	55,14	51,04	47,25
	RN3/3E - Jelma	66,88	65,45	61,45	56,42	51,80	57,15	56,55	55,30	53,78	52,29
	Jelma - RN13	71,74	70,64	67,85	64,32	60,98	60,21	59,71	58,76	57,62	56,51

On voit que la croissance économique du Centre-ouest va se traduire entre 2018 et 2037 pour les sections routières de Kairouan à Jelma en l'absence de mise en œuvre du Projet par un ralentissement des vitesses moyennes du trafic de véhicules légers de 4 à 48 km/h selon les sections, et du trafic de poids lourds de seulement 4 à 29 km/h.

[11] *Ces ralentissements plus faible de la vitesse moyenne du trafic poids lourds s'explique par la possibilité d'un report de ce trafic professionnel sur les heures creuses de la journée, par exemple en circulant la nuit.*

Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 26** suivant qui présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant les sections autoroutières de l'autoroute A1 de 2018 à 2037 en situation avec Projet.

Tableau 26 : Evolution sans Projet des vitesses moyennes des trafics empruntant les sections de l'A1 de 2018 à 2037

Type de véhicules	Véhicules légers					Poids lourds				
Sections autoroutières de l'A1	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	99,13	92,87	79,33	64,71	52,78	87,31	85,23	79,94	73,43	67,45
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	106,92	104,74	99,34	92,63	86,38	89,63	88,91	87,06	84,68	82,37
Échangeur Enfidha - échangeur Sousse Nord	109,73	108,92	106,85	104,18	101,58	90,57	90,30	89,62	88,73	87,84

On voit que l'absence de mise en œuvre du Projet va entraîner une saturation complète de la section Rocade Tunis-échangeur Hammamet. En effet, la croissance économique de la région Centre-Ouest va se cumuler à celle des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax pour se traduire par un ralentissement entre 2018 et 2037 des vitesses moyennes du trafic de véhicules légers de 8 à 45 km/h selon les sections, et du trafic de poids lourds de 3 à 20 km/h.

3.2 – Les couloirs autoroutiers évalués environnementalement et socialement en étude Préliminaire et d'APS

La prise en compte des risques environnementaux tout au long du travail d'optimisation et de sélection du couloir va permettre de réaliser un tracé autoroutier présentant des risques réduits pour son environnement.

L'étude préliminaire a comparé sept couloirs autoroutiers de liaison directe entre Tunis et Gafsa, comprenant chacun de nombreuses mailles. L'atelier final de l'étude préliminaire a retenu six couloirs autoroutiers. Au vu des points noirs relevés pour ces six tracés dans l'étude préliminaire, l'étude d'APS a commencé par envisager plusieurs modifications de tracé. Les couloirs de ces tracés optimisés ont alors pu être comparés les uns par rapport aux autres quant à leurs impacts négatifs et leurs effets positifs sur les cadres naturel et humain de leur zone d'influence respective. Cette évaluation environnementale des six couloirs a finalement été mise en parallèle avec la faisabilité technique et la rentabilité économique de l'aménagement du tracé, pour permettre à l'atelier final de l'étude d'APS de retenir un couloir pour l'étude technique d'APD.

3.2.1 – LES SEPT COULOIRS AUTOROUTIERS ÉVALUÉS ENVIRONNEMENTALEMENT ET SOCIALEMENT EN ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

Les tracés des variantes étudiées ont été présentés sur un SIG réalisé à partir des fonds cartographiques au 1/25.000ème obtenus par des cartes au 1/25.000ème de l'Office de Topographie et du Cadastre, et avec diverses couches de Cartes Agricoles Régionales des quatre gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid, qui nous ont été fournies par les quatre CRDAs.

3.2.1.1 - La synthèse des zones interdites aux variantes de couloir

Pour le travail de conception des variantes de couloir, les zones d'interdiction de cette couche de croisement « Interdiction SIG couloir » a été préparée et fournie aux ingénieurs routiers pour qu'ils

optimisent les différentes variantes de couloir autoroutier qu'ils peuvent envisager sur des critères techniques pour desservir de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Jelma.

Toutes les informations nécessaires sur les principales contraintes qui vont être rencontrées pour positionner l'emprise autoroutière ont été créées dans les diverses couches d'un SIG à partir des informations des Cartes Agricoles Régionales des gouvernorats concernés, qui ont été traitées avec les clés de décision présentées dans le **Tableau 27** suivant.

Tableau 27 : Critères de décision pour le passage des variantes de couloir pour les diverses couches du SIG

Type de critère	Environnementaux			Sociaux			
Critère Couches des CAR	Pente	couverture forestière	OCS	Ptphy ARS	Ptphy GC	Aménagement hydro-agricole	ZU (CAR)
MNT	Relief						
SIFOP		Zones forestières					
Zones humide + Barrages			Zones humides				
Pédologie				Plantations pluviales	Terres nues pluviales		
Périmètres irrigués						Zones irriguées	
Zones urbaines							Zones urbaines

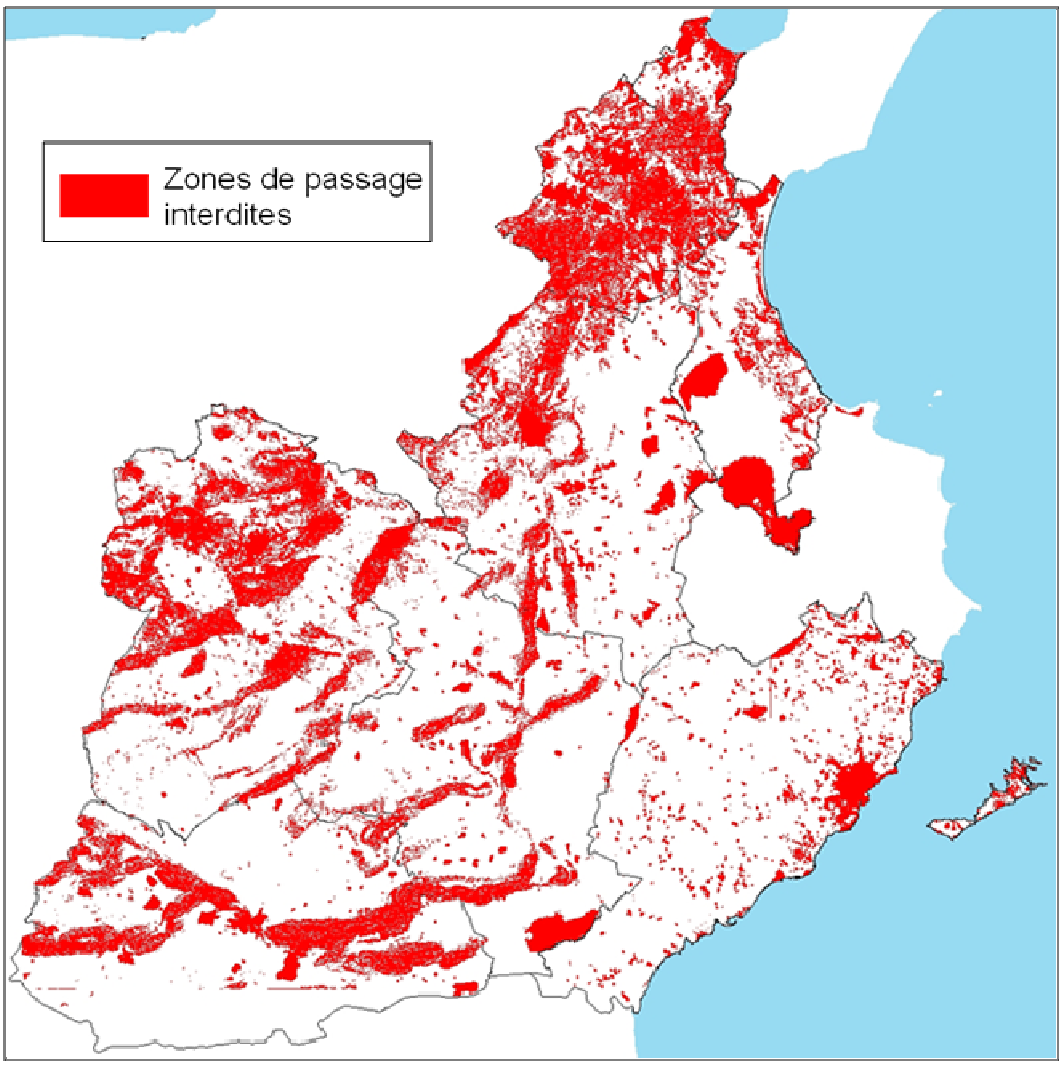
Les zones de passage interdites en fonction de critères environnementaux et sociaux ont été déterminées à partir d'un SIG, en utilisant :

- les critères environnementaux de la pente (>10%), de la couverture forestière (Grandes cimes >25%) et des zones humides (sebkha, garaa, chott, lac, retenue de barrage) ;
- les critères sociaux des potentialités physiques en arboriculture rustique et en grandes cultures pluviales (PtPhy excellentes ou bonnes), des aménagements hydro-agricoles (PPI, zones de sauvegarde et PPI eaux usées) et des zones urbanisées et urbanisables (zone urbaine existante et tampon de 250 m autour de ces ZU).

Ainsi, toutes les variantes qui ont ensuite été proposées dans l'étude préliminaire ont pu respecter au maximum :

- les principaux enjeux environnementaux : couverture forestière, zones humides et retenues de barrages ;
- les principaux enjeux sociaux : zones de potentialités de développement rural, PPIs et zones de sauvegarde, conditions de vie dans les zones urbanisées desservies.

La **Carte 9** suivante présente toutes ces zones interdites au passage des couloirs autoroutiers pour la desserte autoroutière de Zaghouan, Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, que les ingénieurs routiers ont ensuite cherchées à éviter.



Carte 9 : Zones interdites au passage des couloirs de desserte autoroutière

On voit que, dans les conditions des clés de décision choisies pour ce travail de sélection des couloirs, la majeure partie du gouvernorat de Zaghouan et le nord-est des gouvernorats de Kairouan et de Kasserine constituent les régions les plus délicates pour envisager le passage d'un couloir autoroutier ne traversant pas de zones interdites pour telle ou telle raison.

On doit retenir de cette étude des interférences de l'emprise avec les milieux traversés que les principales sections « à risque environnemental » du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa correspondent :

- aux écosystèmes complexes des zones en pente traversées, en particulier en ce qui concerne les mattorals dégradés des pentes de la Dorsale tunisienne, où la présence de la plateforme autoroutière représente un risque d'augmentation du surpâturage des parcours situés sous la plateforme autoroutière si celle-ci générant un « effet de coupure » trop fort qui entrave les mouvements des troupeaux vers les parcours forestiers situés au-dessus ;
- aux fortes pentes des collines entaillées par des travaux de déblais effectués pour limiter la pente de l'autoroute, qui favorisent sous la pluviométrie irrégulière du bioclimat semi-aride une fragilisation

face aux risques d'érosion hydrique, pour lesquelles les traitements par des travaux de Conservation des Eaux et des Sols devront être entrepris sans délais dans le cadre du chantier pour maintenir les sols en place, tout en contrôlant les écoulements pour les diriger vers les ouvrages de rétablissement installés sous la plateforme autoroutière et maintenir ainsi tous les écoulements et les épandages se produisant vers le lit des oueds Méliane et Nebhana ;

- aux zones inondables endoréïques des basses steppes, qui seront sensibles aux moindres perturbations que la plateforme autoroutière entraînerait pour les écoulements qui alimentent ces riches écosystèmes salés.

Quand un couloir traverse quand même une de ces zones interdites, on parle d'un « point noir » pour lesquels les études techniques en APS puis en APD devront impérativement contenir les mesures techniques permettant de protéger ces zones à risque du tracé finalement retenu des impacts du Projet.

3.2.1.2 – Les propositions de couloirs autoroutiers de l'étude Préliminaire

3.2.1.2.1 – Les propositions de couloirs autoroutiers avec maille entre Tunis et Kairouan

La **Figure 9** suivante présente les trois alternatives qui ont été étudiées dans l'étude intérimaire de la future desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, soit à partir de la rocade de Tunis, soit à partir de l'Autoroute A1 à Enfidha.

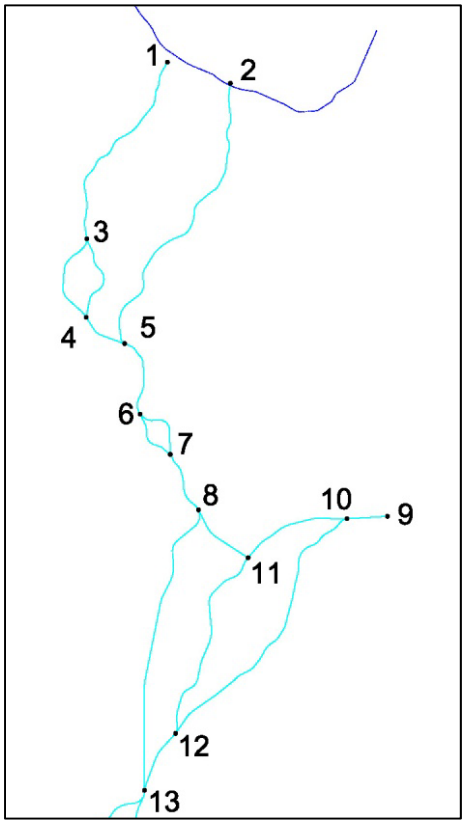


Figure 9 : Mailles des couloirs Tunis-Kairouan par Zaghouan par Enfidha

On peut constater que chacune de ces alternatives possède deux sous-variantes, par la visualisation des mailles qui ont été proposées :

- pour les deux variantes de tracé du couloir de desserte de Kairouan à partir de la future rocade de Tunis, par El Fahs et par Zaghouan ;
- pour le couloir de desserte de Kairouan à partir d'Enfidha et de l'autoroute A1**.**

3.2.1.2.1.1 La desserte à partir de la future rocade de Tunis

Deux couloirs démarrant de Rocade de Tunis (future X30 : projet en cours d'étude) ont été projetées qui se rejoignent 15km au sud d'El Fahs, après En-Nadhour, pour passer par Sbikha jusqu'à la RR99 et suivre au niveau de la plaine d'Enfidha un trajet entre la RN3 et la RN2 qui évite les zones marécageuses :

- le premier couloir ouest démarre à proximité de la RR37, il contourne les villes de Bir Mcherga et El Fahs, en suivant à peu près les trajets de la RR37 et de la RN 3, puis traverse à partir d'El Fahs la zone montagneuse de la Dorsale Tunisienne sur environ 25 km en empruntant le même col que la RN 3 ;
- la seconde variante de ce tronçon passe plus à l'Est de la RN3 au niveau des Aqueducs Romains : elle commence par suivre le trajet de la RN 3 à environ 5 km de celui-ci, elle franchit la série des montagnes entre Zaghouan et El Fahs.

3.2.1.2.1.2 La desserte à partir d'Enfidha et de l'autoroute A1

Le deuxième couloir assurer la liaison des quatre Gouvernorats à Tunis à travers la liaison à l'autoroute existante A1 entre Tunis et Sousse près d'Enfidha. Le choix de ce point de passage est dû aux potentialités économiques de cette zone avec l'aéroport et la zone industrielle d'Enfidha, et le port en eaux profondes projeté.

Pour ce couloir, deux sous variantes ont été développées entre les routes nationales RN2 et RN3 et qui contournent la zone marécageuse de la plaine de Kairouan, une au nord et l'autre au sud. L'occupation des terrains par le peuplement dispersé et les potentialités agricoles vont trancher au niveau du choix entre ces deux sous variantes.

La ville de Kairouan est située dans une plaine et contournée par les oueds Marguellil et Zroud, d'où le caractère inondable de la ville. Compte tenu de cette situation, la desserte de Kairouan a été envisagée par l'ouest, soit à la limite de la zone inondable, à environ 8 kilomètres du centre ville. Par ailleurs, l'occupation humaine est importante et s'étale sur plus de 3 à 4 km du centre ville. La distance envisagée pour le raccordement est donc acceptable et ne gènera pas le développement urbain de la ville.

3.2.1.2.2 L'optimisation des trois couloirs autoroutiers entre Tunis et Kairouan

3.2.1.2.2.1 Les résultats de l'analyse multicritère E&S des mailles des couloirs de liaison Tunis-Kairouan

Pour visualiser la formation des notes d'évaluation des critères environnementaux et sociaux des 4 sous-variantes des trois couloirs de la liaison Tunis-Kairouan, il nous a semblé intéressant de présenter l'emprise de 1 km de large de ces sous-variantes avec :

- en rouge, les points noirs environnementaux et sociaux traversés par cette emprise ;
- en orange, les zones à éviter environnementalement ou socialement traversés par cette emprise.

La **Figure 10** suivante présente ainsi les points noirs et les zones à éviter traversées par les sous-variantes de maille :

- des deux variantes de tracé du couloir de desserte de Kairouan à partir de la future rocade de Tunis ;
- du couloir de desserte de Kairouan à partir d'Enfidha et de l'autoroute A1.

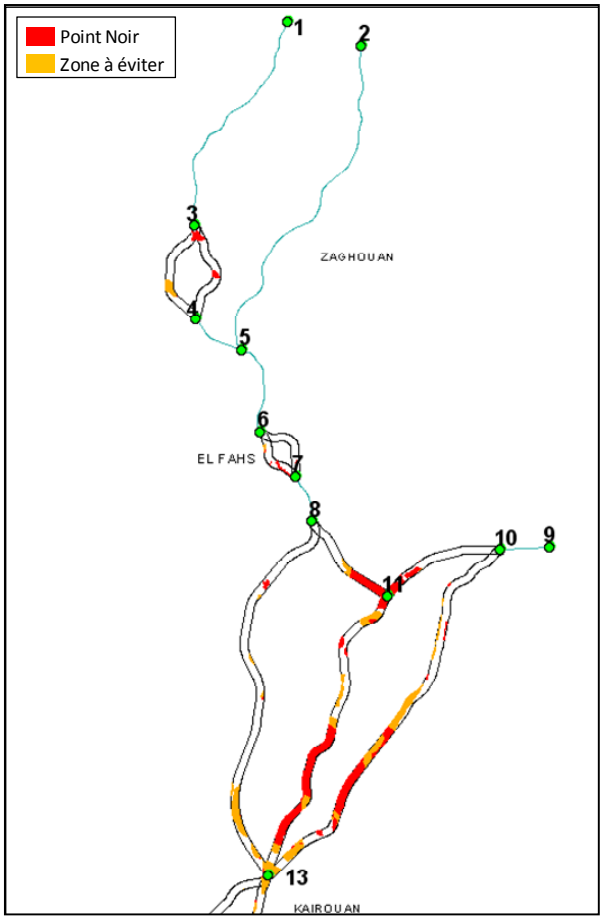


Figure 10 : Points noirs et zones à éviter des mailles des deux couloirs de la liaison Tunis-Kairouan

3.2.1.2.2.2 Le choix des mailles optimales des deux couloirs de la liaison Tunis Kairouan

En conséquence de tous ces points noirs et de toutes ces zones à éviter de traverser quand même par les diverses emprises, la **Figure 11** suivante présente en rouge les 4 sous-variantes qui ont été éliminées dans l'étude intérimaire de la future desserte autoroutière directe de Tunis à Kairouan, car présentant les moins bonnes notes de synthèse pour les critères des impacts environnementaux et sociaux de l'emprise de 1 km de large des 4 mailles de cette liaison Tunis Kairouan.

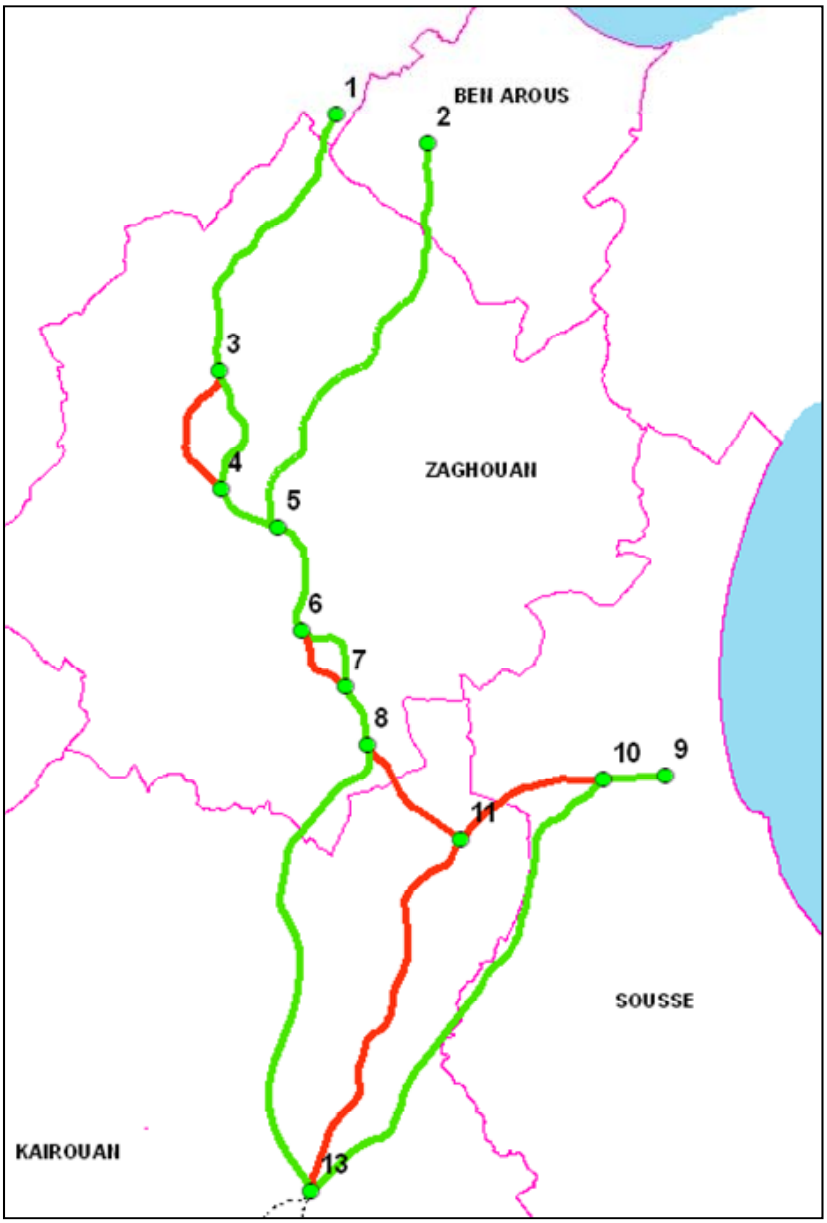


Figure 11 : Mailles recommandées par l'EES pour les deux couloirs de la liaison Tunis-Kairouan

3.2.1.2.3 – Les propositions de couloirs autoroutiers entre Kairouan et Gafsa

A partir de Kairouan, un réseau de variantes a été envisagé à partir de quatre couloirs pour assurer la desserte des gouvernorats de Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui a permis un balayage des passages possibles à travers la totalité de la zone du projet.

On a ainsi établi un couloir Ouest qui longe la RN3 puis la RN15 avec une bretelle qui dessert Sidi Bouzid, un couloir mixte (« Centre-ouest ») entre la RN2 et la RN3 avec une bretelle vers Kasserine, un couloir central (« Centre-est ») qui longe la RN3 avec des bretelles vers Sidi Bouzid et Kasserine, et un couloir Est qui longe la RN2, la RN13 et la RN14.

Pour ces quatre couloirs, la connexion de l'autoroute à Gafsa est prévue au niveau de la Rocade en cours de construction. L'endroit préférentiel serait à l'Ouest entre la RN3 et l'oued Sidi Aich. La **Figure 12**

suivante permet de visualiser les mailles qui ont été proposées dans l'étude intérimaire de la future desserte autoroutière directe de Kairouan à Gafsa.

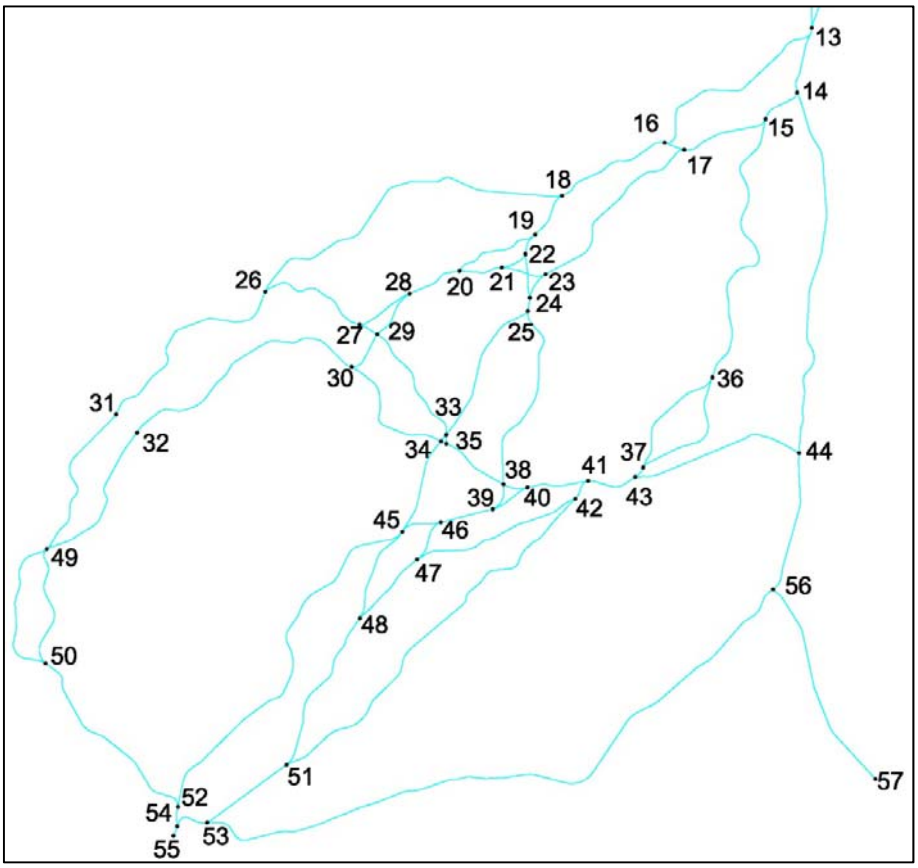


Figure 12 : Maille des couloirs Kairouan- Gafsa par Kasserine et par Sidi Bouzid

On voit que ces mailles constituent :

- deux variantes de tracé du couloir Ouest de desserte de Gafsa par Kasserine pour la bretelle de desserte de Sidi Bouzid et de Kasserine de ce tracé du couloir Est de desserte de Gafsa par Meknassy **;**
- deux variantes de tracé du couloir central de desserte de Gafsa par Sidi Bouzid (autrement appelé couloir "Centre-ouest") et pour la bretelle de desserte de Kasserine **;**
- deux variantes de tracé du couloir mixte de desserte de Gafsa par Sidi Bouzid (autrement appelé couloir "Centre-est") et pour la bretelle de desserte de Kasserine **;**
- deux variantes de bretelle de desserte de Sidi Bouzid et de Kasserine de ce tracé sans variantes du couloir Est de desserte de Gafsa par Meknassy

3.2.1.2.3.1 Le couloir Ouest par Kasserine

Ce couloir suit la direction de la RN3 entre Kairouan et Jelma, la direction de la RN 3E entre Jelma et Kasserine, la RN17 entre Kasserine et Fériana et la RN15 entre Fériana et Jelma. Une bretelle qui dessert Sidi Bouzid prend naissance à partir de Hajeb El Ayoun ou Jelma. Ce couloir dessert d'une façon équivalente les villes de Kasserine et Sidi Bouzid.

Le couloir prend la direction de Haffouz et Hajib Al Ayoun à partir de Kairouan, il suit à peu près le tracé de la RN3. Deux sous variantes sont projetées, d'un côté et de l'autre de la RN3, en essayant d'éviter les périmètres irrigués publics en premier temps et les périmètres irrigués privés en second temps. Ces tracés contournent les villes et les villages, puis une zone montagneuse, puis le barrage dl Houareb et croisent les grands oueds à la perpendiculaire. Ces variantes forment deux mailles successives et indépendantes, le choix d'une variante de la première maille n'influe pas sur le choix de la variante de la maille suivante.

A partir de Hajeb Al Ayoun et afin de desservir Kasserine, ce couloir se divise en deux variantes qui passent :

- la première par le sud en suivant la direction de la RN3 en desservant Jelma, Sbeïtla et Kasserine,
- la seconde par le nord en contournant la zone montagneuse en desservant Sbiba et Kasserine.

A partir de Kasserine, deux sous-variantes sont également envisagées de part et d'autre de la RN15 et qui permettent de desservir Feriana, la frontière Algérienne au niveau de Bou Chebka, Majel Bel Abbès et le Bassin minier de Gafsa.

Quand à la liaison à Sidi Bouzid, elle est assurée par une bretelle directe prenant son origine entre Hajeb Al Ayoun et Jelma, qui se divise en deux sous variantes qui contournent de part et d'autre la zone marécageuse de Sidi Bouzid.

3.2.1.2.3.2 Le couloir central par Sidi Bouzid

Un couloir central, plus proche du tracé de la RN 3, se dirige vers Gafsa en passant à l'est de Sidi Bouzid,. Deux variantes ont été établies pour ce tracé :

- la variante plus à l'Ouest suit de près la RN 3, elle a l'avantage d'être équidistante de Sidi Bouzid et Kasserine, cependant elle occupe des terrains agricoles importants ;
- la sous variante plus à l'Est passe près de Sidi Bouzid et plus loin de Kasserine, elle se propage toujours à l'Est de la RN 3 en essayant d'empiéter sur des terrains agricoles moins utilisés.

3.2.1.2.3.3 Le couloir mixte par Sidi Bouzid

Le couloir mixte entre la RN2 et la RN3 prend la direction de Nasr Allah à partir de Sidi Ali Ben Salem, il longe les chaines montagneuses entre El Houareb et El Fayedh, puis passe à l'Est de Sidi Bouzid. Avant Sidi Bouzid, une seule maille est projetée qui contourne Garat Majdoul à l'ouest d'Ouled Haffouz.

Ce couloir favorise la desserte de Sidi Bouzid, et l'accès à Kasserine devra être assuré par une bretelle entre les deux villes ou par un accès autoroutier indépendant, suivant le couloir Ouest.

A partir de Sidi Bouzid vers Jelma, trois variantes ont été projetées, qui coïncident avec la solution plus à l'Est du couloir central, la première au sud de Sidi Bouzid, la seconde au niveau de Bir El Hfay et la troisième au niveau d'Es Sned.

3.2.1.2.3.4 Le couloir Est par Meknassy

Le couloir Est suit à peu prés le trajet de la RN 2, en desservant les villes de Sidi Amor Bou Hajla, Ash Shrarda et Bir Ali Ben Khlifa, pour se connecter au niveau de la boucle de l'oued Wadrane à la section Sfax Gabès en cours construction de l'autoroute maghrébine.

La liaison à Sidi Bouzid et Kasserine se réalise au moyen d'un tronçon autoroutier transversal dans la direction Est Ouest qui suit à peu près le tracé de la RN13 et permet de desservir Sidi Bouzid et Sbeïtla avant d'arriver à Kasserine.

De même, la liaison à Jelma se réalise au moyen d'un autre tronçon autoroutier transversal dans la direction Est Ouest qui suit à peu près le tracé de la RN14 et permet de desservir les villes d'Er-Rgab, Mazzouna, Meknassy, Menzel Bou Zayen et As Snad avant d'arriver à Jelma.

Mais ce couloir beaucoup plus long présente des contraintes importantes en termes d'occupation du terrain, car il traverse presque partout des oliveraies de très bonne qualité.

3.2.1.2.4 L'optimisation des quatre couloirs autoroutiers entre Kairouan et Gafsa

3.2.1.2.4.1 Les résultats de l'analyse multicritère E&S des mailles des couloirs de liaison Kairouan-Gafsa

Pour visualiser la formation des notes d'évaluation des critères environnementaux et sociaux des 17 sous-variantes des quatre couloirs de la liaison Kairouan-Gafsa, il nous a semblé intéressant de présenter l'emprise de 1 km de large de ces sous-variantes avec :

- en rouge, les points noirs environnementaux et sociaux traversés par cette emprise ;
- en orange, les zones à éviter environnementalement ou socialement et quand même traversées par cette emprise.

La **Figure 13** suivante présente les points noirs et les zones à éviter traversés par les sous-variantes de maille des quatre couloirs des liaisons Kairouan-Kasserine et Kairouan-Sidi Bouzid.

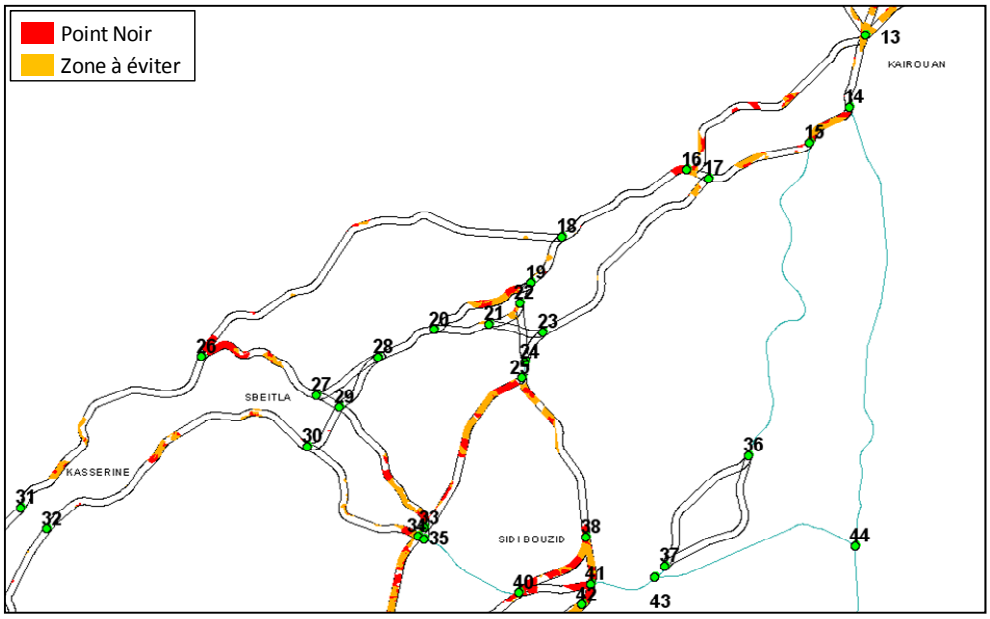


Figure 13 : Points noirs et zones à éviter des mailles des couloirs entre Kairouan et Kasserine ou Sidi Bouzid

De la même manière, la **Figure 14** suivante présente les points noirs et les zones à éviter de traverser par les sous-variantes de maille des deux couloirs des liaisons Kasserine-Gafsa et Sidi Bouzid-Gafsa.

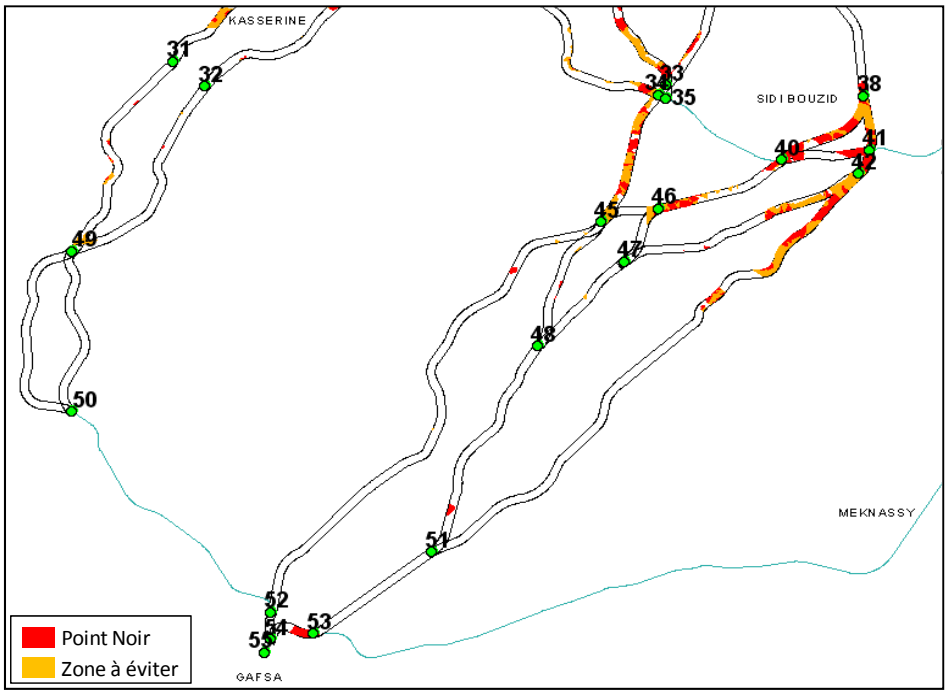


Figure 14 : Points noirs et zones à éviter des mailles des couloirs entre Kasserine ou Sidi Bouzid et Gafsa

3.2.1.2.4.2 Le choix des mailles optimales des quatre couloirs de la liaison Kairouan-Gafsa

En conséquence de tous ces points noirs et de ces zones à éviter de traverser par les diverses emprises, les quatre cartes de la **Figure 15** suivante présente en rouge les 26 sous-variantes présentant les moins bonnes notes de synthèse pour les critères des impacts environnementaux et sociaux de l'emprise de 1 km de large de la desserte autoroutière de Gafsa à partir de Kairouan:

- des 7 mailles du couloir Ouest par Kasserine;
- des 9 mailles du couloir Centre-ouest par Sidi Bouzid, dont 3 sont communes avec le couloir Ouest;
- des 5 mailles du couloir Centre-est par Sidi Bouzid, dont 1 est commune avec les couloirs Ouest et Centre-ouest;
- des 5 mailles permettant la desserte de Kasserine à partir du couloir Est, dont 4 sont communes avec le couloir Ouest, et 1 avec le couloir Centre-est.

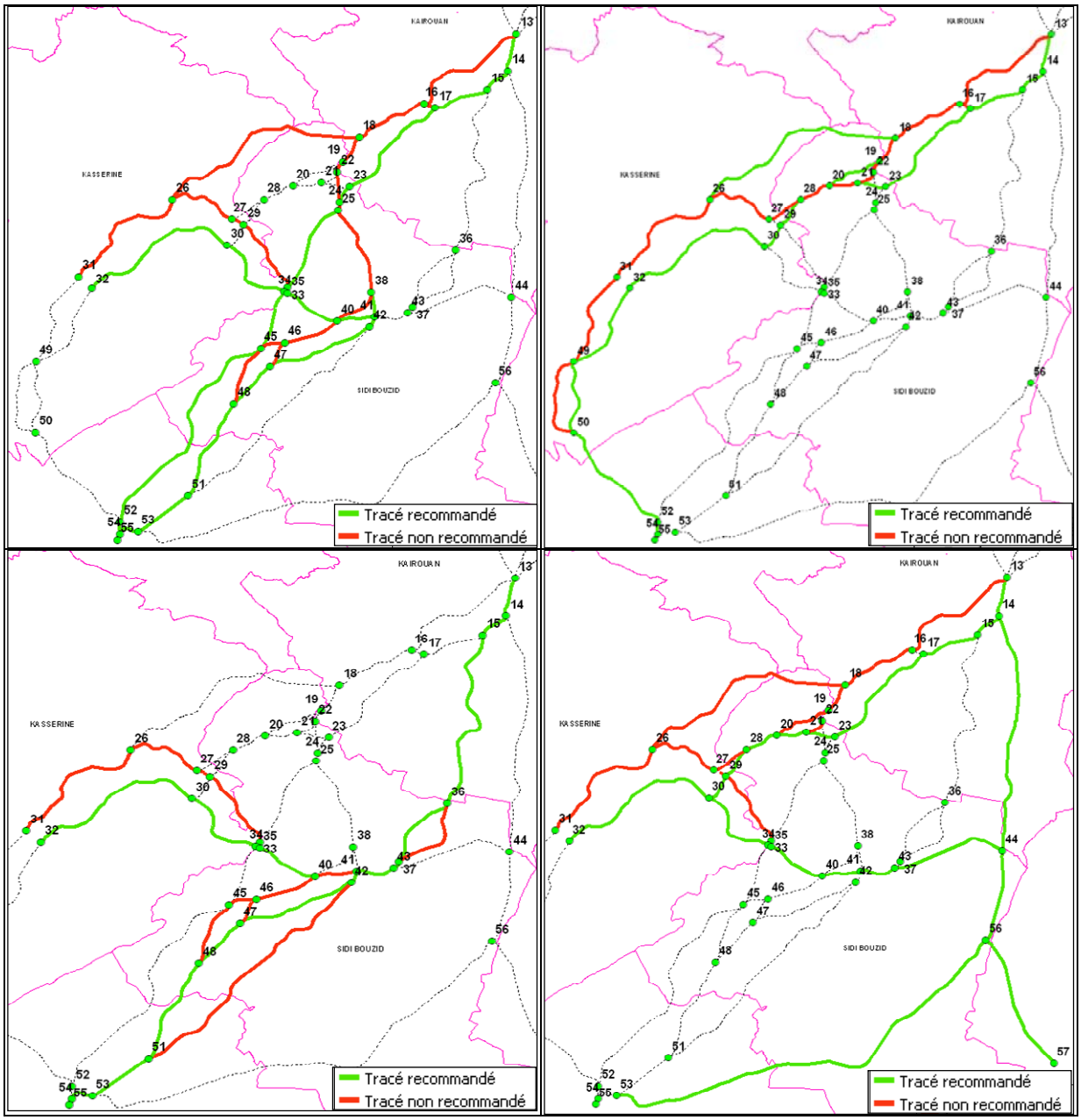


Figure 15 : Tracés recommandés par l'EES pour les quatre couloirs de la liaison Kairouan-Gafsa

3.2.1.3 Le choix des trois couloirs à analyser en APS

La même méthodologie des pointes noirs et des zones à éviter par couloir a été utilisée pour sélectiionner trois couloirs à étudier en APS parmi les quatre couloirs de la liaison Kairouan-Gafsa. La **Figure 16** suivante présente les points noirs et les zones à éviter traversés par les sous-variantes de maille des quatre couloirs des liaisons Kairouan-Kasserine et Kairouan-Sidi Bouzid.

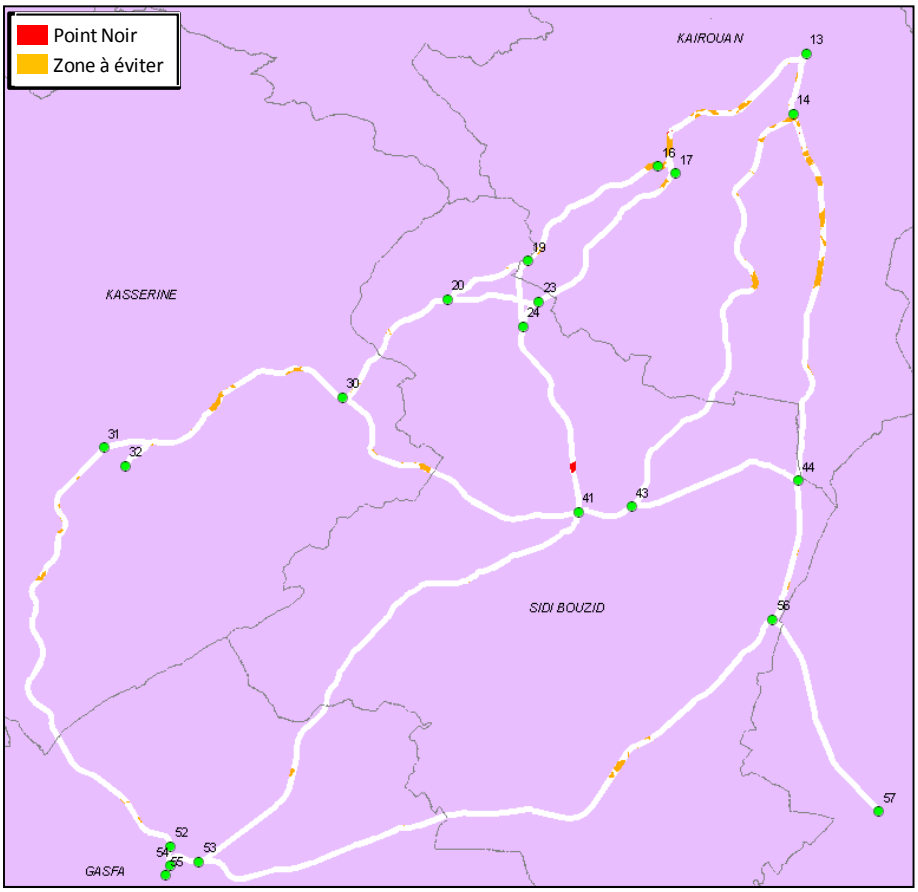


Figure 16 : Points noirs et zones à éviter des quatre couloirs optimisés de la liaison Kairouan Gafsa

En conséquence de tous ces points noirs et de ces zones à éviter traversés par les emprises des quatre couloirs optimisés de la liaison Kairouan-Gafsa, la **Figure 17** suivante compare les quatre couloiravec leurs bretelle de desserte de Sidi Bouzid et de Kasserine, en fonction des notes de synthèse obtenue au cours de l'étude d'établissement pour les critères des impacts environnementaux et sociaux pour son emprise de 1 km de large.

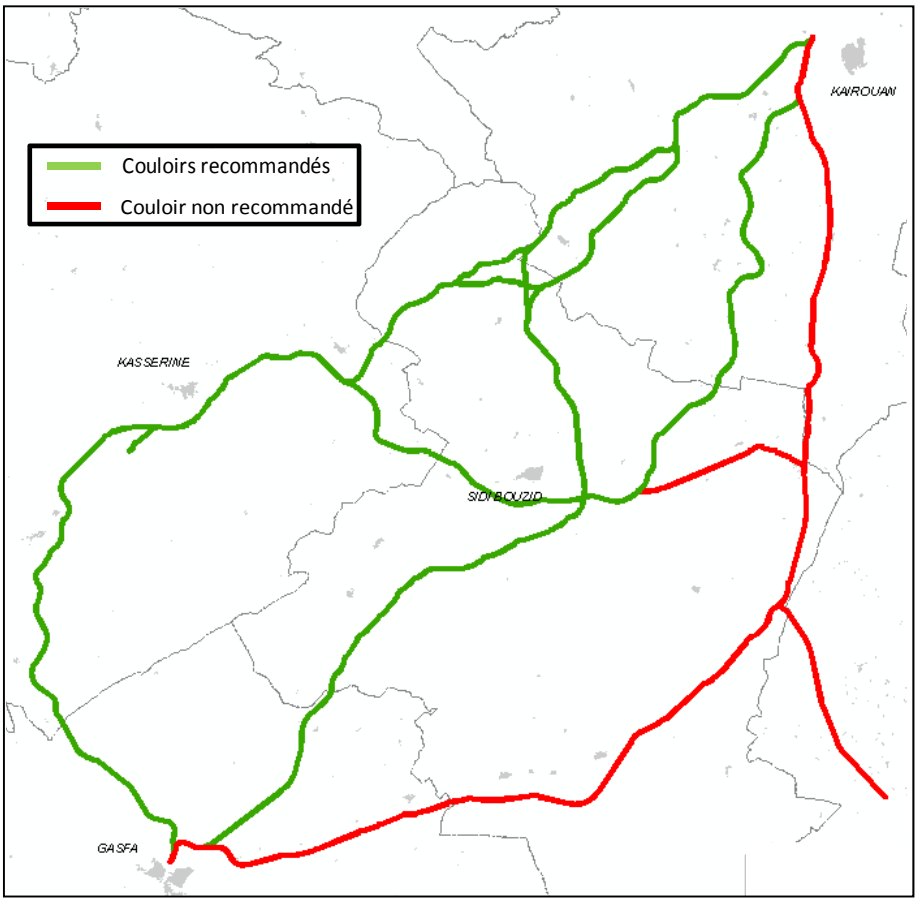


Figure 17 : Couloirs de la liaison Kairouan Gafsa recommandés par l'analyse IES pour l'étudie d'APS

Suite aux Consultations publiques menées dans les six gouvernorats traversés et à l'atelier de restitution final de l'étude préliminaire, l'élimination du couloir Est entre Kairouan et Gafsa a été confirmée et les autres couloirs ont été retenus pour être étudiés en phase d'APS.

3.2.2 - LES COULOIRS AUTOROUTIERS ÉVALUÉS ENVIRONNEMENTALEMENT ET SOCIALEMENT LORS DE L'ETUDE D'APS

L'évaluation environnementale des couloirs en étude d'APS a donc porté :

- pour le tronçon Tunis-Kairouan, sur deux couloirs à partir de la future rocade de Tunis, le premier par El Fahs (couloir 1) et le second par Zaghouan (couloir 2) et sur un troisième couloir à partir d'Enfidha en utilisant l'autoroute A1 depuis Tunis (couloir 3) ;
- pour le tronçon Kairouan-Gafsa par Kasserine et Sidi Bouzid, sur un couloir Ouest de desserte de Gafsa par Kasserine (couloir W) et sur deux couloirs de desserte de Gafsa par Sidi Bouzid, un couloir Centre passant par Jelma (couloir C) et un couloir Est passant par Nasrallah (couloir E).

3.2.2.1 - La nécessité de l'étude de combinaisons de couloir

L'étude de trafic a été menée avec un modèle d'affectation qui a pour objet de répartir les flux de trafics routiers entre la liaison autorutière et le réseau pré-existant, en prenant en compte les contraintes de charges de trafics de chaque tronçon et l'influence du péage éventuel.

Pour effectuer ces affectations en interurbain sous double contrainte de capacité et de péage, la méthode d'Abraham, dite aussi méthode "des potentiels", est actuellement la plus utilisée. Développée en France dans les années 1970, elle constitue le cœur du modèle ARIANE qui est employé depuis 20 ans par l'administration française. L'usage de cette méthode s'étend désormais à de nombreux pays, dont le Maroc et la Tunisie.

La méthode d'Abraham est basée sur le rapport des coûts de circulation de chaque itinéraire concurrent sur une relation origine-destination. Dans le cas de deux itinéraires concurrents, la répartition des trafics suit alors la loi :

$$T_i / T_j = (C_j / C_i)^{\alpha}$$

où :

- T_i, T_j : sont les trafics sur les itinéraires i et j,
- C_i, C_j : sont les coûts de circulations généralisés (y compris le temps de parcours) sur les itinéraires i et j qui sont fonction des trafics Ti et Tj,
- α : est un paramètre dont la valeur de calage est habituellement prise égale à 10 pour les longs déplacements (plus de 30 km).

Cette étude de trafic a montré que le choix d'un couloir Tunis-Kairouan influence légèrement les trafics sur les trois couloirs Kairouan-Gafsa, et vice-versa que le choix d'un couloir Kairouan-Gafsa influence légèrement les trafics sur les trois couloirs Tunis-Kairouan. Aussi l'analyse comparative en APS s'est étendue aux neufs combinaisons possibles de couloirs, que présente le **Tableau 28** suivant.

Tableau 28 : Neuf combinaisons de couloirs possible pour relier Tunis à Gafsa

couloirs Tunis-Kairouan Couloirs Kairouan-Gafsa	Couloir 1 (par El Fahs)	Couloir 2 (par Zaghouan)	Couloir 3 (par Enfidha)
Couloir W (par Kasserine)	1W	2W	3W
Couloir C (par Jelma)	1C	2C	3C
Couloir E (par Nasrallah)	1E	2E	3E

3.2.2.2 - La combinaison préférentielle selon les critères environnementaux et sociaux

L'analyse multicritères appliquée dans le rapport d'APS a permis de choisir le couloir optimal parmi les variantes de couloirs analysées dans cette phase du projet en termes de qualité du tracé, en fournissant les outils nécessaires pour la prise en compte au moment de la décision de plusieurs objectifs souvent contradictoires. Ces objectifs peuvent être d'ordre technique, économique, social et environnemental. Aussi les critères de décision utilisés par le Groupement peuvent donc se classer en trois groupes :

- les Critères Techniques («CT»),
- les Critères Environnementaux et Sociaux («CES»), et
- les Critères Economiques («CE»).

L'évaluation environnementale a concentré son analyse sur les critères environnementaux et sociaux des neuf combinaisons de couloirs possibles en combinant les trois couloirs (1, 2 et 3) entre Tunis et Kairouan et les trois couloirs (Est, Centre et Ouest) entre Kairouan et Gafsa. Les quatre étapes suivies dans ce processus d'analyse comparative des CES ont été les suivantes :

- l'identification des critères environnementaux et sociaux les plus adéquats pour le classement, c'est-à-dire ségrégant suffisamment entre les neuf combinaisons de couloirs ;
- l'assignation de pondérations, en attribuant une plus grande importance aux critères les mieux adaptés aux intérêts du projet ;
- le classement des couloirs, en fonction de leurs qualifications ;
- les recommandations.

3.2.2.2.1 - Les critères de décision des impacts et effets environnementaux et sociaux

L'analyse a été menée en utilisant des niveaux de graduation qualitatifs des critères:

- 1→ Très bas : impact très fort ou effet très faible ;
- 2 → Bas : impact fort ou effet faible ;
- 3 → Moyen : impact ou effet moyens ;
- 4 → Elevé : impact faible ou effet fort ;
- 5 → Très élevé : impact très faible ou effet très fort.

Les critères choisis ont été ceux qui font ressortir les différences et les avantages d'une combinaison de couloirs quand elle est comparée avec une autre. Les quatre critères retenus sont :

- les perturbations générées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement des couloirs
- les perturbations générées par l'exploitation du Projet
- les avantages induits par les chantiers du Projet
- les avantages induits par l'exploitation du Projet

3.2.2.2.2 - Les perturbations générées par le Projet

Pour comparer les couloirs, on a quantifié les degrés de perturbation apporté aux composantes environnementales et sociales de leur zone d'influence respective par l'installation des chantiers et, par les travaux d'aménagement des couloirs, puis par leur exploitation.

3.2.2.2.2.1 - Les perturbations générées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement des couloirs

Les composantes environnementales affectées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement ont été les pertes d'écosystèmes riches provoquées par l'emprise autoroutière, les sites de chantier de construction et les besoins en matériel d'emprunt : sebkhas et forêts.

Les composantes sociales affectées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement ont été :

- les pertes d'aménagements hydrauliques, publics ou privés ;
- les pertes arboricoles, aussi bien en plantations irrigués que pluviales ;
- les pertes de grandes cultures et de pâturages, aussi bien en plantations irrigués que pluviales ;
- les pertes potentielles de patrimoine inventorié ;
- les effets sur l'habitat (expropriation pour celui situé sur les emprises et dérangement pour celui situé à proximité ;

Le **Tableau 29** suivant rappelle les résultats du calcul du classement des couloirs pour le critère synthétique des perturbations générées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement en considérant les contributions de ces différents facteurs.

Tableau 29 : Classement des couloirs pour les perturbations générées par l'installation des chantiers et les travaux

Couloirs		1		2		3		W		C		E	
Longueur (Km)		126		123		64		310		285		292	
	Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont
ECOSYSTEMES RICHES	3	4	12	5	15	3	9	5	15	5	15	4	12
AMENAGEMENTS HYDRAULIQUES	5	1	5	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15
PERTES ARBORICOLES	4	2	8	2	8	1	4	1	4	2	8	3	12
PERTES GRANDES CULTURES ET PATURAGES	1	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2
PERTES DE PATRIMOINE	3	2	6	2	6	3	9	3	9	3	9	2	6
BATIMENTS A DETRUIRE	5	3	15	2	10	4	20	1	5	2	10	3	15
BATIMENTS DERANGES	3	1	3	2	6	4	12	1	3	1	3	2	6
INDEMNISATION DES EXPROPRIATIOI	4	4	16	2	8	3	12	1	4	2	8	2	8
SITES DE CHANTIER	3	3	9	3	9	4	12	2	6	3	9	2	6
VOLUME D'EMPRUNT	3	3	9	5	15	4	12	1	3	2	6	1	3
TOTAL	34		86		94		108		67		86		85
C Couloir = Sum C*Cont/SumCont			2,53		2,76		3,18		1,97		2,53		2,50
C Couloi x Longueur			318,71		340,06		203,29		610,88		720,88		730,00

A partir de ces données, le **Tableau 30** suivant indique quant à lui les résultats du calcul du classement des combinaisons de couloirs pour ce critère des perturbations générées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement.

Tableau 30 : Classement des combinaisons de couloirs pour ces perturbations de l'installation et des travaux

Couloirs	CxL	CxL	Km	C=Sum CxL / Km
1+E	318,71	730,00	418	2,51
1+C	318,71	720,88	411	2,53
1+W	318,71	610,88	436	2,13
2+E	340,06	730,00	415	2,58
2+C	340,06	720,88	408	2,60
2+W	340,06	610,88	433	2,20
3+E	203,29	730,00	356	2,62
3+C	203,29	720,88	349	2,65
3+W	203,29	610,88	374	2,18

3.2.2.2.2.2 - Les perturbations générées par l'exploitation du Projet

Pour comparer les neuf combinaisons de couloirs, on a quantifié les degrés de perturbation apporté aux composantes environnementales et sociales par l'exploitation des couloirs :

- les composantes environnementales considérées ont été les émissions atmosphériques de CO_2 et de CO ;
- les composantes sociales considérées la perturbation de l'habitat et les consomations de carburants ;

- l'apparition d'une accidentologie autoroutière.

Le **Tableau 31** suivant rappelle les résultats du calcul du classement des combinaisons de couloirs pour le critère synthétique des perturbations générées par l'exploitation du Projet.

Tableau 31 : Classement des couloirs pour les perturbations générées par l'exploitation du Projet

Couloirs		1		2		3		W		C		E	
Longueur (Km)		126		123		64		310		285		292	
	Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont	C	C*Cont
BATIMENTS DERANGES	5	1	5	2	10	4	20	1	5	1	5	2	10
CONSOMATION CARBURANTS	2	3	6	3	6	2	4	2	4	4	8	3	6
EMISSION CO	3	2	6	2	6	1	3	2	6	3	9	1	3
PAYSAGE	2	2,9	5,8	2,88	5,76	4,17	8,34	3,18	6,36	3,2	6,4	3,33	6,66
TOTAL	12		22,8		27,76		35,34		21,36		28,4		25,66
C Couloir = Sum C*Cont/SumCont			1,90		2,31		2,95		1,78		2,37		2,14
C Couloi x Longueur			239,40		284,54		188,48		551,80		674,50		624,39

A partir de ces données, le **Tableau 32** suivant indique quant à lui les résultats du calcul du classement des combinaisons de couloirs pour ce critère des perturbations générées par l'installation des chantiers et par les travaux d'aménagement.

Tableau 32 : Classement des combinaisons de couloirs pour ces perturbations de l'exploitation du Projet

Couloirs	CxL	CxL	Km	C=Sum CxL / Km
1+E	239,40	624,39	418	2,07
1+C	239,40	674,50	411	2,22
1+W	239,40	551,80	436	1,81
2+E	284,54	624,39	415	2,19
2+C	284,54	674,50	408	2,35
2+W	284,54	551,80	433	1,93
3+E	188,48	624,39	356	2,28
3+C	188,48	674,50	349	2,47
3+W	188,48	551,80	374	1,98

3.2.2.2.3 Les avantages induits par le Projet

Pour la comparaison des avantages induits par les chantiers des neufs combinaisons de couloirs, on a considéré l'augmentation de l'offre d'emploi dans les gouvernorats traversés grâce aux chantiers de construction de l'autoroute.

Pour la comparaison des avantages induits par l'exploitation des neuf combinaisons de couloirs, on a quantifié l'intensité des avantages apportés aux composantes sociales suivantes de leur zone d'influence respective par couloirs :

- les temps de parcours autoroutiers ;
- l'importance des populations desservies ;
- l'importance relative des zones et unités industrielles de grande dimension ;
- les quantités des productions végétale et animale dans les zones desservies ;
- la dimiution de l'accidentologie moyenne des RN et RR du réseau pré-existant entre Tunis et Gafsa.

Le **Tableau 33** suivant indique les résultats du calcul du classement des combinaisons de couloirs pour le critère synthétique des avantages induits par l'exploitation du Projet.

Tableau 33 : Classement des combinaisons de couloirs pour ces avantages induits par l'exploitation du Projet

	Populations desservies	Productions végétales	Productions animales	l'importance pour l'industrie	Moyenne
Couloir Ouest avec Couloir 1	4,94	4,47	3,42	5,00	4,46
Couloir Ouest avec Couloir 2	4,94	5,00	4,25	5,00	4,80
Couloir Ouest avec Couloir 3	3,65	2,39	1,00	3,67	2,68
Couloir Centre avec Couloir 1	4,76	4,34	4,08	5,00	4,54
Couloir Centre avec Couloir 2	4,76	4,87	4,91	5,00	4,89
Couloir Centre avec Couloir 3	3,47	2,26	1,00	3,67	2,60
Couloir Est avec Couloir 1	5,00	4,37	4,17	4,33	4,47
Couloir Est avec Couloir 2	5,00	4,90	5,00	4,33	4,81
Couloir Est avec Couloir 3	3,71	2,28	1,00	3,00	2,50

3.2.2.2.4 La combinaison de couloirs préférentielle selon l'analyse multcritères des CES

Le calcul des notations des neuf combinaisons de couloirs, en accord avec la méthodologie décrite et prenant les valeurs de notation selon les différents critères d'analyse indiqués ci-dessus, est présenté dans le **Tableau 34** suivant.

Tableau 34 : Résultats de l'analyse multcritères des critères environnementaux et sociaux

ANALYSE COULOIR	Coeff pond.	1W	1C	1E	2W	2C	2E	3W	3C	3E
Perturbations générées par l'installation et travaux	0,50	2,13	2,53	2,51	2,20	2,60	2,58	2,18	2,65	2,62
Perturbations générées par l'exploitation du Projet	0,20	1,81	2,22	2,07	1,93	2,35	2,19	1,98	2,47	2,28
Avantages induits par les chantiers du Projet	0,10	5,00	4,75	4,75	5,00	4,75	4,75	4,25	4,00	4,00
Avantages induits par l'exploitation du Projet	0,20	4,46	4,54	4,47	4,80	4,89	4,81	2,68	2,60	2,50
Note globale des critères E&S		**2,82**	**3,09**	**3,04**	**2,95**	**3,22**	**3,17**	**2,45**	**2,74**	**2,67**
Proportion		87,6%	96,0%	94,4%	91,6%	100,0%	98,4%	76,1%	85,1%	82,9%

Cette analyse multicritères des CES permet de conclure que :

- la combinaison de couloirs qui a obtenu le meilleur résultat est la combinaison des couloirs 2C ;
- les trois combinaisons des couloirs 1E, 1C et 2E obtiennent des résultats très proches de celle obtenue par la combinaison 2C : 98,4% pour la combinaison 2E, 96,0% pour la combinaison 1C et 94,4% pour la combinaison 1E.

Nous pouvons donc dire que chacune de ces quatre combinaisons de couloirs est un bon choix pour le tracé autoroutier.

Par contre, les notes des cinq combinaisons de couloirs, à savoir les cinq combinaisons de couloirs 3x passant par Enfidha et/ou de couloirs yW passant par Kasserine sont nettement inférieures à celles des quatre couloirs les mieux notés : cette situation permet de les écarter de la décision finale.

Suite aux Consultations publiques menées dans les six gouvernorats traversés et à l'atelier de restituion final de l'étude d'APS, c'est la combinaison de couloirs 2C qui a été retenue pour être étudiée en phase d'APD.

3.2.2.2.5 Les mesures d'accompagnement pour améliorer l'utilité de la combinaison préférentielle

A l'issue de l'étude d'APS, le groupement a proposé de doubler quelques routes qui rejoignent les villes desservies, afin de de rentabiliser davantage la construction de la liaison autoroutière, qui sont :

- la RR133 entre l'échangeur autoroutier et la ville de Zaghouan.
- la RR28 entre l'autoroute et l'approche de la ville du Fahs, plus le contournement de cette ville jusqu'à la RN4 vers Siliana.

Après avoir discuté avec les différents organismes régionaux, la BEI et la DG/PC, il s'est avéré que :

- le doublement de la route RR133 est déjà en cours d'étude, et le groupement se coordonnera avec le bureau d'études responsable pour étudier le point de rencontre ;
- le doublement de la route RR28 entre l'autoroute et l'approche de la ville du Fahs, plus le contournement de cette ville jusqu'à la RN4 vers Siliana sera inclus dans le projet de tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

3.3 - Les normes techniques utilisées pour le tronçon prioritaire

Ci-après sont rappelés les principaux critères de conception proposés pour la conception de l'autoroute. Les principaux critères y figurent pour donner un aperçu général du design routier.

3.3.1 - LES NORMES TECHNIQUES DE L'INFRASTRUCTURE AUTOROUTIÈRE PRINCIPALE

3.3.1.1 - Les normes utilisées

Pour ce projet, les normes à utiliser en accord avec les Termes de Référence sont les normes tunisiennes NT et, en cas d'inexistence de ces normes, les normes françaises NFP ou européennes EUROCODE.

Les normes suivies dans la conception géométrique du présent projet sont celles définies par les Instructions sur les Conditions d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (I.C.T.A.A.L 2000) du SETRA.

La conception géométrique des rétablissements des routes nationales, régionales et locales suivra les "Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route : Aménagement des Routes Principales (sauf les autoroutes et routes express à 2 chaussées)" (circulaire du 5 août 1994) du SETRA - France.

Pour la "vitesse de référence" associée à la catégorie, le **Tableau 35** suivant présente les paramètres cinématiques qui ressortent du fait de la « vitesse de référence » associée à chacune de ces deux catégories.

Tableau 35 : Paramètres cinématiques de ces deux catégories d'autoroute

Catégories	Unité	L2	L1
Vitesse du véhicule	Km/h	110	130
Longueur de freinage d	m	105	170
Distance d'arrêt en alignement R > 5V : d1	m	160	230
Distance d'arrêt en courbe R < 5V : d2	m	80	275
Distance de visibilité de dépassement Minimale : dd	m	425	525
Normale : dD	m	625	800
Distance de visibilité de manœuvre de dépassement : dMd	m	300	400
Distance minimale de visibilité pour échangeurs et aires de repos : d	m	600	800

3.3.1.2 - Le choix de la catégorie de la nouvelle infrastructure autoroutière

Les normes suivies dans la conception géométrique des futures sections du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont celles définies par les Instructions sur les Conditions d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (I.C.T.A.A.L 2000) de SETRA, qui a remplacé l'ICTAAL 85 Instructions sur les Conditions d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (I.C.T.A.A.L 1985) du SETRA - France. Ces instructions classent les autoroutes de liaison en deux catégories à laquelle est associée à une vitesse maximale autorisée :

- L1 pour une vitesse maximale de 130 km/h, et
- L2 pour une vitesse maximale de 110 km/h.

La catégorie L1 est appropriée en région de plaine, ou en région vallonnée où les contraintes de relief sont modérées, tandis que la catégorie L2 est mieux adaptée aux sites où un relief montagneux régne sur plusieurs kilomètres, compte tenu des impacts économiques et environnementaux qu'il implique.

Le relief rencontré par le tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est en général assez plat, hormis la traversée de la Dorsale tunisienne entre El Fahs et Ennadhour qui est très vallonné. Toutefois, on a pu utiliser la catégorie L1 pour la section courante de la totalité des tracés. Il n'est pas prévu de réduire localement la catégorie et d'adopter la « L2 » dans les endroits très difficiles.

En dehors de l'Autoroute, sur les bretelles et les voies principales de raccordement au réseau routier, la catégorie retenue est L2. Le choix de cette catégorie est dicté par la nécessité d'assurer une vitesse suffisante à l'accès et à la sortie de l'Autoroute.

3.3.1.3 - L'influence de cette catégorisation sur les caractéristiques de l'autoroute

De ce choix découlent, suivant les directives de l'ICTAAL, diverses normes assez draconiennes que les géométries du tracé en plan et du profil en long de l'infrastructure autoroutière doivent respecter.

3.3.1.3.1 - Les limites à respecter pour le tracé en plan de la nouvelle infrastructure autoroutière

Les paramètres géométriques du tracé en plan de l'emprise autoroutière doivent respecter les caractéristiques limites suivantes :

	L1	L2
• Rayon minimal (Rm) ..... :	600 m	400m
• Rayon normal non déversé (Rnd) ..... :	1 000 m	650m

L'emploi de rayons supérieurs ou égaux à 1,5 Rnd est souhaitable. Des courbes circulaires de rayon modéré (< 1,5 Rnd) ne peuvent être utilisées qu'en respectant les règles d'enchaînement du tracé en plan suivantes :

- Introduire de telles courbes sur une longueur de 500 à 1.000 m à l'aide de courbes de plus grand rayon. Les courbes successives doivent satisfaire à la condition : R1<1,5R2, où R1 est le rayon de la première courbe rencontrée et R2 (< 1,5 Rnd) celui de la seconde.
- Séparer deux courbes successives par un alignement droit d'au moins 200 m, sauf pour deux courbes de sens contraire introduites par des raccordements progressifs.

Raccordements progressifs : Les courbes de rayon inférieur à 1,5 Rnd (1.500 m) doivent être introduites par des raccordements progressifs constitués par des clothoïdes. Leur longueur est égale à la plus grande des deux valeurs suivantes :

$$L = 14|d1-d0| \; ; \; L = R/9$$

Où :

- d_1 : pente transversale initiale ;
- d_0 : dévers dans la courbe ;
- R : rayon de courbure (en m).

Cette condition se traduit par les longueurs suivantes :

- Longueur de raccordement progressif au rayon R_m .....: 67 m
- Longueur de raccordement progressif au rayon R_{nd}.....:112 m
- Longueur de raccordement progressif au rayon 1,5 x R_{nd}....:167 m.

La pente transversale d'une chaussée rectiligne est déversée de 2,5% vers l'extérieur. Par contre, les chaussées des courbes de rayon inférieur à Rnd sont déversées vers l'intérieur de la courbe, la pente transversale d'une chaussée déversée variant linéairement en fonction de 1/R, entre 2,5 % pour R_{nd} et 7% pour R_m.

3.3.1.3.2 - Les limites à respecter pour le profil en long de la nouvelle infrastructure autoroutière

Les paramètres géométriques du profil en long de l'emprise autoroutière doivent respecter les caractéristiques limites suivantes :

	L1	L2
• Déclivité maximale ..... :	5 %	6%
• Rayon minimal en angle saillant (RVm) :	12 500 m	6 000 m
• Rayon minimal en angle rentrant (RVm') :	4 200 m	3 000 m

Pour les sections à faible pente transversale et les sections en déblai, on s'attache à ce que la pente du profil en long soit suffisante, au moins égale à 0,5%, pour assurer l'écoulement des eaux. Dans les zones plates très étendues cette mesure peut être remplacée par des dispositifs de drainage appropriés car son application entraînerait soit des hauteurs de remblai importantes soit un profil sinueux.

3.3.1.3.3 - La coordination du tracé en plan et du profil en long

Une géométrie convenable d'une autoroute dépend largement de la qualité de coordination du tracé en plan et du profil en long, en vue d'offrir un bon guide optique permettant à l'usager de prévoir l'évolution du tracé et la disposition des points particuliers. A ce titre, les règles suivantes doivent être respectées :

- associer un profil en long concave, même légèrement, à un rayon en plan impliquant un dégagement latéral important ;
- faire coïncider autant que possible les courbes en tracé en plan et en profil en plan puis respecter la condition : $R_{vertical} > 6\ R_{horizontal}$ pour éviter un défaut d'inflexion ;
- éviter les pertes de tracé dans la mesure où une telle disposition n'entraine pas de surcout sensible ; lorsqu'elles ne peuvent être évitées, on fait réapparaitre la chaussée à une distance de 500 m au moins, créant une perte de tracé suffisamment franche pour éviter les perceptions trompeuses.

3.3.1.3.4 - Les caractéristiques géométriques du profil transversal

Suite à la réunion tenue au cabinet du Monsieur le Ministre de l'Equipement et de l'Environnement, le profil en travers arrêté pour cette autoroute comportera 2 x 2 voies de 7,00 m :

- élargissable par l'intérieur jusqu'au Fahs, puis
- non élargissable par l'intérieur.

En section courante, le profil en travers élargissable par l'intérieur se présentera ainsi que le montre la **Figure 18** suivante :

- deux chaussées de 2 voies, de 7,00 m de largeur chacune ;
- deux bandes d'arrêt d'urgence (BAU), de 3,00 m de largeur chacune ;
- un terre-plein central (TPC) de 14,00 m de largeur comprenant :
  - ✓ deux bandes dérasées à gauche (BDG) de 1,00 m de largeur chacune, et
  - ✓ un séparateur de 12,00 m entre les BdG équipé de deux glissières de sécurité en béton (GBA).

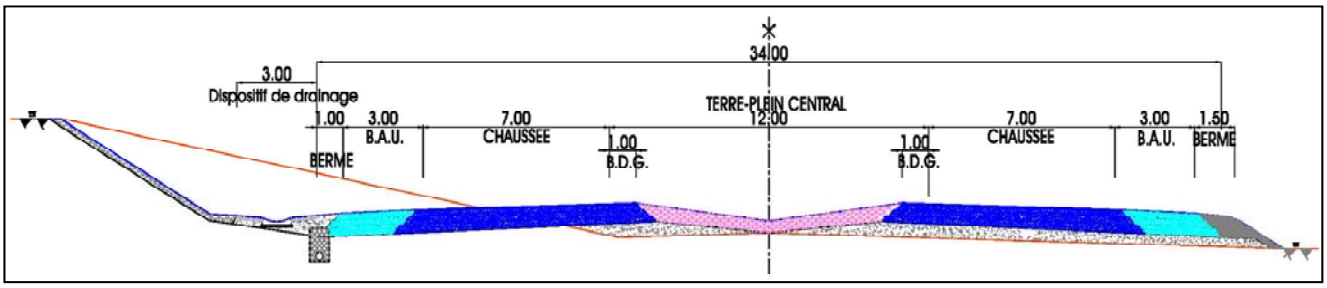


Figure 18 : Profil en travers 2 x 2 voies élargissable en 2 x 3 voies par l'intérieur

En section courante, le profil en travers non élargissable par l'intérieur se présentera quant à lui avec les mêmes caractéristiques, sauf le séparateur qui sera réduit à une largeur de 3,00 m, ainsi que le montre la **Figure 19** suivante.

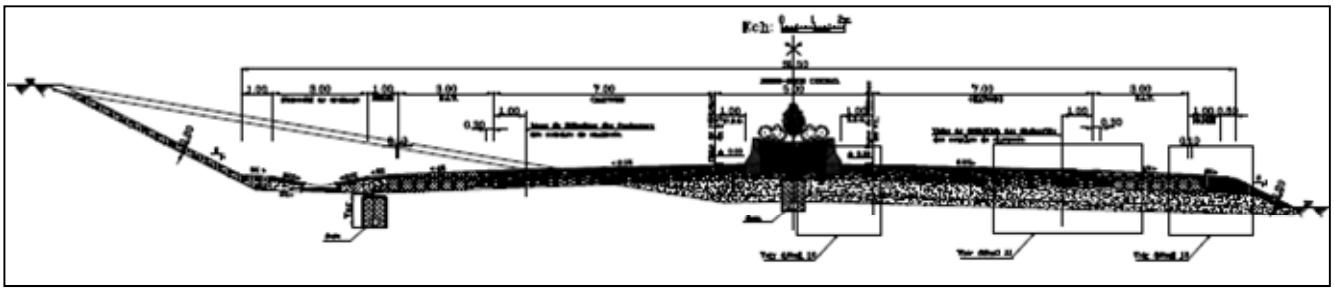


Figure 19 : Profil en travers 2 x 2 voies non élargissable par l'intérieur

Pour les profils en travers en déblai, deux dispositifs de drainage ont été considérés, dont l'utilisation dépendra du type de relief traversé et des volumes des terrassements nécessaires. En effet, il est conseillé de recourir :

- au premier dispositif, composé comme le montre la **Figure 20** suivante d'un déblai élargi de 6,00 m de largeur et 1,50 m de profondeur et comportant un fossé, pour les pentes assez raides où un déficit de remblai est constaté, à condition de ne pas changer le fonctionnement hydraulique prévu ;

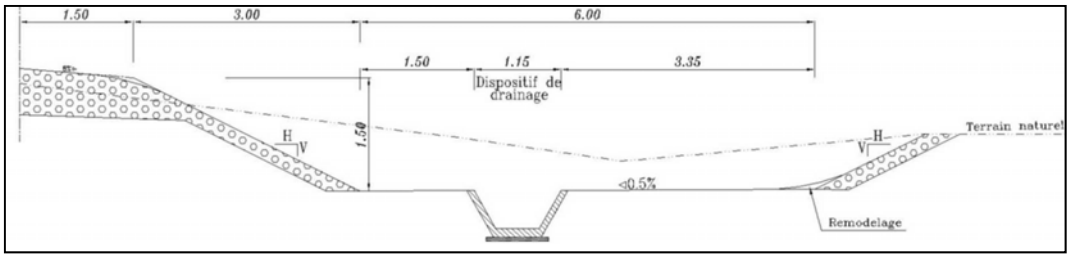


Figure 20 : Ouvrage linéaire en déblai élargi pour les portions autoroutières en déblai

- au second dispositif, composé comme le montre la **Figure 21** suivante d'une cunette bétonnée de 3,00 m de largeur, pour les zones dont le relief est assez chahuté et où la mise en place d'un déblai élargi augmenterait considérablement la largeur de l'emprise.

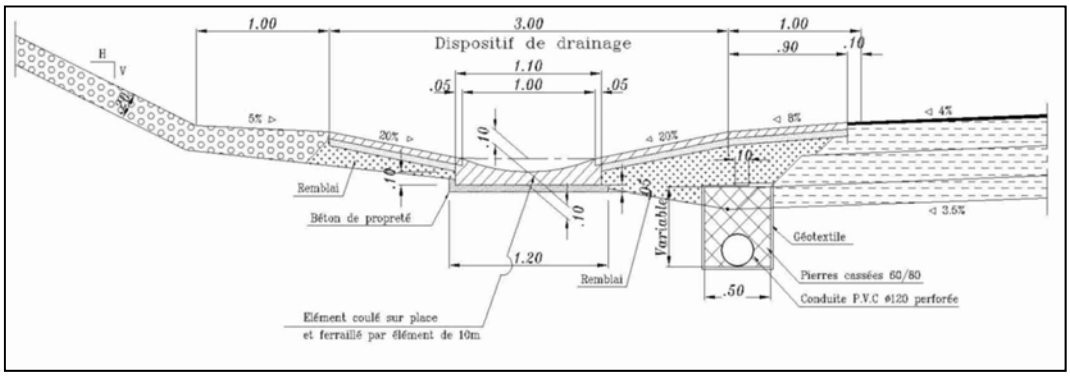


Figure 21 : Cunette revêtue pour les portions autoroutières au relief chahuté

Les alignements linéaires et les rayons non déversés ont quant à eux une pente transversale de 2,5% vers l'extérieur.

3.3.1.4 - La conception des structures de chaussée

La méthodologie suivie pour la sélection des structures de chaussée a été basée sur les hypothèses et principes indiqués dans le Catalogue des Structures Types de Chaussées Neuves, Édition 1998 du SETRA et du LCPC et validé par les calculs informatisés automatiques.

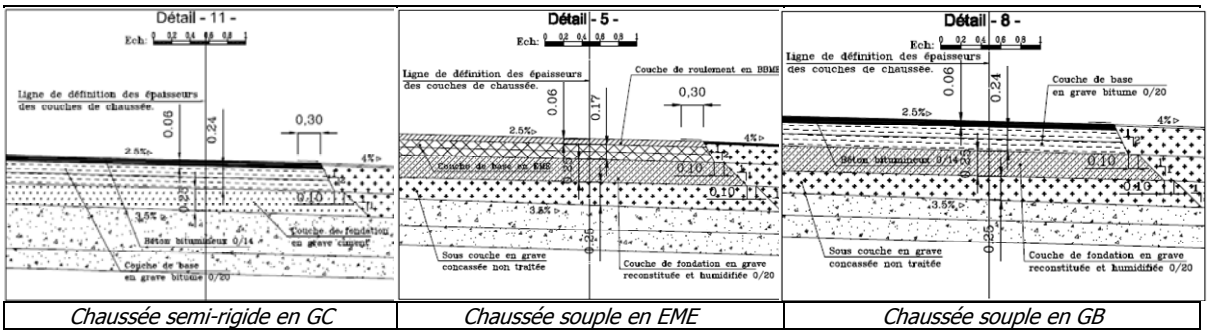
Afin de prendre les mesures nécessaires contre les risques de déformations excessives et d'orniérage par fluage à court terme des enrobés bitumineux à cause des effets des températures élevées et modules peu élevés, on a considéré une limitation de l'épaisseur totale des couches bitumineuses à une valeur maximale de 35 cm pour les trois structures de chaussées.

3.3.1.4.1 - La sélection des structures de chaussée

Outre la solution de base d'une structure semi-rigide en Grave Ciment (GC) avec sa couche de fondation traitée aux liants hydrauliques, deux types de structures de chaussée souples ont aussi été analysées car elles diminuent les besoins en produits de carrière. Il s'agit de structures souples :

- la première en Enrobé à Module Elevé (EME), avec ses couches de roulement et de base en EME et sa couche de fondation en grave concassé, et
- la seconde en Grave Bitume (GB), avec ses couches de roulement et de base en enrobé et sa couche de fondation en grave concassé

La **Figure 22** suivante présente ces trois types de structure de chaussée.



Chaussée semi-rigide en GC	*Chaussée souple en EME*	*Chaussée souple en GB*

Figure 22 : Trois structures de chaussée possibles pour le tronçon prioritaire

Cette diminution des besoins en produits de carrière étant compensée par une augmentation des besoins en matériaux de terrassement, il a semblé intéressant que cette EIES fasse l'évaluation comparative des impacts générés par :

- la mobilisation, le transport et la mise en place des matériaux de terrassement et des produits de carrière, et
- par le transport et la mise en place de ces couches de chaussée pour ces trois types de structures de chaussée.

3.3.1.4.2 - Les données utilisées pour le dimensionnement des structures de chaussée

Pour le dimensionnement des structures de chaussées, on a utilisé une méthode analytique rationnelle par la modélisation des structures de chaussée à l'aide du logiciel ALIZE. Ce logiciel permet en effet le calcul des contraintes-déformations dans les couches de chaussée et dans la plate-forme support de chaussée sous l'action de l'essieu de référence de 130 KN.

On s'est également appuyé sur le Guide Technique «Conception et Dimensionnement des Structures de Chaussées» (SETRA /LCPC, Décembre 1994). Les facteurs pris en compte pour le dimensionnement des chaussées ont donc été les suivants :

- le trafic,
- l´environnement climatique,
- la plate-forme support de chaussée, et
- les matériaux de chaussée.

Les valeurs des sollicitations admissibles dans les couches de chaussée et dans la plate-forme support de chaussée ont été déterminées à partir des caractéristiques du comportement des matériaux, du trafic cumulé et du risque de calcul. Un coefficient multiplicateur de calage a été introduit pour corriger les écarts entre les prévisions tirées de la démarche de calcul et l'observation du comportement des chaussées. Compte tenu de la classe de route et du volume de trafic, on a retenu :

- pour les matériaux bitumineux un risque :
  - ✓ de 5,0% avec un trafic TC5, et
  - ✓ de 10,0% avec un trafic TC4 ;
- pour les matériaux traités aux liants hydrauliques un risque :
  - ✓ de 5,0% avec un trafic TC5 ;
  - ✓ de 7,5% avec un trafic TC4.

3.3.2 - LES NORMES TECHNIQUES DES ANNEXES DE L'INFRASTRUCTURE

3.3.2.1 - Les caractéristiques géométriques des voies de raccordement avec le réseau routier

Pour les bretelles des voies de raccordement avec le réseau routier, la catégorie retenue pour ces voies est L2, correspondant à une vitesse de référence de 110 Km/h. Leur aménagement doit donc répondre aux normes géométriques suivantes :

- Dévers maximal .....: 7% ;
- Rayon minimal (Rm).....: 400m ;
- Rayon minimal non déversé (Rnd) .....: 650m ;
- Rayon au dévers minimal (Rdm).....: 975m ;
- Dévers associé à Rdm.....: 2,5 % ;
- Longueur de raccordement progressif au rayon Rm.....: 133m ;
- Longueur de raccordement progressif au rayon Rnd.....: 73m ;
- Longueur de raccordement progressif au rayon 1,5 Rnd : 108m ;
- Déclivité maximale en rampe.....: 5% ;
- Déclivité maximale en pente.....: 6% ;

- Rayon minimal en angle saillant (RVm) ..... : 6 000m ;
- Rayon minimal en angle rentrant (RVm') ..... : 3 000m.

Pour la coordination tracé en plan - profil en long, les règles ci-dessus indiquées restent valables.

3.3.2.2 - Les caractéristiques des échangeurs

Le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été traitée en tant qu'autoroute à péage en système fermé, deux types d'échangeurs seront prévus :

- pour la connexion à la rocade du Grand Tunis et au niveau de la bifurcation de l'axe de l'autoroute au niveau de Jelma, deux nœuds à grande vitesse seront aménagés ;
- pour les dessertes des différentes villes, des diffuseurs de type trompette seront aménagés, car ce sont les échangeurs les mieux adaptées au système de péage fermé.

3.3.2.2.1 –Les caractéristiques des échangeurs de type autoroutier

Les caractéristiques géométriques des échangeurs de type autoroutier correspondent à une vitesse de référence de 90km/h.

Toutefois, la connexion de direction Sud-Est entre la rocade et l'autoroute au niveau du nœud de liaison avec la Rocade de Tunis a été dimensionnée pour une vitesse de référence de 70 km /h, du fait du manque d'espace disponible.

3.3.2.2.2 Les caractéristiques des échangeurs de type trompette

Les échangeurs prévus ont été conçus en prenant en compte l'aspect d'exploitation de la mise à péage de l'autoroute. En effet, la mise a péage impose de rechercher la géométrie des échangeurs la plus à même de faciliter ce service, tant à la construction qu'à l'exploitation par la suite, en cherchant à minimiser le coût d'investissement des équipements de péage et économiser l'aménagement des gares tout en limitant leur nombre.

Le principe d'aménagement consiste à décaler l'implantation de l'échangeur par rapport à la route d'échange et d'adopter un aménagement en trompette avec voie de rabattement. Dans ce cas, une seule gare de péage est prévue, comme le montre la **Figure 23** suivante.

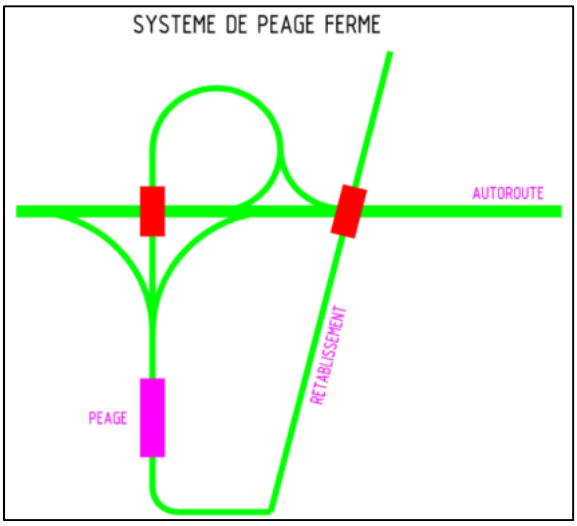


Figure 23 : Diffuseur type trompette

Ces échangeurs seront aménagés au niveau des routes importantes qui desservent les villes traversées et seront espacés d'une distance moyenne de 25 km. Les caractéristiques géométriques adoptées pour les branches des nœuds sont :

- pour les branches à une voie, égales aux caractéristiques des bretelles des diffuseurs, et
- pour les branches à deux voies, elles sont égales à celles de la pleine voie pour la catégorie L2, déjà présentées.

Dans ce dernier cas des branches à deux voies, on peut réduire les rayons horizontal et vertical aux valeurs suivantes :

- rayon minimal (R_m) ..... : 240 m ;
- rayon minimal en angle saillant ..... : 2 700 m ;
- rayon minimal en angle rentrant ..... : 1 900 m.

Les caractéristiques géométriques adoptées pour les diffuseurs de type trompette sont en cohérence avec les indications de l'ICTAAL. C'est ainsi que:

- les valeurs limite des rayons des diffuseurs, mesurées au bord intérieur de la chaussée sont les suivantes :
  - ✓ rayon minimal en boucle (Rm) ..... : 40 m ;
  - ✓ rayon minimal en sortie ..... : 100 m ;
  - ✓ rayon maximal conseillé en boucle ..... : 60 m ;
  - ✓ rayon minimal non déversé ..... : 300 m ;

- les courbes sont raccordés par des clothoïdes de longueur au moins égale à la plus grande des deux valeurs :

$$L=6\ R^{0.4} \text{ et } L=7\ |\ \Delta\ \delta\ |$$

où :

- ✓ R est le rayon de courbure (en m), et
- ✓ $\Delta \delta$ la différence des pentes transversales (en %)l

- les valeurs limites à utiliser pour le profil en long des bretelles sont les suivantes:
  - ✓ déclivité maximale ..... : 6,0% ;
  - ✓ rayon minimal en angle saillant ..... : 1 500 m ;
  - ✓ rayon minimal en angle rentrant ..... : 800 m.

Le profil en travers aura :

- ✓ une chaussée de 3,50 m pour les voies unidirectionnelles et deux chaussées de 7,00 m (une chaussée par sens avec 1 voie de 3,50 m) pour les voies bidirectionnelles ;
- ✓ une bande dérasée de droite (BDD) de 1,00 m ;
- ✓ une bande dérasée de gauche (BDG) de 0,50 m.

Les courbes de rayon inférieur à 100 m auront une sur largeur de 50 /R par voie.

Les voies d'insertion auront une section d'accélération dimensionnée en fonction de la vitesse de la bretelle et de la pente de l'autoroute, une section de manœuvre de 200 m et un biseau de 75 m.

Le dispositif de sortie aura une section de manœuvre en biseau avec 150 m et une section de décélération dimensionnée en fonction de la vitesse de la bretelle et de la pente de l'autoroute.

3.3.2.3 - Les caractéristiques des rétablissements

On a vu qe le tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa interceptera le réseau d'infrastructures existant. Selon l'importance de la route à rétablir, nous prévoyons deux profils en travers :

- les rétablissements des Routes Nationales (RN) et des routes régionales (RR) et locales (RL), qui ont une vocation de liaison importante, auront un profil en travers constitué d'une chaussée de 7,00 m de largeur, de deux accotements de 2,00 m chacun, de deux bermes de 0,50 m de largeur et de deux arrondis de talus de 0,50 m ;
- les rétablissements des routes moins importantes et des pistes rurales auront un profil constitué d'une chaussée de 6,00 m de largeur, de deux accotements de 2,00 m chacun, de deux bermes de 0,50 m de largeur et de deux arrondis de talus de 0,50 m.

3.3.2.4 – L'aménagement des gares de péage

3.3.2.4.1 - Le type de péage à prendre en compte

Une autoroute à péage peut adopter plusieurs systèmes de péage, pouvant être groupés essentiellement en :

- système de péage fermé, et
- système de péage ouvert.

Pour le cas de l'ensemble de la desserte autoroutière de Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa, le système fermé a été défini dans les termes de références. Il est décrit à la suite.

- Dans ce système de péage, l'usager paye un montant proportionnel à la distance effectuée sur la section payante de l'autoroute. Il rencontre sur son parcours autoroutier deux gares de péage.
- La première barrière de péage correspond à la prise du ticket. Elle est rencontrée en entrée d'autoroute ou sur l'autoroute elle-même par une barrière dite de pleine voie.
- La seconde barrière de péage correspond au paiement du péage. Elle est rencontrée en sortie d'autoroute ou sur l'autoroute elle-même par une barrière dite de pleine voie.
- Dans ce système, une barrière pleine voie est mise en place à chaque extrémité de la section à péage. Ce système peut s'étendre sur plusieurs autoroutes et peut appartenir à plusieurs sociétés concessionnaires d'autoroutes en même temps.

Ce système présente l'avantage de permettre la connaissance exacte des points d'entrés et de sorties de chaque véhicule empruntant l'autoroute, ainsi que la distance parcourue sur l'autoroute. Ceci permet donc de répercuter à l'usager la distance réelle parcourue, ou tout autre montant en fonction des points d'entrés et de sorties, de façon à favoriser certains parcours, ou même de permettre que certains parcours soient gratuits.

La **Figure 24** suivante représente un exemple extrêmement simplifié de système de péage fermé, pour une autoroute munie d'un seul échangeur, mais le même principe peut s'appliquer à n'importe quel nombre d'échangeurs :

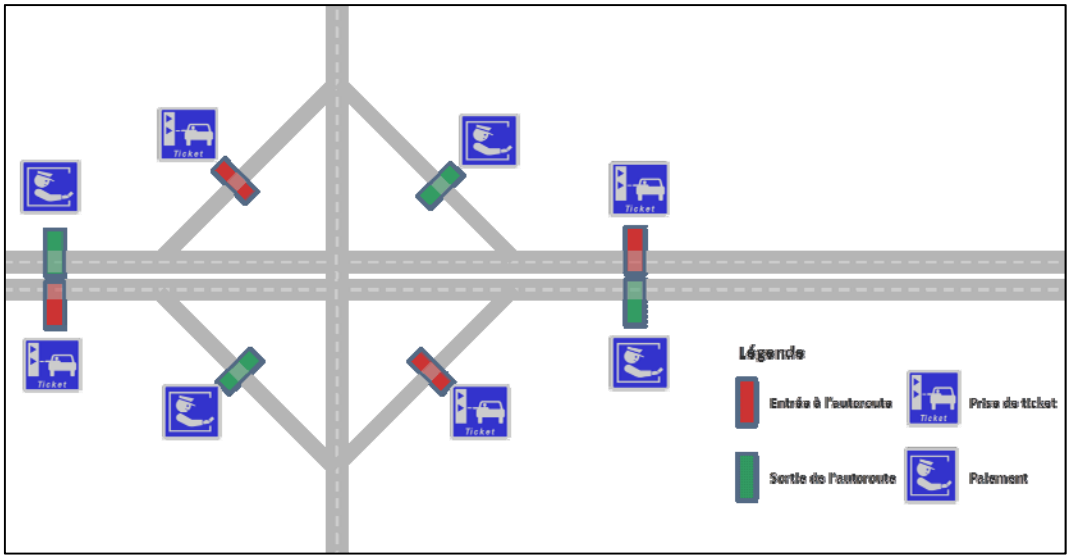


Figure 24 : Système de péage fermé

3.3.2.4.2 – Les moyens de paiement

Aucun systèmes de télépéage n'étant prévu, les moyens de paiement du péage sur l'autoroute sont manuels, et requièrent donc un arrêt tant à l'entrée qu'à la sortie de l'autoroute, aussi bien pourun paiement en liquide que pour un paiement par carte.

3.3.2.4.3 – Le dimensionnement des gares de péage

Les paramètres employés pour le dimensionnement des gares de péage ont été les suivants :

- le trafic considéré pour le calcul du nombre de gares, qui correspond à une croissance annuelle du PIB tunisien de 4%, est :
  - ✓ pour la gare de péage de Jelma, le trafic total pour Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa en section courante en 2027, au milieu de la période d'analyse, ce qui suppose que la construction de la deuxième tranche se fera aux alentours de l'année 2027 ;
  - ✓ pour les autres gares de péage, le TJMA en 2037 à la fin de la période d'analyse ou en 2027 au milieu de la période d'analyse.
- le débit horaire maximum sur une voie de péage manuel permettant de garantir une circulation fluide est :
  - ✓ en entrée, autour de 350 véh /heure, et
  - ✓ en sortie, autour de 150 véh/heure.
- la pointe horaire correspond à 8,5% du TJMA en moyenne ;
- la pointe annuelle pour le dimensionnement est estimé à 40%.

Pour chaque gare de péage située sur un des échangeurs prévus, le calcul a fourni les résultats suivants :

- le TJMA dans les 2 sens à la gare de péage ;
- le débit horaire sur le sens le plus chargé à la gare de péage ;
- le nombre de voies théoriques par sens ;
- le nombre de voies retenus par sens.

Indépendamment des résultats de l'analyse de capacité des voies de péage et du dimensionnement qui en dérive, il est recommandé de prévoir sur tous les échangeurs un minimum de 4 voies de péage, pour disposer de deux voies à chaque sens en prévision d'une possible avarie sur une des voies.

Le groupement a recommandé de commencer par construire les gares de péage sur le dimensionnement du trafic en 2027. En effet, il sera toujours possible d'implanter dans le futur des systèmes de péage automatique qui permettront d'écouler des débits de trafic plus importants sur le même nombre de voies de péage.

3.3.2.4.4 - L'implantation des gares de péage

Il sera suffisant de placer des gares de péage en pleine voie à chaque extrémité de l'Autoroute, et sur chaque échangeur.

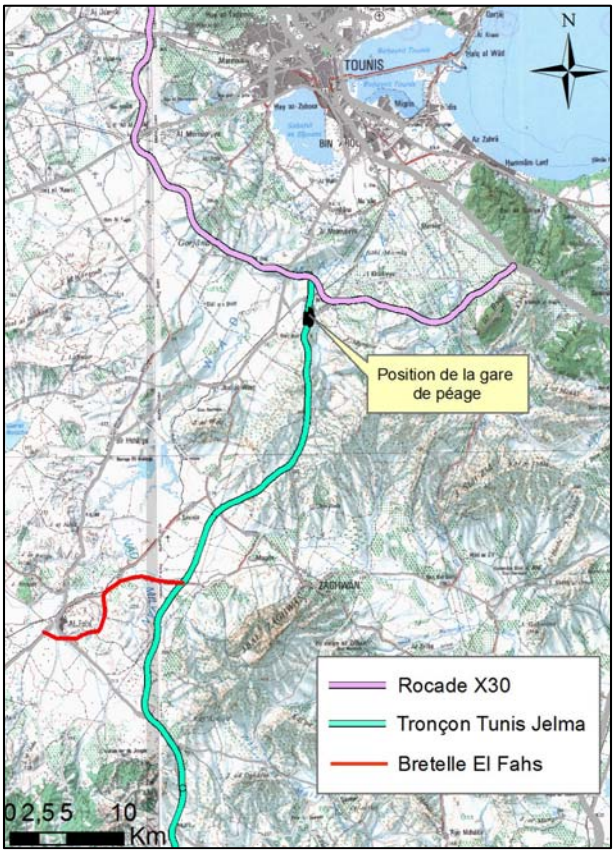
3.3.2.4.4.1 – L'implantation de la gare de péage d'entrée en pleine voie

L'implantation de la gare de péage en pleine voie à l'entrée du tronçon autoroutier prioritaire Tunis-Jelma après l'échangeur de la rocade X30 a obéi aux conditions suivantes :

- la pente longitudinale y est inférieure à 1% ;
- le relief du terrain y est modéré afin de minimiser les terrassements ;

- l'accès par le réseau de routes locales y est facile.

Cette gare de péage en pleine voie de Tunis a été implantée au PK 4+560 de la nouvelle infrastructure autoroutière, comme le montre la **Carte 10** suivante.



Carte 10 : Position de la gare de péage en pleine voie de Tunis

L'échangeur de Jelma servira provisoirement de gare de péage de fin du nouveau tronçon autoroutier prioritaire Tunis-Jelma, en attendant la mise en service des tronçons restants Jelma-Kasserine et Jelma-Gafsa.

3.3.2.4.4.2 -La disposition des gares de péage sur les échangeurs

Comme le montre la **Figure 25** suivante, les gares de péage des échangeurs trompettes, qui correspondent à la configuration la plus adaptée pour ce type de péage en optimisant l'emplacement des gares de péages et en minimisant la surface nécessaire, sont implantées aux niveaux des voies bidirectionnelles.

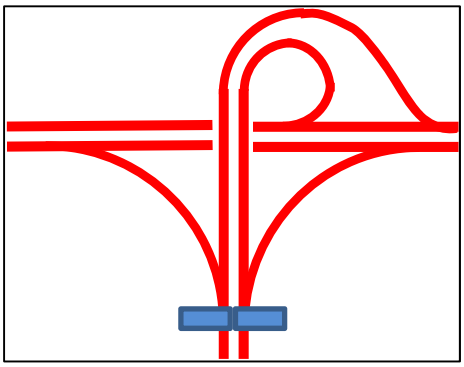


Figure 25 : Position de la gare de péage d'un échangeur de type trompette

Cette configuration permet de concentrer l'emplacement des gares de péages, indépendamment de la provenance des véhicules.

3.3.2.5 – L'aménagement des aires de repos

3.3.2.5.1 – Le choix des sites d'implantation

Chaque aire de repos se développe en deux aires, une de chaque côté de l'autoroute. Pour l'espacement entre les aires on a considéré des inter-distances d´environ 50 km entre deux installations successives.

L'implantation doit respecter les normes de l'ICTAAL. On présente ci-après un résumé des aspects principaux, y inclus :

- Implantation : il convient de ne pas implanter la bretelle d´entrée sur l'aire en début du rayon extérieur.
- Visibilité : les distances minimales à assurer au sol (VR 120 km/ h)- (800m).
- Interférences avec d'autres points singuliers de l´autoroute : ces aires ne doivent pas être associées à d'autres équipements annexes de l´autoroute. En plus une distance maximale de 1000 m doit être réservée avec toute autre point singulier de l'autoroute (biseau d´entrée et sortie), y inclus les voies supplémentaires pour véhicules lents (début et fin).

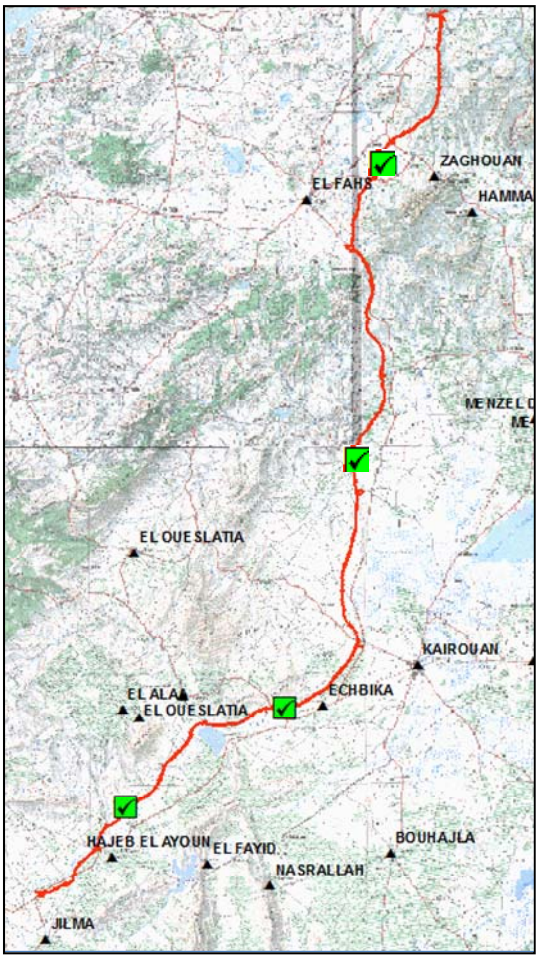
D'autres contraintes sont aussi prises en compte, notamment les terrassements, les réseaux divers, le raccordement à la voirie locale, les contraintes environnementales, etc.

3.3.2.5.2 L'implantation retenue pour les quatre aires de repos

L'implantation des aires de repos est proposée aux PK indiqués dans le **Tableau 36** suivant et visualisés dans la **Carte 11** suivante.

Tableau 36 : Implantation des aires de repos

AIRE N°	Designation	PK	Distance en Km
1	Zaghouan-El Fahs	30+200	30,200
2	Sbikha	82+320	52,120
3	Chbika	131+760	49,440
4	Hajeb El Ayoun	165+360	33,600
			11,240



Carte 11 : Implantation des aires de repos

3.4 – La conception des ouvrages d'art

La construction d'une liaison autoroutière requiert la réalisation d'un certain nombre d'ouvrages d'art afin de déniveler les conflits éventuels (route-route ou route-rail) ou encore de franchir les obstacles rencontrés sur le tracé de l'autoroute (brèche, cours d'eau…). On peut classer les ouvrages en deux grands groupes, par les fonctions qu'ils assurent :

- les ouvrages de rétablissement des communications, qui sont des ponts ou des tunnels sous l'emprise permettant de rétablir les routes et pistes que croise l'autoroute ;

- les ouvrages hydrauliques, qui permettent de maintenir les écoulements vers l'aval des cours d'eau ou des brèches que la plateforme autoroutière intercepte.

3.4.1 - LES OUVRAGES DE RETABLISSEMENT DES COMMUNICATIONS TOUS LES 2,5 KM AU MAXIMUM

3.4.1.1 - Les types d'ouvrage de retablissement des communications

Les rétablissements des communications nécessitent la construction d'ouvrages pour traverser le nouveau tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Ces ouvrages sont des ponts qui permettent de franchir l'autoroute soit par le dessus et ils sont appelés Passages Supérieurs, soit par le dessous et ceux sont des Passages Inférieurs.

Selon l'importance et les caractéristiques de la route à rétablir, on distingue dans chacune de ces deux catégories plusieurs types d'ouvrages.

3.4.1.1.1 – Les passages supérieurs

Trois types de passages supérieurs ont été prévus retenus pour le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- Les passages supérieurs type 1 (PS 1) qui rétablissent des voies importantes (RN, RR, RL et les routes d'accès aux échangeurs). Le tablier de ces ouvrages offre une chaussée de 8,00 m de largeur totale comprenant deux voies de 3,50 m et des surlargeurs de 0,50 m de part et d'autre et supporte deux trottoirs de 1,25 m de largeur chacun ;
- Les passages supérieurs type 2 (PS 2) enjambent l'autoroute pour rétablir les autres pistes. Le tablier de ce type d'ouvrage offre une chaussée de 7,00 m de largeur totale comprenant deux voies de 3,00 m et des surlargeurs de 0,50 m de part et d'autre et supporte deux trottoirs de 0,75 m de largeur chacun ;
- Les passages supérieurs type (PS double) sont des ouvrages à double tablier, où chaque demi-ouvrage supporte une chaussée de 7,00 m, une bande dérasée de gauche et une surlargeur de 0,50 m et un trottoir de 1,25 m de largeur.

Le gabarit en hauteur dégagé sous les passages supérieurs est de 5,00 m. Le gabarit dégagé en largeur tient compte d'un éventuel élargissement de l'autoroute à deux fois trois voies.

Le trottoir est bordé par une glissière de sécurité côté chaussée et par un garde-corps côté extérieur fixé sur la corniche. Du côté de la BDG, est prévue une glissière de sécurité fixée sur une longrine bordant le tablier. Les deux demi-ouvrages sont séparés par un vide central surmonté d'une couverture en caillebotis.

3.4.1.1.2 – Les passages inférieurs

Trois types de passages inférieurs ont été retenus pour le tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- un type de PIVF pour les franchissements de voies ferrées dont l'ouverture droite est de 10,50 m et le gabarit est à 6,00 m de hauteur et de 3,00 m largeur entre nus des voiles et les axes des voies, l'entraxe des deux voies ferrées étant également de 4,50 m, et
- deux types de PI pour les franchissements de routes et de pistes :

- ✓ les passages inférieurs de type 1 (PI 1) pour le rétablissement des voies principales (RN, RR), et qui comprennent une chaussée de deux voies de 3,50 m chacune, deux surlargeurs de 0,50 m chacune et deux trottoirs de 2,50 m chacun, pour une ouverture adoptée de 13,00 m avec un gabarit en hauteur de 5,00 m. Ces ouvrages .
- ✓ les passages inférieurs de type 2 (PI 2) pour les autres rétablissements routiers comprennent une chaussée de deux voies de 3,00 m chacune, deux surlargeurs de 0,50 m chacune, deux trottoirs de 2,00 m chacun, pour une ouverture adoptée de 11,00 m avec un gabarit en hauteur de 5,00 m.

Longitudinalement, chaque demi-ouvrage supporte une chaussée de 7,00 m, une bande d'arrêt d'urgence et une bande dérasée de gauche. Du côté de la BAU, il est prévu un trottoir bordé par une glissière de sécurité côté chaussée et par un garde-corps côté extérieur, la glissière est fixée sur une longrine non scellée, le garde-corps est fixé sur la corniche.

Du côté de la BDG, est prévue un GBA fixée sur une longrine bordant le tablier. Les deux demi-ouvrages sont séparés par un vide central surmonté d'une couverture en caillebotis.

3.4.1.2 - La structure de ces ouvrages de rétablissement

3.4.1.2.1 - La structure des passages supérieurs

Les structures les plus appropriées à ce type d'ouvrages de moyenne envergure sont les ponts-dalles en béton armé, les ponts dalles en béton précontraint, les ponts à poutres en béton armé et les ponts à poutres en béton précontraints.

Etant donné que les ponts-dalles offrent une meilleure esthétique que les ponts à poutres et que les travaux seront réalisés hors circulation et par conséquent sans difficultés pour mettre en place les étaiements, la solution "pont-dalle" devient plus compétitive que la solution "pont à poutres".

L'élancement relativement faible de la dalle constitue un avantage, surtout dans le cas où le profil du rétablissement est totalement en remblai, dans la mesure où il permet d'obtenir le profil en long le moins haut et le moins long possible. Il est donc logique d'éliminer d'emblai la solution "pont à poutres".

Tous les passages supérieurs seront donc conçus en ponts dalles en béton précontraint à travées continues à deux travées.

3.4.1.2.1.1 - La coupe longitudinale des passages supérieurs

L'autoroute est projeté à 2x2 voies non élargissable par l'intérieur, c'est-à-dire avec un TPC qui sera réduit à 5 m. Toutefois, et afin de prévoir l'élargissment futur de l'autoroute par l'extérieur, la solution de ponts dalle à deux travées de portée droite égale à 22 m en béton précontraint à s'avère la solution la plus intéressante. Cette solution assure l'élargissement de l'autoroute sans reprise des ouvrages d'art.

La portée droite des ouvrages retenue est donc égale à 22,00 m, valeur découlant du gabarit autoroutier sous les passages supérieurs après élargissement futur à 2x3voies,.

3.4.1.2.1.2 – La coupe transversale du tablier des passages supérieurs

La coupe transversale retenue pour l'ensemble des ouvrages est celle dite "à encorbellement simple". Cette solution convient en général pour des ouvrages droits ou admettant un biais géométrique modéré, compris entre 70 et 130 grades.

Les épaisseurs retenues pour les tabliers varient dans les cas courants de 0,80 à 1,00 m. Le **Tableau 37** suivant donne l'épaisseur du tablier à l'axe de l'ouvrage en fonction du type d'ouvrage et de son biais.

Tableau 37 : Epaisseur des tabliers

Biais	70 ou 130Gr	80 ou 120 Gr	90 ou 110 Gr	100 Gr
PS1 - Dévers en toit	0,95	0,90	0,85	0,85
PS1 - Dévers unique	0,90	0,85	0,80	0,80
PS2 - Dévers en toit	1,00	0,90	0,85	0,85
PS2 - Dévers unique	0,95	0,85	0,80	0,80

La largeur droite de l'intrados du tablier est fixée à 8,00 m pour les passages supérieurs de type 1, et à 6,00 m pour les passages supérieurs de type 2.

L'encorbellement est fixé à 1,35 m. L'épaisseur du bord de la dalle est fixée à 20 cm pour les deux types de PS. Le tablier est posé sur chaque appui par l'intermédiaire d'appareils d'appui en élastomère fretté.

3.4.1.2.2 - La structure des passages inférieurs

Du fait que la plate-forme de la route projetée est relativement large, les structures les plus adaptées et les plus compétitives sont celles qui utilisent les murs en ailes. La structure "portique ouvert" a été retenue pour ce type d'ouvrage, avec :

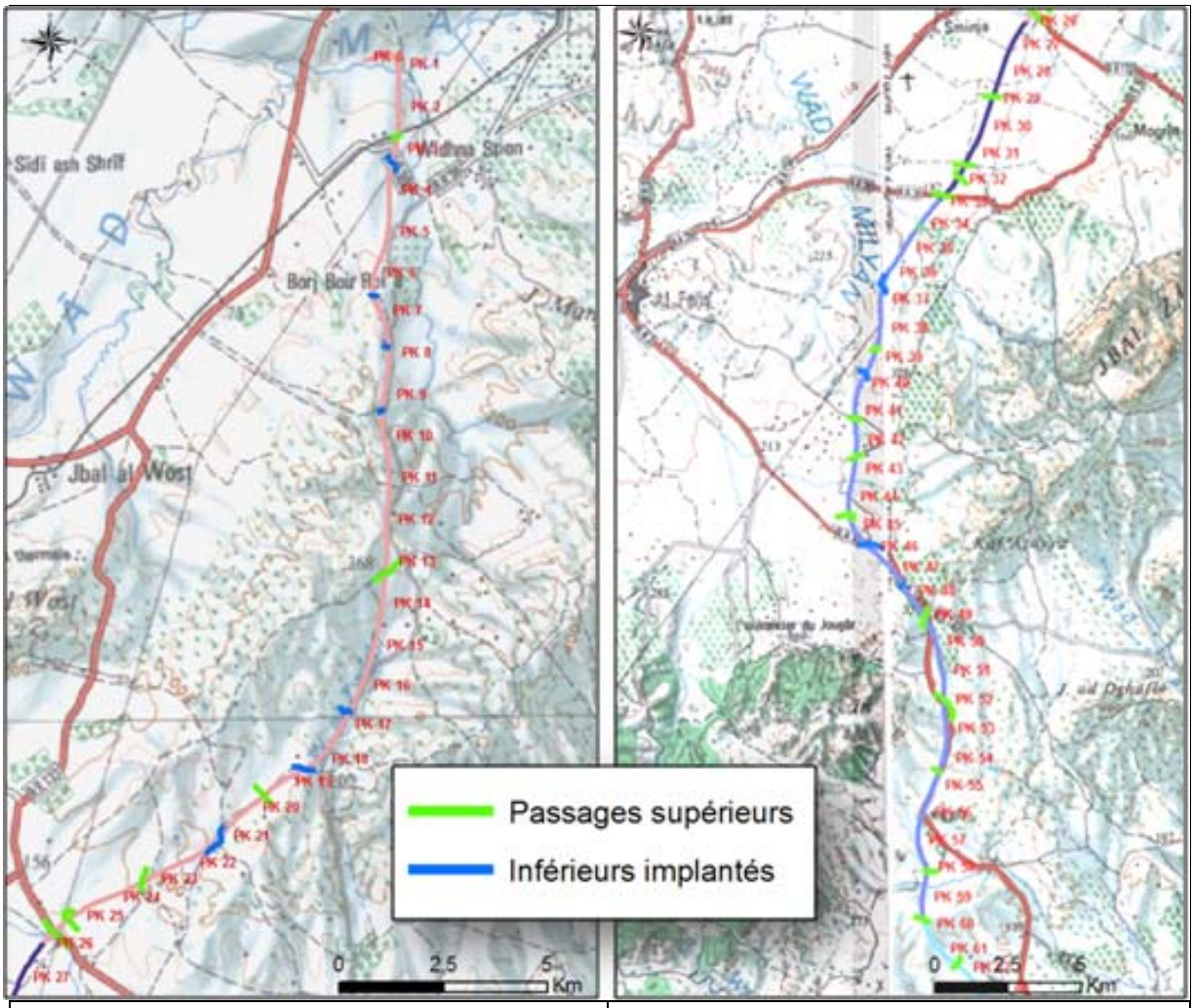
- pour les passages inférieurs de type PIVF et de type 2, des portiques ouverts conçus avec une traverse et des piédroits de 45 cm d'épaisseur, des semelles de 60 cm d'épaisseur, et des goussets entre traverse et piédroits de 1,00x0,30 m ;
- pour les passages inférieurs de type 1, des portiques ouverts conçus avec une traverse et des piédroits de 50 cm d'épaisseur, des semelles de 60 cm d'épaisseur, et des goussets entre traverse et piédroits de 1,00x0,30 m ;

Les piédroits des passages inférieurs sont munis de corbeaux d'appui pour les dalles de transition.

Les murs en ailes sont conçus avec une épaisseur en tête de 0,25 m et un fruit côté terre de 5%. L'épaisseur de la semelle est variable, elle est sensiblement égale à l'épaisseur obtenue à la base du voile, ses dimensions en plan varient linéairement en fonction de la hauteur du mur.

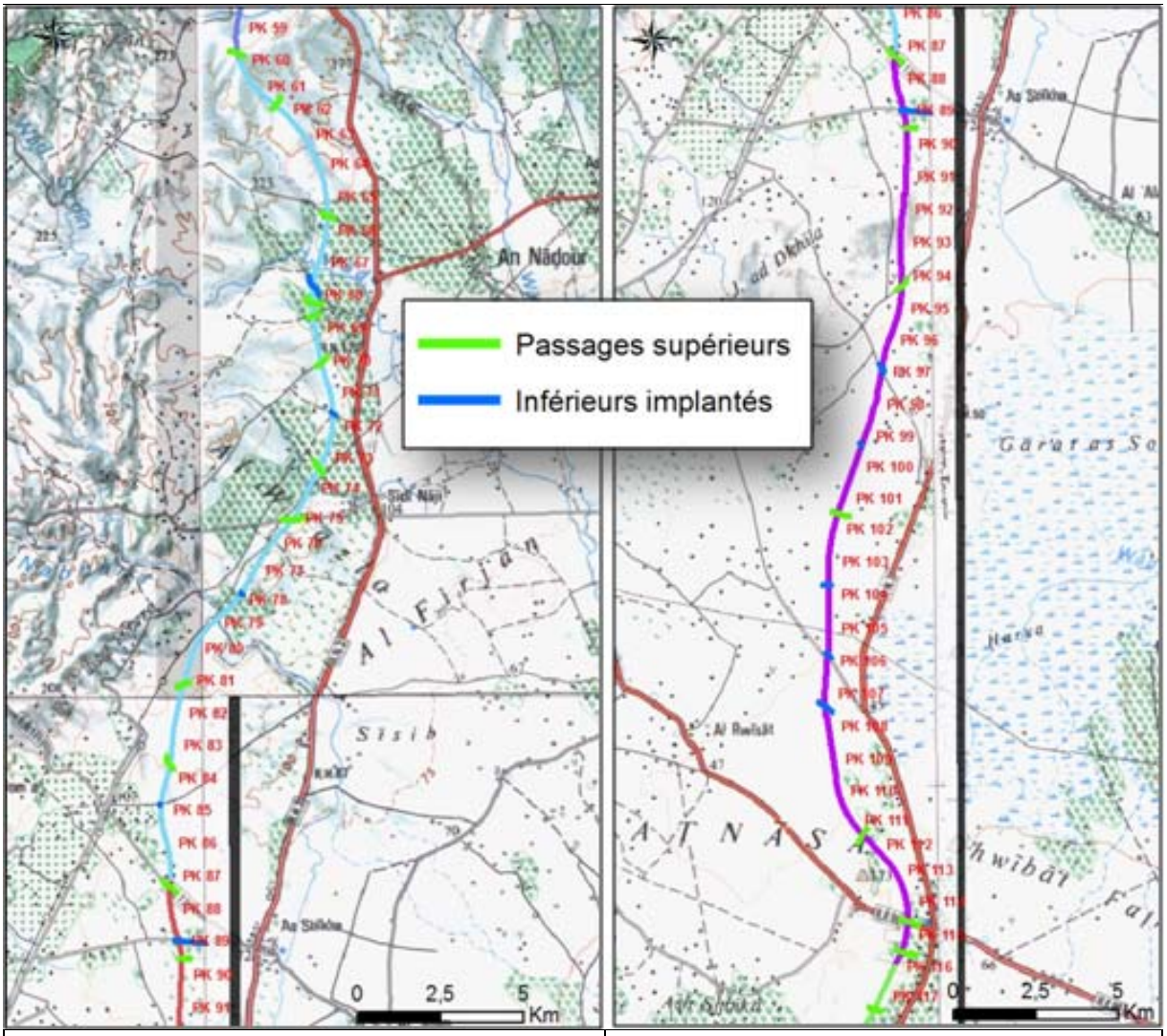
3.4.1.3 – La localisation retenue pour ces ouvrages de rétablissement

66 passages supérieurs et 21 passages inférieurs ont été prévus tout au long de la platefome du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour permettre aux populations riveraines et à leurs troupeaux de traverser en toute sécurité cette plateforme autoroutière et éviter tout effet de coupure pour le milieu agro-pastoral situé de part et d'autre de cette plateforme, comme le montrent les **Carte 12** à **Carte 15** suivantes.



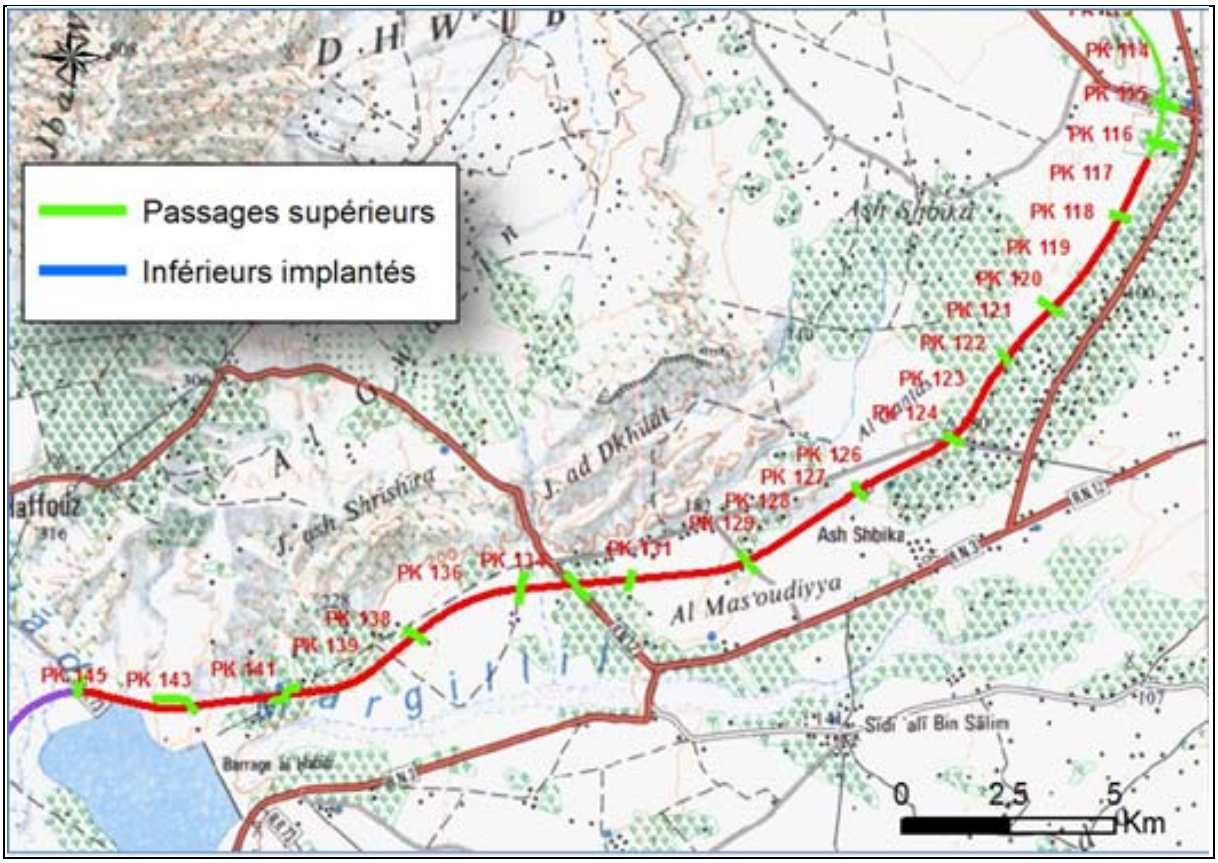
Lot n°1	*Lots n°2 et 3*

Carte 12 : Passages supérieurs et inférieurs implantés le long des lots n°1, 2 et 3 par section de tracé

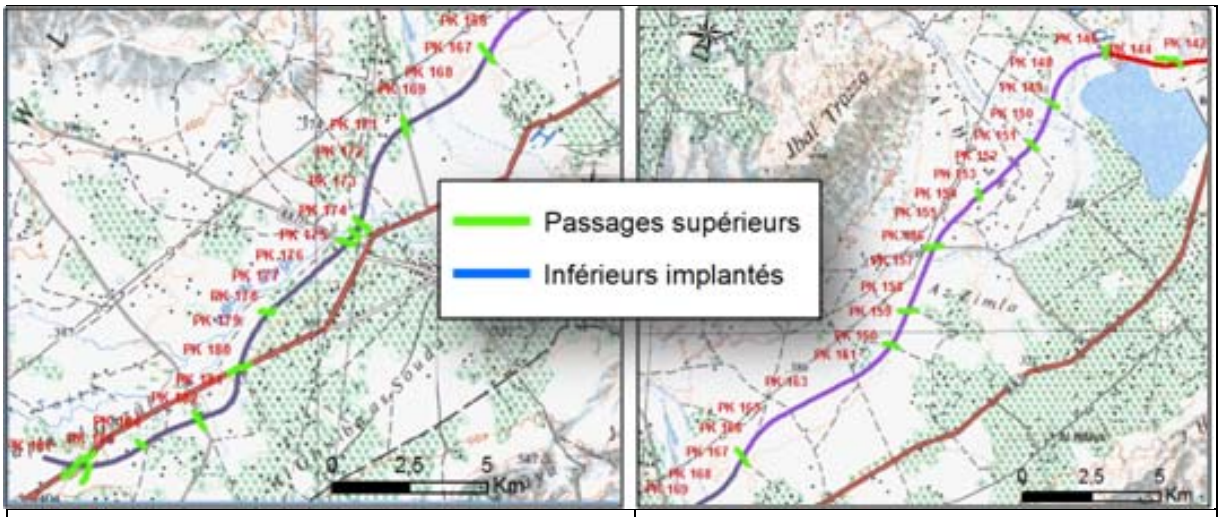


Lot n°4	Lot n°5

Carte 13 : Passages supérieurs et inférieurs implantés le long des lots n°4 et 5 par section de tracé



Carte 14 : Passages supérieurs et inférieurs implantés le long du lot n°6 par section de tracé



Lot n°7	*Lot n°8*

Carte 15 : Passages supérieurs et inférieurs implantés le long des lots n°7 et 8 par section de tracé

3.4.2 – LES OUVRAGES HYDRAULIQUES DU TRONÇON PRIORITAIRE TUNIS-JELMA

Les ouvrages hydrauliques sont classés en deux catégories :

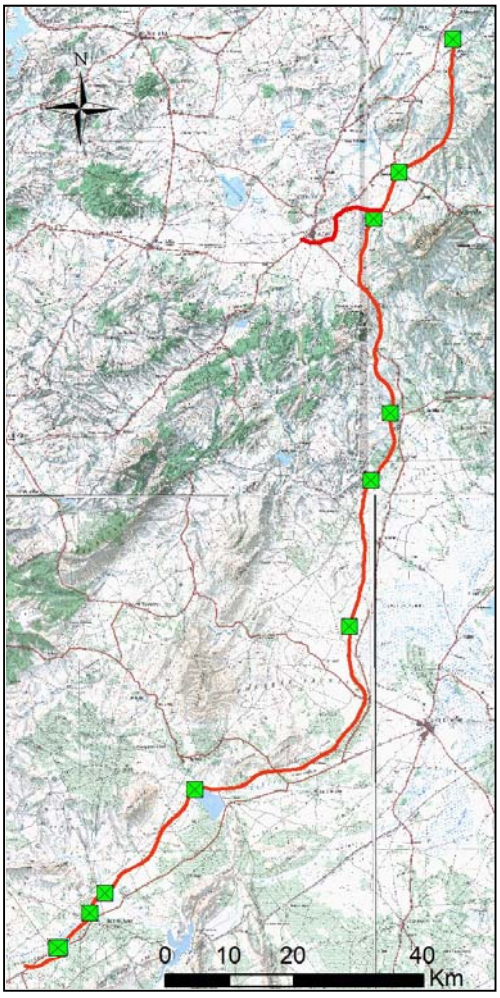
- les grands ouvrages, constitués de tabliers à poutres en béton armé ou en béton précontraint à travées indépendantes ou de ponts en caisson poussé ;
- les dalots, constitués de cadres simples ou multiples fermés en béton armé.

3.4.2.1 - Les Grands Ouvrages Hydrauliques

Quand la solution dalot n'est pas envisageable, ce qui correspond à neuf franchissements de lit de grands oueds entre Tunis et Jelma, l'ouvrage de rétablissement est constitué de deux ponts, un pour chaque sens de circulation.

3.4.2.1.1 – La localisation des dix Grands Ouvrages Hydrauliques du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

La **Carte 16** suivante localise ces dix ponts qui vont être édifiés le long de la nouvelle infrastructure autoroutière.



Carte 16 : Localisation des dix ponts édifiés le long du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

3.4.2.1.2 - Le choix de la structure des dix Grands Ouvrages Hydrauliques

Quatre variantes de structure ont été envisagées pour les grands ouvrages hydraulique de ce projet, dont la note technique n°5 a fait l'étude comparative : des ponts à poutres isostatiques en béton armé, à poutres précontraintes par post-tension (VIPP), à poutres précontraintes par fils adhérents (PRAD) et en caissons poussés.

Cette étude comparative a permis de relever les avantages et ces inconvénients que chacune de ces quatre variantes de structure, que récapitule le **Tableau 178** de la page 367. A partir de cette analyse comparative, il a été possible d'optimiser les dix grands ouvrages hydrauliques comme indiqué dans le **Tableau 38** suivant.

Tableau 38 : Structures proposées pour les dix grands ouvrages hydrauliques du Projet

Nom de l'oued	PK	longueur (m)	Variante proposée	Schéma statique
Tronçon Tunis-Kairouan				
Méliane	1+240	120	VIPP	3x40m
El Touhama	25+960	100	Poutre BA /PRAD	5x20m / 4x24
Er Rihane	34+160	40	VIPP	40 m
Saadine	67+240	60	Poutre BA /PRAD	3x20m
Nebhana	78+760	200	VIPP	36x6 m
Bou Assani	102+560	120	Poutre BA /PRAD	6x20 / 5x24 m
Tronçon Kairouan-Jelma				
Marguellil	146+920	520	Caisson poussé	37,5 m+10x45 m+37,5 m
Zéroud	169+000	1000	Caisson poussé	37,5 m+10x45 m+2x37,5 m+ 9x45 m + 37,5 m
Didi Abdelkadj	173+200	140	Poutre BA /PRAD	7x20 / 6x24 m
Lisila	181+840	40	Poutres BA	2x20 m

Tous ces ponts ont bien sûr été conçus pour fonctionner hors d'eau. Pour ce faire, il sera tenu compte lors du calage des ouvrages d'une hauteur libre minimale de 1,00 m à dégager entre le dessous de l'intrados du tablier et la cote PHE des plus hautes eaux.

3.4.2.1.3 Un bref descriptif de ces structures

Le choix s'étant porté sur une autoroute à 2x2 voies non élargissable par l'intérieur, son TPC sera réduit à 5 m.

En conséquence, les grands ouvrages seront constitués de deux ponts, un pour chaque sens de circulation Sur ouvrage, la BAU de 2,50 m est généralement réduite à une BDD de 2,00 m, sauf pour les ouvrages dépassant les 300 à 400 m où existe une probabilité conséquente d'arrêt sur ouvrage, tels les deux ponts enjambant les oueds Zéroud et Marguellil.

Le tablier des ouvrages est constitué par des travées dont le nombre doit être suffisant en fonction de l'importance de l'écoulement et de l'ouverture du lit. Or le type et la longueur de ces travées du tablier varie selon le type d'ouvrage :

- le tablier des ouvrages en béton est constitué par des travées indépendantes de portée biaise dont la portée est :
  - ✓ de 20 m pour les poutres en béton armé,
  - ✓ de 36 à 40 m pour les VIPP, et
  - ✓ de 24 m pour les PRAD ;

- le tablier des ouvrages en caisson poussé est constitué par des travées continues avec une longueur :
  - ✓ de 45 m pour les travées intermédiaires, et
  - ✓ de 37,5 m pour les travées de rive.

Les dispositifs de sécurité sont de type barrière normale BN4 du côté de la BDD ou BAU, et du type New Jersey, GBA du coté de la BDG. La largeur roulable offerte par les GOH est de 10,00 m en général et de 10,50 m pour les ouvrages de longueur importante.

3.4.2.2 - Les petits ouvrages hydrauliques en dalots

3.4.2.2.1 - Les différents types de dalots

Les dalots sont des cadres fermés en béton armé, de section rectangulaire, d'ouverture et de hauteur inférieure à 5,00 m. Le dalot est constitué de « n » plots, chaque plot ne dépassant pas les 26 m. Deux types de dalots sont envisageables :

- les dalots simples, doubles ou triples sous forme d'un seul cadre où le nombre d'alvéoles varie respectivement de 1 à 3 ;
- les dalots multiples formés de plusieurs cadres accolés pour offrir des débouchés hydrauliques plus importants.

Pour les ouvrages très larges, les murs seront des murs de soutènement indépendants et le radier sera remplacé par un lit de gabions. L'épaisseur des membrures est identique pour les piédroits et les traverses. Elle est fonction de l'ouverture, du biais, de l'épaisseur de la couverture de remblai et de la nature du dalot (simple, double ou triple). Les têtes sont des murs en U formant entonnoir ou diffuseur, avec un angle d'ouverture de 30 grades dans le cas général. Cet angle est modifié dans le cas des ouvrages très biais de façon à éviter les murs exagérément longs. Une petite murette limite les talus aux extrémités de l'ouvrage. Pour les ouvrages multiples cette murette est équipée d'un caniveau de récupération des eaux muni d'une gargouille.

Pour que cette fonction d'évacuation des crues centenales soit jouée dans de bonnes conditions tout au long de l'exploitation, la société « Tunisie Autoroutes » devra bien sûr s'engager à assurer l'entretien de tous ces ouvrages hydrauliques pour maintenir leur débitance, en particulier après chaque forte crue qui pourrait les avoir obstrués, en y déposant des débris transportés depuis l'amont.

3.4.2.2.1.1 – Le positionnement des petits ouvrages hydrauliques du Projet

Pour assurer l'évacuation des crues centenales des bassins versant situés à l'amont de la plateforme, l'étude hydrologique a prévu la construction de 10 ponts et l'installation de 109 dalots d'au moins 2,00 m de hauteur et 3,00 m de largeur, de 46 dalots de dimensions inférieures et de 29 buses de Ø 1.000 pour le franchissement de tous les écoulements intersectés par la plateforme autoroutière. Le **Tableau 39** suivant répartit ces ouvrages hydrauliques entre les huits lots par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 39 : Répartition des ouvrages hydrauliques entre les huits lots par section de tracé

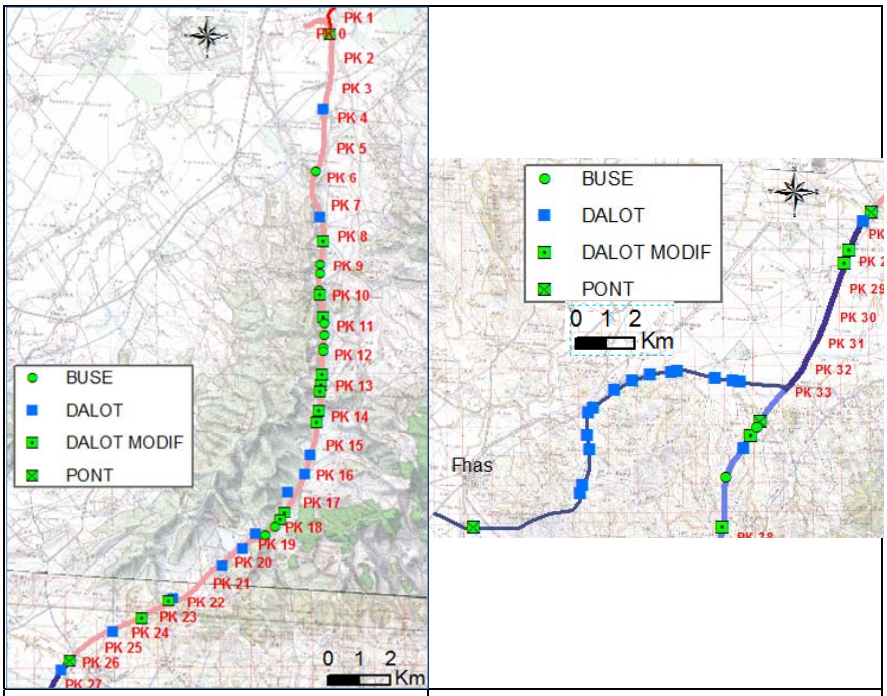
TRON-ÇON	N	Lots	Ponts	Grands dalots	Petits dalots	Buses Ø 1.000
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1	5	12	9
	2	Zaghouan - Al Fahs	1	1	1	0
	3	Al Fahs - Ennadhour	1	18	12	13
	4	Ennadhour - Sbikha	2	15	3	4
	5	Sbikha - Kairouan	1	28	6	0
	Sous-total Tunis - Kairouan		**6**	**67**	**34**	**26**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	-	23	6	1
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1	11	5	1
	8	Oued Zéroud - Jelma	3	8	1	1
	Sous-total Kairouan - Jelma		**4**	**42**	**12**	**3**
	Total lot prioritaire		**10**	**109**	**46**	**29**

A partir des données du **Tableau 39**, le **Tableau 40** suivant qui présente la surface moyenne expoitée pour extraire les volumes de remblais nécessaire à l'édification de la plateforme dans les zones d'emprunt situées le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 40 : Répartition des ouvrages hydrauliques entre les trois lots par type de travaux

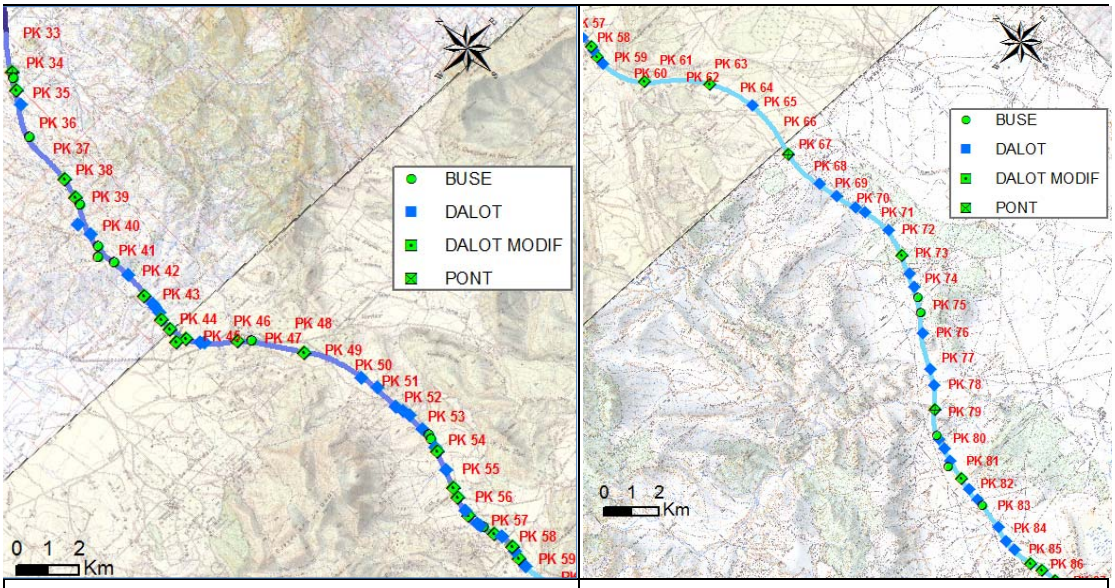
TRON-ÇON	N	Lots	Ponts	Dalots > 2 m	Dalots < 2 m	Buses Ø 1.000
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	3	24	25	22
	A2	Ennadhour - Kairouan	3	43	9	4
	Sous-total Tunis - Kairouan		**6**	**67**	**34**	**26**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	4	42	12	3
	Sous-total Kairouan - Jelma		**4**	**42**	**12**	**3**
	Total lot prioritaire		**10**	**109**	**46**	**29**

Les **Carte 17** à **Carte 20** suivantes montrent la localisation de ces petits ouvrages hydrauliques au sein des huits lots par section de tracé.



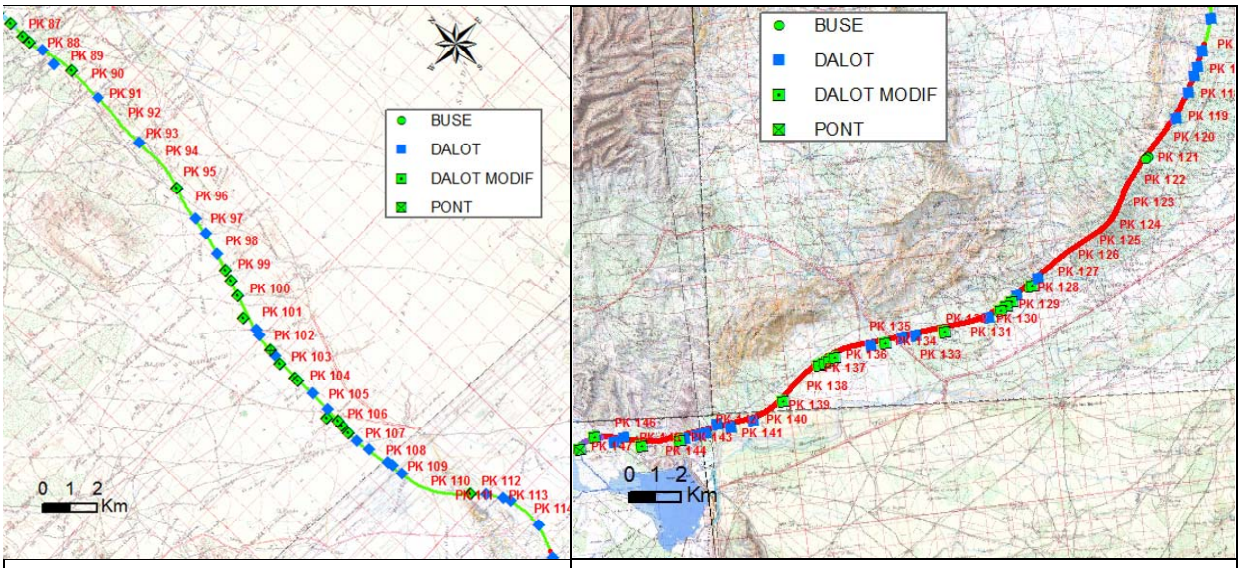
Lot n°1	*Lot n°2 et début du lot n°3*

Carte 17 : Localisation des ouvrages hydrauliques implantés le long des lots n°1 et 2 par section de tracé



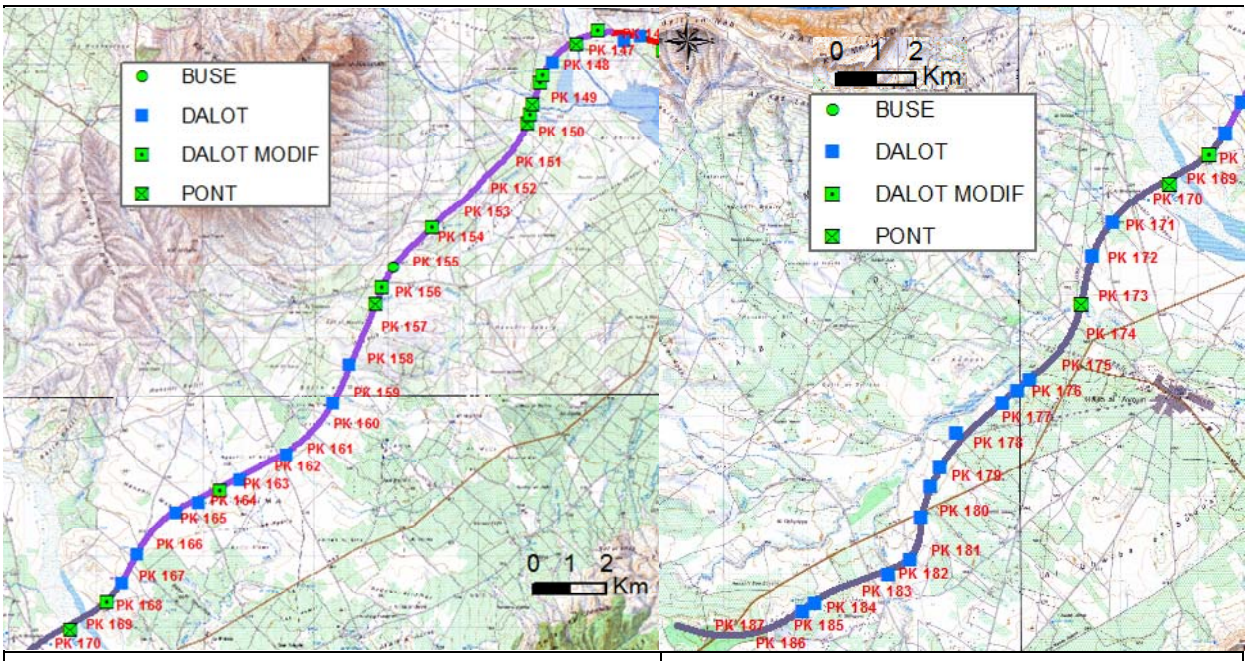
Lot n°3	*Lot n°4*

Carte 18 : Localisation des ouvrages hydrauliques implantés le long des lots n°3 et 4 par section de tracé



Lot n°5	*Lot n°6*

Carte 19 : Localisation des ouvrages hydrauliques implantés le long des lots n°5 et 6 par section de tracé



Lot n°7	*Lot n°8*

Carte 20 : Localisation des ouvrages hydrauliques implantés le long des lots n°7 et 8 par section de tracé

3.5 - La rentabilité économique de l'exploitation du tronçon prioritaire

La finalité première de la mise en service d'une infrastructure autoroutière comme le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est de réduire les coûts de circulation. Cette réduction prend la forme :

- pour les usagers :
  - ✓ de diminution du coût d'exploitation de leur véhicule, et

  - ✓ de gains de temps de parcours pour tous les motifs de déplacement ;
- pour la collectivité :
  - ✓ d'économie de consommation de carburants,
  - ✓ de gains sur les coûts d'exploitation des véhicules, et
  - ✓ de gains en sécurité par la diminution de la probabilité d'avoir un accident, de mourir ou d'être blessé lorsqu'on circulera entre Tunis et Jelma.

On a vu que l'économie de temps de parcours est l'avantage le plus perceptible pour les usagers d'une autoroute, alors que les gains dans les coûts d'exploitation des véhicules et dans les vies humaines épargnées grâce à l'autoroute sont de loin les avantages les plus prépondérants dans le bilan économique de la mise en service de l'autoroute pour l'économie nationale.

Les avantages du projet d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ont fait l'objet de l'étude économique de ce projet, dont le document présente toutes les hypothèses qui ont été considérées. Nous présentons ici les principaux résultats qui ont été obtenus à l'aide du modèle ARIANE. L'ensemble de ces coûts ont été estimés en hors taxes aux prix de l'année 2012 lors de l'établissement du bilan économique du projet.

Les calculs ont été menés pour chaque horizon du projet en tenant compte des résultats de l'affectation du trafic sur le réseau de référence et sur les trois tronçons du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa (trafic et vitesses moyennes de circulation sur les sections homogènes), et en tenant compte des coûts généralisés de la circulation et des paramètres et coûts relatifs à l'amélioration de la sécurité (coût du mort, coût du blessé et coût des dégâts matériels).

3.5.1 - LES INDICATEURS DE LA RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE DU TRONÇON PRIORITAIRE

L'actualisation des avantages directs du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour les usagers et pour l'État et leur comparaison avec son coût économique global actualisé (coûts hors TVA d'investissement initial et d'entretien) permet de dégager plusieurs indicateurs de rentabilité économique pour la collectivité :

- Le bénéfice net actualisé : Le bénéfice net actualisé, qui est la variation de l'utilité collective qui résulte de la construction de l'Autoroute, est égal à la somme actualisée des avantages diminuée du coût économique global.
- Le taux de rentabilité interne (TRI) : Théoriquement, c'est le taux d'actualisation qui annule le bénéfice net du projet. Et plus ce TRI dépasse le taux d'actualisation admis, plus la rentabilité intrinsèque du projet est élevée.
- Le taux de rentabilité immédiate (TRIm) : Le TRIm pour une année n de mise en service se définit comme étant le rapport des avantages à l'année n au coût économique global. Cette rentabilité immédiate permet de déterminer la date optimale de mise en service de ce tronçon prioritaire du point de vue du critère coûts-avantages monétarisables : c'est l'année pour laquelle le taux de rentabilité immédiate est égal au taux d'actualisation. En outre, la comparaison du TRIm avec le taux d'actualisation permet de conclure :
  - ✓ S'il lui est supérieur, cela veut dire que le projet aurait déjà dû être réalisé ;
  - ✓ dans le cas inverse, cela veut dire qu'il est encore trop tôt pour réaliser l'infrastructure et qu'il faut attendre l'année pour laquelle le TRIm égalise le taux d'actualisation ;

Le **Tableau 41** suivant présente tous ces indicateurs de rentabilité économique du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa en situation avec péage.

Tableau 41 : Indicateurs de rentabilité du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Tronçon	Investissement (M.DT)	VAN à 12% (M.DT)	TRI	Date optimale
Tunis – Fahs	196,0	154,7	22,7%	< 2018
Fahs – Kairouan	344,1	326,1	22,8%	< 2018
Kairouan – Jelma	337,2	145,5	16,9%	2022

On peut remarquer que :

- la rentabilité du tronçon prioritaire est très satisfaisante ;
- le TRIm dépasse le taux d'actualisation pour les tronçons Tunis-Fahs et Fahs-Kairouan, ce qui signifie que leur mise en service peut être programmée en 2018, tel que prévu par la présente étude ;
- le TRIm est inférieur au taux d'actualisation pour le tronçon Kairouan-Jelma, ce qui signifie que, pour être rentable, sa mise en service devrait être programmée en 2022.

3.5.2 - LES TESTS DE SENSIBILITÉ DE CETTE RENTABILITÉ DU TRONÇON PRIORITAIRE

Les tests de sensibilité de la rentabilité économique du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ont été effectués par rapport à :

- une augmentation de 20% dans l'investissement initial,
- une diminution de 20% des taux de croissance de trafic, et enfin
- la combinaison de ces deux hypothèses.

Les résultats de ces tests de sensibilité sont récapitulés dans le **Tableau 42** ci-dessous.

Tableau 42 : Résultats des tests de sensibilité sur le TRI de la section à péage

Scénarios	TRIs
Scénario de base	**20,1%**
Augmentation de l'investissement de 20%	17,9%
Baisse des taux de croissance de trafic de 20%	14,5%
Combinaison des deux hypothèses	12,7%

On peut remarquer que :

- la rentabilité du tronçon prioritaire est très sensible à la diminution des flux de trafic : en effet, une baisse de 20% dans les taux de croissance de trafic entraîne une baisse de 5,6 points du TRI ;
- la sensibilité de la rentabilité du tronçon prioritaire par rapport à l'augmentation de l'investissement est moins importante, puisque une augmentation de 20% du coût du projet entraine une baisse du TRI de 2,2%.

Même dans le cas le plus critique, qui correspond à la fois à une augmentation du coût du tronçon prioritaire de 20% et à une diminution des taux de croissance de trafic de 20%, le tronçon prioritaire présente encore un TRI de 12,7%.

4 - PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DES FACTEURS D'IMPACT DU PROJET

4.1 - Les principaux facteurs d'impact du Projet

Certaines activités des trois phases du présent Projet génèrent des impacts sur les composantes des cadres naturel et humain dans lesquels ce projet s'insère.

4.1.1 - LES ACTIVITÉS GÉNÉRANT DES IMPACTS EN PHASE D'INSTALLATION

Les activités des Entreprises adjudicataires pendant les travaux d'installation des chantiers qui génèrent des impacts négatifs sur les composantes environnementales et sociales de la zone d'influence directe du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont les suivants :

- Installation des bases-chantier, avec leur centrale à béton, leur unité de production d'enrobés, leurs engins et véhicules et leur systèmes de stockage de carburants et lubrifiants ;
- Installation des bases-vie, avec leurs locaux pour loger, détendre et nourrir la main d'œuvre, s'il y a lieu ;
- Ouverture de carrières rocheuses, s'il y a lieu ;
- Ouverture des sites d'emprunt ;
- Ouverture des gîtes de dépôt, s'il y a lieu.

Les activités des Entreprises adjudicataires pendant les travaux d'installation des chantiers qui génèrent des impacts positifs sur les composantes sociales des zones d'influence directe et indirecte de ce tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont les suivants :

- Recrutement de cadres techniques et administratifs ;
- Recrutement d'ouvriers et d'employés ;
- Etablissement de contrats d'assistance avec les structures sanitaires régionales.

4.1.2 - LES ACTIVITÉS GÉNÉRANT DES IMPACTS EN PHASE DE TRAVAUX

Les activités des Entreprises adjudicataires pendant les travaux qui génèrent des impacts négatifs sur les composantes environnementales et sociales de la zone d'influence directe dans laquelle ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont les suivants :

- Dégagement des emprises ;
- Exploitation de carrières rocheuses ;
- Transport des agrégats des carrières au chantier ;
- Exploitation des sites d'emprunt ;

- Transport des remblais à partir des sites d'emprunt vers les zones en remblai de l'emprise ;
- Terrassements pour la mise en place de la plateforme autoroutière ;
- Transport des déblais réutilisés à partir des zones en déblai vers les zones en remblai de l'emprise ;
- Transport des déblais non réutilisés à partir des zones en déblai de l'emprise vers les gîtes de dépôt ;
- Exploitation des gîtes de dépôt ;
- Transport du ciment ;
- Fonctionnement des centrales à béton, sur les bases-chantier ou dans les usines spécialisées en béton précontraint ;
- Transport des préfabriqués en béton ;
- Consommation de carburants et lubrifiants par les engins de chantier et les véhicules de transport ;
- Edification des ouvrages d'art et des ouvrages hydrauliques en béton ;
- Fonctionnement des unités de production d'enrobés ;
- Revêtement des chaussées ;
- Entretien des engins et véhicules ;
- Installation de la signalisation autoroutière ;
- Présence de la main d'œuvre de ces Entreprises.

Les activités des Entreprises adjudicataires pendant les travaux qui génèrent des impacts positifs sur les composantes sociales des zones d'influence directe et indirecte de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont les suivants :

- Emploi de cadres techniques et administratifs ;
- Emploi d'ouvriers et d'employés ;
- Présence de la main d'œuvre de ces Entreprises ;
- Recours aux services des structures sanitaires régionales en cas d'accident du travail.

4.1.3 - LES ACTIVITÉS GÉNÉRANT DES IMPACTS EN PHASE D'EXPLOITATION

Les activités de l'exploitation du nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa qui génèreront des impacts négatifs sur les composantes environnementales et sociales de ses zones d'influence directe et indirecte sont les suivants :

- Trafic routier saturé détourné du réseau routier pré-existant (A1, RN et RR), devenant un trafic autoroutier fluide ;
- Concentration des écoulements par les systèmes d'assainissement latéral et sous chaussée ;
- Effet de coupure pour la faune de la présence d'une plateforme en remblai ou en déblai ;
- Effet de coupure dû à la présence de la plateforme pour les cheptels et les riverains ;

Les activités de d'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa qui génèrent des impacts sur les composantes environnementales et sociales de ses zones d'influence directe et indirecte sont les suivants :

- Trafic routier demeuré sur les axes du réseau routier pré-existant, fluidifié par rapport à la situation sans Projet ;
- Présence de la main d'œuvre d'entretien et de maintenance de l'autoroute ;
- Réduction des pertes de temps dans les trafics inter-régionaux entre Tunis et Jelma, et donc entre Tunis et Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- Création d'emplois pour l'entretien et la maintenance de la nouvelle infrastructure autoroutière ;
- Développement socio-économique induit dans la zone d'influence indirecte.

4.2 - Les facteurs d'impact spécifiques à un trafic automobile

Toute infrastructure routière entraîne toujours une fois mise en service une pollution chronique de l'air ambiant, et des sols environnants sous la forme de dépôt direct de résidus qui retombent sur les chaussées et les surfaces environnantes. Les sources de ces deux pollutions proviennent du trafic automobile, mais aussi de l'infrastructure elle-même :

- les sources de polllution du trafic automobile sont les carburants consommés, les pertes d'huile de moteur, de boîte de vitesse et de frein, l'usure des plaquettes de frein, l'usure des pneumatiques, la corrosion des véhicules ;
- les sources de polllution de l'infrastructure routière sont l'usure de la chaussée et la corrosion des équipements routiers.

Une partie de ces polluants est prise dans les mouvements de l'air et est projetée au loin. Le reste est, soit projeté sur les bas-côtés, soit déposé sur la chaussée. Des matières capables de se mettre en suspension se forment, qui proviennent essentiellement de l'usure des pneumatiques et de la chaussée d'une part, de la corrosion des véhicules et des équipements routiers d'autre part. Sur ces matières se fixent ensuite des élements-trace métalliques (Cadmium, Zinc, Cuivre, etc ...), des lubrifiants et des hydrocarbures (carburants, , Hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc ...).

Lors d'un évènement pluvieux, en particulier ceux survenant après une longue période de sécheresse, le lessivage de la chaussée et des talus entraîne tout ou partie de ces matières en suspension (MES) au sein des eaux de ruissellement, qui finissent par les véhiculer dans les oueds interceptés par la plateforme routière ou par les infiltrer dans le sol où elles peuvent finir par atteindre les nappes phréatiques situées par définition à moins de 50 m de profondeur.

4.2.1 - LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DES VÉHICULES À MOTEUR THERMIQUE

Tout moteur thermique constitue une source importante d'oxydes d'azote, de particules fines ou de dioxyde de carbone, qui sont :

- pour certains des polluants présentant un effet de serre, les gaz à effet de serre (GES) qui influent sur le changement climatique global, et

- tous des polluants locaux de l'air que respirent les employés et les riverains des emprises du chantier, dont les concentrations sont réglementées par des normes pour la protection de la santé.

En effet, la qualité de l'air que l'on respire se caractérise par les concentrations de polluants qu'il contient, et qui s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube (µg/m³). Ces polluants se retrouvent dans l'air ambiant parce que diverses sources de pollution les rejettent en grandes quantités directement dans l'atmosphère:

- des sources naturelles : volcans, végétation, sols, sebkha, ..., mais aussi
- des activités humaines : cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement des véhicules motorisés, agriculture, élevage, …

4.2.1.1 Les principaux polluants atmosphériques gazeux générés par les moteurs thermiques

Outre les poussières soulevées par le déplacement de sa masse sur une surface terreuse, tout véhicule équipé d'un moteur à combustion interne émet dans ses gaz d'échappement les principaux polluants atmosphériques suivants : le dioxyde de carbone (CO_2), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azotes (NO_x), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), le dioxyde de soufre (SO_2) et les particules de suie.

4.2.1.1.1 Le dioxyde de carbone (CO_2)

Le CO_2 se forme naturellement lors de la fermentation aérobie ou de la combustion de composés organiques et lors de la respiration des êtres vivants et des végétaux[12] , et du fait des activités humaines de consommation des combustibles fossiles, par l'oxydation des chaînes carbonées des aliments et des carburants. Il représente environ les ⅔ de la contribution des gaz à effet de serre (GES), et fait l'objet d'échanges très complexes entre :

- l'atmosphère où il est présent dans une proportion égale à 0,0375% en volume, soit 375 parties par million en volume (ppmv),
- la biomasse (puits de carbone liés à son assimilation chlorophyllienne) et
- les océans (développement du phytoplancton et formation de carbonates) ;

4.2.1.1.2 Le monoxyde de carbone (CO)

Le CO provient de la combustion incomplète du carburant en présence d'une quantité d'oxygène (donc d'air) insuffisante.

Principalement émis à faible vitesse lors de situations de bouchons ou de ralentissements, il participe aux mécanismes de formation de l'ozone dans la basse atmosphère, et contribue aussi à l'effet de serre par sa transformation en CO_2.

4.2.1.1.3 Les oxydes d'azotes (NO_x)

Les NO_x se forment à haute température par oxydation de l'azote de l'air :

[12] *pour les végétaux, la photosynthèse piège beaucoup plus de CO2 que sa respiration n'en produit*

- le Monoxyde d'azote (NO) est émis directement à la sortie du pot d'échappement où sa formation est tributaire de la température : plus cette dernière est élevée, plus la quantité de NO générée est importante. Cette propriété explique que les émissions de NO des véhicules augmentent avec la vitesse ou dans les embouteillages, quand la température du moteur est plus élevée.
- Le NO est ensuite oxydé en moins de deux minutes en dioxyde d'azote (NO_2) par les agents oxydants de l'air. On retrouve principalement le NO_2 à proximité des axes de forte circulation et dans les centres-villes, où il est particulièrement présent lors des conditions de forte stabilité atmosphérique : situations anticycloniques et inversions thermiques en hiver.

Ces NO_x interviennent :

- dans le processus de formation d'ozone dans la basse atmosphère par réaction photochimique avec les COV, ainsi que
- dans le phénomène des pluies acides lors desquels ils provoquent une acidification par leur transformation en acide nitrique.

4.2.1.1.4 Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Les COVNM regroupent un ensemble de polluants d'origine humaine, autres que le méthane, capables de produire des polluants photochimiques en présence d'oxydes d'azote et de lumière.

Comme le CO, ils proviennent de la combustion incomplète des combustibles. Mais il peut s'agir aussi d'hydrocarbures émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers ou lors du remplissage des réservoirs automobiles, de solvants émis lors de l'application des peintures, des encres, etc..., de composés organiques émis par l'agriculture et par le milieu naturel.

Ils constituent eux aussi des précurseurs de la formation d'ozone dans la basse atmosphère par réaction photochimique avec les COVNM.

4.2.1.1.5 Le dioxyde de soufre (SO_2)

Le SO_2 se forme à partir du soufre contenu dans le gas-oil. Il est le principal responsable des pluies acides par sa transformation en acide sulfurique.

Ces pluies acides ont à leur tour des effets sur les végétaux, sur l'acidification des eaux continentales (eutrophisation) et sur la dégradation des matériaux, et donc des bâtiments et du patrimoine historique.

4.2.1.1.6 Les particules de suie

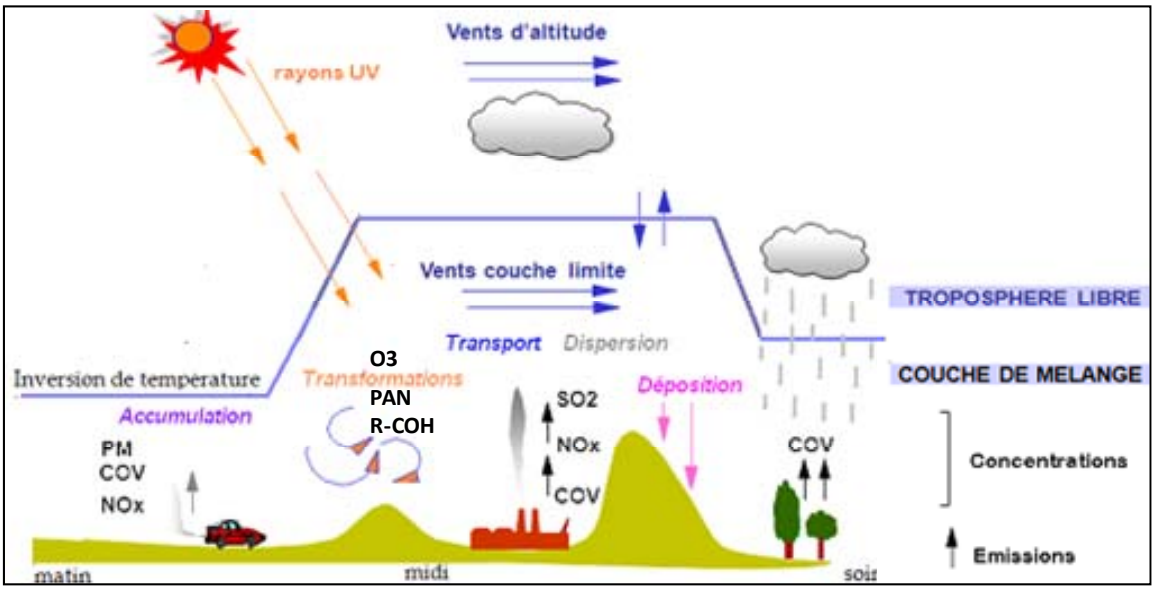
Les particules de suie sont principalement issues de la combustion incomplète des produits pétroliers. Les automobiles (avec moteur diesel en particulier) et l'industrie en sont donc la source majeure, avec une prédominance automobile, surtout dans les zones urbanisées.

On les retrouve en effet principalement dans les centres-villes, qui allient fortes émissions et faible dispersion de la pollution atmosphérique. Les particules en suspension provoquent des troubles respiratoires:

- les particules d'une taille supérieure à 10 nm sont bloquées dans les voies aériennes supérieures de l'arbre respiratoire;
- les particules de taille inférieure (PM_{10}) pénètrent plus profondément dans les poumons, et leur impact sur la santé est donc plus important.

Même s'il n'y a pas de lien simple et direct entre les deux, la qualité de l'air dépend des émissions de polluants, qui sont exprimées en kilogrammes ou en tonnes par an ou par heure. La **Source :** AirParif

Figure 26 suivante montre en effet que la qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetés dans l'air et toute une série de phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action de la météorologie : transport, dispersion sous l'action du vent et de la pluie, dépôt ou réactions chimiques des polluants entre eux ou sous l'action des rayons du soleil.



Source : AirParif

Figure 26 : Diverses actions de la météorologie sur les polluants atmosphériques

On voit que, par transformation photochimique sous l'effet des rayonnements solaires dans l'atmosphère de certains de ces polluants primaires, notamment les NO_x et les COVNMs, des polluats secondaires photoxydants apparaissent ensuite, qui présentent eux aussi des effets néfastes sur la végétation, les muqueuses des animaux et certains matériaux en oxydant la matière et en produisant des radicaux libres :

- l'ozone (O_3) : elle contribue aussi à l'effet de serre et aux pluies acides ;
- les aldéhydes (R-COH) ;
- le nitrate de peroxyacétyle ou PAN ($CH_3COO_2NO_2$).

Le **Tableau 43** suivant présente les trois échelles d'espace et les trois échelles de temps qui leur sont associées. Ces échelles doivent être prises en compte pour caractériser les phénomènes de pollution atmosphérique, ainsi que les principaux polluants concernés.

Tableau 43 : Trois échelles d'espace et de temps pour les phénomènes de pollution atmosphérique

Echelle d'espace	Echelle de temps	Problèmes rencontrés	Principaux polluants concernés
Locale	Minutes ou Heures	Pollution industrielle, automobile, domestique et agricole de proximité	SO_x, NO_x, CO, COV
		Pollution urbaine de fond	Poussières, suies, etc …
Régionale (> 100 Km)	Jours	Pollution photochimique	NO_x, COV, CO, O_3, PAN
		Pluies acides	SO_x, NO_x
Planétaire	Années	Destruction de la couche d'ozone	O_3, CFC, N_2O
		Accroissement de l'effet de serre	CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3

On se doit de noter que :

- le gaz de combustion ayant l'impact le plus nocif sur le changement climatique global est le CO_2 ;
- les gaz de combustion ayant l'impact le plus nocif sur la qualité de l'air ambiant sont le CO, les COVNMs et les NO_x.

Ainsi à partir d'émissions de polluants équivalentes en lieu et en intensité, les niveaux de polluants dans l'environnement peuvent varier d'un facteur cinq suivant les conditions météorologiques plus ou moins favorables à la dispersion de ces polluants, ou au contraire à leur concentration. La connaissance des quantités de polluants émises et des conditions météorologiques est donc primordiale pour prévoir les évolutions possibles de la qualité de l'air, et comprendre les résultats de sa surveillance.

4.2.1.2 - Le modèle de calcul des émissions atmosphériques d'un trafic routier

Les concentrations dans l'air des principaux polluants atmosphériques (NO_x, CO_2, CO, PM, ...) sont aujourd'hui déterminées en quelques points du territoire tunisien par des appareils de mesure fixes ou mobiles. Mais seul un modèle permet de déterminer de manière spécifique les émissions de polluants atmosphériques de la circulation automobile, qui en constitue une source importante. Cette détermination constitue donc un enjeu important dans l'évaluation des diverses actions, mesures, projets et plans dans le domaine routier.

4.2.1.2.1 - L'architecture du modèle conçu pour la présente étude d'impact

La mise au point de ce modèle nécessite la connaissance des variables qui influent sur ces émissions, telles que la catégorie des véhicules, la vitesse, la pente, le taux de démarrage à froid, etc… Le principe méthodologique général du calcul des émissions repose sur l'équation de base[13] :

$$E = A \times FE$$

où :

- E est l'émission, généralement exprimée en masse,
- A est l'activité des émetteurs (généralement exprimée en véhicules.km), et
- FE est un facteur d'émission unitaire.

[13] *Cette formule permet de prendre en compte les variations d'activité au cours du temps et dans l'espace, élément essentiel pour l'étude de scénarios d'émissions. Pour illustrer cette formule, et à titre d'exemple, les émissions routières de certaines substances peuvent rester stables malgré une diminution du facteur d'émission unitaire, si celle-ci est compensée par une augmentation de l'activité, à savoir le nombre de véhicules. km dans le cas des émissions routières.*

4.2.1.2.2 - La notion de facteur d'émission unitaire d'un véhicule

Le facteur d'émission (FE) unitaire d'un véhicule, exprimé en grammes par kilomètre, désigne la quantité de polluant émis par celui-ci sur un parcours d'un kilomètre. Pour chaque véhicule, un facteur d'émission est attribué à chaque polluant. De fait, ce facteur d'émission dépend de deux facteurs :

- la catégorie du véhicule, et plus particulièrement :
  - ✓ de son type : deux-roues, Véhicule Particulier, Véhicule Utilitaire Léger < 3,5 t, Poids Lourd, dont autobus et autocars ;
  - ✓ de son mode de carburation : essence ou diesel ;
  - ✓ de sa cylindrée pour un véhicule léger, ou de son poids total autorisé en charge pour les poids-lourds ;
  - ✓ de son âge, pour tenir compte des normes d'émission qu'il a dû respecter en fonction de sa date de mise en circulation ;
- la vitesse de circulation[14] de ce véhicule, qui est liée :
  - ✓ à l'usage du véhicule : charge, pente, etc ..., et
  - ✓ aux conditions de circulation : fluidité du trafic, présence de points d'arrêts (stops, feux tricolores).

Pour pouvoir calculer les émissions polluantes des transports routiers entre Tunis et Jelma, la **Figure 27** suivante montre qu'il va donc falloir chercher à récupérer toutes les informations disponibles sur :

- les facteurs unitaires des émissions polluantes des véhicules, et
- les conditions de circulation sur les sections autoroutières et routières.

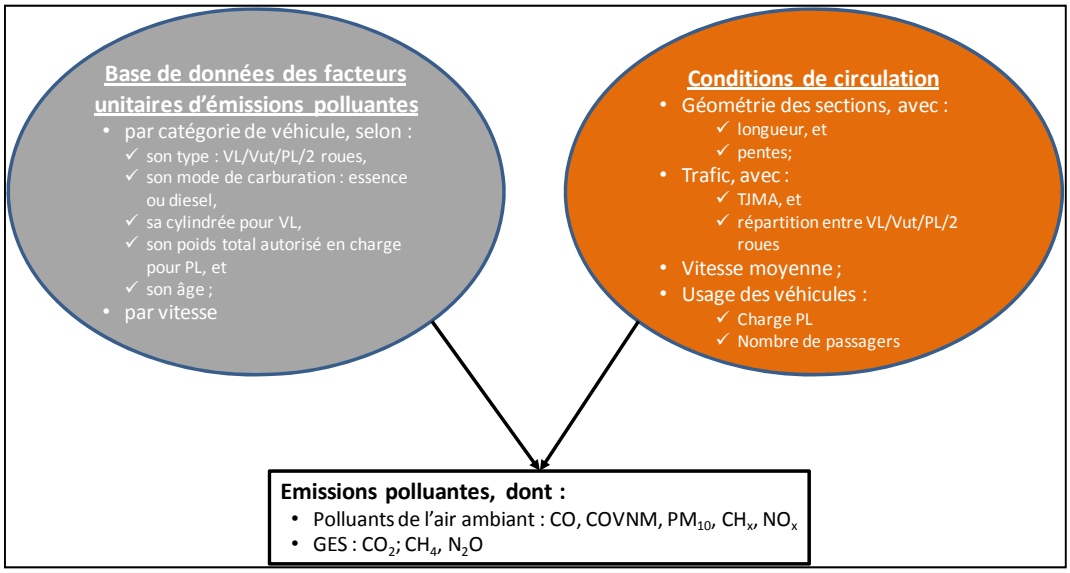


Figure 27 : Mode de calcul des émissions polluantes des transports routiers entre Tunis et Gafsa

[14] *Pour déterminer les FE à différentes vitesses, des mesures réelles des émissions sont effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation et correspondant à une vitesse moyenne donnée.*

4.2.2 – L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES UNITAIRES DU PARC AUTOMOBILE TUNISIEN

Cette évolution des émissions atmosphériques unitaires des moteurs du parc automobile tunisien dépend à la fois de l'évolution progressive des normes d'émissions atmosphériques unitaires de leurs moteurs imposées aux constructeurs automobiles qui sont présentées dans l'annexe 1 au présent document, et de la substituion progressive au sein du parc tunisien des véhicules anciens aux moteurs très polluants par des véhicules récents aux moteurs beaucoup plus "propres".

4.2.2.1 - L'évolution des émissions unitaires conventionnelles du parc automobile tunisien

4.2.2.1.1 - La vitesse de pénétration des progrès technologiques dans le parc automobile tunisien

4.2.2.1.1.1 – Les hypothèses de pénétration des progrès technologiques dans le parc automobile tunisien

Le parc automobile tunisien se renouvelle en fonction du contingentement de ses importations, qui représente annuellement depuis plusieurs années de 50.000 à 55.000 nouvelles immatriculations. Il bénéficie ainsi "naturelllement" de deux facteurs qui assure la pénétration des progrès technologiques en matière de consommations de carburant et d'émissions de polluants atmosphériques :

- la mise en place par la Commission Européennes des normes Euro imposées aux constructeurs pour tous les véhicules devantêtre commercialisés sur le territoire de l'Union Européenne ;
- les efforts des constructeurs pour diminuer les CEV et l'empreinte écologique de leurs véhicules, en obligeant les motoristes à diminuer la consommation des carburants et les émissions unitaires de gaz à effet de serre (CO_2).

4.2.2.1.1.1.1 – La loi de survie des véhicules automobiles par catégorie en Tunisie

La courbe de pénétration des progrès technologiques dans le parc automobile sera encore plus lente en Tunisie, pays où la loi de survie des automobiles est moins abrupte du fait :

- du niveau de vie moindre du conducteur ;
- du coût plus élevé des véhicules neufs.

Ce rapport **prix d'achat /revenus de l'acheteur** plus défavorable qu'en France favorise un marché des véhicules d'occasion beaucoup plus prospère en Tunisie, où la décote des voitures en fonction de l'âge est beaucoup plus lente.

Finalement, tous ces facteurs vont se conjuguer pour diminuer la pente de la courbe de survie du parc automobile tunisien par rapport à celle du parc automobile français, selon les hypothèses indiquées dans la **Figure 28** suivante.

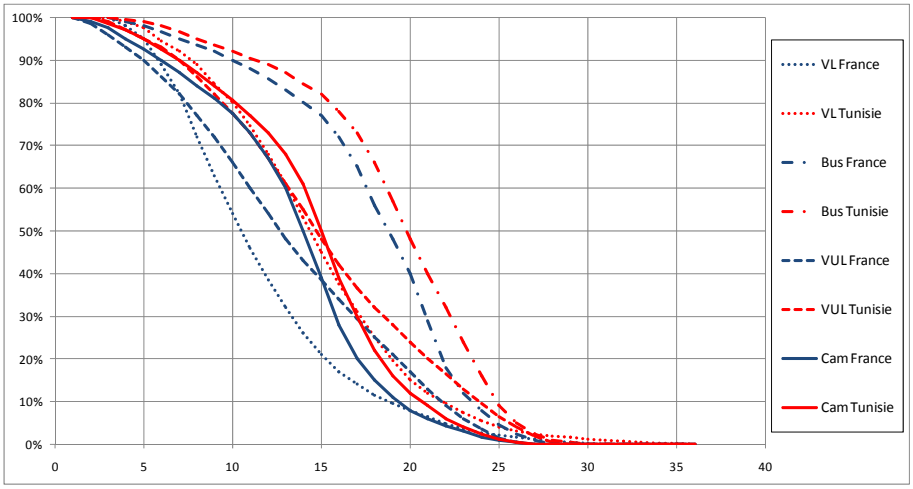


Figure 28 : Courbe de survie des parcs automobiles tunisien et français

Cette diminution de la pente se traduira par un ralentissement de la diminution des valeurs unitaires de rejets du parc automobile tunisien d'ici 2037 par rapport à la situation observée en France.

4.2.2.1.1.1.2 - La vitesse de pénétration effective des normes Euro dans le parc automobile tunisien

En considérant l'hypothèse la plus pessimiste pour le renouvellement du parc automobile tunisien, à savoir que la Tunisie non productrice de véhicules automobiles continuera à contingenter ses importations au niveau actuel de 50.000 à 55.000 nouvelles immatriculations annuelles, une telle courbe de survie du parc automobile tunisien fera évoluer les proportions des véhicules automobiles respectant les différentes normes Euro 1 à Euro 6 édictées par l'UE depuis 1993 comme indiqué dans les **Tableau 44** à **Tableau 47** suivants entre 2018 et 2037.

Tableau 44 : Proportions des véhicules particuliers tunisiens respectant les différentes normes Euro

Parc automobile tunisien de l'année / Véhicules importés	Norme respectée	2018	2022	2027	2032	2037
jusqu'en 1993	Pas de norme	1,20%	0,27%	0,03%	0,00%	0,00%
de 1994 à 1997	Euro 1	2,43%	0,64%	0,24%	0,01%	0,00%
de 1998-2001	Euro 2	6,38%	1,87%	0,64%	0,17%	0,00%
de 2002 à 2006	Euro 3	18,66%	7,23%	2,43%	0,73%	0,18%
de 2007 à 2011	Euro 4	29,63%	18,66%	9,03%	2,72%	0,73%
de 2012 à 2018	Euro 5	20,53%	29,63%	16,01%	6,38%	1,87%
après 2018	Euro 6	21,16%	41,69%	71,33%	89,99%	97,22%

Tableau 45 : Proportions des véhicules utilitaires tunisiens respectant les différentes normes Euro

Parc automobile tunisien de l'année / Véhicules importés	Norme respectée	2018	2022	2027	2032	2037
jusqu'en 1993	Pas de norme	0,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1994 à 1997	Euro 1	4,05%	0,45%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1998-2001	Euro 2	8,26%	3,12%	0,45%	0,00%	0,00%
de 2002 à 2006	Euro 3	18,72%	9,64%	4,05%	0,45%	0,00%
de 2007 à 2011	Euro 4	28,02%	18,72%	11,15%	4,49%	0,45%
de 2012 à 2018	Euro 5	19,55%	28,02%	15,84%	8,26%	3,12%
après 2018	Euro 6	20,51%	40,05%	68,07%	86,80%	96,43%

Tableau 46 : Proportions des véhicules de transport en commun tunisiens respectant les différentes normes Euro

Parc automobile tunisien de l'année		2018	2022	2027	2032	2037
Véhicules importés	Norme respectée					
jusqu'en 1993	Pas de norme	0,97%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1994 à 1997	Euro 1	6,03%	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1998-2001	Euro 2	13,13%	4,36%	0,48%	0,00%	0,00%
de 2002 à 2006	Euro 3	22,63%	15,28%	6,03%	0,48%	0,00%
de 2007 à 2011	Euro 4	25,15%	22,63%	17,33%	6,51%	0,48%
de 2012 à 2018	Euro 5	15,95%	25,15%	18,43%	13,13%	4,36%
après 2018	Euro 6	16,14%	32,10%	57,25%	79,88%	95,16%

Tableau 47 : Proportions des camions tunisiens respectant les différentes normes Euro

Parc automobile tunisien de l'année		2018	2022	2027	2032	2037
Véhicules importés	Norme respectée					
jusqu'en 1993	Pas de norme	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1994 à 1997	Euro 1	1,54%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%
de 1998-2001	Euro 2	5,73%	0,99%	0,04%	0,00%	0,00%
de 2002 à 2006	Euro 3	20,85%	6,38%	1,54%	0,04%	0,00%
de 2007 à 2011	Euro 4	29,98%	20,85%	8,53%	1,63%	0,04%
de 2012 à 2018	Euro 5	20,38%	29,98%	18,05%	5,73%	0,99%
après 2018	Euro 6	21,39%	41,77%	71,75%	92,60%	98,98%

4.2.2.1.2 L'évolution des émissions unitaires conventionnelles moyennes des polluants soumis à des normes Euro

Les courbes d'évolution de ces émissions unitaires ont été analysées pour les catégories de véhicules suivantes :

- Véhicules légers :
  - ✓ Voiture particulière essence ;
  - ✓ Voiture particulière diesel ;
  - ✓ Véhicules utilitaires : Camionnette, Taxi et Louage ;
- Poids lourds :
  - ✓ Camion léger ;
  - ✓ Camion lourd ;
  - ✓ Bus et Autocar ;
  - ✓ Ensemble articulé.

Les véhicules utilitaires disposant de motorisations diesel du même type que les voitures particulières, ces deux catégories ont été regroupées en une catégorie à motorisation diesel, sachant que les premiers sont utilisés le plus souvent à pleine charge, et consomment et émettent en réalité plus que les secondes.

Avec cette répartition des véhicules du parc automobile tunisien respectant telle ou telle norme Euro, les émissions unitaires du véhicule moyen de chaque catégorie vont progressivement baisser entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants. La **Figure 29** suivante

présente les courbes d'évolution de ces émissions unitaires calculées pour les trois catégories de véhicules légers du parc automobile tunisien vues ci-dessus.

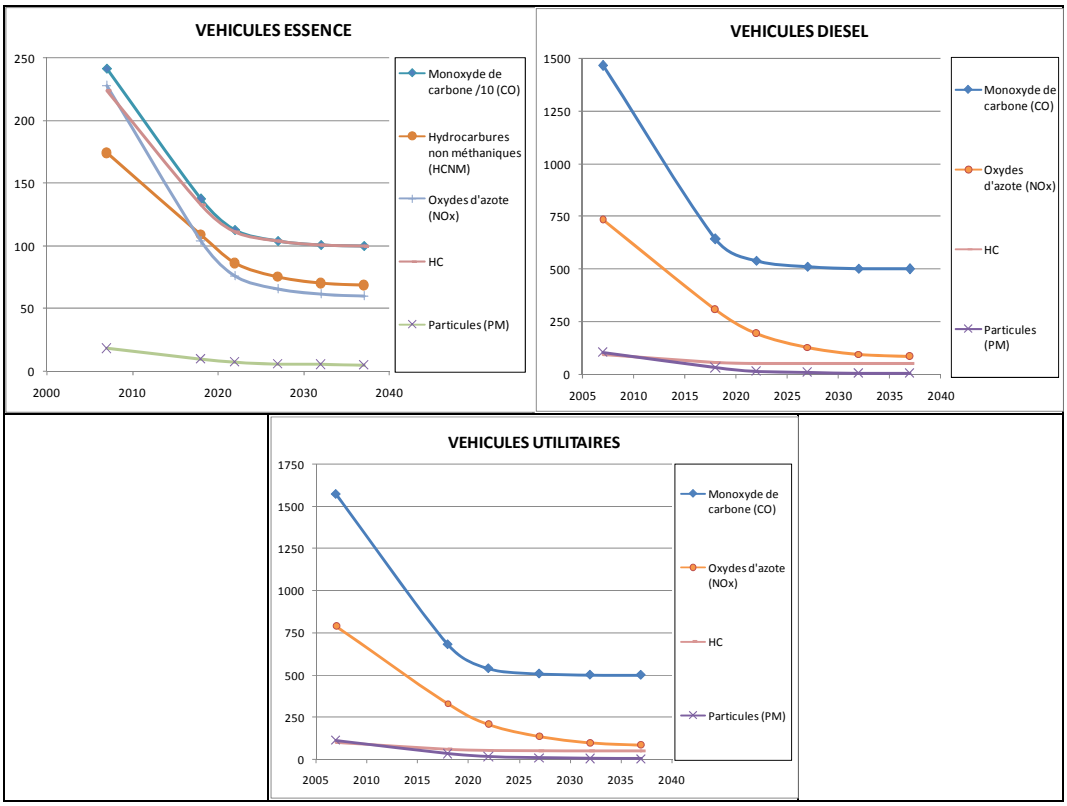


Figure 29 : Evolution des émissions unitaires conventionnelles soumises à des normes Euro des véhicules légers tunisiens

On voit que la rapidité de l'évolution des normes Euro entre 1993 et 2013 va conduire à une diminution spectaculaire des principales émissions polluantes de chaque catégorie de véhicules légers du parc automobile tunisien :

- monoxyde de carbone pour les voitures particulières essence, et
- particules, oxydes d'azote et monoxyde de carbone pour les véhicules légers diesel.

La **Figure 30** suivante présente quant à elle les courbes d'évolution de ces émissions unitaires calculées pour les quatre catégories du parc tunisien de poids lourds vues ci-dessus.

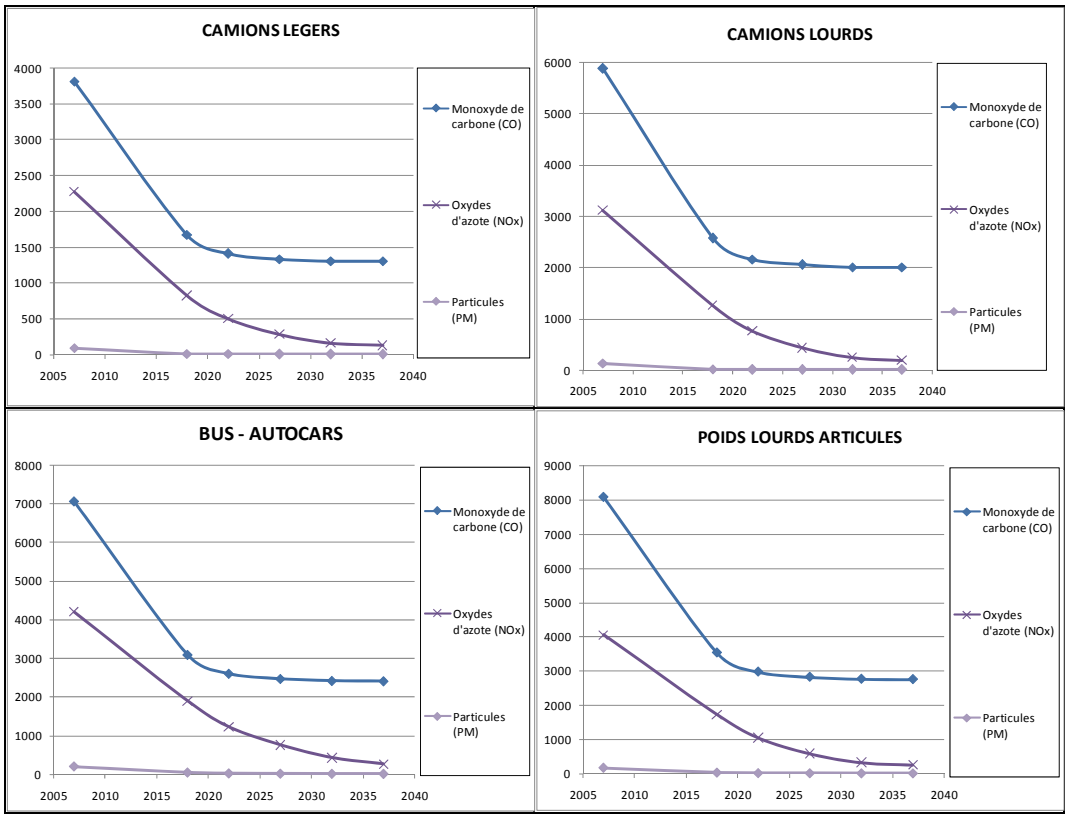


Figure 30 : Evolution des émissions unitaires conventionnelles soumises à des normes Euro des poids lourds tunisiens

On voit que la rapidité de l'évolution des normes Euro entre 1993 et 2013 va conduire à une diminution spectaculaire des émissions de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et de particules du parc tunisien de poids lourds.

4.2.2.1.3 - L'évolution des consommations de carburant et des émissions unitaires conventionnelles de CO_2

Avec cette répartition des véhicules du parc automobile tunisien suivant leur date de mise en circulation et les efforts des motoristes pour baisser la consommation et les émissions unitaires de CO_2 , ces deux caractéristiques du véhicule moyen de chaque catégorie vont progressivement baisser entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants. La **Figure 31** suivante présente les courbes d'évolution de ces consommations et émissions unitaires calculées pour les trois catégories de véhicules légers circulant en Tunisie.

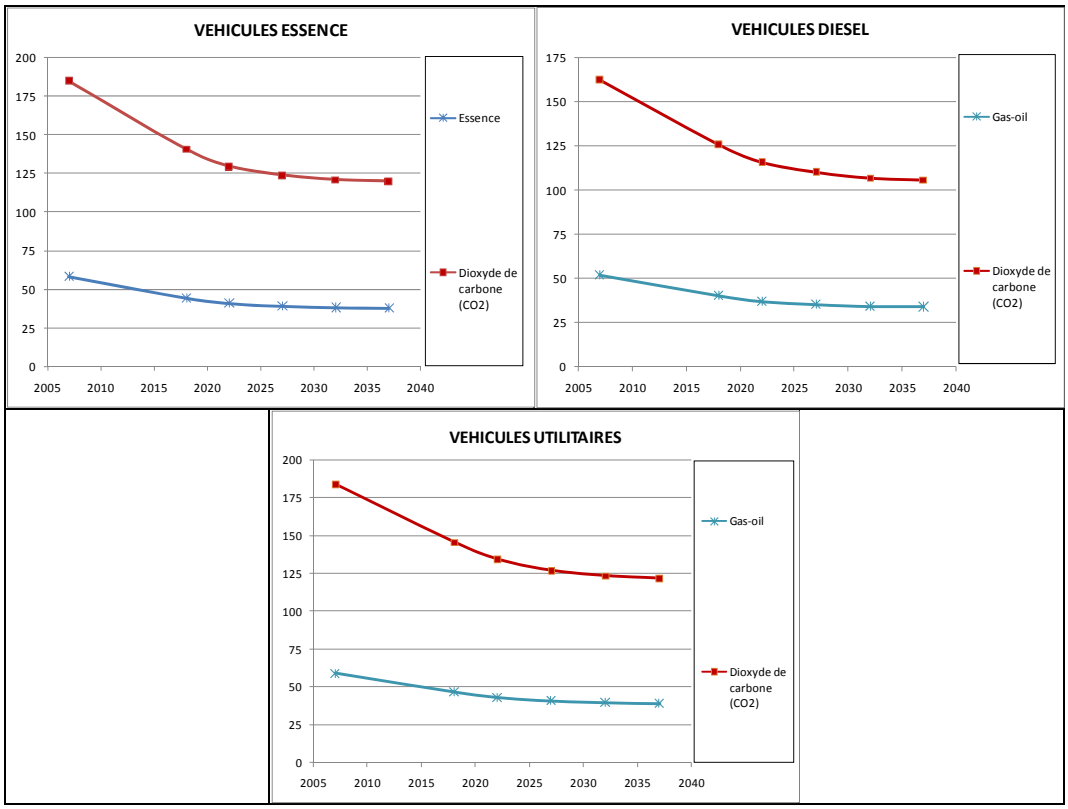


Figure 31 : Evolution des consommations de carburants et des émissions de CO_2 conventionnelles des VL tunisiens

La **Figure 32** suivante présente enfin les courbes d'évolution de ces consommations et émissions des consommations et émissions unitaires de CO_2 conventionnelles unitaires calculées pour les quatre catégories de poids lourds circulant en Tunisie.

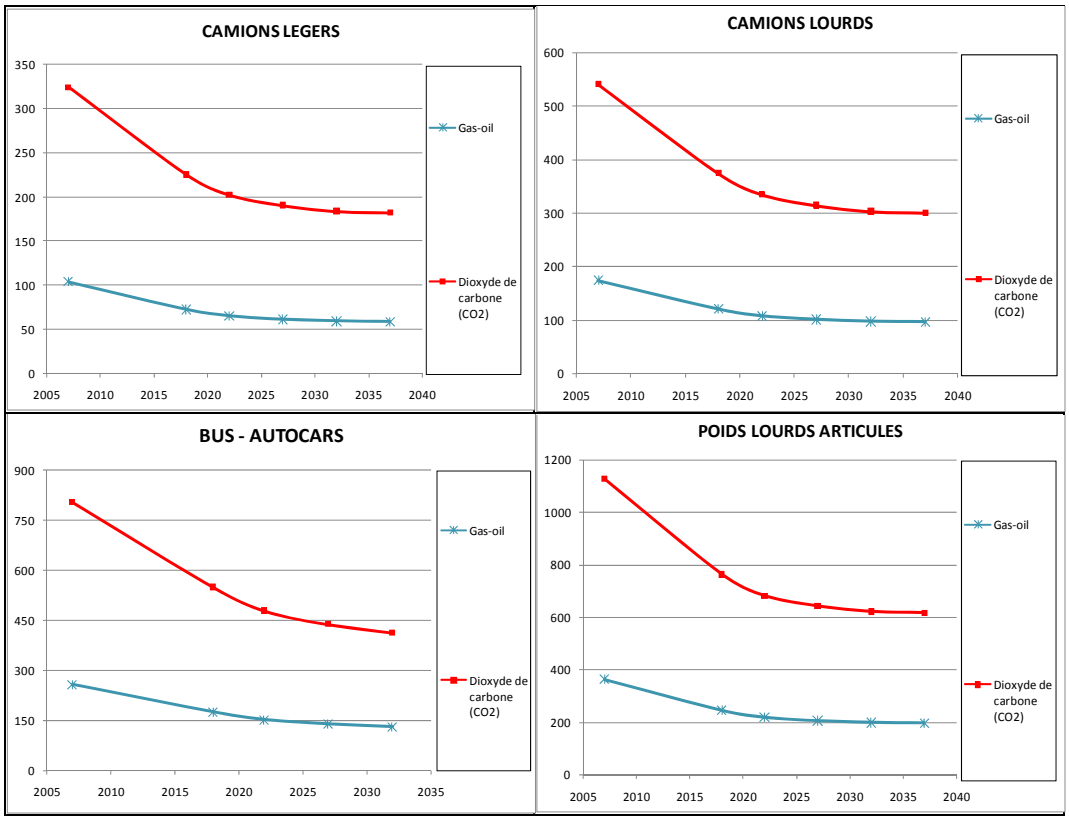


Figure 32 : Evolution des consommations de gas-oil et des émissions de CO_2 conventionnelles des poids lourds tunisiens

On voit que la prise de conscience progressive des dangers du réchauffement climatique depuis la Conférence de Rio en 1992 a conduit à des progrès technologiques qui vont se traduire par une diminution progressive de la consommation de carburant et des émissions de CO_2. Une amélioration ultérieure des émissions nécessitera à partir de 2030 d'utiliser de nouvelles technologies en remplacement des moteurs à combustion interne brûlant des hydrocarbures, ou au moins à les combiner au sein de véhicules hybrides.

4.2.2.2 - L'évolution des émissions unitaires réelles du parc automobile tunisien

Dans la réalité, on a vu qu'il y a des différences entre valeurs conventionnelles et valeurs réelles de consommation, qui sont liées à de nombreux facteurs qui conduisent à une augmentation de la consommation réelle de carburant : style de conduite, entretien du véhicule, conditions de circulation, ...

4.2.2.2.1 - La non prise en compte de l'effet de la pente sur les émissions du trafic autoroutier

La situation de trafic fluide sur les sections autoroutières et sur les sections routières « soulagées » permet aux poids lourds de circuler à 90 km /h en pente négative ou nulle, à 80 km /h en pente à 2%, à 50 km /h en pente à 4% et à 30 km /h en pente à 6%.

Dans ces conditions favorables, les coefficients correcteurs à appliquer aux consommations réelles calculées à partir des normes conventionnelles établies sur des bancs à rouleaux en position horizontale sont indiqués dans le **Tableau 48** suivant.

Tableau 48 : Coefficients correcteurs à appliquer selon la pente aux consommations réelles calculées

Pente	- 4%	- 2%	0	+ 2%	+ 4%	+ 6%
Vitesse PL sur autoroute	90 km /h	90 km /h	90 km /h	80 km /h	50 km /h	30 km /h
Carburant et CO_2	7,8%	25,7%	100,0%	207,9%	323,5%	443,7%
NO_x	7,9%	24,1%	100,0%	197,7%	315,1%	425,3%
PM	33,5%	57,0%	100,0%	150,5%	228,1%	314,7%
COV	34,2%	57,2%	100,0%	138,3%	219,3%	295,9%
CO	17,2%	56,5%	100,0%	137,5%	206,7%	278,6%

On peut donc considérer que, grâce à la réalisation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, la vitesse élevée permise par la fluidité du trafic permet aux effets de pente négative de compenser pour les poids lourds les effets de pente positive, comme cela est déjà admis pour les véhicules légers.

4.2.2.2.2 - Le passage des émissions conventionnelles aux émissions réelles de CO_2

Les campagnes de la sécurité routière et de l'ANPE pourront être centrées sur l'entretien, le mode de conduite, le gonflage des pneumatiques, etc …. Il en résultera une diminution des surconsommations, qui pourront atteindre :

- jusqu'à 10% par un meilleur entretien des véhicules ;
- jusqu'à 5% par un comportement de conduite moins agressif ;
- jusqu'à 1% par un meilleur gonflage des pneumatiques ;
- jusqu'à 6% par un meilleure utilisation de la climatisation ;
- jusqu'à 33% par l'amélioration technologique des climatiseurs de véhicules.

Mais toutes ces améliorations vont être compensées en partie par l'augmentation sensible du taux de pénétration de la climatisation dans le parc automobile. Finalement, le **Tableau 49** suivant estime les baisses de surconsommations des différents types de véhicules entre consommations standard et consommations réelles.

Tableau 49 : Baisse des consommations et émissions réelles des différents types de véhicules d'ici 2037

Type de véhicule / Surconsommations — Catégorie de véhicule	Véhicules légers			Poids lourds			
	Voiture particulière	Camion-nette	Minibus-Louage	Camion léger	Camion lourd	Bus-Autocar	Ensemble. articulé
Véhicules mieux entretenus	3%	10%	5%	5%	4%	5%	3%
Comportement de conduite moins agressif	4%	5%	7%	5%	2%	5%	2%
Meilleur gonflage des pneumatiques	1%						
Meilleure utilisation de la climatisation	3%				4%	4%	5%
Amélioration technologique des climatiseurs	3%	2%	4%	2%	4%	5%	4%
Développement de l'utilisation de la climatisation	-4%	-2%	-6%	-2%	-4%	-4%	-4%
ENSEMBLE	**10%**	**15%**	**10%**	**10%**	**10%**	**15%**	**10%**

Dans ces conditions, le **Tableau 50** suivant estime l'évolution entre 2018 et 2037 des surconsommations des différents types de véhicules entre consommations standard et consommations réelles.

Tableau 50 : Evolution des surconsommations et surémissions des différents types de véhicules entre 2018 et 2037

Type de véhicule	Catégorie de véhicules	2018	2022	2027	2032	2037
Véhicules légers	Voiture particulière	138,0%	136,0%	134,0%	132,0%	130,0%
	Camionnette	138,0%	136,0%	134,0%	132,0%	130,0%
	Minibus et Louage	177,0%	174,0%	171,0%	168,0%	165,0%
Poids lourds	Camion léger	163,0%	161,0%	159,0%	157,0%	155,0%
	Camion lourd	188,0%	186,0%	184,0%	182,0%	180,0%
	Bus- Autocar	163,0%	161,0%	159,0%	157,0%	155,0%
	Ensemble articulé	152,0%	149,0%	146,0%	143,0%	140,0%

4.2.2.2.3 - Les consommations et émissions unitaires moyennes réelles en fonction de la vitesse

4.2.2.2.3.1 - L'évolution des consommations unitaires moyennes réelles entre 2018 et 2037

La **Figure 33** suivante présente les courbes d'évolution en fonction de la vitesse des consommations unitaires moyennes réelles entre 2018 et 2037 pour les huit catégories de véhicules circulant en Tunisie.

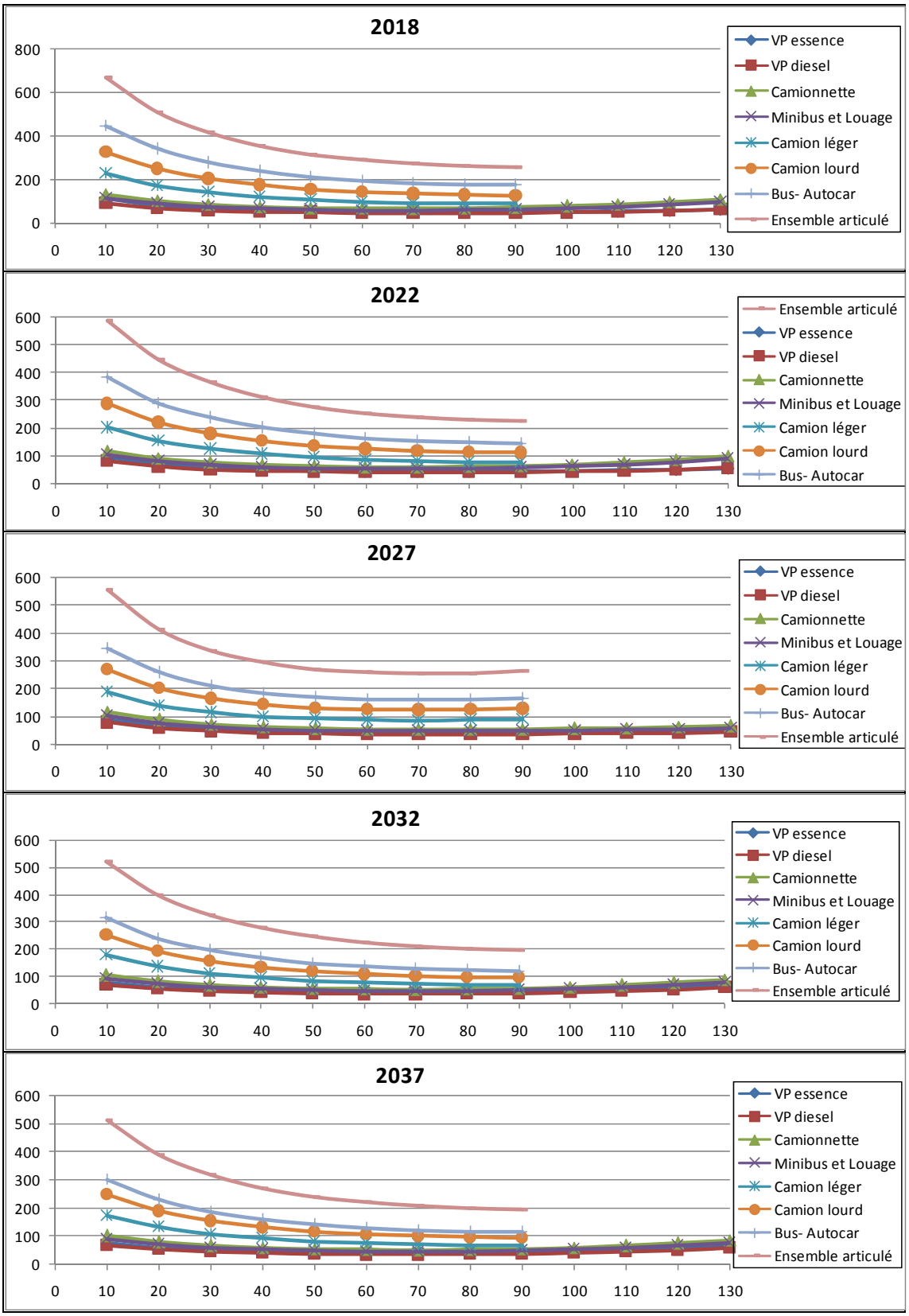


Figure 33 : Evolution des consommations unitaires moyennes réelles de carburant des huit catégories de véhicules

On voit qu'avec les efforts des motoristes pour baisser la consommation de carburant de leurs moteurs, la consommation unitaire moyenne réelle du véhicule moyen de chaque catégorie va progressivement baisser à toutes les vitesses entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants.

4.2.2.2.3.2 - L'évolution des émissions unitaires moyennes réelles de CO_2 entre 2018 et 2037

La **Figure 34** suivante présente de la même manière les courbes d'évolution en fonction de la vitesse des émissions unitaires moyennes réelles de CO_2 entre 2018 et 2037 pour les huit catégories de véhicules circulant en Tunisie.

On voit qu'avec les efforts des motoristes pour baisser la consommation de carburant de leurs moteurs, les émissions unitaires moyennes réelles de CO_2 du véhicule moyen de chaque catégorie va progressivement baisser à toutes les vitesses entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants.

4.2.2.2.3.3 - L'évolution des émissions unitaires moyennes réelles de CO entre 2018 et 2037

La **Figure 35** de la page 127 présente quant à elle les courbes d'évolution en fonction de la vitesse des émissions unitaires moyennes réelles de CO entre 2018 et 2037 pour les huit catégories de véhicules circulant en Tunisie.

On voit qu'avec les efforts des motoristes pour que leurs moteurs respectent les normes Euro de plus en plus strictes, les émissions unitaires moyennes réelles de CO du véhicule moyen de chaque catégorie vont progressivement baisser à toutes les vitesses entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants.

4.2.2.2.3.4 - L'évolution des émissions unitaires moyennes réelles de NO_x entre 2018 et 2037

La **Figure 36** de la page 128 présente quant à elle les courbes d'évolution les courbes d'évolution en fonction de la vitesse des émissions unitaires moyennes réelles de NO_x entre 2018 et 2037 pour les huit catégories de véhicules circulant en Tunisie.

On voit qu'avec les efforts des motoristes pour que leurs moteurs respectent les normes Euro de plus en plus strictes, en particulier pour les poids lourds, les émissions unitaires moyennes réelles de NO_x du véhicule moyen de chaque catégorie vont progressivement baisser à toutes les vitesses entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants.

4.2.2.2.3.5 - L'évolution des émissions unitaires moyennes réelles de PM entre 2018 et 2037

La **Figure 37** de la page 129 présente enfin les courbes d'évolution les courbes d'évolution en fonction de la vitesse des émissions unitaires moyennes réelles de PM entre 2018 et 2037 pour les huit catégories de véhicules circulant en Tunisie.

On voit qu'avec les efforts des motoristes pour que leurs moteurs diesel respectent les normes Euro de plus en plus strictes, en particulier pour les poids lourds, les émissions unitaires moyennes réelles de PM du véhicule moyen de chaque catégorie vont progressivement baisser à toutes les vitesses entre 2018 et 2037 avec la disparition progressive des véhicules anciens les plus polluants.

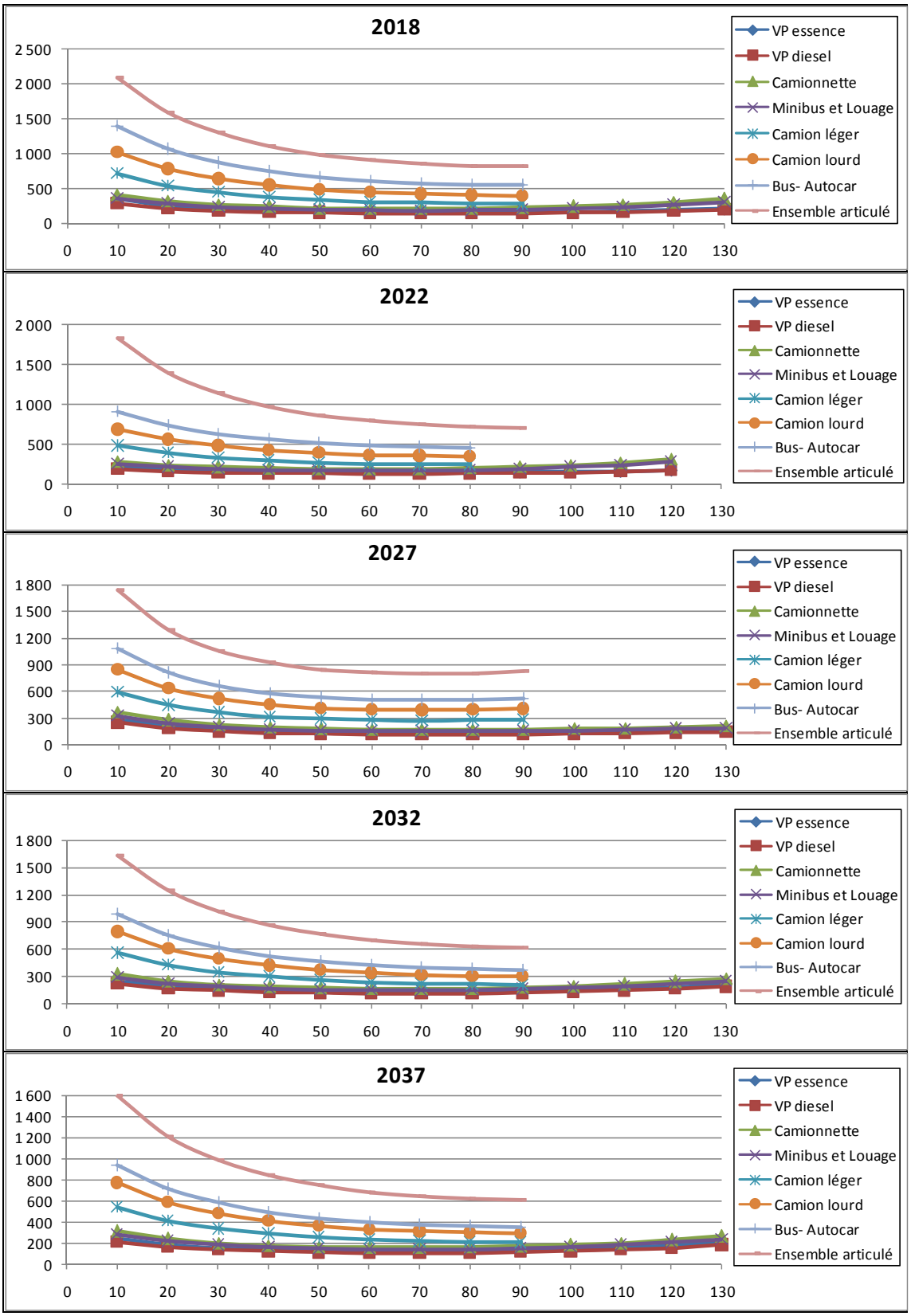


Figure 34 : Evolution des émissions unitaires moyennes réelles de CO_2 des huit catégories de véhicules

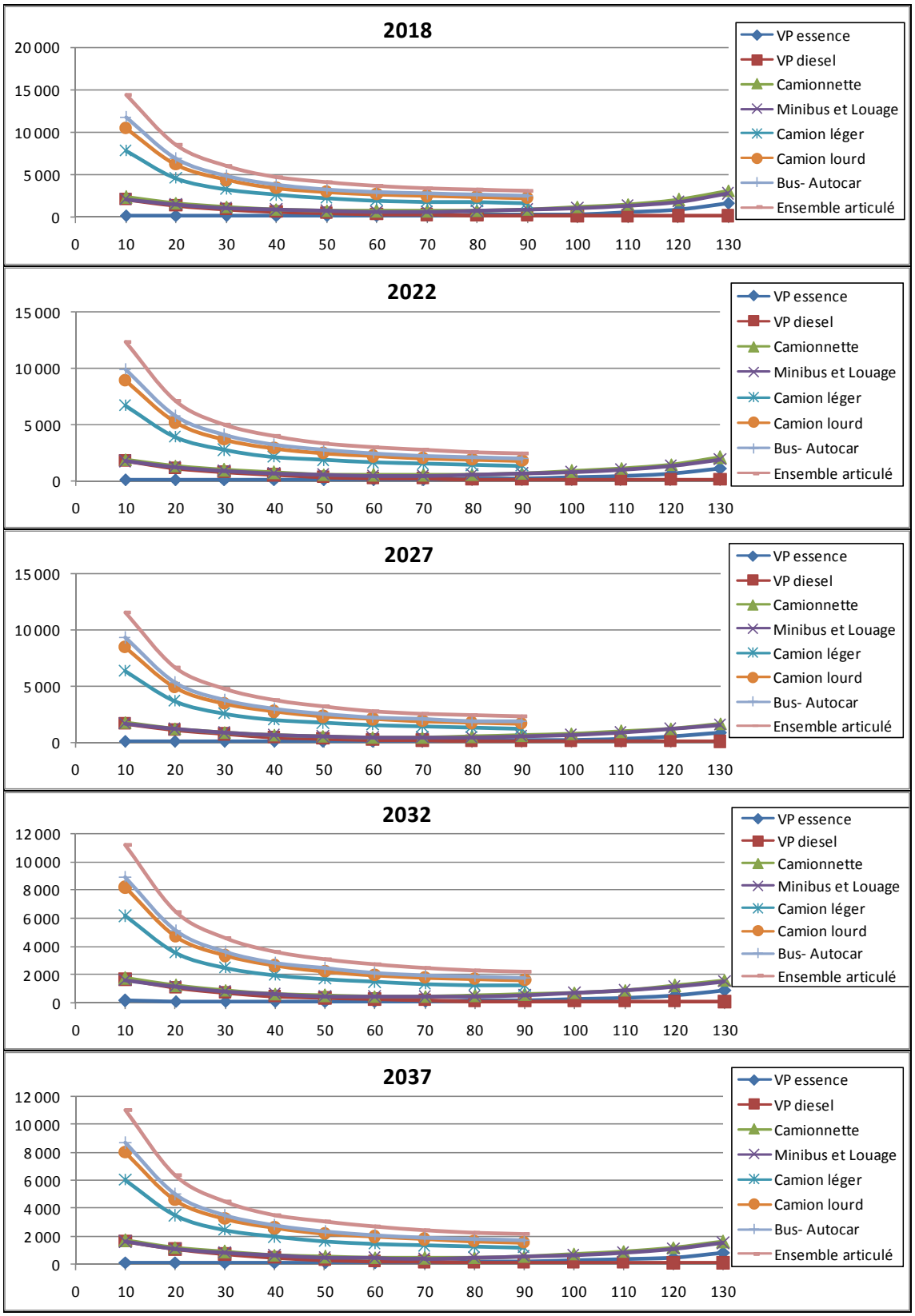


Figure 35 : Evolution des émissions unitaires moyennes réelles de CO des huit catégories de véhicules

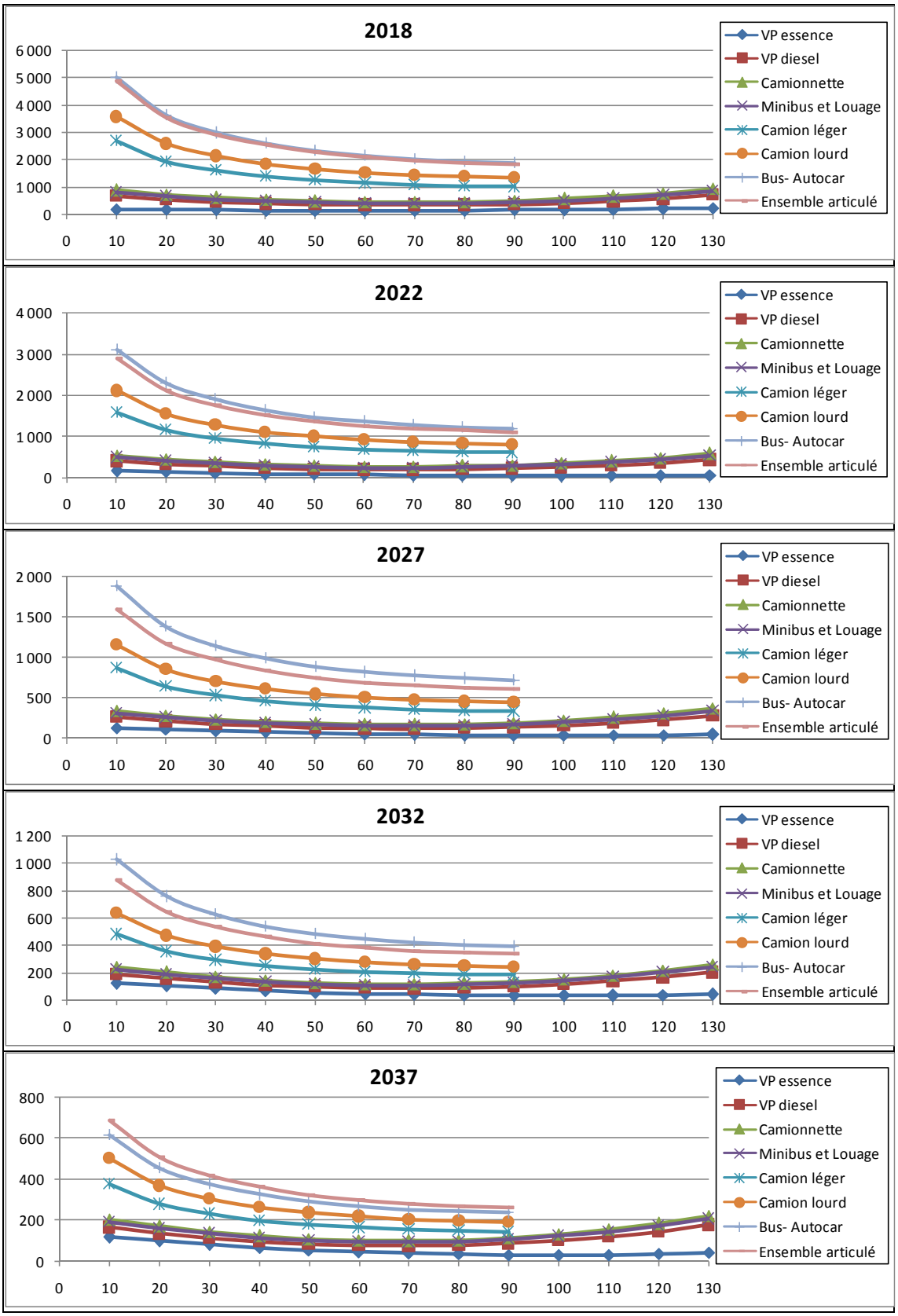


Figure 36 : Evolution des émissions unitaires moyennes réelles de NO_x des huit catégories de véhicules

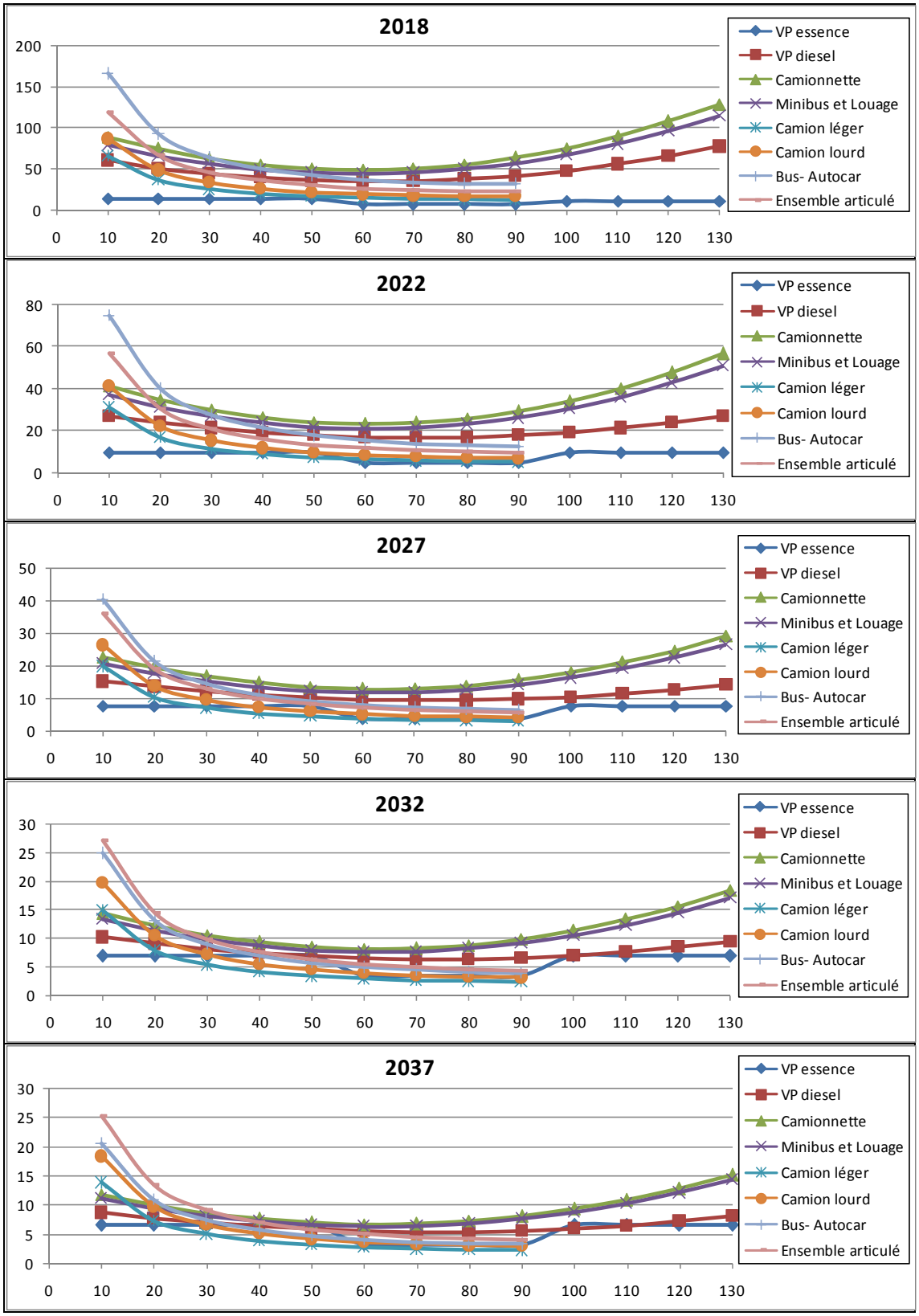


Figure 37 : Evolution des émissions unitaires moyennes réelles de PM des huit catégories de véhicules

4.2.3 - LES HYPOTHÈSE DE CALCUL DE L'ÉVOLUTION DU TRAFIC AUTOMOBILE ENTRE TUNIS ET JELMA

4.2.3.1 - Les hypothèse de l'étude économique sur l'évolution du trafic automobile entre Tunis et Jelma

4.2.3.1.1 - Les hypothèses d'évolution des trafics de véhicules légers entre Tunis et Jelma

L'étude économique a commencé par déterminer, à partir des trafics moyens journaliers annuels observés sur les diverses sections de l'infrastructure routière lors du recensement 2007 et lors de l'enquête du Groupement COBA/SCET-Tunisie de 2012, les projections des trafics inter-régionaux de véhicules légers et de poids lourds sur les routes nationales entre Tunis-Zaghouan-Kairouan-Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa jusqu'à 2037 sans projet.

4.2.3.1.1.1 - Le taux de croissance calculé pour le trafic VL entre Tunis et Jelma

L'évolution du trafic des VL est liée à l'évolution de la population et du revenu par habitant. Les valeurs de ce dernier indicateur étant mal connues, il est souvent approché par le PIB par habitant. Le taux de croissance du trafic de voyageurs entre deux zones est donné par la formule présentée au § lors du calcul de l'évolution des trafics VL sans Projet, de même que les taux considérés pour la croissance démographique qui sont présentés dans le de la page , les hypothèse de croissance économique et les hypothèse de l'élasticité de la mobilité par rapport au revenu:

A partir des hypothèses de croissance démographique et de croissance économique présentées ci-dessus, et du coefficient d'élasticité m, les taux annuels moyens de croissance du trafic des voyageurs ont été calculés pour chaque couple O_i-D_j, concerné par le trafic T_{ij}.

Ainsi, 25 séries de croissance ont ainsi établies pour les différents couples O-D avec des taux variant entre 4,3% et 6,3%. Les taux de croissance du trafic par horizon et pour les différents couples O_i-D_j sont donnés en Annexe 3.

4.2.3.1.1.2 - Le taux de croissance calculé pour le trafic PL entre Tunis et Jelma

Il est généralement admis que l'évolution globale (nationale) du trafic de transport de marchandises est liée à l'évolution du PIB selon la formule présentée au § lors du calcul de l'évolution des trafics PL sans Projet, avec un coefficient d'élasticité m de *1,2*. Le taux de croissance du trafic PL s'établit donc, pour le cas du scénario central dans les quatre gouvernorats desservis, à plus de 6% par an.

4.2.3.1.2 - L'hypothèse pour la détermination du trafic induit entre Tunis et Jelma

Théoriquement, la construction d'une autoroute engendre également un trafic induit constitué par des nouveaux usagers qui sont attirés par l'existence de l'autoroute et dont l'importance est égale, à un coefficient d'élasticité près, au rapport des coûts de transport dans les situations avec et sans projet.

Cependant, sachant que ce trafic induit n'est réellement important que lorsqu'il y a un bouleversement dans les conditions de transport (par exemple pour une route nouvelle pour désenclaver une région), et ne disposant d'aucune estimation statistique fiable du coefficient d'induction du trafic en Tunisie, nous avons jugé préférable de négliger ce trafic induit afin de ne pas fausser les comparaisons entre les variantes de tracé et de ne pas introduire des trafics incertains et aléatoires.

A partir de ces trafics moyens journaliers inter-régionaux annuels ainsi projetés sur les diverses sections de l'infrastructure routière, a ensuite été déterminée la clé de répartition de ces trafics inter-régionaux projetés entre les diverses sections de la nouvelle infrastructure autoroutière et les diverses sections de l'infrastructure routière « soulagées » de la portion du trafic empruntant l'Autoroute.

4.2.3.1.3 - La loi d'affectation du trafic entre itinéraires concurrents

Le modèle d'affectation a pour objet de répartir les flux de trafics routiers sur le réseau décrit, en prenant en compte les contraintes de charges de trafics de chaque tronçon et de péage éventuel.

Pour effectuer ces affectations en interurbain sous double contrainte de capacité et de péage, la méthode d'Abraham est actuellement utilisée. Elle est basée sur un une loi *logit* paramétrée par les des coûts de circulation de chaque itinéraire concurrent sur une relation origine-destination. Dans le cas de deux itinéraires concurrents, la répartition des trafics suit alors la loi :

$$\frac{T_i}{T_j} = \left(\frac{C_i}{C_j}\right)^{\alpha}$$

avec :

- T_i, T_j .....: trafics sur les itinéraires i et j ;
- C_i, C_j .....: coûts généralisés de circulation[15] sur les itinéraires i et j ;
- α.....: sensibilité de l'affectation par rapport au coût.

Ils sont calculés suivant la méthodologie présentée dans la section suivante (§ 4.3). Le paramètre de sensibilité est pris par défaut égal à 10, une valeur habituellement prise pour les longs déplacements (supérieurs à 30 km).

Il faut noter que les coûts de circulation dépendent sensiblement des vitesses de parcours. Or, ces vitesses dépendent de l'encombrement de la route (intensité du trafic). Par conséquent, le modèle ARIANE procède par itérations successives jusqu'à ce que la différence entre deux itérations soit inférieure au seuil de convergence, ou bien après un nombre prédéfini d'itérations.

4.2.3.2 - L'hypothèse complémentaire à l'étude économique pour la répartition du parc des véhicules particuliers par véhicules-type émetteur

On a vu que l'étude de trafic a déterminé les projections d'ici 2037 des trafics inter-régionaux entre Tunis et Jelma de véhicules légers et de poids lourds sur les sections de la nouvelle infrastructure autoroutière avec péage et sur les sections de l'infrastructure routière « soulagées » de la portion du trafic empruntant l'Autoroute.

---

[15] *Les coûts généralisés de circulation sont constitués :*

- *des coûts d'exploitation des véhicules (CEV) qui comprennent la consommation de carburant, les frais d'entretien, l'usure de pneumatiques, l'amortissement des véhicules, etc ... ;*
- *des gains de temps sur les durées de parcours valorisés au coût du temps de parcours selon les motifs de déplacement ;*
- *des coûts d'insécurité, fonction des probabilités d'avoir un accident et de la valeur des dégâts subis (moral, corporel et matériel).*

Toutefois, les émissions unitaires des diverses catégories de véhicule ne sont pas les mêmes. Outre la clef de répartition des trafics véhicules légers et poids lourds présentée dans le **Tableau 56** de la page 140, il est important de répartir la catégorie « Voitures particulières » entre VP à essence et VP diesel.

Pour ce faire, on a vu que les données du Erreur ! Source du renvoi introuvable. de la page **Erreur ! Signet non défini.** traduisent le fait qu'on a considéré que, comme les véhicules particuliers à moteur diesel correspondent à des véhicules de catégorie en moyenne plus élevée (compactes, routières, familiales et grandes routières) que les véhicules particuliers à moteur essence (minis, citadines, compactes, routières et familiales), leurs possesseurs utilisent plus facilement le réseau autoroutier que le réseau routier.

En appliquant ces clefs de répartition, les trafics moyens journaliers inter-régionaux annuels ont alors été déterminés en situation avec projet pour les huit catégories de véhicules en 2018, 2022, 2027, 2032 et 2037.

4.2.4 - LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DE MÉTAUX LOURDS D'UN TRAFIC ROUTIER

On a vu que les métaux lourds provenant de la circulation des véhicules automobiles sont essentiellement représentés par le zinc et le cadmium, après la suppression depuis 2008 de la distribution du carburant « Essence Super avec additif plomb ».

Ces émissions de métaux lourds proviennent du fonctionnement des moteurs, des boîtes de vitesse, des plaquettes de frein et des pneumatiques. Elles augmentent considérablement lors des phases de ralentissement et de ré-accélérations des véhicules, qui produisent :

- une usure des plaquettes de frein et des pneumatiques, et
- des changements de régime de leurs moteurs à combustion interne.

La fluidification de la circulation automobile inter-régionale entre Tunis et Gafsa, qui est le but recherché avec la mise en service de la future desserte autoroutière directe, se traduira donc par une diminution importante de ce type d'émissions. C'est ainsi que les zones concernées par les plus fortes émissions de métaux lourds, où la circulation ralentit ou accélère :

- se limiteront sur l'autoroute aux zones de péage, aux aires de repos et aux bretelles de sortie et d'entrée ;
- concerneront sur le réseau pré-existant « soulagé » toutes les zones urbanisées traversées, avec leurs limitations de vitesse, leurs ralentisseurs, leurs rond-points et leurs carrefours : avec des trafic VL et PL réduits en situation avec Projet, les ralentissements ou les accélérations ne seront plus de la même ampleur dans la situation sans Projet.

La mise en œuvre du Projet se traduira donc par une diminution des émissions atmosphériques de métaux lourds du trafic automobile entre Tunis et Jelma.

4.2.5 - LES NUISANCES SONORES D'UN TRAFIC ROUTIER

Le trafic automobile sera la source la plus importante de nuisances sonores lors de l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière.

4.2.5.1 - Les nuisances sonores des moteurs du trafic automobile

Or le niveau sonore d'un trafic automobile est par nature fluctuant, avec des pointes qui correspondent aux passages des voitures. Pour tenir compte de cette complexité, on tend actuellement à utiliser deux procédés d'appréciation :

- le niveau sonore équivalent à un niveau constant $L_{éq}$;
- le seuil L_{50} correspond au niveau sonore que la somme des niveaux sonores dépassent pendant 50% *du* temps, et le seuil L_1 au niveau sonore des pointes de passage qui est dépassé pendant 1% *du* temps.

Les principaux facteurs acoustiques qui déterminent la gêne sonore provoquée par un trafic automobile sont :

- le niveau sonore moyen $L_{éq}$,
- les différences entre les moyennes $L_{éq}$ et les pointes L_1, et
- la fréquence et la durée des passages de véhicules.

On peut aussi souligner quelques facteurs exogènes qui influencent le niveau des émissions de bruit :

- le type de revêtement routier, puisqu'un revêtement bétonné provoque une augmentation du niveau sonore d'environ 5 dB par rapport à un revêtement asphalté ;
- la vitesse des véhicules, puisqu'une diminution de 100 à 60 km/h réduit les émissions d'environ 5 à 7 dB selon le type de source ;
- le type de véhicule, puisqu'on admet que le niveau sonore moyen d'un trafic routier comprenant 20% de poids lourds est supérieur de 5 dB à celui d'un même trafic sans poids lourds.

4.2.5.2 – La propagation du bruit de trafic routier en milieu extérieur

La propagation des ondes acoustiques en milieu extérieur est caractérisée par plusieurs phénomènes physiques brièvement décrits dans la **Figure 38** suivante.

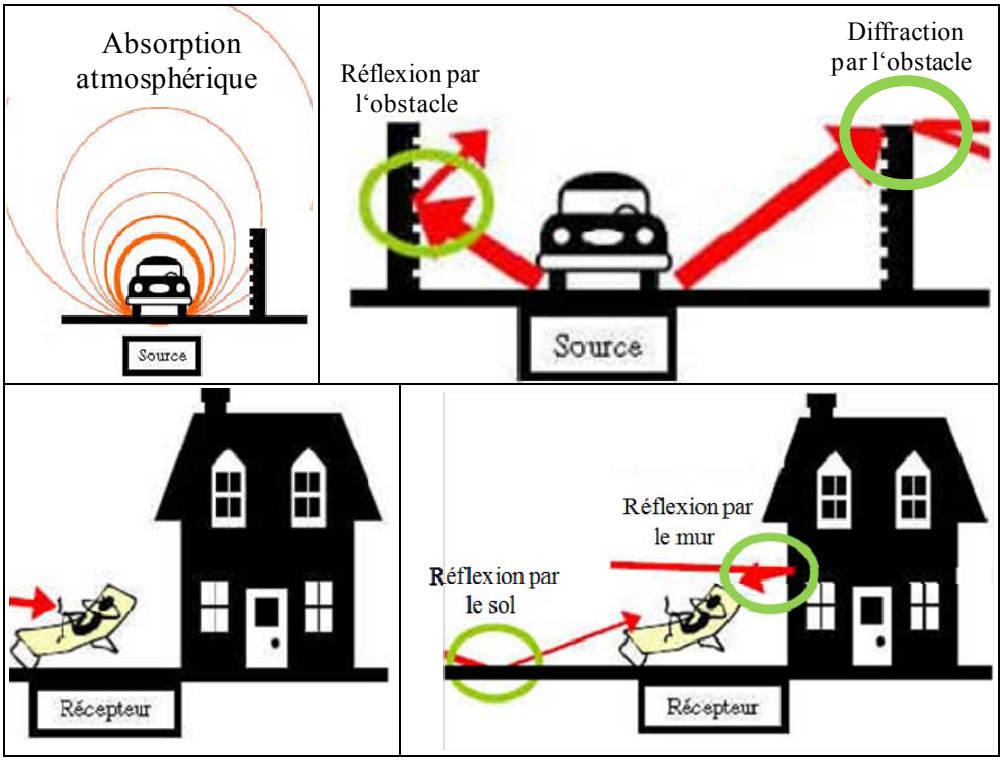


Figure 38 : Propagation des ondes acoustiques en milieu extérieur

On voit que :

- l'absorption atmosphérique est fonction de la fréquence, de la température de l'air et de l'humidité relative : pour exemple, la perte par kilomètre associée à une fréquence de 1.000 Hz pour une température et une humidité typique, est de l'ordre de 4 dB ;
- la réflexion/absorption sur les obstacles: le bruit se propage par réflexion sur une surface rigide telle que la façade d'un bâtiment. A ce titre, les caractéristiques physiques du sol entre la source de bruit et le récepteur doivent être prises en compte, une surface engazonnée sera plus absorbante et donc moins réfléchissante qu'un dallage.

4.2.5.3 - L'atténuation d'un bruit de trafic routier en fonction de la distance à la source

Théoriquement, la dispersion dans l'espace de l'énergie acoustique (appelée divergence géométrique) est de 6 dB par doublement de distance pour une source ponctuelle. Mais pour une ligne-source telle qu'une voie routière à circulation dense, la perte est plus complexe à déterminer. En effet, divers facteurs du trafic lui-même ainsi que la topographie du terrain déterminent la baisse du bruit en fonction de la distance de la route, si bien qu'on peut distinguer dans le voisinage d'une route deux zones distinctes :

- une zone proche, dans laquelle le bruit (les immissions) ne diminue pas en fonction de la distance et dont l'étendue dépend du trafic selon la formule où PWE = nombre d'unités de véhicules motorisés :

$$\text{Zone (en m)} = \frac{10\,000}{\text{PWE/h}}$$

- une zone éloignée, dans laquelle les immissions diminuent en fonction de la distance.

Aujourd'hui, on mesure le bruit du trafic par le niveau sonore pondéré en dB(A), et voici quelques caractéristiques de son comportement :

- dans la zone proche, le niveau sonore est égal à 9 + 20 log PWE /h, ce qui signifie qu'un dédoublement du trafic motorisé augmente le niveau sonore de 6 dB ;
- dans la zone éloignée, les sommes de fréquence L_1 diminuent de 6 dB et les sommes de fréquence L_{50} de 3 dB lorsque la distance est doublée, tandis qu'un dédoublement du trafic provoque une augmentation du niveau sonore de 3 dB.

L'annexe "Calcul des bruits de circulation" du présent rapport d'EIE présente le couloir situé de part et d'autre des chaussées de l'autoroute qui va être concerné par la gêne sonore, la gêne sonore de pointe nécessitant même d'envisager des moyens de protection spécifiques pour certains bâtiments situés à moins de 50 mètres de la limite droite des chaussées.

4.2.6 - L'INSÉCURITÉ ROUTIÈRE SUR LES DIFFÉRENTS AXES ROUTIERS

Un des principaux avantages économiques pour la collectivité de la construction d'une autoroute réside dans la réduction des accidents de la circulation, et donc dans une économie de vies humaines, de blessés et de dégâts matériels qu'elle permettra de réaliser tout au long de son exploitation.

En effet, les statistiques de tous les pays montrent que, si un accident survenant sur une autoroute est en général beaucoup plus spectaculaire et fait plus de blessés qu'un accident survenant sur une route nationale ou régionale en raison de la vitesse plus élevée de la circulation, sa probabilité et la mortalité générée sont par contre beaucoup plus faibles du fait des caractéristiques mêmes d'une autoroute : circulation sur plusieurs voies dans le même sens, absence d'intersection, meilleure visibilité, absence de virages dangereux, etc ...

La quantification d'un impact positif sur la sécurité nécessite de déterminer les probabilités d'avoir un accident, de mourir ou d'être blessé selon qu'un usager emprunte l'autoroute ou la route nationale sur un itinéraire concurrent. Elle nécessite également d'attribuer un coût à la vie humaine, ainsi qu'un coût aux blessés de la route et un coût aux dégâts matériels.

4.2.6.1 - L'accidentologie actuelle sur les axes autoroutiers et routiers tunisiens

En Tunisie, toutes les statistiques des accidents de la circulation collationnées par la Direction Générale de la Garde Nationale, telles que celles présentées dans le **Tableau 51** suivant pour l'année 2007, confirment aussi ces constatations internationales.

Tableau 51 : Accidentologie dans la zone d'influence du projet

Axe routier / Nombre	A1	A3	RN1	RN 6
Accidents par million de véh-Km	0,12	0,17	0,19	0,22
Tués par accident	0,27	0,21	0,42	0,48
Blessés par accident	2,03	2,33	1,90	1,30
Rapport morts /blessés	13,3%	9,0%	22,1%	36,9%

Source : Statistiques des accidents de la circulation, Direction Générale de la Garde Nationale, 2007

On remarque que les accidents étudiés sont plus fréquents et plus graves sur les deux routes nationales que sur les deux autoroutes A1 et A3. Surtout la probabilité de mourir dans cet accident est beaucoup

plus importante sur les deux routes nationales que sur les deux autoroutes, mais la probabilité d'être blessé y est nettement plus faible.

4.2.6.1.1 - L'évolution de l'accidentologie entre 2018 et 2037

Dans le futur, le parc automobile tunisien va peu à peu bénéficier (comme pour les émissions atmosphériques des moteurs) des efforts technologiques que les constructeurs apportent au niveau des différents paramètres de sécurité de leurs véhicules : résistance aux crashs, systèmes d'assistance à la conduite (freinage avec anti-blocage des roues ABS, correction de trajectoire EPS, alerte de franchissement de ligne, etc …).

Cette amélioration de la sécurité des véhicules va pénétrer dans ce parc automobile selon la courbe déjà présentée dans la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** de la page **Erreur ! Signet non défini.**. En conséquence, on peut établir les hypothèses d'évolution qui sont présentées dans le **Tableau 52** suivant pour les quatre types d'axes empruntés dans la zone d'influence du Projet en situations avec et sans Projet.

Tableau 52 : Evolution de l'accidentologie sur les trois types d'axes entre Tunis et Jelma d'ici 2037

Horizon / Nombre	2014		2020		2025		2030		2033	
Sections autoroutières										
Accidents (million véh-Km)	0,153		0,133		0,122		0,111		0,094	
Tués /accident	0,204		0,220		0,226		0,231		0,246	
Blessés /accident	2,283		2,163		2,093		2,024		1,908	
Rapport morts /blessés	8,9%		10,2%		10,8%		11,4%		12,9%	
Sections routières	**RN doublées**	**RN et RR**	**RN doublées**	**RN et RR**	**RN doublées**	**RN et RR**	**RN doublées**	**RN et RR**	**RN doublées**	**RN et RR**
Accidents (million véh-Km)	0,176	0,209	0,171	0,206	0,167	0,202	0,163	0,199	0,159	0,196
Tués /accident	0,412	0,475	0,407	0,473	0,403	0,470	0,399	0,468	0,395	0,466
Blessés /accident	1,872	1,287	1,857	1,281	1,843	1,274	1,829	1,268	1,815	1,261
Rapport morts /blessés	22,0%	36,9%	21,9%	36,9%	21,9%	36,9%	21,8%	36,9%	21,8%	36,9%

La différence entre les deux évolutions de l'accidentologie sur les routes nationales selon qu'elles sont ou non doublées est liée à la moins bonne fluidité du trafic sur une route nationale non doublée, qui va pousser ses usagers pressés à y commettre plus fréquemment des fautes de conduite dangereuses.

4.3 - Les facteurs d'impact spécifiques à la situation sans Projet

En situation sans Projet, c'est le trafic et la vitesse des véhicules automobiles empruntant le réseau routier pré-existant qui constituent le facteur d'impact primaire, de par les diverses nuisances qu'ils induisent :

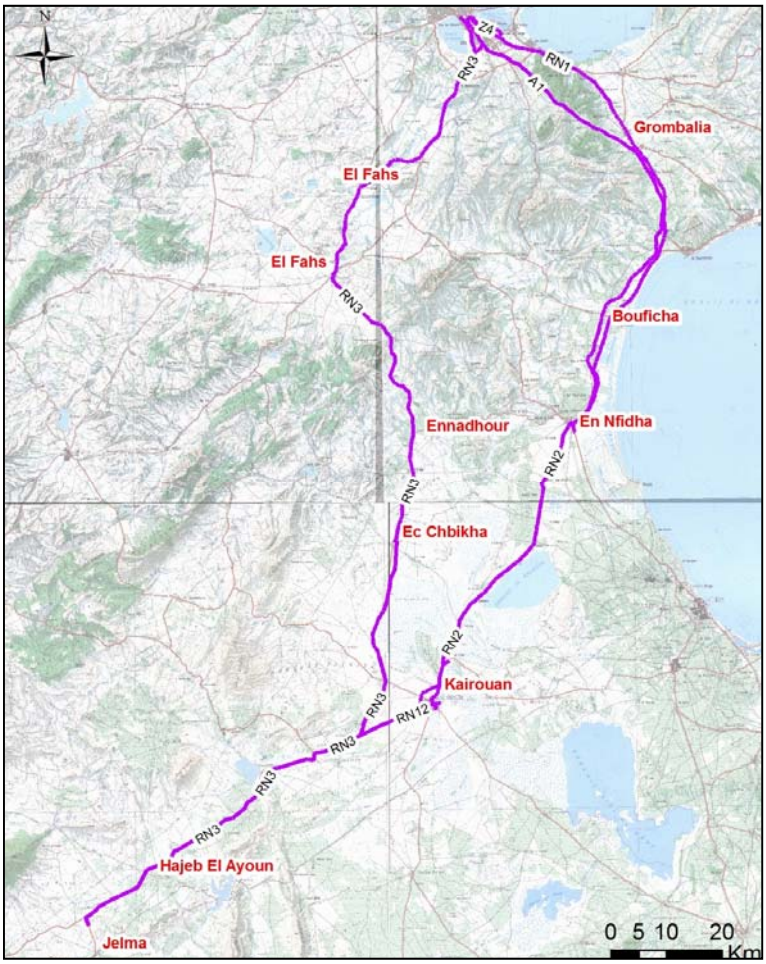
- les émissions atmosphériques de polluants des moteurs ;
- les bruits de circulation ;
- les risques d'accident de la circulation, qui conduisent à des pertes économiques pour la Tunisie ;
- la saturation progressive des axes routiers, qui conduit à des pertes de temps pour les usagers.

Les facteurs de base qui permettent le calcul de ces nuisances en situation sans Projet sont :

- la longueur de chaque section routière et autoroutière du réseau pré-existant qu'ils parcourent ;
- le niveau moyen du trafic journalier des véhicules-type émetteur sur chaque section ;
- la vitesse moyenne de ce trafic journalier des véhicules-type émetteur qui dépend pour chaque axe :
  - ✓ du niveau moyen du trafic journalier qui le parcourt, et
  - ✓ du type de la route, autoroute, RN doublée, RN, RR ou RL, qui détermine sa capacité de transit d'une circulation demeurée fluide.

4.3.1 - LA LONGUEUR DES SECTIONS ROUTIÈRES ET AUTOROUTIÈRES DU RÉSEAU PRÉ-EXISTANT

La **Carte 21** suivante présente les trois trajets utilisables actuellement pour circuler par la route entre Tunis et Jelma.



Carte 21 : Trois trajets utilisables actuellement entre Tunis et Jelma

Comme la RN1 est passablement saturée de Tunis à Grombalia, nous allons considérer que le trafic inter-régional se répartit plutôt en situation de référence sur les deux autres trajets, à savoir :

- le trajet par la RN3 par El Fahs et Kairouan, et
- le trajet par l'A1 jusqu'à Enfidha, puis par la RN2 jusqu'à Kairouan et par la RN3 ensuite.

Le **Tableau 53** suivant présente la longueur de ces sections routières entre Tunis et Kairouan du réseau pré-existant.

Tableau 53 : Longueur des sections routières du réseau pré-existant de Tunis à Kairouan

Sections routières de Tunis à Kairouan		Longueur en zones (km)		Longueur Totale (km)
Routes	**Sections**	**rurales**	**urbaines**	
RR37	Rocade Tunis - 801	18,2	0,6	**18,8**
	801 - RN3	0,0	1,0	**1,0**
RN3	Rocade Tunis - RR133	11,0	0,0	**11,0**
	RR133 - RR37	10,6	2,8	**13,4**
	RR37 - RN4	14,0	3,5	**17,5**
	RN4 - 804	9,2	1,6	**10,8**
	804 - 805	24,4	0,4	**24,8**
	805 - inj Z6	9,5	0,2	**9,7**
	inj Z6 - RR171	10,9	0,5	**11,4**
	RR171 - RR99	24,3	1,5	**25,8**
	RR99 - RN3/RN12	8,9	2,0	**10,9**
RR133	RN3 - RR134	11,7	0,0	**11,7**
	RR134 - 803	4,5	0,0	**4,5**
	803 - RR28 Nord	1,7	0,0	**1,7**
	RR28 Nord - RR28 Sud	5,0	1,7	**6,7**
	RR28 Sud - RR132	34,9	4,7	**39,6**
	RR132 - Enfidha	0,7	2,4	**3,1**
RN1	Enfidha - A1	2,9	1,9	**4,8**
RR134	RR131 - 802	11,7	1,6	**13,3**
RR28	RR131 - 834	6,8	2,4	**9,2**
	834 - 802	7,1	0,6	**7,7**
	802 - RN3/RN4	2,5	2,4	**4,9**
RR132	RN3 - RR133	25,1	4,2	**29,3**
RN2	Enfidha - 807	8,0	0,6	**8,6**
	807 - 808	13,4	1,9	**15,3**
	808 - RR171	19,1	1,2	**20,3**
	RR171 - RN12E	7,2	0,8	**8,0**
	RN12E - Rocade Kairouan	8,7	0,0	**8,7**
RN12	RN2 - A1	43,7	4,4	**48,1**
RR99	Rocade Kairouan - 809	4,6	1,1	**5,7**
	809 - 810	1,5	0,6	**2,1**
	TOTAL	**477,4**	**46,6**	**524,0**

Le **Tableau 54** suivant présente de la même manière la longueur de ces sections routières du réseau pré-existant entre Kairouan et Jelma.

Tableau 54 : Longueur des sections routières du réseau pré-existant de Kairouan à Jelma

Sections routières de Kairouan à Jelma		Longueur en zones (km)		Longueur Totale (km)
Routes	Sections	rurales	urbaines	
RN2	Rocade Kairouan - RN3	13,2	0,0	13,2
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	4,9	0,5	5,4
	RN3/RN12 - 811	1,6	0,0	1,6
	811 - RR73	9,9	0,4	10,3
	RR73 - 816	29,5	0,0	29,5
	816 - 815	7,9	0,0	7,9
	815 - RN3/3E	6,1	0,0	6,1
	RN3/3E - Jelma	5,9	1,0	6,9
	Jelma - RN13	14,3	1,0	15,3
TOTAL		**93,3**	**2,9**	**96,2**

Le **Tableau 55** suivant présente quant à lui la longueur des sections autoroutières pré-existantes de l'autoroute A1 qui vont être soulagées du trafic inter-régional entre Tunis et le Centre-Ouest après la mise en service des nouvelles sections autoroutières.

Tableau 55 : Longueur des sections autoroutières pré-existantes de l'autoroute A1

Sections autoroutières de l'A1	Longueur (km)
Rocade Tunis - Hammamet	35,1
Hammamet - Enfidha	39,0
Enfidha - Sousse	41,5

4.3.2 - LES NIVEAUX MOYENS DES TRAFICS JOURNALIERS DES VÉHICULES-TYPE ÉMETTEUR

Les véhicules-type émetteur sont une source de plusieurs impacts pour les milieux naturel et humain, de par leurs émissions de polluants gazeux, de particules, de métaux-lourds, de bruits et vibrations. L'importance de ces impacts dépend de deux facteurs principaux :

- la vitesse des trafics concernés, qui fournit les valeurs unitaires de ces émissions ;
- l'importance des trafics concernés qui fournit la vitesse des trafics en fonction des capacités de l'axe concerné, et les valeurs globales de ces émissions au kilomètreà partir des valeurs unitaires.

4.3.2.1 - Les résultats de l'étude de trafic en matière de répartition du trafic actuel par section autoroutière et routière

Les facteurs d'émission variant en fonction de la catégorie et de la vitesse des véhicules empruntant les réseaux autoroutiers et routiers, les enquêtes trafic réalisées par le Groupement COBA/SCET-Tunisie entre le 16 janvier et 17 février 2012 ont fourni des informations utiles pour les diverses sections routières et autoroutières

Les facteurs d'émission variant par catégorie de véhicule, il est nécessaire d'éclater le trafic sur les diverses sections routières et autoroutières dans les trois variantes entre les catégories, et plus particulièrement entre les types, les modes de carburation, les cylindrées des véhicules légers, les poids total autorisé en charge des poids-lourds et les âges.

Pour ce faire, on a utilisé les données fournies par l'enquête trafic réalisées par le Groupement COBA/SCET-Tunisie entre le 16 janvier et 17 février 2012, et par le modèle Ariane utilisé pour modéliser les trafics futurs en situation avec projet.

On a vu que l'enquête de trafic réalisée pour l'étude d'APS de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa s'est déroulée entre le 16 janvier et 17 février 2012, et a touché 18 postes d'enquête. A partir des résultats du **Tableau 3** de la page 9 qui fournit les résultats des comptages manuels sur les 8 postes qui ont concerné le tronçon prioritaire de cette desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, on a pu établir le **Tableau 56** suivant qui présente la répartition des trafics routier et autoroutier des véhicules légers et des poids lourds par catégorie de véhicules pour l'autoroute A1, les 4 postes concernant les sections des RN3 et RN2 entre Tunis et Kairouan et le poste concernant les sections de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

Tableau 56 : Répartition des trafics de VL et de PL dans les 6 postes d'enquête par catégorie de véhicules

Type	Poste d'enquête / Catégories de véhicule	P17 sur l'autoroute A1	Moyenne des P1, P2, P3 et P4 entre Tunis et Kairouan	P6 entre Kairouan et elma
Véhicules légers (VL)	Véhicules Particuliers	77,5%	54,1%	41,8%
	Camionnettes	16,0%	32,9%	42,9%
	Minibus et Louages	6,5%	13,0%	15,3%
Poids Lourds (PL)	Camions légers	53,0%	44,8%	36,9%
	Camions lourds	31,6%	24,3%	3,4%
	Autobus- Autocars	7,1%	6,3%	6,6%
	Ensembles articulés & Engins spéciaux	8,2%	23,9%	52,3%

On voit que le trafic des véhicules particuliers diminue au sud de Kairouan au profit des camionnettes, et celui des camions lourds et légers au profit des Ensembles articulés et des Engins spéciaux.

4.3.2.2 - L'évolution des niveaux de trafic des véhicules-type émetteur en situation sans projet

Le niveau de trafic des sections du réseau routier existant[16] en l'absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est important à connaître, car il influence la vitesse moyenne possible sur chaque section.

Le modèle ARIANE a calculé l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds qui emprunteront les diverses sections du réseau routier préexistant entre Tunis et Jelma en absence de mise en service des nouvelles sections autoroutières.

4.3.2.2.1 - L'évolution entre 2018 et 2037 des trafics sur le réseau routier jusqu'à Kairouan

Le **Tableau 57** suivant présente les résultats de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds qui emprunteront les sections routières de la RN3 doublée entre Tunis et Kairouan et de la RN2 dont le doublement est prévu entre Enfidha et Kairouan en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

[16] *La RN3 est supposée doublée jusqu'à Kairouan en 2018, puisque le projet est en cours de réalisation.*

Tableau 57 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les sections de la RN3 et de la RN2 de Tunis à Kairouan

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	Sections	2018	2037	Croissance	2018	2037	Croissance
RN3	Rocade Tunis - RR133	8 811	18 921	114,7%	2 084	5 121	145,7%
	RR133 - RR37	5 456	12 158	122,8%	1 874	4 589	144,9%
	RR37 - RN4	8 497	19 061	124,3%	2 368	5 855	147,3%
	RN4 - 804	4 799	12 400	158,4%	1 332	3 356	152,0%
	804 - 805	4 799	12 400	158,4%	1 332	3356	152,0%
	805 - inj Z6	5 199	13 143	152,8%	1 385	3 494	152,3%
	inj Z6 - RR171	6 257	15 708	151,0%	1 564	3 927	151,1%
	RR171 - RR99	4 621	12 356	167,4%	1 293	3 265	152,5%
	RR99 - RN3/RN12	2 327	5 892	153,2%	601	1 529	154,4%
RN2	Enfidha - 807	6 427	12 326	91,8%	1 620	3 828	136,3%
	807 - 808	6 427	12 326	91,8%	1 620	3 828	136,3%
	808 - RR171	6 427	12 326	91,8%	1 620	3 828	136,3%
	RR171 - RN12E	8 211	15 892	93,5%	1 930	4 587	137,7%
	RN12E - Rocade Kairouan	8 211	15 892	93,5%	1 930	4 587	137,7%

Le **Tableau 58** suivant présente quant à lui les résultats de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds qui emprunteront les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 58 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les autres sections routières de Tunis à Kairouan

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	Sections	2018	2037	Croissance	2018	2037	Croissance
RR37	Rocade Tunis - 801	2 998	5 497	83,4%	689	1 753	154,4%
	801 - RN3	2 998	6 970	132,5%	689	1 753	154,4%
RR133	RN3 - RR134	5 253	10 149	93,2%	1 608	3 947	145,5%
	RR134 - 803	6 652	12 898	93,9%	1 869	4 579	145,0%
	803 - RR28 Nord	6 652	12 898	93,9%	1 869	4 579	145,0%
	RR28 Nord - RR28 Sud	6 898	13 174	91,0%	1 904	4 653	144,4%
	RR28 Sud - RR132	200	425	112,5%	463	1 139	146,0%
	RR132 - Enfidha	852	1 605	88,4%	588	1 440	144,9%
RN1	Enfidha - A1	10 414	19 277	85,1%	2 219	5 280	137,9%
RR134	RR131 - 802	1 362	2 696	97,9%	247	600	142,9%
RR28	RR131 - 834	510	1 323	159,4%	67	187	179,1%
	834 - 802	510	1 323	159,4%	67	187	179,1%
	802 - RN3/RN4	1 873	4 018	114,5%	313	788	151,8%
RR132	RN3 - RR133	6 427	12 326	91,8%	1 620	3 828	136,3%
RN12	RN2 - A1	3 748	7 828	108,9%	1 851	4 499	143,1%
RR99	Rocade Kairouan - 809	2 308	6 531	183,0%	692	1 736	150,9%
	809-810	2 308	6 531	183,0%	692	1 736	150,9%

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et des trois gouvernorats de la région du Centre-Ouest va se traduire pour les sections routières entre Tunis et Kairouan en situation sans Projet en 2037 :

- par un trafic de véhicules légers double de celui de 2018 et
- par un trafic de poids lourds encore une fois presque 2,5 fois supérieur à celui de 2018.

4.3.2.2.2 - L'évolution entre 2018 et 2037 des trafics sur le réseau routier après Kairouan

Le **Tableau 59** suivant présente de la même manière les résultats de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds qui emprunteront les diverses sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 59 : Evolution sans Projet des TJMA empruntant les sections routières de Kairouan à Jelma

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	**Sections**	**2018**	**2037**	**Croissance**	**2018**	**2037**	**Croissance**
RN2	Rocade Kairouan - RN3	7 539	15 199	101,6%	2 460	5 881	139,1%
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	10 584	22 262	110,3%	3 167	7 660	141,9%
	RN3/RN12 - 811	10 615	22 304	110,1%	3 158	7 674	143,0%
	811 - RR73	7 549	15 957	111,4%	1 872	4 527	141,8%
	RR73 - 816	7 632	16 171	111,9%	1 912	4 614	141,3%
	816 - 815	7 432	15 755	112,0%	1 739	4 188	140,8%
	815 - RN3/3E	7 432	15 755	112,0%	1 739	4 188	140,8%
	RN3/3E - Jelma	4 746	9 553	101,3%	1 149	2 757	139,9%
	Jelma - RN13	4 367	8 985	105,7%	1 129	2 714	140,4%

On voit que la croissance économique des trois gouvernorats de la région du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Kairouan à Jelma en situation sans Projet en 2037 :

- par un trafic de véhicules légers double de celui de 2018 et
- par un trafic de poids lourds encore une fois 2,4 fois supérieur à celui de 2018.

4.3.2.2.3 - L'évolution entre 2018 et 2037 des trafics sur les sections de l'autoroute A1 jusqu'à Enfidha

Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 60** suivant qui présente les résultats de cette modélisation de l'évolution des trafics véhicules légers et poids lourds qui emprunteront les trois sections entre Tunis et le péage de Sousse en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 60 : Evolution sans Projet des niveaux de trafic de véhicules empruntant les sections de l'A1 de 2018 à 2037

Type de véhicules	Véhicules légers			Poids lourds		
Sections autoroutières de l'A1	**2018**	**2037**	**Croissance**	**2018**	**2037**	**Croissance**
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	49 371	92 858	88,1%	3 169	7 638	141,0%
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	34 044	61 894	81,8%	3 000	7 184	139,5%
Échangeur Enfidha - échangeur Sousse Nord	24 562	44 482	81,1%	1 830	4 453	143,3%

On voit que la croissance économique des trois gouvernorats de la région du Centre-ouest et des quatre gouvernorats des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax va encore une fois se traduire pour les trois sections de l'autoroute A1 entre Tunis et le péage d'Enfidha en situation sans Projet en 2037 :

- par un trafic de véhicules légers 1,8 à 1,9 supérieurà celui de 2018 et

- par un trafic de poids lourds encore une fois presque 2,4 fois supérieur à celui de 2018.

4.3.3 - L'ÉVOLUTION DES VITESSES DES TRAFICS DES VÉHICULES-TYPE ÉMETTEUR EN SITUATION SANS PROJET

Selon les niveaux de trafic qui emprunteront les diverses sections du réseau routier préexistant en l'absence de nouvelle infrastructure autoroutière, le trafic pourra y être fluide, chargé, quasi-saturé ou congestionné en fonction des caractéristiques propres de chaque section.

Après avoir déterminé l'évolution des TJMAs des différents axes en situation sans Projet, le modèle Ariane a pu calculer l'évolution de la vitesse moyenne des véhicules légers et des poids lourds qui circuleront sur les axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma entre 2018 et 2037 en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

4.3.3.1 - L'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne sur le réseau routier jusqu'à Kairouan

Le **Tableau 61** suivant présente les résultats de cette modélisation de l'évolution de la vitesse moyenne des véhicules légers et des poids lourds qui circuleront pour les sections de la RN3 doublées entre Tunis et Kairouan et les sections de la RN2 doublées entre Enfidha et Kairouan en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 61 : Evolution sans Projet des vitesses moyennes des trafics sur les sections des RN3 et RN2 de Tunis à Kairouan

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	**Sections**	**2018**	**2037**	**Diminution**	**2018**	**2037**	**Diminution**
RN3	Rocade Tunis - RR133	79,70	77,74	-2,5%	64,82	64,18	-1,0%
	RR133 - RR37	67,25	48,83	-27,4%	57,27	49,66	-13,3%
	RR37 - RN4	60,77	48,94	-19,5%	56,11	44,32	-21,0%
	RN4 - 804	67,23	42,94	-36,1%	57,32	47,51	-17,1%
	804 - 805	70,28	48,18	-31,4%	59,47	50,48	-15,1%
	805 - inj Z6	72,67	48,22	-33,6%	60,99	52,48	-14,0%
	inj Z6 - RR171	69,96	35,00	-50,0%	59,63	45,88	-23,1%
	RR171 - RR99	71,89	49,46	-31,2%	60,32	52,36	-13,2%
	RR99 - RN3/RN12	68,39	64,29	-6,0%	57,66	55,83	-3,2%
RN2	Enfidha - 807	73,12	54,05	-26,1%	61,53	55,67	-9,5%
	807 - 808	66,01	44,23	-33,0%	57,26	48,6	-15,1%
	808 - RR171	68,57	47,92	-30,1%	58,85	51,16	-13,1%
	RR171 - RN12E	62,65	32,18	-48,6%	56,67	42,23	-25,5%
	RN12E - Rocade Kairouan	42,82	24,27	-43,3%	44,5	26,54	-40,4%

Le **Tableau 61** suivant présente les résultats de cette modélisation de l'évolution de la vitesse moyenne des véhicules légers et des poids lourds qui circuleront les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 62 : Evolution sans Projet des vitesses moyennes des trafics sur les autres sections routières de Tunis à Kairouan

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	**Sections**	**2018**	**2037**	**Diminution**	**2018**	**2037**	**Diminution**
RR37	Rocade Tunis - 801	74,62	68,90	-7,7%	61,93	59,25	-4,3%
	801 - RN3	44,84	38,67	-13,8%	40,63	38,86	-4,4%
RR133	RN3 - RR134	71,31	58,17	-18,4%	60,17	54,46	-9,5%
	RR134 - 803	71,96	49,46	-31,3%	60,9	53,74	-11,8%
	803 - RR28 Nord	72,59	50,08	-31,0%	61,26	54,33	-11,3%
	RR28 Nord - RR28 Sud	58,47	35,15	-39,9%	52,91	39,72	-24,9%
	RR28 Sud - RR132	72,68	71,60	-1,5%	60,24	59,43	-1,3%
	RR132 - Enfidha	60,57	59,76	-1,3%	52,1	51,51	-1,1%
RN1	Enfidha - A1	63,56	19,74	-68,9%	58,5	38,75	-33,8%
RR134	RR131 - 802	72,18	70,90	-1,8%	60,12	59,41	-1,2%
RR28	RR131 - 834	66,61	66,07	-0,8%	56,31	56,01	-0,5%
	834 - 802	75,12	74,36	-1,0%	61,96	61,56	-0,6%
	802 - RN3/RN4	58,08	57,23	-1,5%	50,39	50	-0,8%
RR132	RN3 - RR133	71,87	71,52	-0,5%	59,83	59,62	-0,4%
RN12	RN2 - A1	70,19	60,65	-13,6%	58,95	55,09	-6,5%
RR99	Rocade Kairouan - 809	61,68	56,09	-9,1%	53,04	50,91	-4,0%
	809-810	63,98	58,26	-8,9%	54,64	52,35	-4,2%

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et des trois gouvernorats de la région du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Tunis à Kairouan en situation sans Projet entre 2018 et 2037 par un ralentissement :

- des vitesses moyennes du trafic de véhicules particuliers de 1 à 69% et
- des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de 0 à 40% [17].

4.3.3.2 - L'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne sur le réseau routier après Kairouan

Le **Tableau 63** suivant présente de la même manière les résultats de cette modélisation de l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant les diverses sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

[17] *Ces ralentissements plus faible de la vitesse moyenne du trafic poids lourds s'explique par la possibilité d'un report de ce trafic professionnel sur les heures creuses de la journée, par exemple en circulant la nuit.*

Tableau 63 : Evolution sans Projet des des vitesses moyennes des trafics sur les sections routières de Kairouan à Jelma

Type de véhicules		Véhicules légers			Poids lourds		
Routes	Sections	2018	2037	Diminution	2018	2037	Diminution
RN2	Rocade Kairouan - RN3	71,60	61,91	-13,5%	60,89	53,46	-12,2%
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	63,46	59,67	-6,0%	59,04	52,63	-10,9%
	RN3/RN12 - 811	58,76	10,27	-82,5%	55,62	27	-51,5%
	811 - RR73	68,44	33,57	-50,9%	59,34	45,87	-22,7%
	RR73 - 816	68,84	32,40	-52,9%	59,45	46,24	-22,2%
	816 - 815	70,47	35,62	-49,5%	60,36	48,46	-19,7%
	815 - RN3/3E	69,41	35,03	-49,5%	59,73	47,55	-20,4%
	RN3/3E - Jelma	66,97	52,45	-21,7%	57,19	52,48	-8,2%
	Jelma - RN13	71,82	61,47	-14,4%	60,24	56,65	-6,0%

On voit que la croissance économique des trois gouvernorats du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Kairouan à Jelma en situation sans Projet entre 2018 et 2037 par un ralentissement :

- des vitesses moyennes du trafic de véhicules particuliers de 6 à 50% et
- des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de 6 à 52%.

4.3.3.3 - L'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne sur l'autoroute A1 jusqu'à Enfidha

Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 64** suivant qui présente les résultats de cette modélisation de l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant ces sections autoroutières de 2018 à 2037 en absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 64 : Evolution des vitesses moyennes des trafics empruntant les sections de l'A1 de 2018 à 2037

Type de véhicules	Véhicules légers			Poids lourds		
Sections autoroutières de l'A1	2018	2037	Diminution	2018	2037	Diminution
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	99,13	52,78	-46,8%	87,31	67,45	-22,7%
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	106,92	86,38	-19,2%	89,63	82,37	-8,1%
Échangeur Enfidha - Péage Enfidha	109,73	101,58	-7,4%	90,57	87,84	-3,0%

On voit que la croissance économique des trois gouvernorats de la région du Centre-ouest et des quatre gouvernorats des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax va se traduire en situation sans Projet entre 2018 et 2037 par un ralentissement :

- des vitesses moyennes du trafic de véhicules particuliers de 7 à 47% et
- des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de 3 à 23%.

4.3.4 - L'HYPOTHÈSE COMPLÉMENTAIRE DE RÉPARTITION DU PARC DES VÉHICULES PARTICULIERS

On a vu que l'étude de trafic a déterminé les projections d'ici 2037 des trafics entre Tunis et Jelma de véhicules légers et de poids lourds sur les sections des axes autoroutiers et routiers du réseau routier préexistant.

Toutefois, les émissions unitaires des diverses catégories de véhicule ne sont pas les mêmes. Outre la clef de répartition des trafics véhicules légers et poids lourds présentée dans les **Tableau 57** à **Tableau 60** des pages 141 et 142 , il est important de répartir la catégorie « Voitures particulières » entre VP à essence et VP diesel.

Pour ce faire, on a considéré que, comme les véhicules particuliers à moteur diesel correspondent à des véhicules de catégorie en moyenne plus élevée (compactes, routières, familiales et grandes routières) que les véhicules particuliers à moteur essence (minis, citadines, compactes, routières et familiales), leurs possesseurs utilisent plus facilement le réseau autoroutier que le réseau routier. Cette hypothèse est traduite dans les données du **Tableau 65** suivant.

Tableau 65 : Répartition des trafics de VP dans les sections autoroutières et routières

Proportions en section Catégories de véhicules particuliers (VP)	autoroutière	routière
VP à moteur essence	80%	85%
VP à moteur diesel	20%	15%

En appliquant ces clefs de répartition, les trafics moyens journaliers inter-régionaux annuels ont alors été déterminés en situation sans Projet pour les huit catégories de véhicules en 2018, 2022, 2027, 2032 et 2037.

4.3.5 - L'ÉVOLUTION DE L'ACCIDENTOLOGIE EN SITUATION SANS PROJET

Le **Tableau 51** de la page 135 a présenté les relevés de l'accidentologie par million de véhicules-kilomètres sur les principaux axes tunisiens réalisés lors du recensement 2007 de la circulation. Dans le futur, le parc automobile tunisien va peu à peu bénéficier (comme pour les émissions atmosphériques des moteurs) des efforts technologiques que les constructeurs apportent au niveau des différents paramètres de sécurité de leurs véhicules :

- la résistance aux crashs des châssis sont depuis 20 ans l'objet de normes de notation pour des crash-tests effectuées par des centres de contrôle européens et japonais, qui obligent les constructeurs à progresser dans la conception de la cellule de survie des habitacles des véhicules ;
- divers systèmes d'assistance à la conduite sont apparus au fil des années, d'abord sur les véhicules des marques haut-de-gamme et les berlines des marques généralistes diffusent progressivement vers les berlines de milieu de gamme des marques généralistes avant de se retrouver au niveau des voitures compactes des marques généralistes et des « voitures populaires » du parc tunisien : régulateurs et limiteurs de vitesse, freinage avec anti-blocage des roues ABS, correction de trajectoire EPS ;
- de même divers systèmes d'alerte diffusent progressivement du haut de gamme vers les voitures populaires : alerte de franchissement de ligne, alerte de présence en angle-mort des rétroviseurs, radars liés au régulateur de vitesse, etc …

Cette amélioration de la sécurité apportée par les véhicules à leurs passagers va pénétrer en situation sans Projet dans ce parc automobile selon la courbe déjà présentée dans la **Figure 28** de la page 116. En conséquence, on peut établir les hypothèses d'évolution qui sont présentées dans le **Tableau 66** suivant pour les trois types d'axes pré-existant en situation sans Projet.

Tableau 66 : Evolution entre 2018 et 2037 de l'accidentologie sans projet sur les trois types d'axes pré-existant

Horizon	2018			2022			2027			2032			2037		
Axe routier / Nombre	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR
Accidents (million véh-Km)	0,153	0,176	0,209	0,133	0,171	0,206	0,122	0,167	0,202	0,111	0,163	0,199	0,094	0,159	0,196
Tués par accident	0,204	0,412	0,475	0,220	0,407	0,473	0,226	0,403	0,470	0,231	0,399	0,468	0,246	0,395	0,466
Blessés par accident	2,283	1,872	1,287	2,163	1,857	1,281	2,093	1,843	1,274	2,024	1,829	1,268	1,908	1,815	1,261
Rapport morts /blessés	8,9%	22,0%	36,9%	10,2%	21,9%	36,9%	10,8%	21,9%	36,9%	11,4%	21,8%	36,9%	12,9%	21,8%	36,9%

4.4 - Les facteurs d'impact spécifiques à l'installation des chantiers

La création d'une autoroute dépourvue d'intersections avec le réseau routier pré-existant obéit à des critères géométriques qui permettent aux véhiculent qui l'empruntent de circuler à une vitesse de croisière plus soutenue que sur les axes du réseau routier classique auquel elle se substitue.

4.4.1 – L'AMÉNAGEMENT D'UNE INFRASTRUCTURE QUASIMENT LINÉAIRE

Mais pour ce faire, cette infrastructure est contrainte d'adopter une quasi-linéarité qui ne respecte donc pas le découpage préexistant des zones qu'elle traverse. Cette contrainte géométrique constitue un facteur d'impact important de l'installation des chantiers du Projet, du fait qu'il génère plusieurs types d'impact sur les milieux naturel et agro-pastoral de sa zone d'influence directe.

4.4.1.1 - La perturbation des milieux naturels résiduels

4.4.1.1.1 - La perturbation des écosystèmes

La présence de cette infrastructure quasi-linéaire produit plusieurs types d'impact sur les écosystèmes de sa zone d'influence directe :

- les effets d'emprise, qui correspondent à la consommation d'écosystèmes : sebkhas, steppes et zones forestières ;
- les effets de coupure, qui induisent une déstructuration des territoires des espèces terrestres, et une modification des itinéraires de déplacement de la sauvagine ;
- les effets induits, suite aux modifications apportées au milieu physique à l'origine de changements du contexte micro-climatique ;
- les effets indirects liés aux emprunts et aux dépôts de matériaux.

4.4.1.1.2 - La traversée d'écosystèmes résiduels

L'anthropisation très poussée des milieux ruraux de la zone d'influence directe des six couloirs autoroutiers à comparer y a conduit depuis la colonisation romaine à la disparition de la plupart de ses écosystèmes climaciques forestiers et steppiques, qui ont été peu à peu remplacés par des agro-écosystèmes basés sur la mise en culture céréalière ou le pâturage de troupeaux transhumants.

Les écosystèmes les plus riches qui y sont rencontrés sont les sebkhas et garaet endoréïques, et les parties du domaine forestier de l'Etat ayant fait l'objet d'un aménagement forestier réussi. Des contraintes géométriques ou topographiques avaient obligé certaines variantes de couloirs en étude préliminaire, et de tracé en étude d'APS, à empiéter sur les surfaces des écosystèmes les plus riches de

toute la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, à savoir les forêts et les zones humides.

Mais le travail d'évaluation environnementales des variantes de couloirs en étude préliminaire et des variantes de tracé en étude d'APS ont permis d'éliminer tous ces points noirs et d'aboutir à un tracé qui ne touche que des parcours forestiers et des garrigues complètement dégradées.

4.4.1.2 – L'expropriation de bâtiments d'habitation et d'exploitation

La libération de la plateforme autoroutière va nécessiter la libération d'un couloir d'au moins 90 m qui sera considéré comme faisant partie du Domaine Public Routier. L'optimisation du tracé réalisée pendant l'étude d'APD a permis d'éviter de toucher des groupements de bâtiments, à de rares exceptions près. Mais le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ne peut éviter tous les bâtiments qui existent à moins de 45 m de son axe. Le **Tableau 67** suivant répartit ces 1.797 m² de bâti exproprié entre les trois types de bâtiment par délégation et par gouvernorat, à savoir les logements, les bâtimentsd'exploitation et les abris pour équipements.

Tableau 67 : Répartition des surfaces du bâti exproprié pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	Logements s	Bâtimentsd'exploitation	Abris pour équipements	ENSEMBLE
Mohamedia	30	124	0	**154**
Mornag	0	0	18	**18**
BEN AROUS	**30**	**124**	**18**	**172**
Bir M'cherga	88	0	73	**161**
El Fahs	73	55	0	**128**
En-Nadhour	89	0	22	**111**
Saouaf	68	25	9	**102**
Zaghouan				**0**
ZAGHOUAN	**318**	**80**	**104**	**502**
Alaa	0	0	18	**18**
Chbika	295	0	25	**320**
Haffouz	32	0	0	**32**
Hajeb El Ayoun	282	217	5	**504**
Kairouan Nord				**0**
Sbikha	0	11	20	**31**
KAIROUAN	**609**	**228**	**68**	**905**
Jelma	204	0	14	**218**
SIDI BOUZID	**204**	**0**	**14**	**218**
TOTAL	**1 161**	**432**	**204**	**1 797**

On voit que ces surfaces restent partout très limitées. La **Figure 39** suivante permet de visualiser cette répartition des trois types de bâtiment expropriés définitivement pour libérer l'emprise de la future plateforme autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

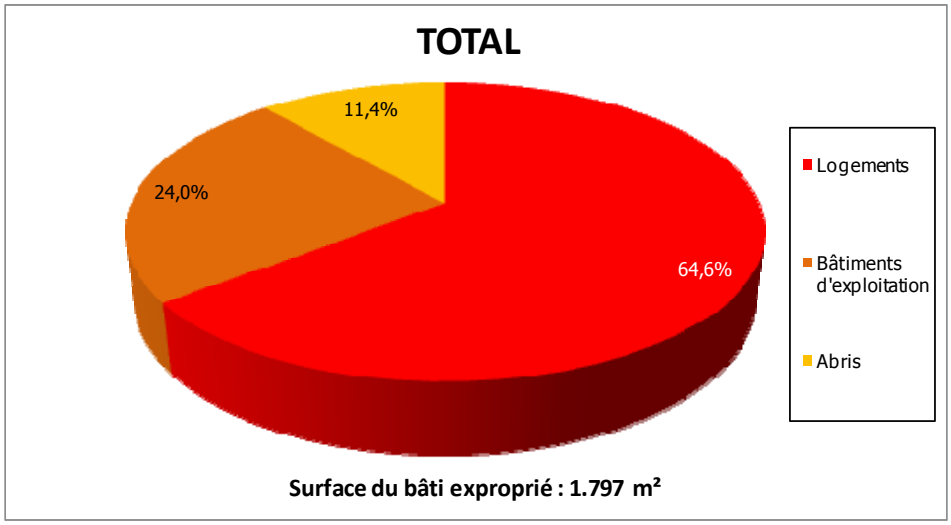


Figure 39 : Répartition des surfaces du bâti exproprié définitivement pour libérer l'emprise de la plateforme autoroutière

La **Figure 40** suivante permet quant à elle de détailler cette répartition du bâti exproprié définitivement pour libérer l'emprise pour chacun des quatre gouvenorats concernés par la future plateforme autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

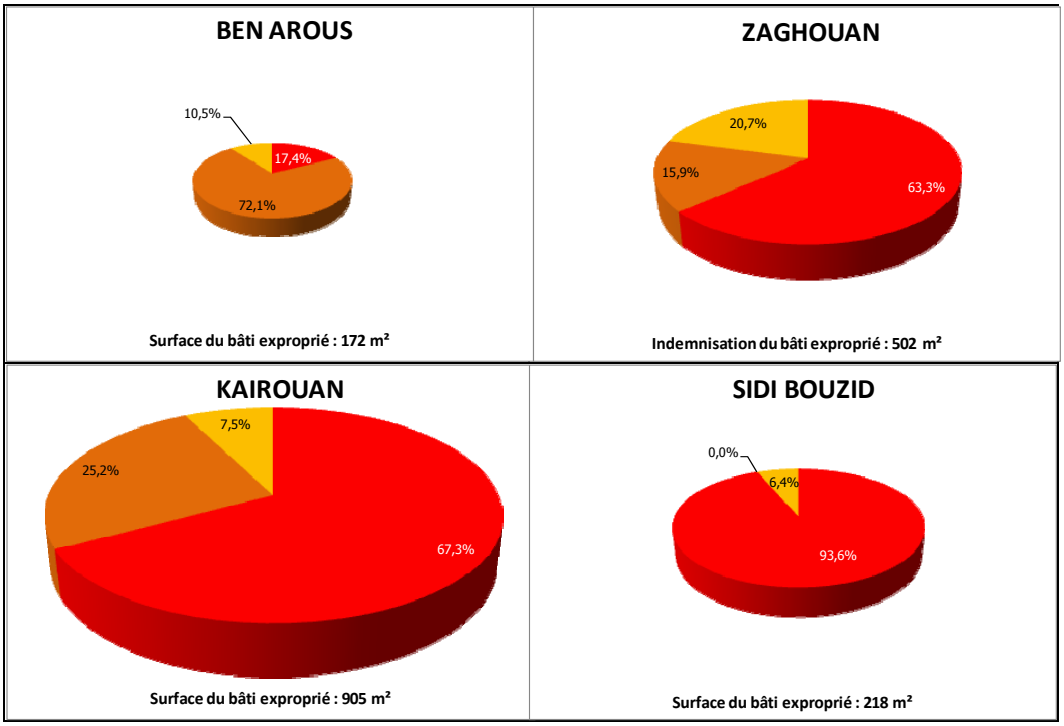


Figure 40 : Répartition des surfaces bu bâti exproprié dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que ces expropriationsations concerneront essentiellement des bâtiments d'exploitation dans le gouvernorat de Ben Arous, et des logements dans les gouvernorats de Zaghouan, de Kairouan et de Sidi Bouzid.

4.4.1.3 - La perturbation des systèmes agro-pastoraux traversés

4.4.1.3.1 – L'expropriation de surfaces agro-pastorales

La libération de l'emprise va nécessiter le décapage de surfaces actuellement consacrées dans leur majeure partie à des activités agro-pastorales. Le **Tableau 68** suivant présente les surfaces à décaper pour libérer l'emprise de la plateforme et des annexes des huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 68 : Surfaces décapées pour les 8 lots par section de tracé de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Surf bases-chantier	Surf plateforme	Surf annexes et RN	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6,0	155,4	39,7	**201,2**
	2	Zaghouan - Al Fahs	7,7	28,2	65,9	101,8
	3	Al Fahs - Ennadhour	7,4	163,4	35,5	206,2
	4	Ennadhour - Sbikha	4,1	140,2	21,5	165,8
	5	Sbikha - Kairouan	6,8	143,3	33,0	183,1
	Sous-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**630,5**	**195,6**	**858,1**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	7,6	151,1	22,8	181,5
	7	Haffouz - Oued Zéroud	9,3	89,8	19,6	118,7
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,7	79,9	24,9	107,5
	Sous-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**320,8**	**67,4**	**407,8**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**951,4**	**263,0**	**1266,0**

A partir de ce **Tableau 68**, on a pu dresser le **Tableau 69** suivant qui présente les surfaces à décaper pour libérer l'emprise de la plateforme et des annexes des trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 69 : Surfaces décapées pour les 3 lots par type de travaux de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Surf bases-chantier	Surf plateforme	Surf annexes et RN	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	21,1	347,0	141,1	509,4
	A2	Ennadhour - Kairouan	10,9	283,6	54,5	348,9
	Sous-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**630,5**	**195,6**	**858,1**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	19,6	320,8	67,4	407,8
	Sous-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**320,8**	**67,4**	**407,8**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**951,4**	**263,0**	**1 266,0**

4.4.1.3.2 – La traversée des grands agro-écosystèmes

Dans le bassin versant de l'oued Meliane et le Tell en bioclimat subhumide, les sols peu pntus ont essentiellement une vocation céréalière, sauf dans les vallées où des périmètres irrigués ont été aménagés. Les sols en pente des glacis où la roche-mère est calcaire sont le domaine de l'oliveraie, et les sommets et les pentes des jbels sont recouverts de pinèdes en biocimat frais et de callitraies en bioclimat tempérés.

Dans la plaine de Kairouan et les Basses Steppes, le développement de l'oliveraie et des périmètres irrigués sur les meilleurs sols a conduit à l'extension progressive des surfaces consacrées aux cultures céréalières pluviales ou irriguées dans les zones agro-pastorales qui disposaient de sols assez profonds et pas trop pentus, et à l'utilisation des formations forestières des hauteurs périphériques pour le pâturage de troupeaux de moins en moins transhumants.

4.4.1.3.3 - Les perturbations apportées aux activités agro-pastorales

La présence de cette infrastructure quasi-linéaire produit plusieurs types d'impact sur le milieu rural de la zone d'influence directe :

- les effets d'emprise, qui correspondent à la consommation d'espaces exploités : terres agricoles et zones de parcours ;
- les effets de coupure, qui induisent une déstructuration des exploitations et de l'espace agro-pastoral, et une modification des itinéraires de déplacement des hommes et des bêtes ;
- les expropriations de bâtiments, qu'ils s'agissent de logements, de sièges ou de bâtiments d'exploitation ;
- les effets indirects liés à la réorganisation du parcellaire lors des travaux connexes des opérations de réaménagement foncier.

La réalisation d'une infrastructure quasiment linéaire consomme des terrains agricoles, perdues lorsqu'il s'agit d'assurer l'emprise du projet ou transformées en parcours naturels lorsqu'il apparaît des délaissés inaccessibles, incultivables ou peu rentables.

4.4.1.3.3.1 - Une désorganisation des exploitations

La réalisation de l'infrastructure s'accompagne d'abord d'une désorganisation des exploitations tenant à la subdivision de certaines parcelles que montre la **Figure 41** suivante.

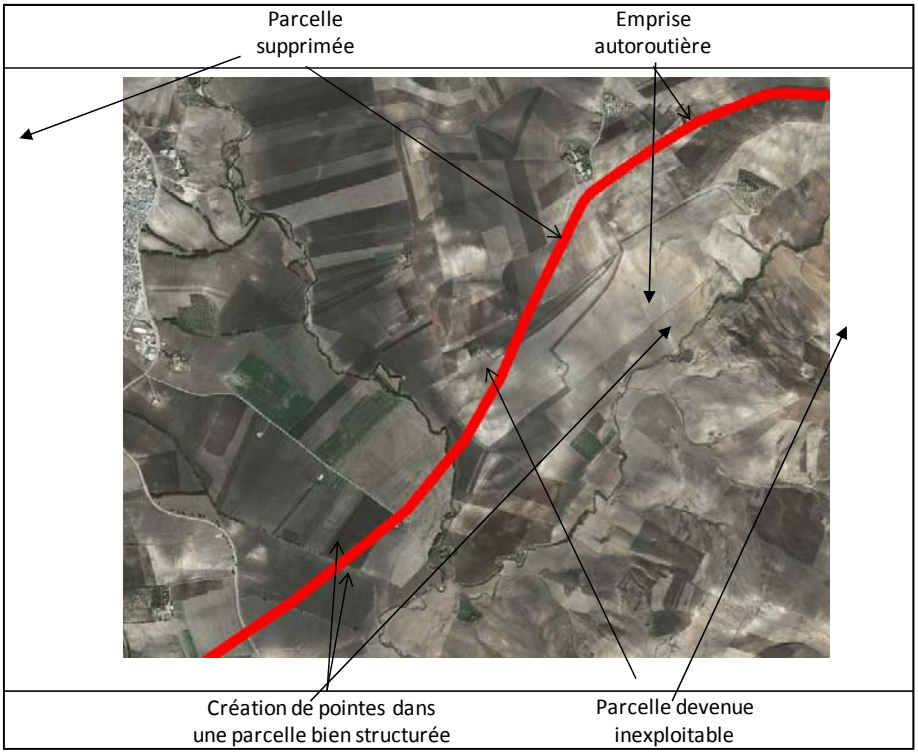


Figure 41 : Exemple des principaux effets de désorganisation des coupures parcellaires

La présence de l'emprise se traduit donc par une augmentation du nombre de lots d'exploitation, qui s'accompagne d'une diminution de leur superficie moyenne et de la création de parcelles de forme

irrégulière. Certaines parcelles ainsi créées vont même imposer, du fait de leur taille restreinte ou de leur forme irrégulière, des difficultés supplémentaires de manœuvre pour les engins agricoles, au point d'être parfois abandonnées car inexploitables.

Les effets de la coupure parcellaire seraient encore plus ressentis dans un secteur qui aurait été récemment remembré ou nouvellement restructuré, comme un PPI où l'AFA est intervenue avant son aménagement pour y réaliser une opération de réforme agraire.

4.4.1.3.3.2 - Une déstructuration de certaines exploitations

La réalisation de l'infrastructure s'accompagne ensuite d'une déstructuration de certaines exploitations que traduit la **Figure 42** suivante.

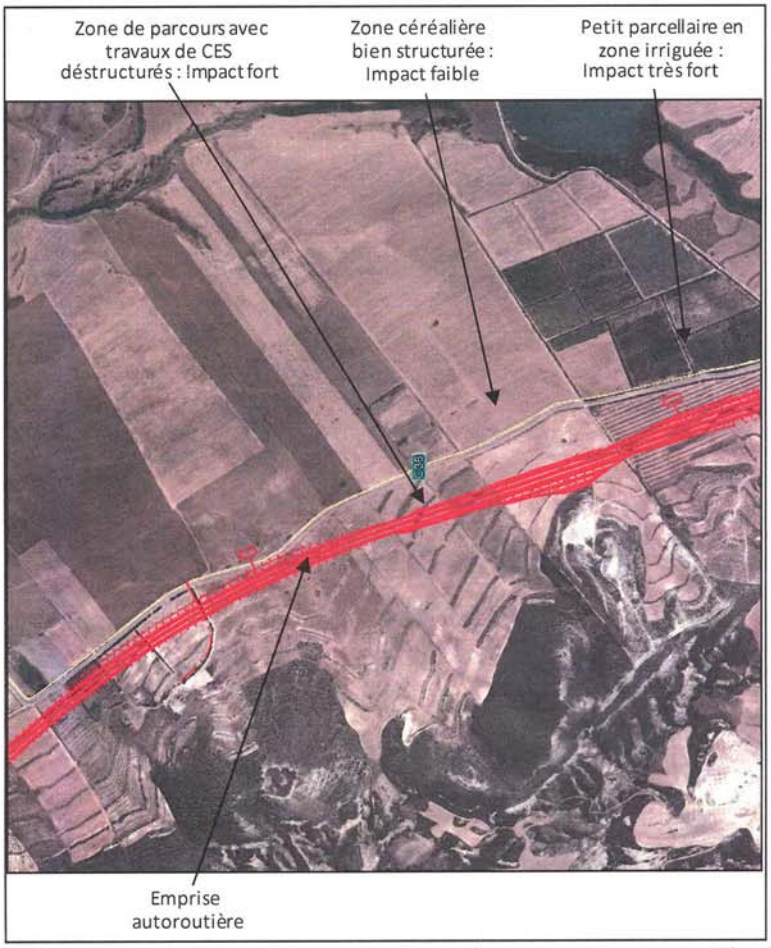


Figure 42 : Exemple des principaux effets de déstructuration des exploitations

La présence de l'emprise provoque donc :

- la séparation de certaines parcelles du siège de l'exploitation (suppression d'accès direct à des parcelles, à des bâtiments, à des points d'eau, à des parcours d'élevage, etc ...) ;
- des rallongements de parcours liés à la disparition permanente ou temporaire (phase travaux) de voies agricoles. Ces allongements de parcours vers et depuis les îlots culturaux sont d'autant plus préjudiciables que les interventions culturales sur les parcelles sont fréquentes (cas du maraîchage ou des vergers) ;

- une modification éventuelle des liens fonctionnels existant au sein de réseaux d'entraide (travail partagé entre exploitants voisins, aides ponctuelles, etc ...) ou avec les lieux de collecte et d'approvisionnement (fournisseurs d'intrants, silos, centre de collecte de lait, etc …).

4.4.1.3.3.3 – L'exemple français du traitement des perturbations des activités agricoles par des infrastructures quasi-linéaires

En France où la construction d'infrastructures quasiment linéaires se poursuit depuis une cinquantaine d'années (autoroutes et TGV), l'article R. 352-2 du code rural français prévoit que « doit être en principe considérée comme gravement déséquilibrée toute exploitation agricole qui, du fait des expropriations, répond à l'une au moins des conditions ci-après :

- un bâtiment essentiel à la vie de l'exploitation est exproprié et ne peut être reconstruit ;
- le pourcentage des terres expropriées représente une valeur de productivité supérieure à 35% ;
- le pourcentage des terres expropriées représente une valeur de productivité supérieure à 10 % et la surface restante est inférieure à la surface minimum prévue en fonction de la productivité de ces terres résiduelles ;
- la poursuite de l'exploitation ne permet pas de de couvrir normalement les charges non réductibles subsistant après expropriation.

4.4.1.3.4 – La sensibilité des structures foncières des terres agro-pastorales à exproprier

On voit bien que la même emprise autoroutière peut avoir des effets bien différents selon les structures foncières des terres agro-pastorales à exproprier. L'étude de la compétitivité de l'Agriculture tunisienne (ASCAT, 1998) avait basée toutes ces analyses sur une typologie en fonction du facteur taille de leur SAT[18], qui a été reprise lors de l'élaboration des Cartes Agricoles Régionales (CAR) en 2000-2002 et que présente le **Tableau 70** suivant.

Tableau 70 : Classes d'exploitation en fonction de la SAT

Classes d'exploitation	Classes de SAT
I : micro	0 à 5 ha
II : petites	5 à 10 ha
III : moyennes	10 à 20 ha
IV : grandes	> 20 ha

L'expropriation est toujours plus grave pour un petit exploitant que pour un grand. Il faut donc chercher à déterminer le nombre d'agro-pasteurs partiellement expropriés en fonction de la classe de SAT de leur exploitation.

4.4.1.3.4.1 - La méthode de détermination du nombre d'agro-pasteurs expropriés par classe de SAT

Pour déterminer cette typologie des effectifs d'agro-pasteurs partiellement expropriés, plusieurs sources d'informations étaient disponibles, à savoir :

[18] *Dans cette étude ASCAT, quatre catégories avaient été prises en compte en fonction de la taille de leur SAU. :*

- *Classe I : très petites exploitations de SAU < 2 ha ;*
- *Classe II : petites exploitations de SAU comprise entre 2 et 5 ha ;*
- *Classe III : moyennes exploitations de SAU comprise entre 2 et 5 ha ;*
- *Classe IV : grandes exploitations de SAU > 5 ha.*

- le relevé parcellaire effectué dans le cadre de l'étude topographique au 1/2.000ème du DAO, qui a déjà été finalisé pour les 90 premiers kilomètres du tronçon prioritaire ;
- le relevé parcellaire à partir de la couverture de photos aériennes effectuées le long du tracé pour le travail de restitution topographique au 1/5.000ème en phase d'APS ;
- les données de la couche « Type d'exploitations » des Cartes Agricoles Régionales.

Pour tester la validité du relevé parcellaire basé sur les titres fonciers disponibles au niveau de la Conservation Foncière, nous avons effectué une typologie des exploitations ainsi recensées selon les quatre types d'exploitation M1 à M4. Le **Tableau 71** suivant fournit la répartition ainsi obtenue entre les exploitations pour les 90 premiers kilomètres du tronçon prioritaire.

Tableau 71 : Répartition des SAT totale et expropriée entre les quatre classes dans les 90 premiers km

Classes	Classes de SAT	Surface totale	Surface expropriée	Proportion perdue
M1 : micro-exploitations	0 à 5 ha	604,9	229,4	37,9%
M2 : petites exploitations	5 à 10 ha	511,9	174,3	34,1%
M3 : moyennes exploitations	10 à 20 ha	775,3	132,1	17,0%
M4 : grandes exploitations	> 20 ha	49 093,1	719,2	1,5%
	ENSEMBLE	**50 985,2**	**1 255,0**	**2,5 %**

Ces données apparaissent de fait hautement problématiques, comme permet parfaitement de le visualiser la **Figure 43** suivante.

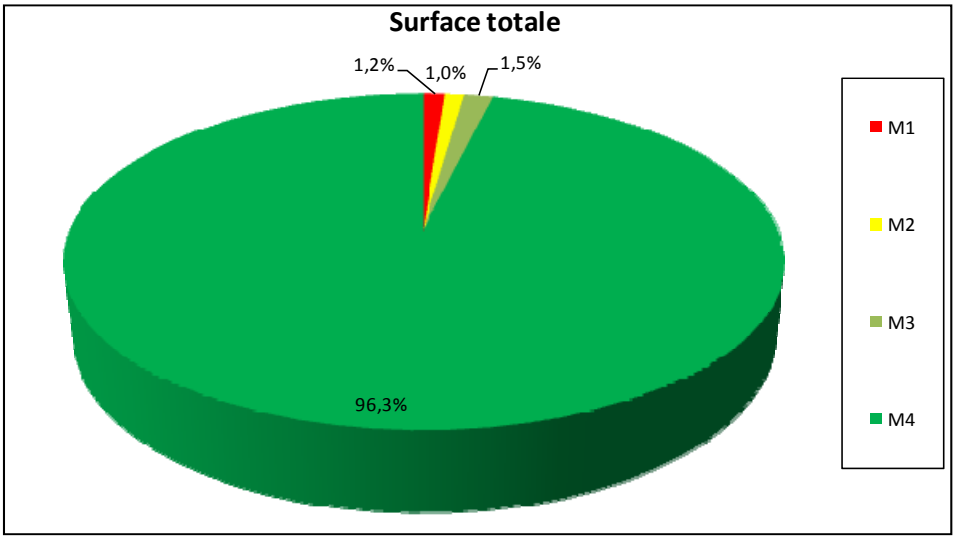


Figure 43 : Répartition des SAT des quatre classes à partir du relevé parcellaire auprès de la Conservation Foncière

On voit que les grandes exploitations de type M4 représenteraient plus de 96% de la SAT des exploitations concernées par une expropriation partielle ou totale, ce qui est en contradiction avec toutes les enquêtes sur les structures agraires réalisées par le ministère en charge de l'Agriculture en 1973, 1994, 2004 et 2014 qui constatent un morcellement de plus en plus poussé des terres agricoles tunisiennes. On peut penser qu'il y a un déficit d'enregistrement à la Conservation Foncière des successions patrimoniales en terme de terres agricoles.

Pour le confirmer, nous avns entrepris de numériser quelques parcelles agricoles à partir des photos de la couverture aérienne du tracé d'APD, comme le montre la **Figure 44** suivante.

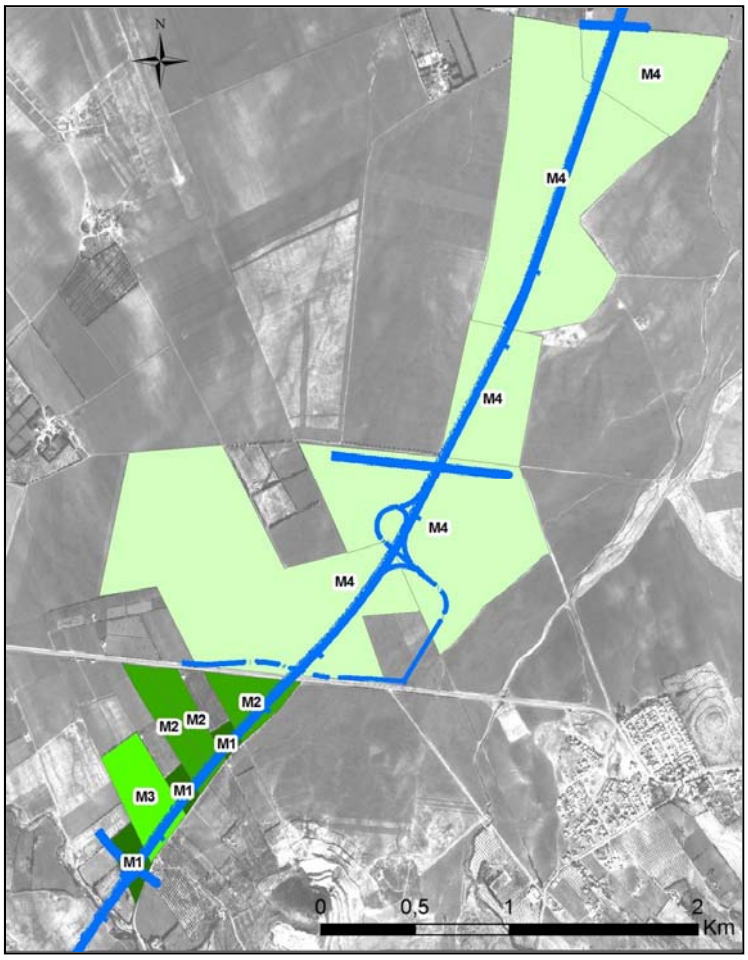


Figure 44 : Répartition des strates d'exploitation à partir du parcellaire photographié en APS

Le **Tableau 72** suivant fournit la répartition ainsi obtenue entre les parcelles pour cette petite portion de 400 ha du tronçon prioritaire.

Tableau 72 : Répartition des SAT totale et expropriée entre les quatre classes à partir du parcellaire photographié

Classes	Classes de SAT	Surface totale	Surface expropriée	Proportion perdue
M1 : micro-exploitations	0 à 5 ha	9,16	2,98	32,5%
M2 : petites exploitations	5 à 10 ha	24,85	2,68	10,8%
M3 : moyennes exploitations	10 à 20 ha	14,41	1,43	9,9%
M4 : grandes exploitations	> 20 ha	351,21	23,51	6,7%
	ENSEMBLE	**399,63**	**30,59**	**7,7%**

Cette répartition apparaît de fait un peu différente de la répartition précédente de la **Figure 43** de la page 154, comme permet parfaitement de le visualiser la **Figure 45** suivante.

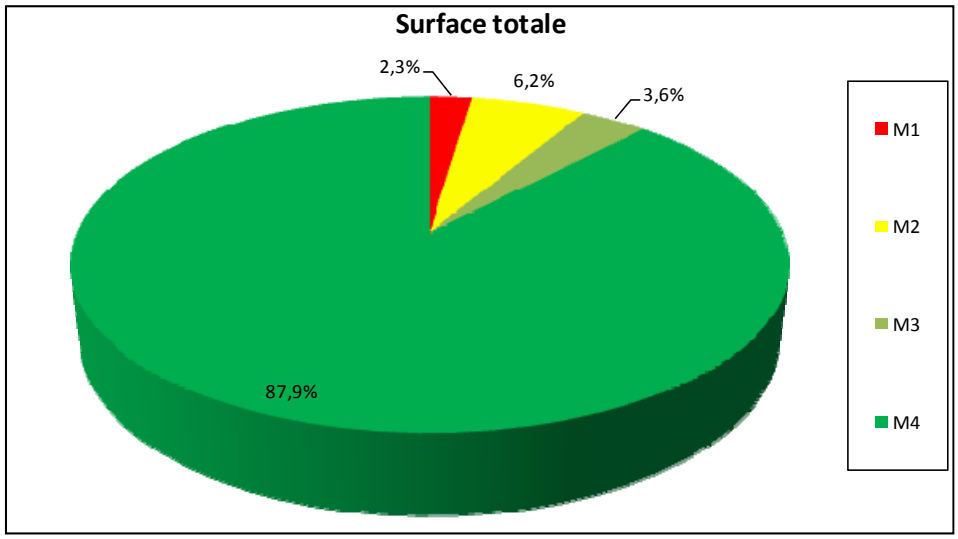
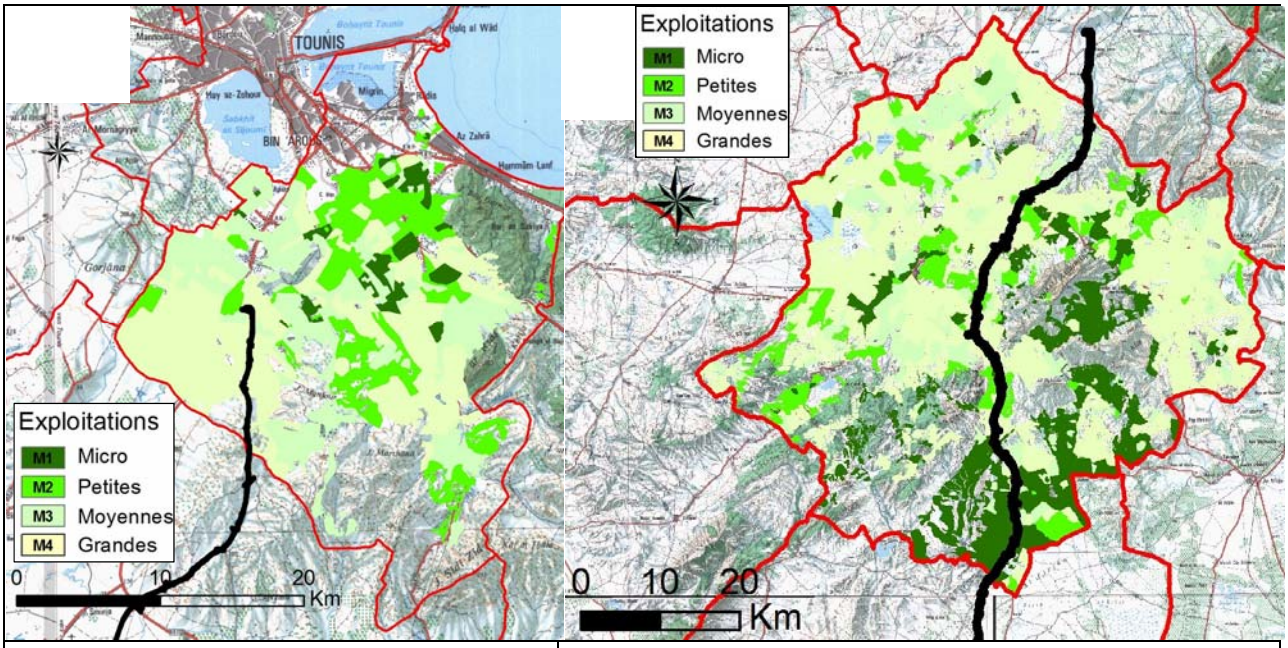


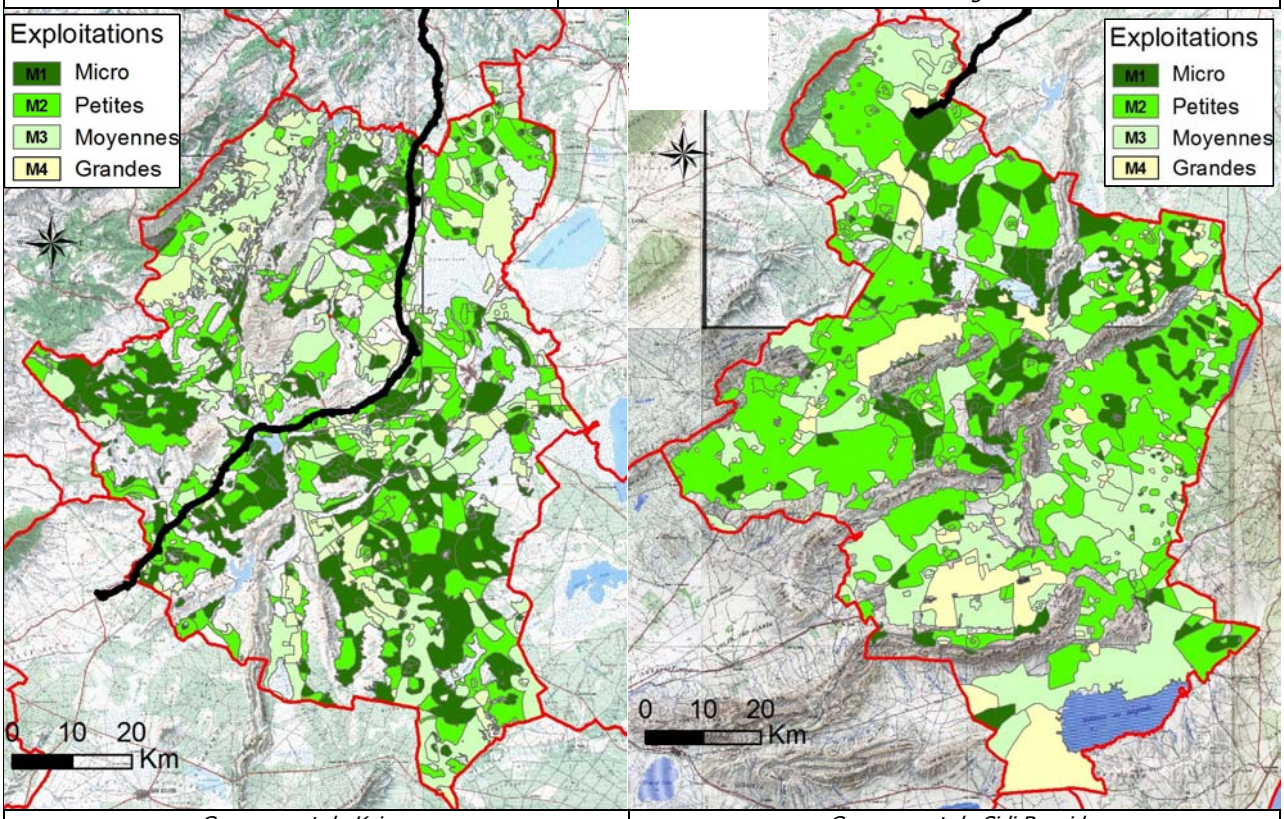
Figure 45 : Répartition des SAT des quatre classes à partir du parcellaire numérisé à partir d'une photo aérienne

Dans cette situation, l'assimilation de parcelles à des exploitations nie l'existence d'exploitations disposant de plusieurs parcelles, qui a pourtant été démontrée par toutes les enquêtes sur les structures agraires réalisées par le ministère en charge de l'Agriculture en 1973, 1994, 2004 et 2014. Il est donc à l'inverse certain qu'il y a ici une surestimation de la SAT du modèle d'exploitation M1 au dépens de la SAT des trois autres, de la SAT du modèle d'exploitation M2 au dépens de la SAT des modèles M3 et M4, et enfin de la SAT du modèle d'exploitation M3 au dépens de la SAT du modèle M4.

Devant les problèmes auxquels se heurtent les deux autres sources d'information disponibles, il a donc paru plus sage d'utiliser les données de la couche « Type d'exploitations » des Cartes Agricoles Régionales (CAR), même si celle-ci a été réalisée en 2002-2003. La **Carte 22** suivante présente la couche "Types d'exploitation" des CAR des quatre gouvernorats concernés par la future emprise.



Gouvernorat de Ben Arous | *Gouvernorat de Zaghouan*



Gouvernorat de Kairouan | *Gouvernorat de Sidi Bouzid*

Carte 22 : Couche "Types d'exploitation" des CAR des quatre gouvernorats concernés par la future emprise

En effet, il a suffi de croiser ces données géolocalisées avec la couche présentant l'emprise de la plateforme et des annexes du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Le **Tableau 73** suivant fournit la répartition ainsi obtenue entre les quatre classes de SAT concernée par l'expropriation pour libérer l'emprise de la plateforme et des annexes du tronçon prioritaire.

Tableau 73 : Répartition des SAT totale et expropriée entre les quatre classes à partir des CAR concernées

Classes	Classes de SAT	Surface totale	Surface expropriée	Proportion de la SAT perdue
M1 : micro-exploitations	0 à 5 ha	30 292,8	3 101,3	10,2%
M2 : petites exploitations	5 à 10 ha	20 891,8	2 983,9	14,3%
M3 : moyennes exploitations	10 à 20 ha	16 588,5	2 833,6	17,1%
M4 : grandes exploitations	> 20 ha	49 765,8	8 128,0	16,3%
	ENSEMBLE	**117 538,9**	**17 046,8**	**14,5%**

Cette répartition apparaît de fait nettement différente des deux répartitions de la **Figure 43** de la page 154 et de la **Figure 45** précédente, comme permet parfaitement de le visualiser la **Figure 46** suivante.

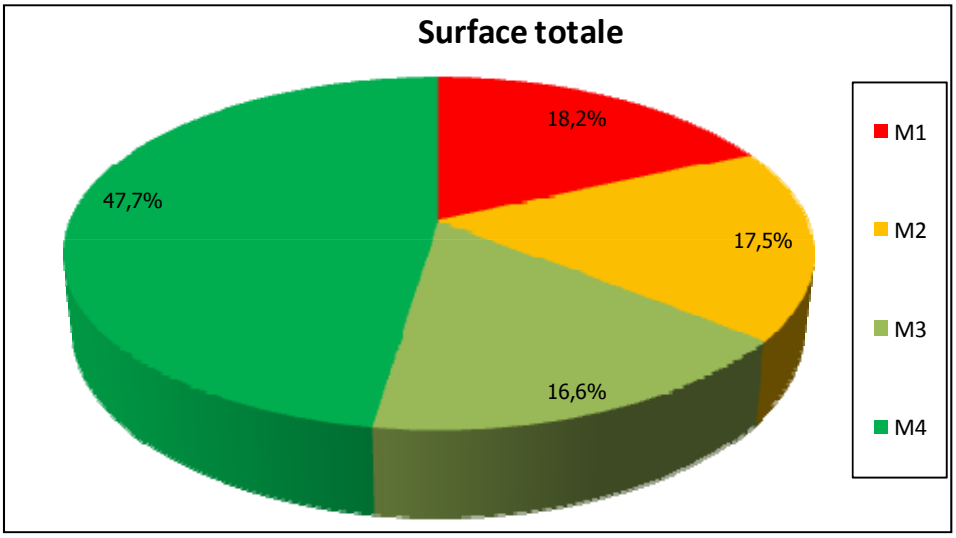


Figure 46 : Répartition des SAT des quatre classes à partir de la couche "Modèles d'exploitation" des CAR

Cette répartition des SAT concernées semble beaucoup plus proche des résultats des enquêtes sur les structures agraires réalisées par le ministère en charge de l'Agriculture en 1973, 1994, 2004 et 2014.

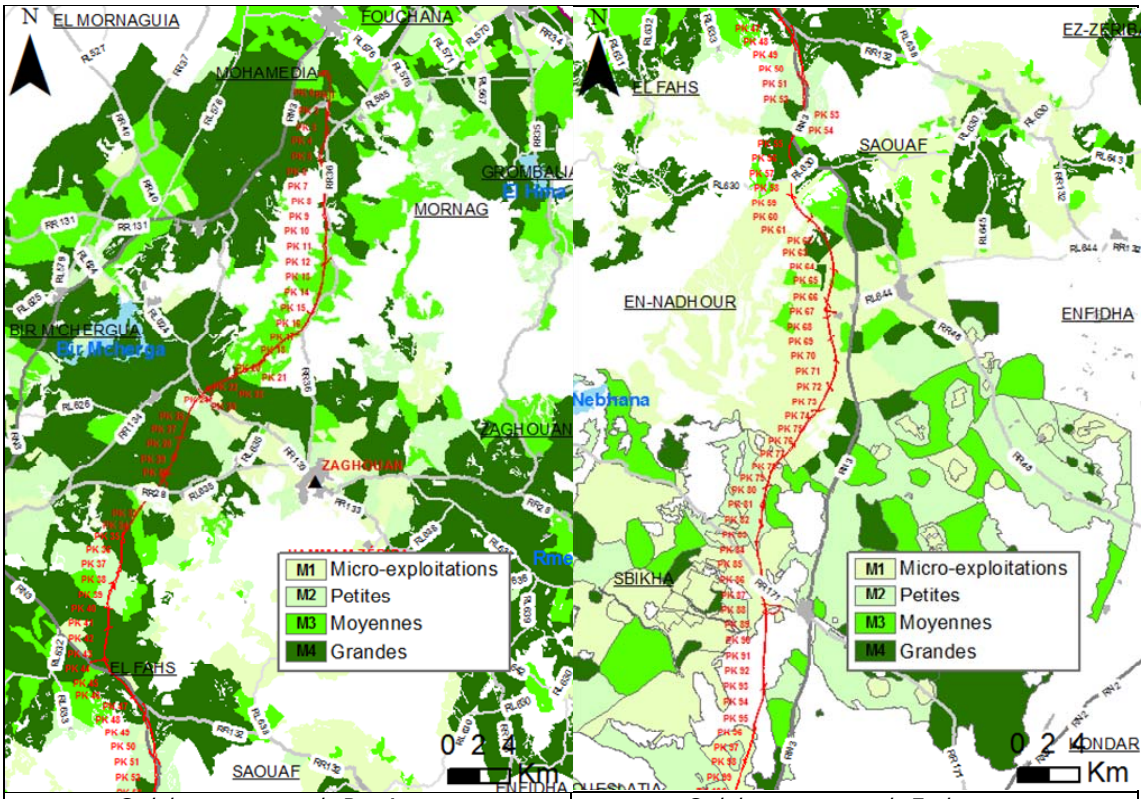
Il apparaît donc plus pertinent de se baser sur ces données, même si leur ancienneté conduit peut-être à mésestimer le morcellement des exploitations agricoles intervenu depuis 2002-2003. Il y a donc peut-être une légère surestimation de la SAT du modèle d'exploitation M4 au dépens de la SAT des trois autres, de la SAT du modèle d'exploitation M3 au dépens de la SAT des modèles M1 et M2, et enfin de la SAT du modèle d'exploitation M2 au dépens de la SAT du modèle M1.

Par contre, comme le calcul de la proportion de la SAT perdue par classe d'exploitation ne nous apparaît pas du tout logique das cette approche "Modèles d'exploitation" des CAR, nous conserverons les taux obtenus à partir du travail de numérisation parcellaire et présentés dans le **Tableau 72** de la page 155.

4.4.1.3.4.2 - La répartition de la SAT entre les classes d'exploitation dans la zone d'influence directe

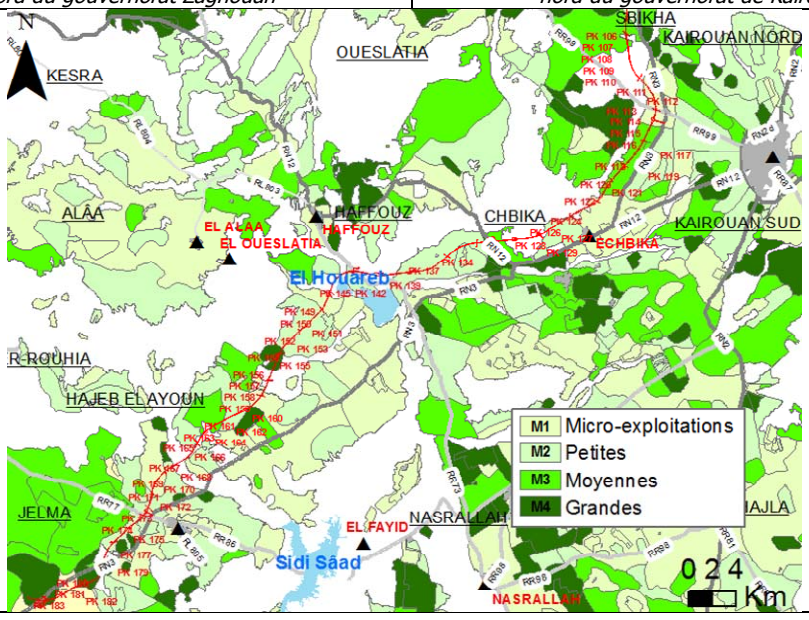
Ayant récupéré la couche "Exploitations" des Cartes Agricoles Régionales auprès des quatre CRDA concernés par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, le géotraitement de cette couche par les limites de l'emprise de l'autoroute et de ses annexes a permis d'établir la **Carte 23** suivante qui montre la répartition de ces quatre types d'exploitation dans la

zone d'influence directe du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Sud du gouvernorat de Ben Arous et nord du gouvernorat Zaghouan

Sud du gouvernorat de Zaghouan et nord du gouvernorat de Kairouan



Sud du gouvernorat de Kairouan et nord-est du gouvernorat de Sidi Bouzid

Carte 23 : Répartition des quatre classes d'exploitation dans la zone d'influence directe du tronçon autoroutier

Le géotraitement entre cette couche "Type d'exploitation" et l'emprise du tronçon prioritaire Tunis-Jelma a permis d'obtenir le **Tableau 74** suivant qui répartit les 17.047 ha de SAT expropriés entre les quatre types d'exploitation agricole et par gouvernorat.

Tableau 74 : Répartition de la SAT entre les classes d'exploitation dans la zone d'influence directe du Projet

Classes d'exploitation Gouvernorat	M1 micro	M2 petites	M3 moyennes	M4 grandes	Total
Ben Arous	0,0	0,0	55,5	1 561,5	**1 617,0**
Zaghouan	1 279,3	431,2	1 361,8	4 833,7	**7 905,9**
Kairouan	1 648,2	2 552,7	1 416,3	994,5	**6 611,7**
Sidi Bouzid	173,8	0,0	0,0	738,3	**912,1**
Total	**3 101,3**	**2 983,9**	**2 833,6**	**8 128,0**	**17 046,8**

On voit que 18,2% de la SAT expropriée appartient à des micro-exploitations déjà difficilement viables avant expropriation, le plus souvent localisées sur les zones en pente. Les grandes exploitations qui devraient quant à elles se retrouver en général divisées en deux parcelles moyennes représentent 47,7% de cette même SAT expropriée.

La **Figure 47** suivante permet quant à elle de visualiser par gouvernorat cette répartition entre les quatre classes d'exploitation de cette SAT expropriée définitivement.

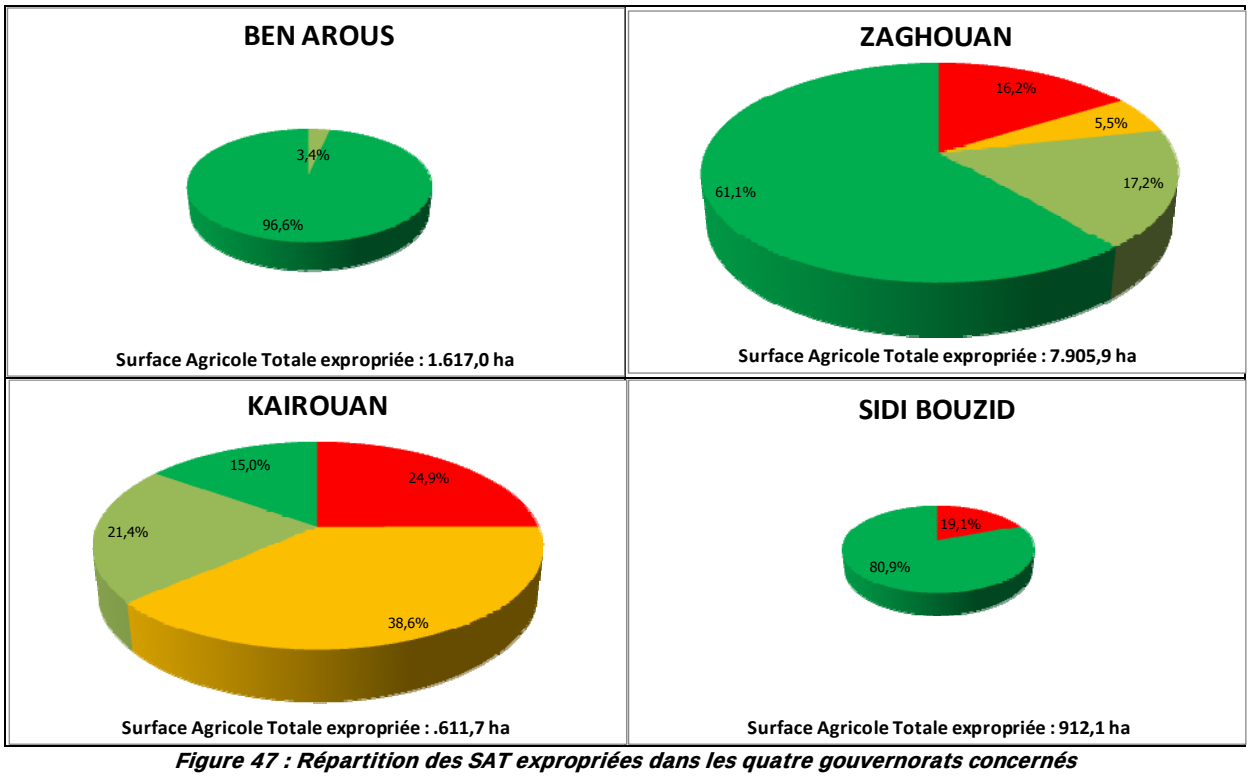


Figure 47 : Répartition des SAT expropriées dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que :

- la SAT expropriée appartient très majoritairement à de grandes exploitations dans les trois gouvernorats de Zaghouan, de Sidi Bouzid et surtout de Ben Arous;
- la SAT expropriée se répartit entre les quatre classes d'exploitation dans le gouvernorat de Kairouan ;

- la problématique des micro-exploitations touche assez semblablement les deux gouvernorats de Zaghouan et de Sidi Bouzid, et un peu plus le gouvernorat de Kairouan.

4.4.1.3.5 - Les principales productions agro-pastorales des terres agricoles à exproprier

La libération de la plateforme autoroutière va également se traduire par l'expropriation de terres à vocation agro-pastorale. En effet, le tracé évitant soigneusement les zones urbanisées, c'est le seul secteur d'activité économique qui va être pénalisé par la mise en œuvre du Projet.

La mise en valeur de ces sols a été récupérée à partir des photos aériennes qui ont été réalisées lors de l'étude d'APS le long des couloirs 2 du tronçon Tunis-Kairouan et O et C du tronçon Kairouan-Jelma. Pour la section de contournement par le Nord de la retenue du barrage Haouareb qui se situe hors de la couverture aérienne du couloir O, c'est l'imagerie fournie par Google Earth Pro qui a été utilisée. La suivante fournit un exemple de traitement des photos aériennes pour aboutir à l'occupation du sol des terres à exproprier pour permettre la libération de l'emprise et des annexes du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa

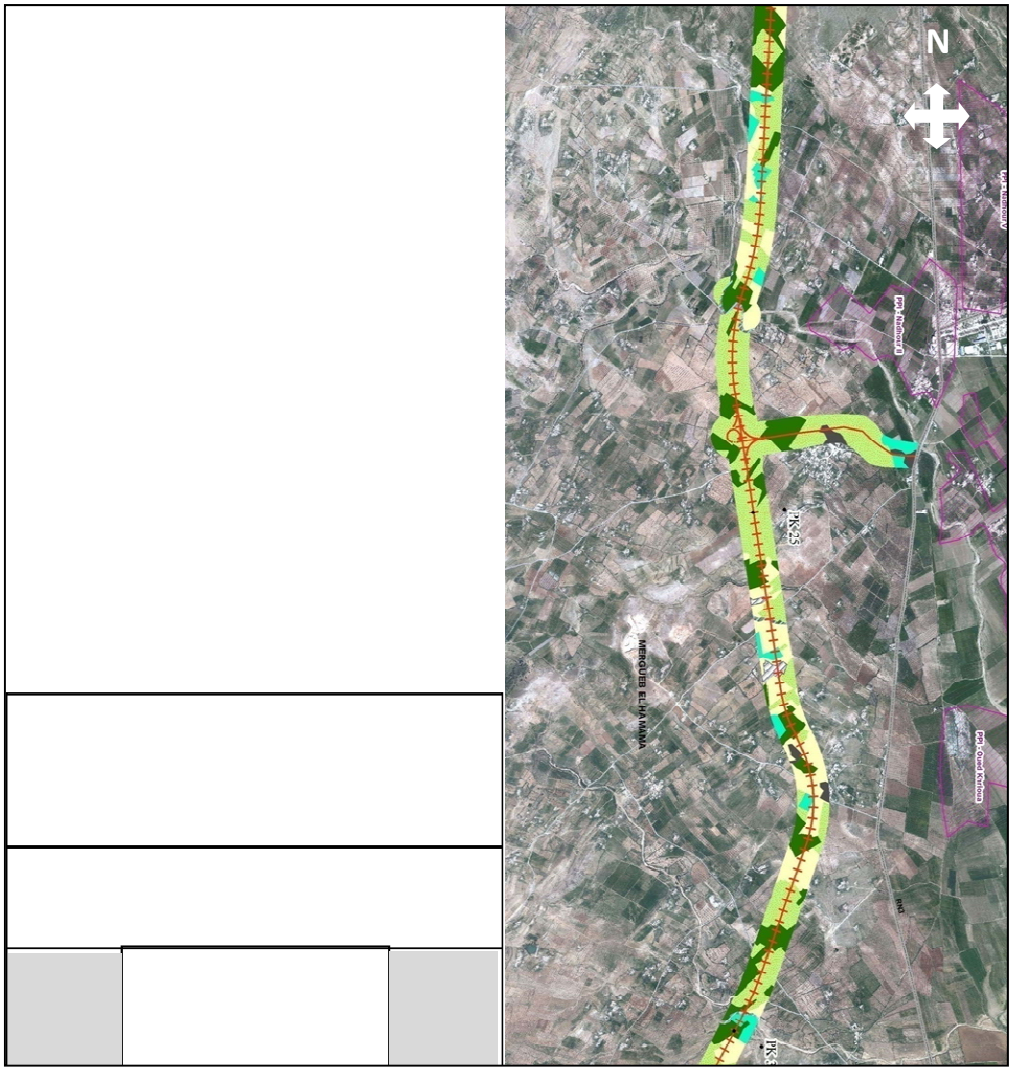


Figure 48 : Occupation des sols expropriés

Les prélèvements de terrains nécessités par le Projet seront d'autant plus pénalisants pour les exploitants concernés qu'ils interviendront sur des parcelles pour lesquelles les exploitants ont consenti des investissements financiers importants sur le long terme :

- périmètres irrigués équipés de systèmes d'irrigation et de drainage, et
- plantations fruitières irriguées et pluviales.

L'occupation de ces sols nous a été obtenue par télédétection des photos aériennes du couloir autour du tracé de la future infrastructure autoroutière, occupation du sol qui a été introduite dans le SIG du Projet. Le **Tableau 75** suivant répartit ces 1.206,24 ha cultivées et incultes par grand type de production en pluvial et en irrigué par délégation et par gouvernorat.

Tableau 75 : Répartition des surfaces agro-pastorales et incultes expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	TN irriguées	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts	Lits d'oued	Routes	ENSEMBLE
Mohamedia	11,05	0,00	38,03	3,50	1,39	0,00	0,11	0,00	**54,07**
Mornag	15,59	0,00	0,67	0,97	6,90	0,00	0,31	0,00	**24,44**
BEN AROUS	**26,64**	**0,00**	**38,69**	**4,47**	**8,29**	**0,00**	**0,42**	**0,00**	**78,51**
Bir M'cherga	1,65	0,00	134,21	11,38	20,94	0,00	0,00	0,21	**168,38**
El Fahs	6,30	0,00	47,53	26,76	39,00	0,07	1,20	1,77	**122,62**
En-Nadhour	5,55	18,26	42,05	36,47	8,29	0,00	0,55	0,00	**111,17**
Saouaf	0,00	1,38	3,31	3,53	11,04	0,00	0,00	0,00	**19,26**
Zaghouan	4,58	0,00	46,94	6,43	2,79	0,00	0,17	0,00	**60,93**
ZAGHOUAN	**18,08**	**19,65**	**274,04**	**84,57**	**82,06**	**0,07**	**1,92**	**1,98**	**482,36**
Alaa	0,00	0,00	3,01	4,88	0,00	0,00	0,09	0,00	**7,98**
Chbika	1,17	2,62	72,10	39,31	27,63	0,00	2,78	0,00	**145,61**
Haffouz	1,45	2,06	45,92	52,72	11,13	0,00	5,39	3,95	**122,62**
Hajeb El Ayoun	0,12	1,76	57,39	33,14	11,10	0,00	1,85	1,35	**106,72**
Kairouan Nord	2,50	0,00	7,46	22,62	0,00	0,00	0,15	0,00	**32,73**
Sbikha	10,08	52,09	94,97	29,00	0,00	0,15	0,58	0,51	**187,38**
KAIROUAN	**15,31**	**58,52**	**280,85**	**181,68**	**49,86**	**0,15**	**10,85**	**5,80**	**603,03**
Jelma	0,00	1,44	30,05	7,43	3,21	0,00	0,00	0,20	**42,33**
SIDI BOUZID	**0,00**	**1,44**	**30,05**	**7,43**	**3,21**	**0,00**	**0,00**	**0,20**	**42,33**
TOTAL	**60,04**	**79,61**	**623,64**	**278,15**	**143,42**	**0,22**	**13,19**	**7,97**	**1 206,24**

On voit que les exploitants ont pris en compte les diverses contraintes liées au climat, au relief et à la couverture pédologique de l'emprise autoroutière pour mettre en valeur ces sols. La **Figure 49** suivante permet de comparer l'occupation globale des sols concernés par l'expropriation définitive de l'emprise de la future plateforme autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

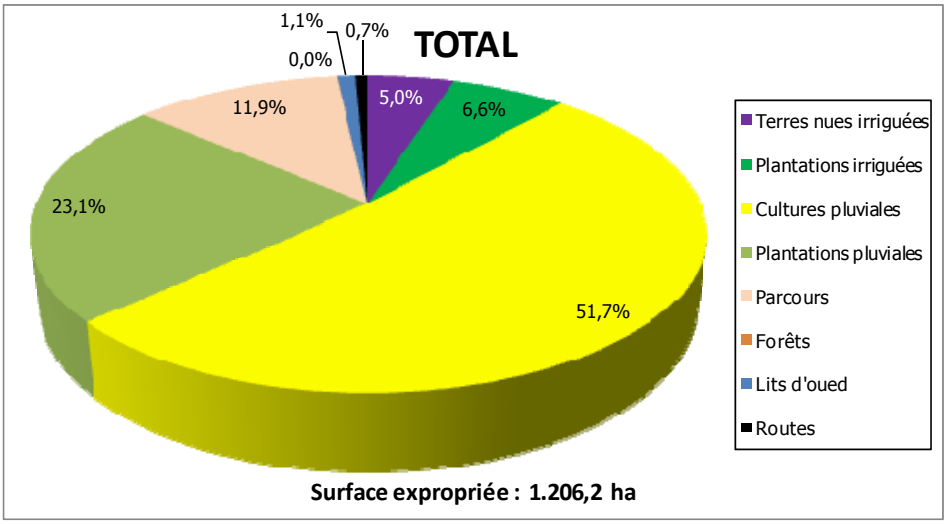


Figure 49 : Répartition des surfaces expropriées définitivement pour libérer l'emprise de la plateforme autoroutière

La **Figure 50** suivante permet quant à elle de détailler les occupations du sol pour chacun des quatre gouvenorats concernés par l'expropriation définitive de l'emprise de la future plateforme autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

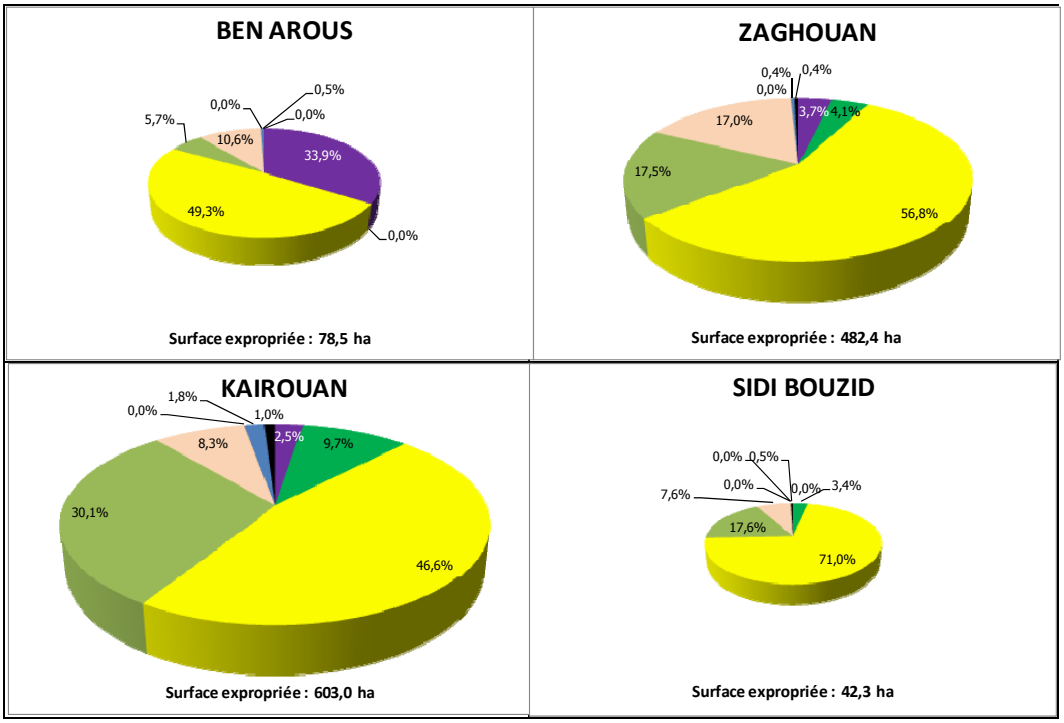


Figure 50 : Répartition des surfaces agro-pastorales expropriées dans les quatre gouvernorats concernés

4.4.1.3.6 - La destruction d'aménagements hydrauliques et agricoles

L'Etat tunisien a consenti de lourdes dépenses pour assurer le développement économique du centre-ouest :

- en finançant la mobilisation des eaux de surface pour l'irrigation des cultures, au moyen de barrages ou de digues pour l'épandage des crues, et

- en subventionnant les exploitants privés avec des taux de 30 à 60% selon la taille de l'exploitation, au moyen du Fonds Spécial pour le Développement de l'Agriculture et de la Pêche (FOSDAP) :
  - ✓ pour l'utilisation des ressources hydrogéologiques, en subventionnant les matériels d'irrigation, et
  - ✓ pour les plantations d'oliviers et d'arbres fruitiers, en subventionnant les frais de plantation et d'entretien des deux ou trois premières années non productives.

Dans la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, l'Etat tunisien a aménagé des périmètres publics pour l'irrigation des cultures, tandis que les exploitants privés ont aménagé des zones irriguées par l'utilisation des ressources hydrogéologiques. La conception du tracé a cherché à éviter:

- totalement les périmètres publics, et
- au maximum les périmètres privés.

4.4.1.3.7 – L'arrachage d'olivaies et de vergers divers

De même, tous les sols pentus de la vallée de l'oued Meliane et de la Dorsale tunisienne du sous-étage bioclimatique méditerranéen semi-aride supérieur, et tous les sols des sous-étages bioclimatiques méditerranéens semi-aride inférieur et aride supérieur sur lesquels évolue le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa se caractérisent depuis l'Indépendance par un fort développement de l'arboriculture, qui permet de fixer les sols et de sédentariser les populations.

L'Etat tunisien a en effet consenti de lourdes dépenses pour assurer le développement économique des zones rurales des deux gouvernorats en subventionnant les exploitants privés avec des taux de 30 à 60% selon la taille de l'exploitation, au moyen du Fonds Spécial pour le Développement de l'Agriculture et de la Pêche (FOSDAP) pour les plantations d'oliviers et d'arbres fruitiers, en subventionnant les frais de plantation et d'entretien des deux ou trois premières années non productives.

4.4.1.3.8 - La perturbation des systèmes de conservation des eaux et des sols dans les zones en pente

De même, les étages bioclimatiques méditerranéens sous lequel évolue le tronçon autoroutier se caractérisent par des pluies printanières et estivales souvent intenses. Toutes les pentes de la zone d'influence directe font depuis les années 70 l'objet de l'attention des arrondissements Forêts et Conservation des Eaux et des Sols (CES) des deux CRDAs, en vue de limiter la capacité de transport des eaux de ruissellement : divers systèmes de CES ont été installés, constitués suivant le cas par des banquettes, des ouvrages sur les oueds ou des haies.

Mais l'introduction d'une infrastructure presque linéaire dans des zones en pente à travers tous ces systèmes de CES, qui ont été installés suivant les courbes de niveau pour être les plus efficaces possibles, va se traduire par la perturbation complète du fonctionnement de l'ensemble de la CES dans ces zones : outre leur interruption sur toute la largeur de la plateforme du tronçon, soit sur 90 à 240 m, elles seront de plus traversées par les chaussées bitumées de cette plateforme, qui constitueront une surface imperméabilisée favorisant les ruissellements vers les sebkhas endoréïques des Basses Steppes.

On a vu que la création d'un « ruban » autoroutier quasiment linéaire, et donc ne respectant pas les courbes de niveau du terrain, va :

- constituer une surface imperméabilisée favorable aux ruissellements dans toutes ses sous-sections en pente ;

- bouleverser tous les systèmes de conservation des eaux et des sols installés suivant les courbes de niveau, qui sont constitués par des tabias, des clôtures ou des haies, comme le montre la **Carte 24** suivante.

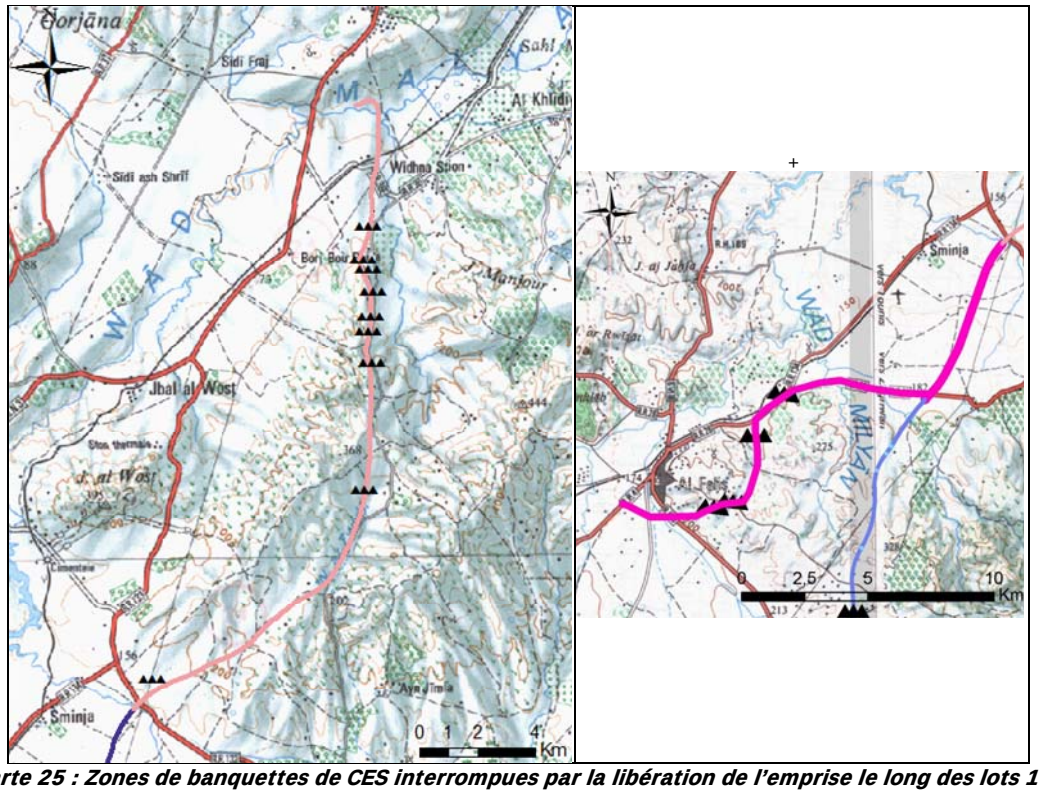


Carte 24 : Exemple de banquettes de CES interrompues par la libération de l'emprise vers le pK40+100

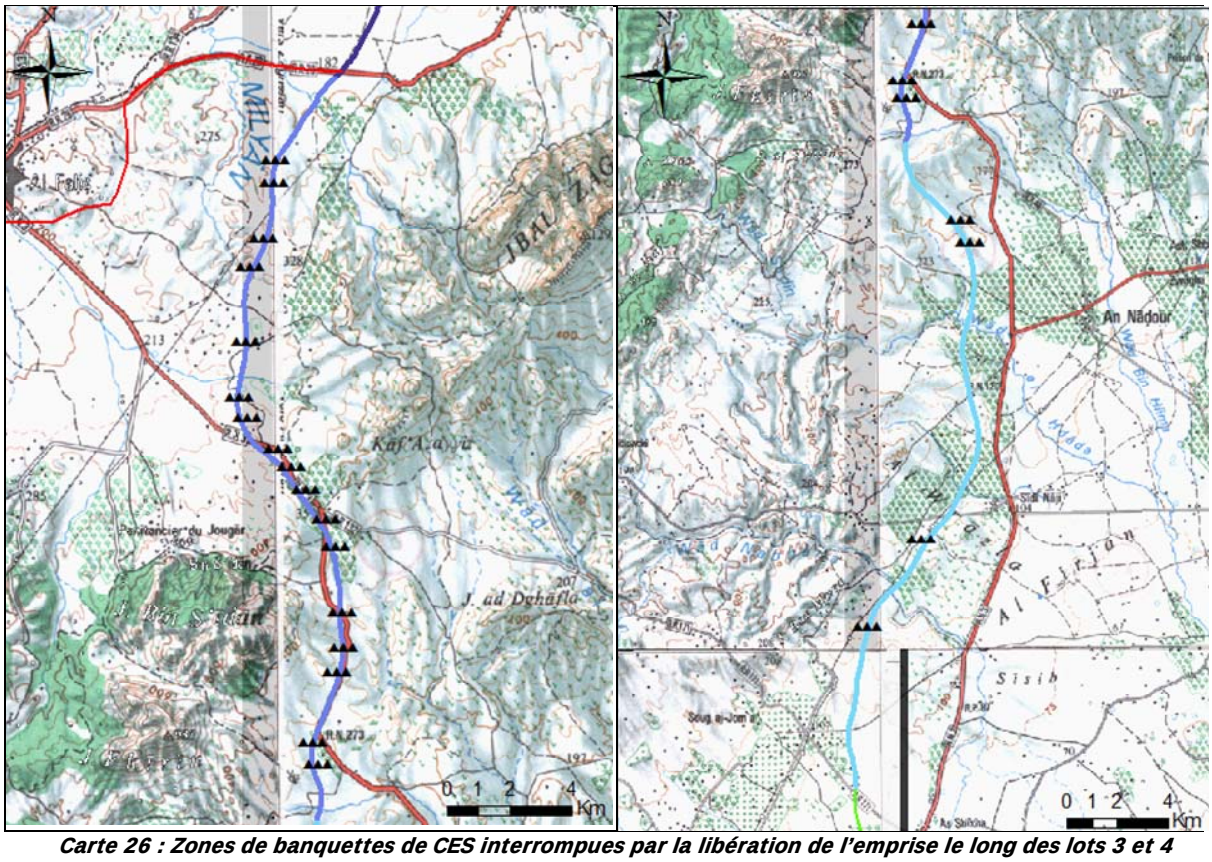
Ce léger accroissement des ruissellements, combiné à la déstructuration des systèmes de conservation des eaux et des sols sur les pentes longeant la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, risque de se traduire le long et à l'aval de cette plateforme par une légère augmentation des ruissellements par rapport à la situation avant Projet.

Cette situation va se traduire par un déficit en eau pour les cultures pratiquées ou pour les parcours situés en inter-banquettes, mais aussi par une augmentation des matières en suspension transportées par les écoulements qui vont envaser la partie aval des lits mineurs des oueds interceptés, et en particulier la retenue des barrages R'mel et El Haouareb.

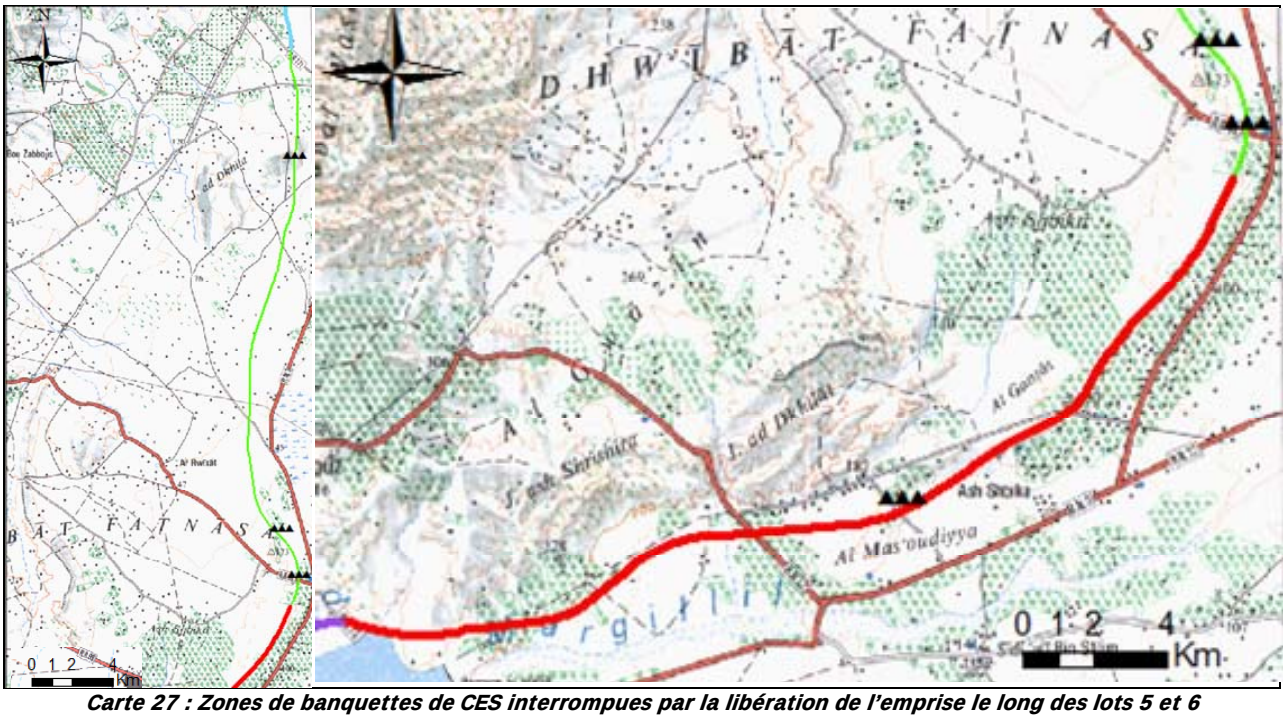
Les **Carte 25** à **Carte 28** suivantes présentent pour les huit lots par section de tracé ces travaux de CES perturbés par la libération de l'emprise de la plateforme autoroutière et de ses annexes.



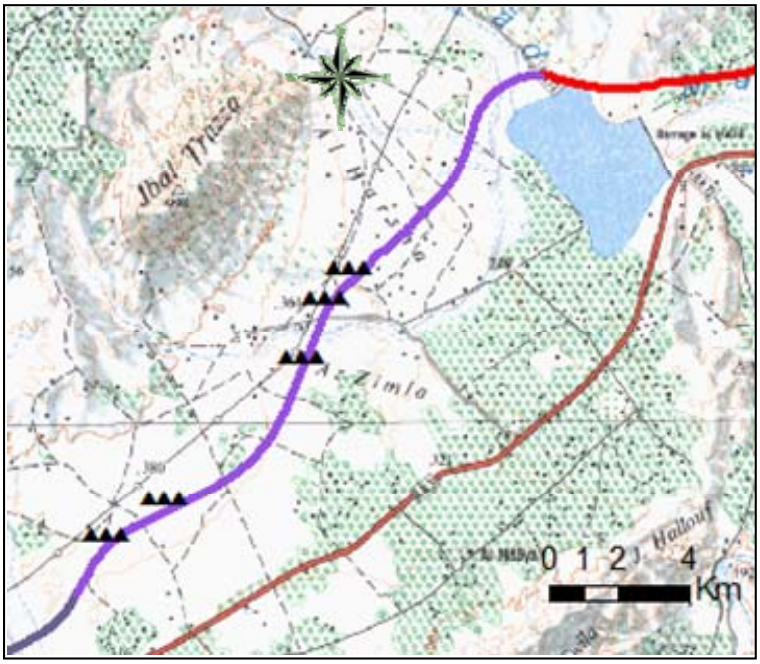
Carte 25 : Zones de banquettes de CES interrompues par la libération de l'emprise le long des lots 1 et 2



Carte 26 : Zones de banquettes de CES interrompues par la libération de l'emprise le long des lots 3 et 4



Carte 27 : Zones de banquettes de CES interrompues par la libération de l'emprise le long des lots 5 et 6



Carte 28 : Zones de banquettes de CES interrompues par la libération de l'emprise le long du lot 7

4.4.1.4 - La perturbation des paysages traversés

L'implantation dans le paysage d'une infrastructure linéaire comme le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa présuppose :

- l'introduction d'un nouvel élément visuel ayant une forte présence dans le paysage et des répercussions sur la lecture actuelle de celui-ci ;

- l'élimination et le remplacement d'éléments visuels de référence du paysage ;
- la modification de la morphologie du terrain, en raison des terrassements qui entrainent l'interruption des lignes et des formes naturelles des lieux franchis, provoquant ainsi :
  - ✓ l'apparition de zones de discontinuité visuelle et fonctionnelle, et
  - ✓ des modifications de la profondeur visuelle des espaces ;
- la transformation du caractère visuel du paysage franchi, résultant de modifications au niveau de l'occupation et de la fonction actuelle de l'espace ;
- la modification des rapports entre les différents éléments du paysage : (forme, texture, ligne et couleur.

4.4.2 - LA MISE EN PLACE D'INSTALLATIONS TEMPORAIRES DE CHANTIER

Toutes les activités de préparation de matériaux vont nécessiter la mobilisation de bases-chantier et de bases-vie, toutes zones qui constituent des facteurs d'impact du fait que les activités des engins de chantier vont y provoquer:

- d'importantes émissions atmosphériques de polluants, et
- l'envol de grandes quantités de poussières, dont l'émission va dépendre de la nature des terrains travaillés et empruntés et des conditions météorologiques.

4.4.2.1 – Les deux tronçons prévus pour l'aménagement du lot prioritaire

Les tronçons regroupent les sections autoroutières dont les travaux vont être entamés à la même date. D'après l'étude d'APS, il est envisagé la construction du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa selon les deux tronçons que rappelle le **Tableau 76** suivant.

Tableau 76 : Répartition des tronçons du lot prioritaire Tunis-Jelma

N	TRONÇON	PK initial	PK final	Autoroute	Routes doublées	COUT DT
1	Tunis - Kairouan	0,000	116,000	**116,000**	17,000	524.000.000
2	Kairouan - Jelma	116,000	187,600	**71,600**		343.300.000
	Total lot prioritaire			**187,600**	**17,000**	**867.300.000**

La dimension de chaque tronçon étant trop importante pour qu'il soit adjugé dans un seul appel d'offres, il sera nécessaire de faire un allotissement pour chacun des tronçons considérés.

4.4.2.2 – Les deux propositions d'allotissement de ces deux tronçons

Selon le découpage en lots de la desserte autoroutière directe de Jelma à partir de Tunis, le nombre de sites de chantier va varier. Or, l'allotissement des travaux de construction de l'autoroute peut se faire de deux façons :

- un allotissement par section de tracé pour l'ensemble des travaux autoroutiers, en allotissant une section géographique définie pour la construction à chaque Entreprise ;
- un allotissement par type de travaux, où chaque section aura différents adjudicataires travaillant en parallèle : ainsi chaque type de travail sera exécuté sur des sections plus longues.

Les deux propositions d'allotissement pour la construction de l'autoroute ont pour objectif d'obtenir des lots avec un coût de construction équivalent, de l'ordre de 100.000.000 DT. La définition des lots y est conforme au découpage des tronçons définis, afin de permettre la construction des différents lots de chaque tronçon en même temps.

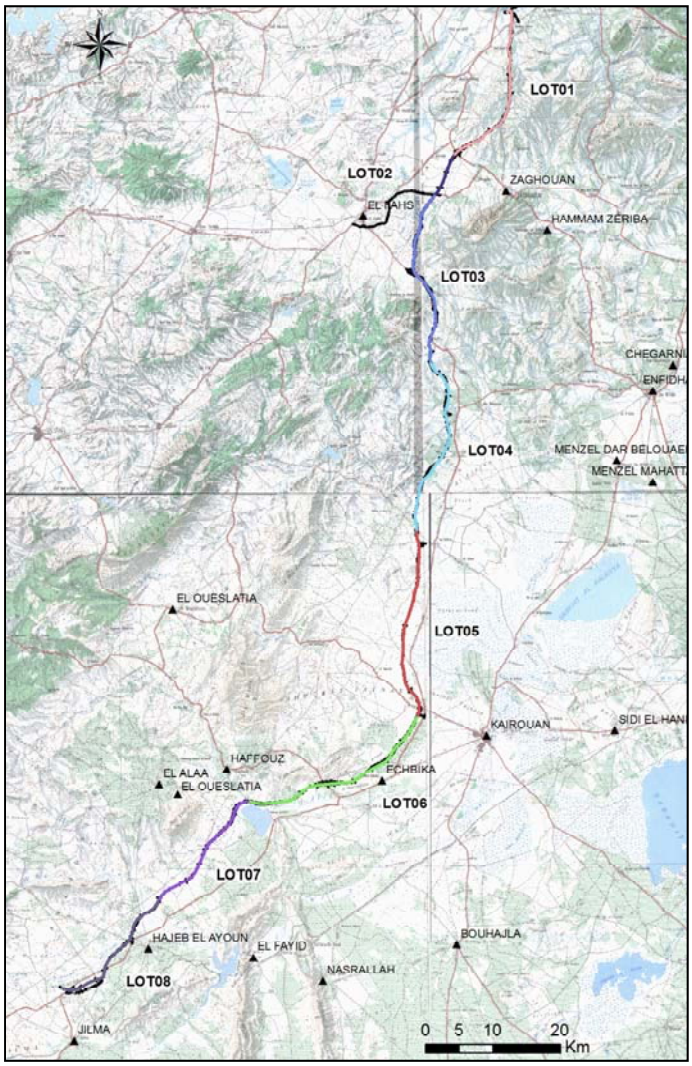
4.4.2.2.1 La proposition d'allotissement par section de tracé

Comme cela a été réalisé jusqu'à présent en Tunisie, une proposition d'allotissement par section de tracé de la construction du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui est détaillée dans le **Tableau 77** suivant.

Tableau 77 : Proposition d'allotissement par section de tracé

TRONÇON	N°	Lots	PK initial	PK final	Autoroute	Routes doublées	COUT DT
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	0,000	25,760	25,760		106.160.000
	2	Zaghouan - Al Fahs	25,760	33,000	7,240	17,000	73.760.000
	3	Al Fahs - Ennadhour	33,000	59,800	26,800		108.240.000
	4	Ennadhour - Sbikha	59,800	87,480	27,680		116.700.000
	5	Sbikha - Kairouan	87,480	116,000	28,520		119.140.000
	Sous-total Tunis - Kairouan				**116,000**	**17,000**	**524.000.000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	116,000	146,360	30,360		121.440.000
	7	Haffouz - Oued Zéroud	146,360	166,720	20,360		103.121.600
	8	Oued Zéroud - Jelma	166,720	187,600	20,880		118.740.000
	Sous-total Kairouan - Jelma				**71,600**	**0,000**	**343.300.000**
Total lot prioritaire					**187,600**	**17,000**	**867.300.000**

La définition des lots par section de tracé, que localise la **Carte 29** suivante, est conforme au découpage des tronçons définis pour qu'ils puissent être confiés à diverses Entreprises de Travaux Publics, afin de permettre la construction des différents lots de chaque tronçon en même temps.



Carte 29 : Découpage de la section autoroutière en huit lots de travaux par section de tracé

4.4.2.2.2 – La proposition d'allotissement par type de travaux

Pour spécialiser les Entreprises dans des corps de métier bien précis et bénéficier d'économies d'échelle, une proposition d'allotissement par type de travaux pour la construction du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été envisagée. Cette proposition prend en compte le partage des lots suivant l'organisation de travaux indiquée ci-dessous :

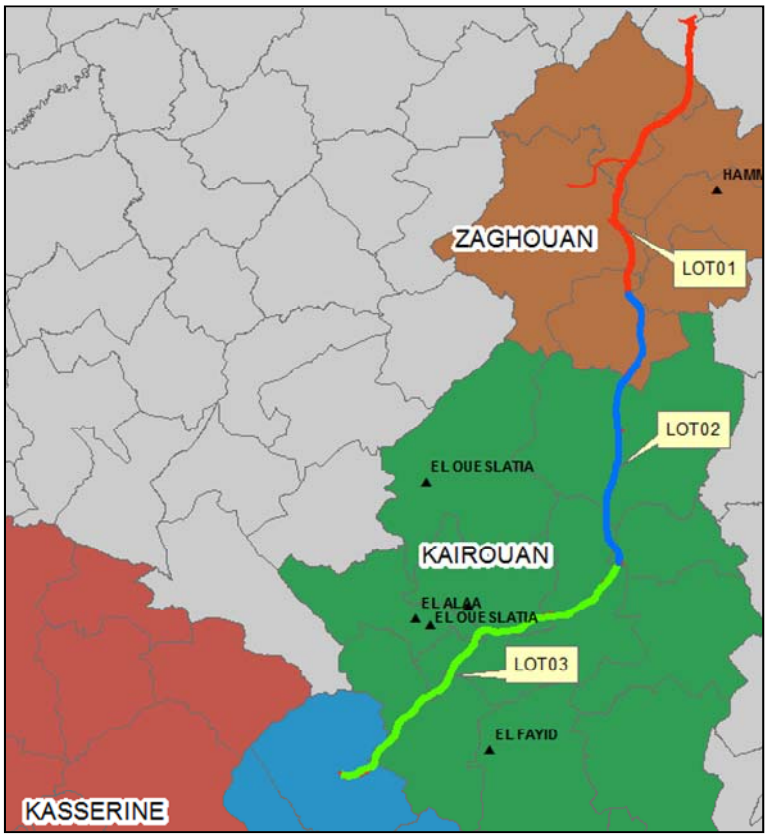
- travaux de Terrassements, drainage, réseau d'appel d'urgence ;
- travaux de Chaussée, voirie et réseaux divers des gares de péage ;
- travaux sur les Ouvrages d'art (PS, PI et GOH) ;
- travaux de Signalisation, ouvrages de protection, clôture.

Pour cet allotissement qui est détaillé dans le **Tableau 78** suivant, les travaux spécialisés seront exécutés sur des sections plus longues, mais quatre adjudicataires interviendront en parallèle sur chacun des trois sous-tronçons.

Tableau 78 : Proposition d'allotissement par type de travaux

TYPE DE TRAVAUX	N	Lots	PK initial	PK final	Autoroute	Routes doublées	COUT DT
Terrassements, drainage / RAU	A1	Tunis - Ennadhour	0,000	59,800	59,800	17,000	112 680 000
	A2	Ennadhour - Kairouan	59,800	116,000	56,200	0	89 920 000
	A3	Kairouan - Jelma	116,000	187,600	71,600	0	114 560 000
		Sous-total			**187,600**	**17,000**	**317 160 000**
Chaussées, gares de péage	B1	Tunis - Ennadhour	0,000	59,800	59,800	17,000	104 229 000
	B2	Ennadhour - Kairouan	59,800	116,000	56,200	0	83 176 000
	B3	Kairouan - Jelma	116,000	187,600	71,600	0	105 968 000
		Sous-total			**187,600**	**17,000**	**293 343 000**
Ouvrages d'art (PS, PI et GOH)	C1	Tunis - Kairouan	59,800	116,000	116,000	17,000	88 410 000
	C2	Kairouan - Jelma	116,000	187,600	71,600	0	96 997 600
		Sous-total			**187,600**	**17,000**	**185 407 600**
Signalisation, ouvrages de protection, clôture	D1	Tunis - Kairouan	59,800	116,000	116,000	17,000	45 585 000
	D2	Kairouan - Jelma	116,000	187,600	71,600	0	25 776 000
		Sous-total			**187,600**	**17,000**	**71 361 000**
		Total lot prioritaire			**187,600**	**17,000**	**867 300 000**

La définition des lots par type de travaux, que localise la **Carte 30** suivante, est conforme au découpage des sous-tronçons définis pour qu'ils puissent être confiés à diverses Entreprises spécialisées, afin de permettre la réalisation des différents type de travaux sur chaque sous-tronçon en même temps.



Carte 30 : Découpage de la section autoroutière en trois lots par type de travaux

En comparant ces **Tableau 77** et **Tableau 78** précédents, on constate que les lots A1, A2 et A3, B1, B2 et B3, C1 et C2, et enfin D1 et D2 de l'allotissement par type de travaux sont une combinaison des lots 1 à 8 de l'allotissement par section de tracé, comme le montre le **Tableau 79** suivant.

Tableau 79 : Correspondance entre les lots des deux allotissements

<table>
<tr><th rowspan="2">Lots par section de tracé</th><th colspan="4">lots par type de travaux</th></tr>
<tr><th>Terrassements, drainage / RAU</th><th>Chaussées, gares de péage</th><th>Ouvrages d'art (PS, PI et GOH)</th><th>Signalisation, ouvrages de protection, clôture</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="3">A1</td><td rowspan="3">B1</td><td rowspan="5">C1</td><td rowspan="5">D1</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>3</td></tr>
<tr><td>4</td><td rowspan="2">A2</td><td rowspan="2">B2</td></tr>
<tr><td>5</td></tr>
<tr><td>6</td><td rowspan="3">A3</td><td rowspan="3">B3</td><td rowspan="3">C2</td><td rowspan="3">D2</td></tr>
<tr><td>7</td></tr>
<tr><td>8</td></tr>
</table>

4.4.2.3 – Les avantages respectifs des deux propositions d'allotissement

4.4.2.3.1 L'avantage de l'allotissement par section de tracé

La solution d'allotissement par section de tracé a un avantage majeur : il n'y a qu'une seule entreprise sur le chantier, ce qui facilite la gestion des travaux, aussi bien pour l'Entreprise que pour l'Administration qui n'a qu'une seule entreprise à contrôler.

C'est cette même Entreprise qui assure la coordination des différents types de travaux qui lui incombent. En cas de problèmes, retards, il n'y a qu'un seul vis à vis à incriminer et, en cas de besoin, un seul contrat à résilier.

4.4.2.3.2 L'avantage de l'allotissement par type de travaux

L'avantage de l'allotissement par type de travaux réside dans l'augmentation des quantités de travail de la même nature pour les Entreprises. Cet effet d'échelle permet dans beaucoup de situations de réduire les coûts pour les Entreprises, ce qui leur permettra de proposer des prix plus avantageux. En effet du fait d'une étendue de travail plus grande :

- les fournisseurs importants (un fabricant de Poutres PRAD ou de conduits Matière, un fournisseur de conduits de drainage, RAU, un fabriquant des portiques et de panneaux de signalisation, un fournisseur de clôtures, etc....), peuvent gérer plus efficacement leur marché, en particulier par la réduction de leurs délais d'importation ;
- les Entreprise de terrassement peuvent bénéficier d'une réduction du nombre de chantiers, et d'une minimisation des arrêts des équipements grâce à des changement de front de travail en cas de besoin : en doublant la longueur de route à terrasser, on peut réduire presque de moitié les frais d'installation et de gestion du chantier, en n'ayant qu'une installation au lieu de deux pour les centrales lourdes, avec certes des capacités plus importantes (et ce même si les installations type laboratoire, magasins, stockage de matériaux, latrines, cantines, fuel, etc. sont répétées autant de fois que de lots de types de travaux) ;

- les Entreprises en charge des travaux de drainage, pour lesquels des chantiers de petites dimensions ne permettent pas d'amortir les installations de préfabrication lourde, peuvent bénéficier d'une préfabrication des éléments en béton (cunettes, dalots, etc ...) ;
- les Entreprises de travaux de chaussée peuvent bénéficier d'une réduction des frais d'installation et de gestion des centrales de production de matériaux de chaussée (enrobés ou matériaux stabilisés aux liants hydrauliques) : leurs coûts de supervision et de laboratoire se réduisent aussi, car une seule installation est normalement suffisante, de même que les centrales de production des bétons, moyennant toutefois une capacité plus importante ;
- les Entreprises en charge des ouvrages d'art peuvent bénéficier de solutions innovantes et de moindre coût, en particulier si on permet les variantes d'Entreprises : à titre d'exemple, le lot Tunis-Kairouan a environ 70 passages supérieurs, dont la surface totale de tabliers dépasse 15.000 m², volume de travail permettant d'amortir la production d'éléments préfabriqués en béton précontraint.

4.4.2.4 – Les impacts respectifs des installations temporaires de chantier des deux propositions d'allotissement

Chaque lot de travaux va nécessiter la mise en place d'un site d'installations temporaires de chantier, dont la présence provisoire va représenter une source d'impact pour les milieux naturel et humains situés à ses alentours.

Outre les centrales à béton installées à proximité des chantiers des dix gros ouvrages d'art du projet en cas de non-pré-fabrication, les deux types d'allotissement vont aboutir à l'installation :

- de huit installations temporaires de chantier de 6 ha pour les huit lots par section de tracé, qui totaliseront donc 48 ha et nécessiteront l'expropriation temporaire de 53 ha ;
- de dix installations temporaires de chantier pour les dix lots par type de travaux totalisant aussi 48 ha et nécessitant l'expropriation temporaire de 53 ha, puisqu'elles couvriront :
  - ✓ 7 ha pour les 3 lots de travaux de Terrassements, drainage, réseau d'appel d'urgence ;
  - ✓ 5 ha pour les 3 lots de travaux de Chaussée, voirie et réseaux divers des gares de péage ;
  - ✓ 3,5 ha pour les 2 lots de travaux sur les Ouvrages d'art (PS, PI et GOH) ;
  - ✓ 2,5 ha pour les 2 lots de travaux de Signalisation, ouvrages de protection, clôture.

La libération de l'emprise pendant la phase d'installation des huit bases-chantier des huit lots par section de tracé et des dix bases-chantier des dix lots par type de travaux entraînera donc une expropriation provisoire identique.

4.5 - Les facteurs d'impact spécifiques aux chantiers de la plateforme autoroutière

La réalisation du projet va entraîner la mobilisation de carrières, de zones d'emprunt et de gîtes de dépôt, l'utilisation d'engins de chantier et de camions de transport pour assurer le déplacement et la mise en dépôt d'importants volumes de matériaux, l'utilisation d'eau pour l'exécution des remblais et va la mise en place d'installations temporaires de chantier.

4.5.1 - L'OUVERTURE DE ZONES D'EMPRUNT

L'ouverture de zones d'emprunt pour pouvoir y mobiliser les matériaux de remblai nécessaires à l'édification de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'elle va :

- consommer des terrains agro-pastoraux pour libérer les zones d'emprunt nécessaires ;
- mettre à nu les sols de ces sites d'emprunt, ce qui conduira à coup sûr :
  - ✓ à une perte de fertilité,
  - ✓ à une exposition accrue à l'érosion éolienne et au lessivage, et
  - ✓ à la formation d'escarpements dangereux ;
- transformer le paysage originel et diminuer la biodiversité, de par la destruction de leur végétation et du départ de la faune qu'elle abritait ;
- nécessiter le travail d'engins de chantier, qui vont :
  - ✓ consommer des combustibles fossiles et des lubrifiants en émettant des polluants atmosphériques et des GES, et
  - ✓ provoquer pendant leur activité et lors de leur déplacement en dehors des routes bitumées vers et à partir de ces zones d'emprunt l'envol d'importantes quantités de poussières, dont l'émission va dépendre de la nature des terrains travaillés et empruntés et des conditions météorologiques.

Comme on a vu dans le **Tableau 79** de la page 172 que les lots par type de travaux A1 à D2 sont une combinaison des lots par section de tracé 1 à 8, nous allons évaluer les volumes de matériaux de terrassement nécessaires pour les 8 lots par section de tracé, et en déduire les volumes nécessaires pour les 3 lots de terrassement par type de travaux A1 à A3.

4.5.1.1 - Les volumes de matériaux de terrassement pour la préparation de la plateforme

4.5.1.1.1 - Les volumes déblayés pour la préparation de la plateforme autoroutière

4.5.1.1.1.1 - Les volumes totaux déblayés pour la préparation de la plateforme autoroutière

L'étude technique a permis de déterminer que les travaux de préparation de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont nécessiter le déblaiement de volumes assez proches suivant la structure de chaussée retenue, soit :

- 14,53 M.m^3. pour la solution de base en GC,
- 14,80 M.m^3 pour la variante en EME, et
- 14,92 M.m^3 pour la variante en GB.

Le **Tableau 80** suivant présente par type de structure de chaussée les volumes de matériaux déblayés pour permettre la préparation de la plateforme des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 80 : Volumes de déblais nécessités par les 8 lots par section de tracé du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	3 562 565	3 609 098	3 628 637
	2	Zaghouan - Al Fahs	174 082	174 082	174 082
	3	Al Fahs - Ennadhour	4 316 580	4 384 112	4 412 173
	4	Ennadhour - Sbikha	1 963 943	2 005 345	2 023 261
	5	Sbikha - Kairouan	1 442 865	1 470 549	1 482 302
		Sous-total Tunis - Kairouan	**11 460 036**	**11 643 186**	**11 720 456**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	2 141 743	2 187 893	2 207 343
	7	Haffouz - Oued Zéroud	398 139	412 911	418 794
	8	Oued Zéroud - Jelma	532 440	559 246	570 481
		Sous-total Kairouan - Jelma	**3 072 323**	**3 160 050**	**3 196 618**
		Total lot prioritaire	**14 532 358**	**14 803 236**	**14 917 074**

A partir de ce **Tableau 80**, on a pu dresser le **Tableau 81** suivant qui présente les volumes de matériaux déblayés pour permettre la préparation de la plateforme des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 81 : Volumes de déblais nécessités par les 3 lots par type de travaux du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	8 053 228	8 167 292	8 214 892
	A2	Ennadhour - Kairouan	3 406 808	3 475 894	3 505 563
		Sous-total Tunis - Kairouan	**11 460 036**	**11 643 186**	**11 720 456**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	3 072 323	3 160 050	3 196 618
		Sous-total Kairouan - Jelma	**3 072 323**	**3 160 050**	**3 196 618**
		Total lot prioritaire	**14 532 358**	**14 803 236**	**14 917 074**

4.5.1.1.1.2 - Les volumes de déblais réutilisés pour le remblaiement de la plateforme autoroutière

L'étude technique a retenu l'hypothèse que 70% des déblais effectués considérés comme meubles ou rippables à moins de 3.000 m, se traduit par la disponibilité des volumes réutilisables suivants selon le type de structure de chaussée choisi :

- ✓ 10,17 M.m^3 pour la solution de base en GC,
- ✓ 10,36 M.m^3 pour la variante en EME, et
- ✓ 10,44 M.m^3 pour la variante en GB.

4.5.1.1.2 - Les volumes à déplacer pour le remblaiement de la plateforme autoroutière

4.5.1.1.2.1 - Les volumes totaux de remblais de la plateforme autoroutière

L'étude technique a permis de déterminer que les travaux de préparation de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont nécessiter le remblaiement de volumes variables suivant la structure de chaussée retenue, soit de :

- 43,9 M.m^3. pour la solution de base en GC,
- 42,0 M.m^3 pour la variante en EME, et

- 39,4 M.m^3 pour la variante en GB.

Le **Tableau 82** suivant répartit pour les huit lots par section de tracé ces volumes de matériaux de remblais nécessaires à l'édification de sa plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa suivant la structure de chaussée retenue.

Tableau 82 : Volumes de remblais nécessités par les 8 lots par section de tracé du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	4 578 350	4 274 230	3 222 246
	2	Zaghouan - Al Fahs	1 500 337	1 455 245	1 436 327
	3	Al Fahs - Ennadhour	3 361 959	3 271 328	3 233 506
	4	Ennadhour - Sbikha	3 016 792	2 902 662	2 855 630
	5	Sbikha - Kairouan	3 881 310	3 733 241	3 671 380
	Sous-total Tunis - Kairouan		**16 338 748**	**15 636 707**	**14 419 089**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	3 236 197	3 110 579	3 058 286
	7	Haffouz - Oued Zéroud	2 235 778	2 129 861	2 089 933
	8	Oued Zéroud - Jelma	1 779 026	1 691 102	1 654 466
	Sous-total Kairouan - Jelma		**7 251 001**	**6 931 541**	**6 802 686**
Total lot prioritaire			**23 589 749**	**22 568 248**	**22 228 264**

A partir de ce **Tableau 82**, on a pu dresser le **Tableau 83** suivant répartit pour les trois lots de terrassement par type de travaux ces volumes de matériaux de remblais nécessaires à l'édification de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa suivant la structure de chaussée retenue.

Tableau 83 : Volumes de remblais nécessités par les 3 lots par type de travaux du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	9 440 646	9 000 803	7 892 079
	A2	Ennadhour - Kairouan	6 898 102	6 635 903	6 527 010
	Sous-total Tunis - Kairouan		**16 338 748**	**15 636 707**	**14 419 089**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	7 251 001	6 931 541	6 802 686
	Sous-total Kairouan - Jelma		**7 251 001**	**6 931 541**	**6 802 686**
Total lot prioritaire			**23 589 749**	**22 568 248**	**22 228 264**

Les volumes de remblai précédemment calculés vont d'abord provenir des déblais réutilisables, complétés si nécessaire par des emprunts prélevés dans des zones d'emprunt situées le long de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

4.5.1.1.2.2 - Les volumes de déblais réutilisés pour le remblaiement de la plateforme autoroutière

Les travaux de préparation de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont nécessiter l'utilisation de tous les volumes de déblai réutilisables, qui sont variables suivant la structure de chaussée retenue :

- 10,17 M.m^3. pour la solution de base en GC,
- 10,36 M.m^3 pour la variante en EME, et
- 10,44 M.m^3 pour la variante en GB.

Le **Tableau 84** suivant détaille la répartition de ces volumes de déblai qui seront réutilisés pour édifier la plateforme des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 84 : Volumes de déblais réutilisés sur les 8 lots par section de tracé du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	2 493 796	2 526 368	2 490 468
	2	Zaghouan - Al Fahs	121 858	121 858	121 858
	3	Al Fahs - Ennadhour	3 021 606	3 068 879	3 088 521
	4	Ennadhour - Sbikha	1 374 760	1 403 741	1 416 283
	5	Sbikha - Kairouan	1 010 005	1 029 385	1 037 612
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8 022 025**	**8 150 231**	**8 154 741**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	1 499 220	1 531 525	1 545 140
	7	Haffouz - Oued Zéroud	278 697	289 038	293 156
	8	Oued Zéroud - Jelma	372 708	391 472	399 336
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 150 626**	**2 212 035**	**2 237 633**
Total lot prioritaire			**10 172 651**	**10 362 265**	**10 441 952**

A partir de ce **Tableau 84**, on a pu dresser le **Tableau 85** suivant qui présente les volumes de déblais qui seront réutilisés pour édifier la plateforme des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 85 : Volumes de déblais réutilisés sur les 3 lots par type de travaux du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	5 637 260	5 717 105	5 700 846
	A2	Ennadhour - Kairouan	2 384 765	2 433 126	2 453 894
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8 022 025**	**8 150 231**	**8 154 741**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	2 150 626	2 212 035	2 237 633
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 150 626**	**2 212 035**	**2 237 633**
Total lot prioritaire			**10 172 651**	**10 362 265**	**10 441 952**

4.5.1.1.2.3 - Les volumes d'emprunts à prélever pour le remblaiement de la plateforme autoroutière

Au vu des besoins globaux et des volumes de matériaux de déblais réutilisés, le remblaiement de la future plateforme autoroutière va nécessiter le recours à des zones d'emprunt identifiées à proximité de la plateforme du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, pour prélèver selon le type de structure de chaussée choisi :

- 13,42 M.m^3. pour la solution de base en GC,
- 12,21 M.m^3 pour la variante en EME, et
- 11,79 M.m^3 pour la variante en GB.

Le **Tableau 86** suivant présente les volumes d'emprunts qui devront être prélevés pour préparer la plateforme des trois structures de chaussée dans des zones situées le long des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 86 : Volumes d'emprunts pour les 8 lots par section de tracé du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	2 084 554	1 747 862	731 778
	2	Zaghouan - Al Fahs	1 378 480	1 333 388	1 314 470
	3	Al Fahs - Ennadhour	340 353	202 449	144 984
	4	Ennadhour - Sbikha	1 642 032	1 498 921	1 439 347
	5	Sbikha - Kairouan	2 871 304	2 703 857	2 633 769
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8 316 723**	**7 486 476**	**6 264 348**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	1 736 976	1 579 053	1 513 146
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1 957 081	1 840 824	1 796 777
	8	Oued Zéroud - Jelma	1 406 318	1 299 629	1 255 130
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5 100 375**	**4 719 507**	**4 565 053**
Total lot prioritaire			**13 417 098**	**12 205 983**	**11 786 313**

A partir de ce **Tableau 86**, on a pu dresser le **Tableau 87** suivant qui présente les volumes d'emprunts qui devront être prélevés pour préparer la plateforme des trois structures de chaussée dans des zones situées le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 87 : Volumes d'emprunts pour les 3 lots par type de travaux du tronçon Tunis-Jelma (en m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	3 803 386	3 283 699	2 191 233
	A2	Ennadhour - Kairouan	4 513 337	4 202 778	4 073 116
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8 316 723**	**7 486 476**	**6 264 348**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	5 100 375	4 719 507	4 565 053
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5 100 375**	**4 719 507**	**4 565 053**
Total lot prioritaire			**13 417 098**	**12 205 983**	**11 786 313**

4.5.2 - L'OUVERTURE DE GÎTES DE DÉPÔT

L'ouverture de gîtes de dépôt pour pouvoir y stocker les matériaux de terrassement non réutilisés lors de l'édification de la plateforme autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'elle va elle aussi :

- consommer des terrains agro-pastoraux pour libérer les gîtes de dépôt nécessaires ;
- mettre à nu les sols de ces sites d'emprunt, ce qui conduira à coup sûr :
  - ✓ à une perte de fertilité,
  - ✓ à une exposition accrue à l'érosion éolienne et au lessivage, et
  - ✓ à la formation d'escarpements dangereux ;
  - ✓ transformer le paysage originel et diminuer la biodiversité, de par la destruction de leur végétation et du départ de la faune qu'elle abritait ;
  - ✓ nécessiter le travail d'engins de chantier, qui vont :
  - ✓ consommer des combustibles fossiles et des lubrifiants en émettant des polluants atmosphériques et des GES, et

- ✓ provoquer pendant leur activité et lors de leur déplacement en dehors des routes bitumées vers et à partir de ces l'envol d'importantes quantités de poussières, dont l'émission va dépendre de la nature des terrains travaillés et empruntés et des conditions météorologiques.

Pour pouvoir déterminer les volumes de déblais non réutilisés à stocker, et avec l'hypothèse de 30% du volume des déblais effectués lors des travaux de préparation de la plateforme autoroutière qui ne sont pas réutilisables l'étude technique a permis de déterminer que:

- les volumes déblayés variant selon le type de structure de chaussée choisi, les volumes non réutilisables varient aussi selon ce type de structure, soit :
  - ✓ 4,36 M.m^3 pour la solution de base en GC,
  - ✓ 4,44 M.m^3 pour la variante en EME, et
  - ✓ 4,48 M.m^3 pour la variante en GB.

Le **Tableau 88** suivant présente ces volumes de déblais non réutilisables qui devront être stockés dans des gîtes de dépôt le long des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 88 : Volumes de déblais à stocker pour les 8 lots par section de tracé (en m^3)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1 068 770	1 082 729	1 067 343
	2	Zaghouan - Al Fahs	52 225	52 225	52 225
	3	Al Fahs - Ennadhour	1 294 974	1 315 234	1 323 652
	4	Ennadhour - Sbikha	589 183	601 603	606 978
	5	Sbikha - Kairouan	432 859	441 165	444 691
	Sous-total Tunis - Kairouan		**3 438 011**	**3 492 956**	**3 494 889**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	642 523	656 368	662 203
	7	Haffouz - Oued Zéroud	119 442	123 873	125 638
	8	Oued Zéroud - Jelma	159 732	167 774	171 144
	Sous-total Kairouan - Jelma		**921 697**	**948 015**	**958 985**
Total lot prioritaire			**4 359 708**	**4 440 971**	**4 475 122**

A partir de ce **Tableau 88**, on a pu dresser le **Tableau 89** suivant qui présente les volumes de matériaux de déblais non réutilisables qui devront être stockés dans des gîtes de dépôt le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 89 : Volumes de déblais à stocker pour les 3 lots par type de travaux (en m^3)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	2 415 968	2 450 188	2 443 220
	A2	Ennadhour - Kairouan	1 022 042	1 042 768	1 051 669
	Sous-total Tunis - Kairouan		**3 438 011**	**3 492 956**	**3 494 889**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	921 697	948 015	958 985
	Sous-total Kairouan - Jelma		**921 697**	**948 015**	**958 985**
Total lot prioritaire			**4 359 708**	**4 440 971**	**4 475 122**

4.5.3 - LE DÉPLACEMENT DES MATÉRIAUX DE TERRASSEMENT

Tous les déplacements de matériaux de terrassement d'un site à un autre constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'ils vont nécessiter l'utilisation de véhicules de transport qui vont eux aussi :

- consommer des combustibles fossiles et des lubrifiants en émettant des polluants atmosphériques, et
- provoquer pendant leur circulation en dehors des routes bitumées d'un site de chantier à un autre l'envol d'importantes quantités de poussières, dont l'émission va dépendre de la nature des terrains travaillés et empruntés et des conditions météorologiques.

4.5.3.1 - Le nombre de voyages nécessaires pour le déplacement des matériaux de terrassement

Comme un camion standard a une capacité en volume de 24 m^3, le nombre de voyages A-R à effectuer par les camions de transport pour mettre en place ces matériaux de terrassement qui permettront de libérer, puis d'aménager la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et de ses annexes correspond donc à 1/24 du volume des matériaux de terrassement déplacés, et donc:

- dépendra du choix retenu pour la structure de la chaussée de l'autoroute, mais
- ne dépendra pas du choix retenu pour le type d'allotissement des travaux.

Le **Tableau 92** suivant présente le nombre de voyages Aller-Retour à effectuer pour déplacer les matériaux de terrassement de la plateforme des huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, à savoir:

- le déplacement des déblais non réutilisés des zones de déblai de la plateforme autoroutière vers les gîtes de dépôt ;
- le déplacement des déblais réutilisés des zones de déblai vers les zones de remblai de la plateforme autoroutière ;
- le déplacement des remblais des zones d'emprunt vers les zones de remblai de la plateforme autoroutière.

Tableau 90 : Voyages A-R des camions de matériaux de terrassement pour les 8 lots par section de tracé du Projet

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	235 298	325 050	179 375
	2	Zaghouan - Al Fahs	64 691	67 817	62 024
	3	Al Fahs - Ennadhour	194 040	314 365	189 532
	4	Ennadhour - Sbikha	150 250	201 959	144 052
	5	Sbikha - Kairouan	179 758	215 071	171 357
	Sous-total Tunis - Kairouan		**824 037**	**1 124 261**	**746 340**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	161 615	156 957	155 021
	7	Haffouz - Oued Zéroud	98 136	93 906	92 316
	8	Oued Zéroud - Jelma	80 783	77 455	76 069
	Sous-total Kairouan - Jelma		**340 533**	**328 318**	**323 406**
Total lot prioritaire			**1 164 570**	**1 125 392**	**1 112 649**

A partir de ce **Tableau 92**, on a pu établir le **Tableau 93** suivant présente le nombre de voyages Aller-Retour à effectuer pour déplacer les matériaux de terrassement de la plateforme des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 91 : Voyages A-R des camions de matériaux de terrassement pour les 3 lots par type de travaux du Projet

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	494 029	707 232	430 931
	A2	Ennadhour - Kairouan	330 008	417 030	315 409
	Sous-total Tunis - Kairouan		**824 037**	**1 124 261**	**746 340**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	340 533	328 318	323 406
	Sous-total Kairouan - Jelma		**340 533**	**328 318**	**323 406**
Total lot prioritaire			**1 164 570**	**1 125 392**	**1 112 649**

4.5.3.2 - Les distances moyennes à parcourir pour le déplacement des matériaux de terrassement

Les distances moyennes à parcourir pour le déplacement des matériaux de terrassement nécessaires pour l'édification de la plateforme routière dépendent des distances entre :

- les zones de déblai de la plateforme autoroutière et les gîtes de dépôt pour les déblais non réutilisés ;
- les zones de déblai et les zones de remblai de la plateforme autoroutière pour les déblais réutilisés ;
- les zones d'emprunt et les zones de remblai de la plateforme autoroutière pour les remblais.

Les distances moyennes à parcourir pour le déplacement des déblais non réutilisés :

- dépendront du choix retenu pour la structure de la chaussée de l'autoroute qui modifie leurs volumes, mais
- ne dépendront pas du choix retenu pour le type d'allotissement des travaux.

Les distances moyennes à parcourir pour le déplacement des déblais réutilisés et des emprunts dépendront par contre du choix retenu pour la structure de la chaussée de l'autoroute qui modifie les volumes de déblais réutilisés.

4.5.3.2.1 – Les distances moyennes de déplacement des matériaux de déblais non réutilisés

Les matériaux de déblais non réutilisés vont être déposés dans un certain nombre de gîtes de dépôt situés à quelques centaines de mètres de l'emprise, qui seront ouverts à raison de 1 tous les 5 kilomètres. Les distances moyennes de déplacement des camions déplaçant les déblais non réutilisés représenteront donc environ 1.650 m, répartis entre:

- 1.250 m le long de l'emprise autoroutière pour rejoindre la piste d'accès au gîte de dépôt le plus proche, et
- 400 m de cette piste d'accès à ce gîte.

4.5.3.2.2 – Les distances moyennes de déplacement des matériaux de déblais réutilisés

En fonction de la proportion des matériaux de remblais de chaque lot constitués de matériaux de déblais réutilisés qui varie selon le type de structure de chaussée retenu, le **Tableau 92** suivant présente le kilométrage moyen de pistes à effectuer le long de l'emprise pour chaque déplacement de matériaux de déblais réutilisés sur la plateforme des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 92 : Trajets moyens des camions de déblais réutilisés pour les 8 lots par section de tracé du Projet (km)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	7,080	7,680	7,810
	2	Zaghouan - Al Fahs	0,970	1,000	1,020
	3	Al Fahs - Ennadhour	12,130	12,660	12,890
	4	Ennadhour - Sbikha	6,150	6,530	6,700
	5	Sbikha - Kairouan	3,770	4,000	4,100
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8,310**	**8,790**	**8,960**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	6,880	7,320	7,510
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1,330	1,440	1,490
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,000	2,210	2,300
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5,320**	**5,650**	**5,790**
Total lot prioritaire			**7,680**	**8,120**	**8,280**

De la même manière, on a pu dresser le **Tableau 93** suivant qui présente le kilométrage moyen de pistes à effectuer le long de l'emprise pour chaque déplacement de matériaux de déblais réutilisés sur la plateforme des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 93 : Trajets moyens des camions de déblais réutilisés pour les 3 lots par type de travaux du Projet (km)

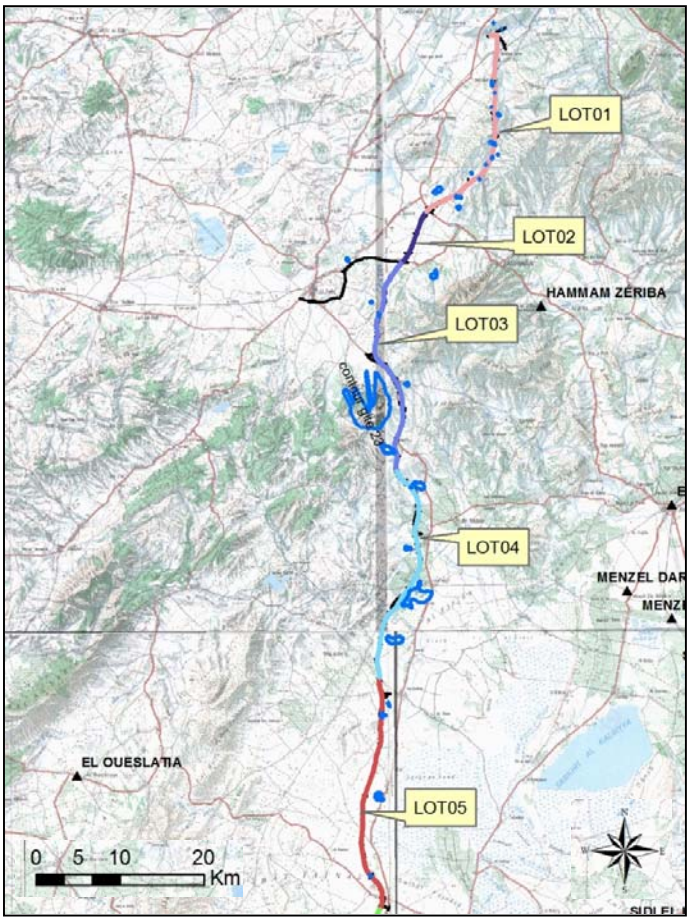
TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	9,650	10,210	10,400
	A2	Ennadhour - Kairouan	5,140	5,460	5,600
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8,310**	**8,790**	**8,960**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	5,320	5,650	5,790
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5,320**	**5,650**	**5,790**
Total lot prioritaire			**7,680**	**8,120**	**8,280**

4.5.3.2.3 – Les distances moyennes de déplacement des matériaux d'emprunt

Les matériaux d'emprunt vont être prélevés dans des zones dont les terrains présentent des caractéristiques favorables, dont un certain nombre ont été identifiées grâce à des prospections menées pendant l'étude d'APD.

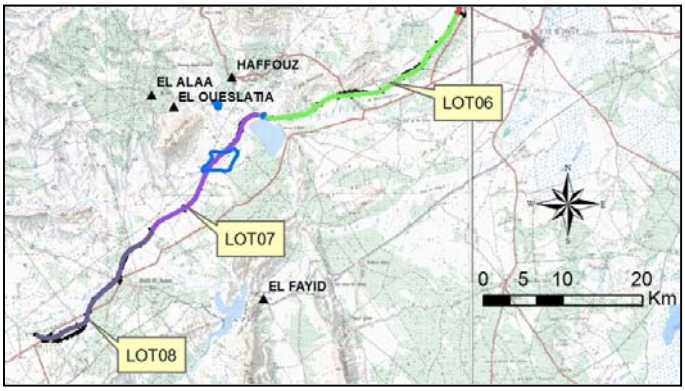
4.5.3.2.3.1 – Les distances moyennes de déplacement des emprunts pour les 8 lots par section de tracé

La **Carte 31** suivante permet de localiser la position des principales zones d'emprunt qui ont été inventoriées non loin de la future plateforme pour les 4 lots par section de tracé situés dans le Tell et qui pourront être utilisées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux pour leur fournir les matériaux de terrassement nécessaires à l'aménagement des portions voisines de la plateforme autoroutière.



Carte 31 : Localisation des zones d'emprunt identifiées dans le Tell au voisinage des lots 1 à 4

La **Carte 32** suivante permet quant à elle de localiser la position des principales zones d'emprunt qui ont été inventoriées non loin de la future plateforme autoroutière pour les quatre lots par section de tracé situés dans la plaine de Kairouan qui seront utilisées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux pour leur fournir les matériaux de terrassement nécessaires à l'aménagement des portions voisines de la plateforme.



Carte 32 : Localisation des zones d'emprunt identifiées autour de la plaine de Kairouan à proximité des lots 5 à 8

A partir des données de ces **Carte 31** et **Carte 32**, on a pu dresser le **Tableau 94** suivant présente le kilométrage moyen de pistes à effectuer pour chaque voyage aller-retour (A-R) de matériaux de remblais

apportés depuis les sites d'emprunt jusqu'à l'emprise pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 94 : Longueur des trajets moyens des camions pour les emprunts pour la plateforme des 8 lots (km)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6,120	5,520	5,390
	2	Zaghouan - Al Fahs	11,830	11,800	11,780
	3	Al Fahs - Ennadhour	2,870	2,340	2,110
	4	Ennadhour - Sbikha	7,600	7,220	7,050
	5	Sbikha - Kairouan	11,130	10,900	10,800
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8,950**	**8,830**	**8,790**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	16,980	16,540	16,350
	7	Haffouz - Oued Zéroud	9,910	9,800	9,750
	8	Oued Zéroud - Jelma	19,540	19,330	19,240
	Sous-total Kairouan - Jelma		**14,970**	**14,680**	**14,550**
Total lot prioritaire			**11,240**	**11,090**	**11,020**

4.5.3.2.3.2 - Les distances moyennes de déplacement des emprunts pour les 3 lots par type de travaux

Les zones d'emprunt des trois lots 1, 2 et 3 par section de tracé vont être sollicitées par l'Entreprise adjudicataire du marché du lot A1 de travaux de terrassement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

De la même manière, les zones d'emprunt des trois lots 4 et 5 par section de tracé vont être sollicitées par l'Entreprise adjudicataire du marché du lot A2 de travaux de terrassement, et les zones d'emprunt des trois lots 6, 7 et 8 par section de tracé par l'Entreprise adjudicataire du marché du lot A3 de travaux de terrassement.

A partir du **Tableau 94**, on a pu dresser le **Tableau 95** suivant qui présente quant à lui présente le kilométrage moyen de pistes à effectuer pour chaque voyage aller-retour (A-R) de matériaux de remblais apportés depuis les sites d'emprunt jusqu'à l'emprise pour les trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 95 : Longueur des trajets moyens des camions pour les emprunts de la plateforme des 3 lots (km)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	7,890	7,870	7,910
	A2	Ennadhour - Kairouan	9,850	9,590	9,480
	Sous-total Tunis - Kairouan		**8,950**	**8,830**	**9,240**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	14,970	14,680	14,550
	Sous-total Kairouan - Jelma		**14,970**	**14,680**	**14,550**
Total lot prioritaire			**11,240**	**11,090**	**11,290**

4.5.3.3 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement

Le calcul des distances parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement consiste à multiplier le nombre de voyages nécessaires par le kilométrage moyen du déplacement, doublé pour tenir compte du voyage de retour à vide. Il suffit ensuite de consolider pour les trois structures de chaussée envisagées les distances ainsi calculées pour le déplacement :

- des déblais non réutilisés qui auront été stockés dans des gîtes de dépôt situés tous les 5 kilomètres environ le long de la plateforme autoroutière ;
- des déblais réutilisés qui auront été déplacés le long de l'emprise autoroutière ;
- des matériaux de remblais qui auront été apportés depuis les sites d'emprunt identifiés.

4.5.3.3.1 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement

Le **Tableau 96** suivant présente les distances parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 96 : Distances parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement de la plateforme pour les 8 lots

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	2 681 437	2 466 021	2 560 547
	2	Zaghouan - Al Fahs	1 375 992	1 323 501	1 307 921
	3	Al Fahs - Ennadhour	3 313 822	3 331 950	3 523 944
	4	Ennadhour - Sbikha	1 825 550	1 690 811	1 719 101
	5	Sbikha - Kairouan	3 039 973	2 817 528	2 785 585
	Sous-total Tunis - Kairouan		**12 236 774**	**11 629 810**	**11 897 097**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	3 405 762	3 138 051	3 118 923
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1 663 556	1 543 188	1 513 320
	8	Oued Zéroud - Jelma	2 374 054	2 172 606	2 112 040
	Sous-total Kairouan - Jelma		**7 443 371**	**6 853 845**	**6 744 283**
		Total lot prioritaire	**19 680 145**	**18 483 655**	**18 641 380**
		Proportion / GC 8 lots	*100,0%*	*93,9%*	*94,7%*

A partir de ce **Tableau 96**, on a pu dressser le **Tableau 97** suivant présente quant à lui les distances parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement des trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 97 : Distances parcourues pour le déplacement des matériaux de terrassement de la plateforme pour les 3 lots

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	7 368 508	7 120 380	7 393 209
	A2	Ennadhour - Kairouan	4 867 136	4 509 208	4 506 438
	Sous-total Tunis - Kairouan		**12 235 644**	**11 629 588**	**11 899 647**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	7 442 092	6 854 079	6 745 469
	Sous-total Kairouan - Jelma		**7 442 092**	**6 854 079**	**6 745 469**
		Total lot prioritaire	**19 677 736**	**18 483 667**	**18 645 115**
		Proportion / GC 8 lots	*100,0%*	*93,9%*	*94,7%*

On voit que les deux variantes de structure de chaussée permettraient dans ce type d'allotissement une diminution des distances à parcourir par les camions de transport pour le déplacement des matériaux de terrassement par rapport à la structure de base en Grave Ciment :

- de -6,1% pour la structure en EME, et
- de -5,3% pour la structure en Grave Bitume.

4.5.3.4 – Les émissions unitaires des camions de transport des matériaux de terrassement

Les camions de transport utilisés pour le transport des matériaux de terrassement vont emprunter des pistes et des routes pour déplacer :

- les déblais réutilisés des zones de déblais vers les zones de remblai de la future plateforme autoroutière ;
- les emprunts des zones d'emprunt vers les zones de remblai de la future plateforme autoroutière ;
- les déblais non réutilisés de la future plateforme autoroutière vers les gîtes de dépôt.

Pour ce faire, on a vu qu'ils effectueront des voyages aller-retour en partie sur des routes, en partie sur des pistes d'accès aux zones d'emprunt et aux gîtes de dépôt et en partie sur des pistes de desserte le long de la future plateforme autoroutière. Les vitesses à laquelles circuleront ces camions ont été considérées différentes dans chaque situation, à savoir:

- sur pistes, 15 km/h en voyage aller, chargé de 24 m^3 de terres, et 25 km/h en voyage retour à vide ;
- sur routes, 30 km/h en voyage aller, chargé de 24 m^3 de terres, et 50 km/h en voyage retour à vide.

Dans ces quatre conditions de voyage, le tableau suivant présente les consommations et émissions unitaires de ces camions de transport.

Tableau 98 : Consommations et émissions unitaires pour le déplacement des matériaux de terrassement

Type de voyage / Données unitaires moyennes	Route		Piste	
	Aller plein	Retour à vide	Aller plein	Retour à vide
Vitesse	30 km/h	50 km/h	15 km/h	25 km/h
Consommations unitaires moyennes gas-oil 2018	255,8	130,4	359,9	188,4
Emissions unitaires moyennes CO2 2018	798,1	406,8	1 122,8	587,8
Emissions unitaires moyennes CO 2018	6 464,3	3 026,3	12 163,5	5 151,6
Emissions unitaires moyennes NOx 2018	3 143,1	1 659,0	4 522,1	2 315,8
Emissions unitaires moyennes PM 2018	48,8	22,3	97,7	39,6

4.5.4 - L'EXPLOITATION DE CARRIÈRES

L'exploitation de carrières pour pouvoir y mobiliser les produits de carrière nécessaires à l'édification du corps de chaussée de l'autoroute constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'elle va affecter négativement la qualité de l'air et l'esthétique des paysages:

- en provoquant des nuages de poussières ;
- en occasionnant des vibrations et une pollution sonore du à l'utilisation excessive des explosifs ;
- en produisant d'importantes quantités de déchets de carrière, constitués de produits de scalpage et de sables de concassage, sachant que seulement à peine :
  - ✓ 30% des carrières en activité ont adopté des procédés techniques modernes pour l'utilisation des explosifs,

- ✓ 20% des carrières en activité sont équipées de moyens de lutte contre la pollution atmosphérique, et
- ✓ 10% des carrières en activité ont entrepris des travaux de réaménagement des sites après exploitation.

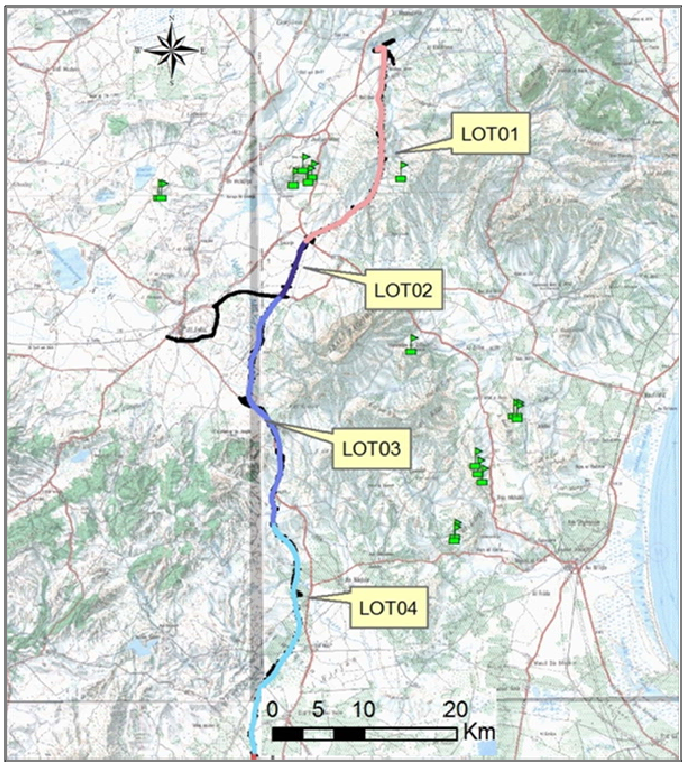
Comme on a vu dans le **Tableau 79** de la page 172 que les trois lots par type de travaux A1 à D2 sont une combinaison des huit lots par section de tracé 1 à 8, nous allons évaluer les volumes de produits de carrière nécessaires pour les 8 lots par section de tracé, et en déduire les volumes nécessaires pour les 3 lots de terrassement par type de travaux A1 à A3.

4.5.4.1 - L'identification des carrières utilisables pour les huit lots par section de tracé

Le travail d'identification des carrières existantes situées à une distance raisonnable de la future plateforme autoroutière a permis d'identifier de nombreuses carrières.

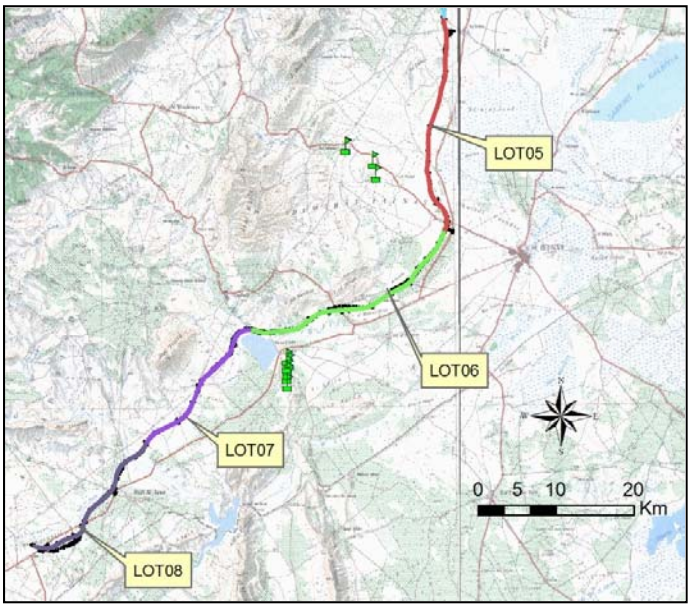
4.5.4.1.1 - La position des principales carrières identifiées pour les huit lots par section de tracé

La **Carte 33** suivante permet de localiser les carrières situées dans le Tell qui vont être sollicitées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux pour leur fournir les produits de carrière nécessaires à l'aménagement de la plateforme autoroutières des lots voisins.



Carte 33 : Localisation des carrières situées dans le Tell au voisinage des lots 1 à 4 par section de tracé

La **Carte 34** suivante permet quant à elle de localiser les carrières situées autour de la plaine de Kairouan qui vont être sollicitées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux pour leur fournir les matériaux de carrière nécessaires à l'aménagement de la plateforme autoroutières des lots voisins.



Carte 34 : Localisation des carrières situées autour de la plaine de Kairouan au voisinage des lots 5 à 8 par section de tracé

4.5.4.1.2 - La position des principales carrières identifiées pour les trois lots par type de travaux

Les carrières situées dans le Tell vont être sollicitées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux de terrassement des lots A1 et A2 et des marchés d'ouvrages d'art C1.

Les carrières situées autour de la plaine de Kairouan vont quant à elles être sollicitées par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux de terrassement des lots A2 et A3 et des marchés d'ouvrages d'art C1 et C2.

4.5.4.2 - Les volumes de produits de carrières nécessaires à la préparation par structure de corps de chaussée

L'étude technique a permis de déterminer que la satisfaction des besoins en produits de carrière pour la couche de fondation et la couche de base de la plateforme autoroutière va engendrer une forte demande en produit de carrière et dérivés.

Comme on a vu dans le **Tableau 79** de la page 172 que les lots par type de travaux A1 à D2 sont une combinaison des lots par section de tracé 1 à 8, nous allons évaluer les kilomètrages des camions de transport pour mobiliser les volumes de produits de carrières nécessaires pour les 8 lots par section de tracé, et en déduire les volumes nécessaires pour les 3 lots de terrassement par type de travaux A1 à A3.

Les trois variantes de structure de chaussée envisagées se traduisent par des besoins différents en produits de carrière, qui vont être présentés ci-après.

4.5.4.2.1 - Les volumes de produits de carrières nécessaires à la structure de chaussée de base en GC

Le **Tableau 99** de la page suivante présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la structure de base du corps de chaussée en Graves-Ciment pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

A partir de ce **Tableau 99**, on a pu dresser le **Tableau 100** de la page suivante qui présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la structure de base du corps de chaussée en Graves-

Ciment pour les trois lots par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

4.5.4.2.2 - Les volumes de produits de carrières pour la variante de structure de chaussée en EME

Le **Tableau 101** de la page 191 présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la variante de structure du corps de chaussée en EME pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

A partir de ce **Tableau 101**, on a pu dresser le **Tableau 102** de la page 191 qui présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la variante de structure du corps de chaussée en EME pour les trois lots par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

On voit que le choix d'une structure du corps de chaussée en EME augmenterait les besoins globaux en produits de carrière de +27,8% par rapport à la solution de base en Grave-Ciment.

Tableau 99 : Besoins en produits de carrière pour la structure de chaussée en GC des 8 lots par section de tracé (m³)

TRONÇON	N	Lots	Béton bitumineux	Couche de fondation en GRH 0/20	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Grave bitume	Sous couche en grave ciment	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	33 524	5 383	133 226	7 673	130 682	136 994	48 728	**496 210**
	2	Zaghouan - Al Fahs	28 036	71 284	149 282	2 160	77 128	36 493	17 944	**382 326**
	3	El Fahs - Ennadhour	34 513	12 002	148 729	6 501	132 150	127 210	49 866	**510 972**
	4	Ennadhour - Sbikha	31 357	0	118 297	9 392	122 949	126 273	49 866	**458 133**
	5	Sbikha - Kairouan	35 355	2 669	135 130	7 636	139 482	141 899	53 560	**515 733**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**162 784**	**91 339**	**684 665**	**33 363**	**602 390**	**568 869**	**219 965**	**2 363 374**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	34 990	3 659	137 531	9 055	137 089	138 486	54 890	**515 700**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	24 489	0	96 244	8 064	97 281	99 941	39 302	**365 322**
	8	Oued Zéroud - Jelma	23 797	2 687	92 496	4 778	93 597	94 675	35 239	**347 268**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**83 277**	**6 346**	**326 270**	**21 897**	**327 967**	**333 102**	**129 431**	**1 228 289**
Total lot prioritaire			**246 061**	**97 685**	**1 010 935**	**55 260**	**930 357**	**901 970**	**349 396**	**3 591 663**

Tableau 100 : Besoins en produits de carrière la structure de chaussée de base en GC des 3 lots par type de travaux (m³)

TRON-ÇON	N	Lots	Béton bitumineux	Couche de fondation en GRH 0/20	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Grave bitume	Sous couche en grave ciment	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	96 072	88 669	431 238	16 335	339 959	300 697	116 538	**1 389 508**
	A2	Ennadhour - Kairouan	66 712	2 669	253 427	17 028	262 431	268 172	103 426	**973 866**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**162 784**	**91 339**	**684 665**	**33 363**	**602 390**	**568 869**	**219 965**	**2 363 374**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	83 277	6 346	326 270	21 897	327 967	333 102	129 431	**1 228 289**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**73 762**	**83 277**	**6 346**	**326 270**	**21 897**	**327 967**	**333 102**	**1 228 289**
Total lot prioritaire			**246 061**	**97 685**	**1 010 935**	**55 260**	**930 357**	**901 970**	**349 396**	**3 591 663**

Tableau 101 : Besoins en produits de carrière pour la structure de chaussée en EME des 8 lots par section de tracé (m³)

TRON-ÇON	N	Lots	Couche de roulement en BBME	Béton Bitumineux	Couche de base en EME	Grave bitume	Couche de fondation en GRH 0/20	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	32 031	1 492	89 891	2 648	153 519	300 352	7 673	52 732	**640 340**
	2	Zaghouan - Al Fahs	8 841	19 195	23 417	41 852	112 111	196 836	2 160	18 976	**423 388**
	3	El Fahs - Ennadhour	31 158	3 354	82 292	8 357	155 527	314 016	6 501	56 757	**657 962**
	4	Ennadhour - Sbikha	30 957	401	81 741	0	142 564	283 672	9 392	53 846	**602 573**
	5	Sbikha - Kairouan	34 608	746	91 506	0	159 575	319 715	7 636	57 835	**671 621**
	Ss-tot Tunis - Kairouan		**137 595**	**25 189**	**368 847**	**52 858**	**723 296**	**1 414 591**	**33 363**	**240 145**	**2 995 885**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	33 965	1 025	89 675	0	156 403	317 403	9 055	59 271	**666 797**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	24 489	0	64 672	0	112 793	226 084	8 064	42 439	**478 542**
	8	Oued Zéroud - Jelma	23 047	750	60 964	0	106 324	215 716	4 778	38 051	**449 631**
	Ss-tot Kairouan - Jelma		**81 502**	**1 775**	**215 311**	**0**	**375 521**	**759 204**	**21 897**	**139 761**	**1 594 970**
Total lot prioritaire			**219 097**	**26 963**	**584 159**	**52 858**	**1 098 817**	**2 173 795**	**55 260**	**379 906**	**4 590 855**

Tableau 102 : Besoins en produits de carrière pour la structure de chaussée en EME des 3 lots par type de travaux (m³)

TRONÇON	N	Lots	Couche de roulement en BBME	Béton Bitumineux	Couche de base en EME	Grave bitume	Couche de fondation en GRH 0/20	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	72 030	24 042	195 601	52 858	421 157	811 204	16 335	128 465	**1 721 691**
	A2	Ennadhour - Kairouan	65 565	1 147	173 247	0	302 139	603 387	17 028	111 681	**1 274 194**
	Ss-tot Tunis - Kairouan		**137 595**	**25 189**	**368 847**	**52 858**	**723 296**	**1 414 591**	**33 363**	**240 145**	**2 995 885**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	81 502	1 775	215 311	0	375 521	759 204	21 897	139 761	**1 594 970**
	Ss-tot Kairouan - Jelma		**81 502**	**1 775**	**215 311**	**0**	**375 521**	**759 204**	**21 897**	**139 761**	**1 594 970**
Total lot prioritaire			**219 097**	**26 963**	**584 159**	**52 858**	**1 098 817**	**2 173 795**	**55 260**	**379 906**	**4 590 855**

4.5.4.2.3 - Les volumes de produits de carrières pour la variante de structure de chaussée en GB

Le **Tableau 103** suivant présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la variante de structure du corps de chaussée en Graves-Bitume pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 103 : Besoins en produits de carrière pour la structure de chaussée en GB des 8 lots par section de tracé (m^3)

TRON-ÇON	N	Lots	Béton bitumineux 0/14	Couche de base en grave bitume	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Couche de fondation en GRH 0/20	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	33 655	130 098	319 857	7 673	154 174	55 564	**701 020**
	2	Zaghouan - Al Fahs	28 036	75 642	201 068	2 160	112 293	19 730	**438 929**
	3	El Fahs - Ennadhour	34 513	126 951	328 687	6 501	156 109	56 757	**709 517**
	4	Ennadhour - Sbikha	31 357	117 786	298 229	9 392	143 139	56 757	**656 659**
	5	Sbikha - Kairouan	35 355	131 937	336 116	7 636	160 246	60 961	**732 250**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**162 915**	**582 413**	**1 483 956**	**33 363**	**725 959**	**249 768**	**3 238 375**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	34 990	129 212	333 364	9 055	157 031	62 474	**726 127**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	24 489	93 196	237 608	8 064	113 250	44 733	**521 340**
	8	Oued Zéroud - Jelma	23 797	87 927	226 670	4 778	106 772	40 108	**490 051**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**83 277**	**310 334**	**797 642**	**21 897**	**377 053**	**147 315**	**1 737 518**
Total lot prioritaire			**246 192**	**892 747**	**2 281 598**	**55 260**	**1 103 013**	**397 083**	**4 975 892**

A partir de ce **Tableau 103**, on a pu dresser le **Tableau 104** suivant qui présente les besoins en produits de carrière nécessaires pour préparer la variante de structure du corps de chaussée en Graves-Bitume pour les trois lots par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 104 : Besoins en produits de carrière pour la structure de chaussée en GB des 3 lots par type de travaux (m^3)

TRON-ÇON	N	Lots	Béton bitumineux 0/14	Couche de base en grave bitume	Grave concassée non traitée 0/31,5	Grave concassée non traitée 0/20	Couche de fondation en GRH 0/20	Couche de sable	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	96 203	332 690	849 612	16 335	422 575	132 051	**1 849 466**
	A2	Ennadhour - Kairouan	66 712	249 723	634 344	17 028	303 384	117 718	**1 388 909**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**162 915**	**582 413**	**1 483 956**	**33 363**	**725 959**	**249 768**	**3 238 375**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	83 277	310 334	797 642	21 897	377 053	147 315	**1 737 518**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**83 277**	**310 334**	**797 642**	**21 897**	**377 053**	**147 315**	**1 737 518**
Total lot prioritaire			**246 192**	**892 747**	**2 281 598**	**55 260**	**1 103 013**	**397 083**	**4 975 892**

On voit que le choix d'une structure du corps de chaussée en GB augmenterait les besoins globaux en produits de carrière de +37,7% par rapport à la solution de base en Grave-Ciment.

4.5.5 - LE DÉPLACEMENT DES PRODUITS DE CARRIÈRES

Tous les déplacements de matériaux de carrières d'un site de chantier à un autre constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'ils vont également nécessiter l'utilisation de véhicules de transport et d'engins de chantiers qui vont :

- consommer des combustibles fossiles et des lubrifiants en émettant des polluants atmosphériques, et

- produire lors de leur circulation en dehors des routes bitumées d'un site de chantier à un autre d'importantes quantités de poussières, dont l'émission va dépendre de la nature des terrains travaillés et empruntés et des conditions météorologiques.

4.5.5.1 - Le nombre de voyages nécessaires pour le déplacement des produits de carrières

Comme la masse volumique des graves estimée à 1,50 t /m^3 et qu'un camion standard a une capacité en volume de 24 m^3, cette masse volumique correspond à un poids en charge de 36,0 tonnes.

Le nombre de voyages A-R à effectuer par les camions de transport pour amener les produits de carrières dans les bases-chantier pour y préparer les produits noirs qui, une fois mis en place, constitueront le corps de chaussée de l'emprise et des annexes du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, correspond à 1/24 du volume des produits de carrières déplacés, et donc:

- dépendra du choix retenu pour la structure de la chaussée de l'autoroute, mais
- ne dépendra pas du choix retenu pour le type d'allotissement des travaux.

Le **Tableau 105** suivant présente le nombre de voyages Aller-Retour à effectuer pour déplacer les produits de carrières du corps de chaussée des huit lots par section de tracé de leur carrière d'origine à la base-chantier, puis sur la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 105 : Voyages A-R des camions de matériaux de terrassement pour les 8 lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	20 675	26 681	29 209
	2	Zaghouan - Al Fahs	15 930	17 641	18 289
	3	Al Fahs - Ennadhour	21 290	27 415	29 563
	4	Ennadhour - Sbikha	19 089	25 107	27 361
	5	Sbikha - Kairouan	21 489	27 984	30 510
	Sous-total Tunis - Kairouan		**98 474**	**124 829**	**134 932**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	21 487	27 783	30 255
	7	Haffouz - Oued Zéroud	15 222	19 939	21 722
	8	Oued Zéroud - Jelma	14 469	18 735	20 419
	Sous-total Kairouan - Jelma		**51 179**	**66 457**	**72 397**
Total lot prioritaire			**149 653**	**191 286**	**207 329**

A partir de ce **Tableau 105**, le **Tableau 106** suivant présente le nombre de voyages Aller-Retour à effectuer pour déplacer les produits de carrières du corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de leur carrière d'origine à la base-chantier, puis sur la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 106 : Voyages A-R des camions de matériaux de terrassement pour les 3 lots par type de travaux

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	57 896	71 737	77 061
	A2	Ennadhour - Kairouan	40 578	53 091	57 871
	Sous-total Tunis - Kairouan		**98 474**	**124 829**	**134 932**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	51 179	66 457	72 397
	Sous-total Kairouan - Jelma		**51 179**	**66 457**	**72 397**
Total lot prioritaire			**149 653**	**191 286**	**207 329**

4.5.5.2 - Les distances moyennes à parcourir pour le déplacement des produits de carrières

L'analyse des distances de déplacement des produits de carrières a été menée pour les huits lots par section de tracé et pour les trois lots par type de travaux.

4.5.5.2.1 - Les distances moyennes de déplacement des produits de carrières pour les huit lots par section de tracé

La **Figure 51** suivante présente les images satellite des sites de carrière et des trajets à emprunter pour apporter les produits de carrière à la base-chantier des quatre premiers lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

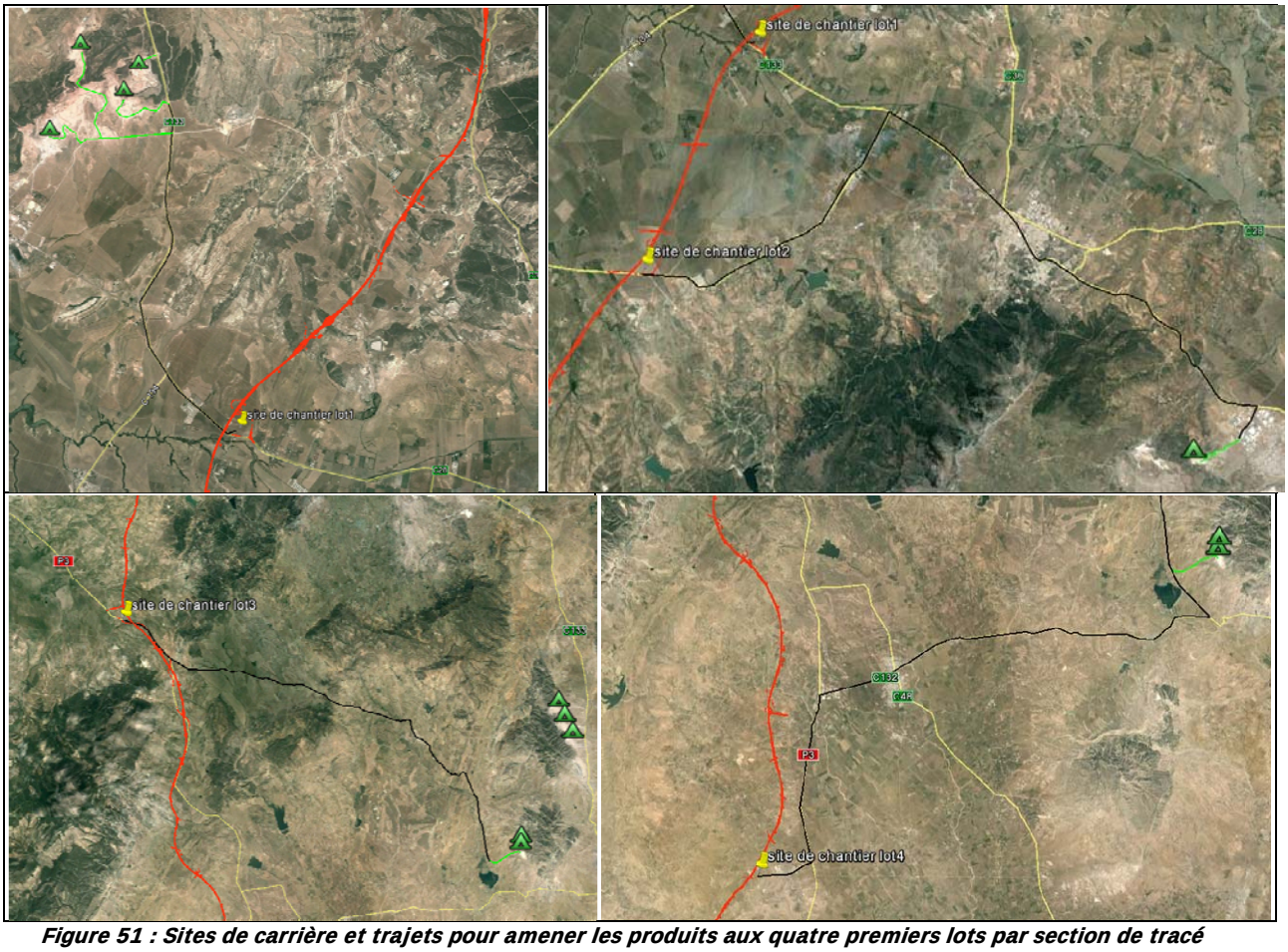


Figure 51 : Sites de carrière et trajets pour amener les produits aux quatre premiers lots par section de tracé

De la même manière, la **Figure 52** suivante présente les images satellite des sites de carrière et des trajets à emprunter pour apporter les produits de carrière à la base-chantier des quatre derniers lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

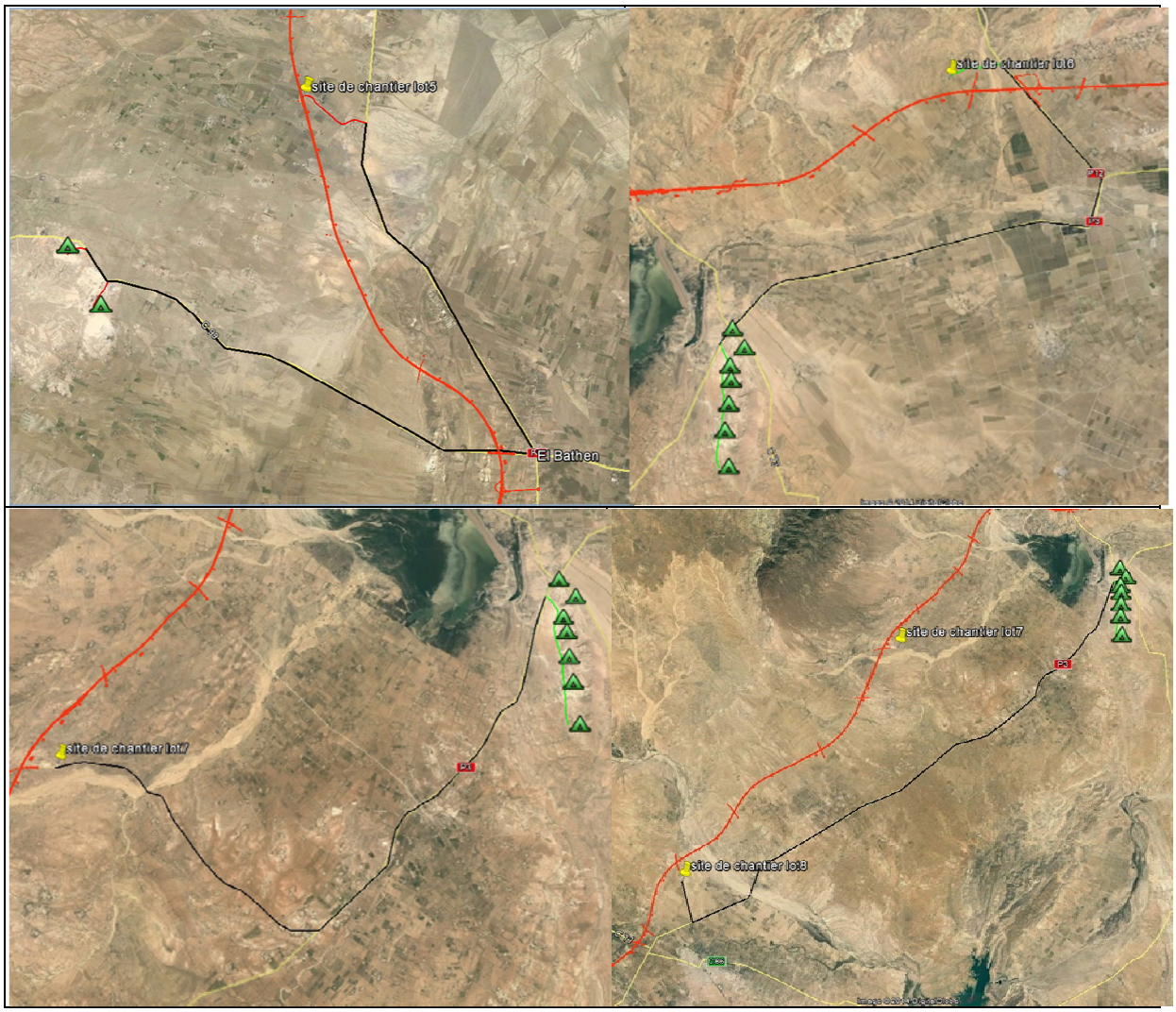


Figure 52 : Sites de carrière et trajets pour amener les produits aux quatre derniers lots par section de tracé

Le **Tableau 107** suivant synthétise ces distances de pistes et de routes à parcourir pour apporter les produits de carrière sur les huit bases-chantiers, puis les distances de piste de service le long des tronçons autoroutiers pour confectionner la couche de fondation et la couche de base de la plateforme autoroutière.

Tableau 107 : Distances à parcourir par voyage de produits de carrière des 8 lots par section de tracé (km)

TRON-ÇON	N	Lots	Routes	*Pistes*	*Piste de l'emprise*	Total pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	7,700	*2,080*	*13,000*	15,080	**22,780**
	2	Zaghouan - Al Fahs	23,000	*1,600*	*12,000*	13,600	**36,600**
	3	El Fahs - Ennadhour	28,700	*2,100*	*13,500*	15,600	**44,300**
	4	Ennadhour - Sbikha	28,000	*2,000*	*13,500*	15,500	**43,500**
	5	Sbikha - Kairouan	20,300	*2,000*	*14,500*	16,500	**36,800**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	14,200	*2,160*	*14,860*	17,020	**31,220**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	16,060	*2,900*	*10,640*	13,540	**29,600**
	8	Oued Zéroud - Jelma	28,500	*2,900*	*9,540*	12,440	**40,940**

4.5.5.2.2 - Les distances moyennes de déplacement des produits de carrières pour les trois lots par type de travaux

De la même manière, la **Figure 53** suivante présente présente les images satellite des sites de carrière et des trajets à emprunter pour apporter les produits de carrière à la base-chantier des trois lots par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

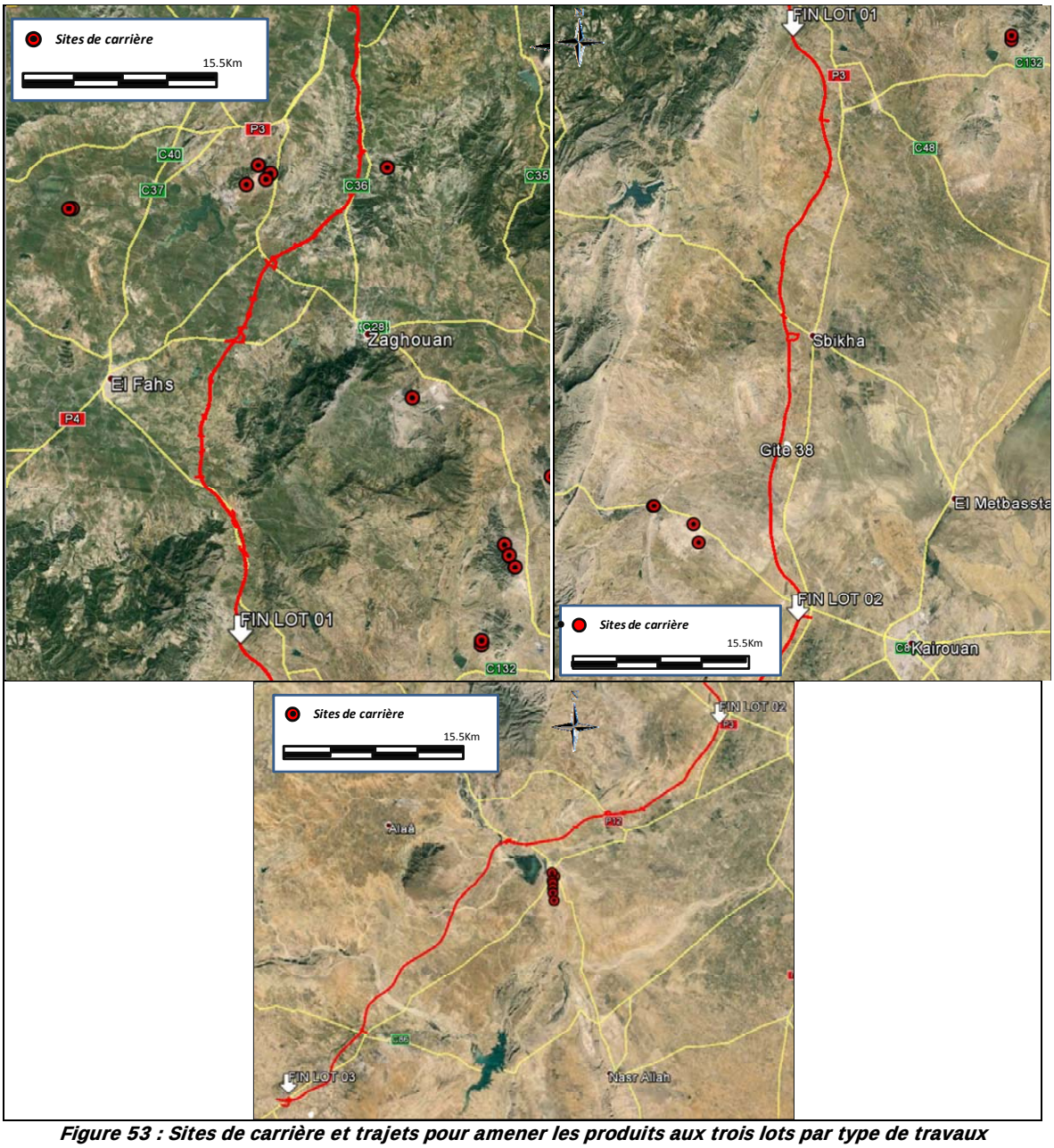


Figure 53 : Sites de carrière et trajets pour amener les produits aux trois lots par type de travaux

De la même manière, le **Tableau 108** suivant synthétise ces distances de pistes et de routes à parcourir pour apporter les produits de carrière sur les trois bases-chantiers des lots de terrassement par type de travaux, puis les distances de piste de service le long des tronçons autoroutiers pour confectionner la couche de fondation et la couche de base de la plateforme autoroutière.

Tableau 108 : Distances à parcourir par voyage de produits de carrière des 3 lots par type de travaux (km)

TRONÇON	N	Lots	Routes	*Pistes*	*Piste de l'emprise*	Total pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadour	19,630	*1,960*	*12,910*	14,870	**34,500**
	A2	Ennadour - Kairouan	23,920	*2,000*	*14,030*	16,030	**39,950**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	18,800	*2,590*	*12,100*	14,690	**33,490**

4.5.5.3 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des produits de carrière

Le calcul des distances parcourues pour le déplacement des produits de carrière consiste à multiplier le nombre de voyages nécessaires par le kilométrage moyen du déplacement, doublé pour tenir compte du voyage de retour à vide. Il suffit ensuite de consolider pour les trois structures de chaussée envisagées les distances ainsi calculées :

- de pistes et de routes effectivement parcourues par les camions de transport pour apporter les produits de carrière de leur carrière d'origine vers la centrale à produits noirs de la base-chantier située à proximité de la plateforme autoroutière ;
- de pistes de service le long des tronçons autoroutiers effectivement parcourues par les camions de transport pour apporter les produits noirs de la base-chantier jusqu'à l'endroit de la plateforme autoroutière où ils seront mis en place pour constituer le corps de chaussée.

4.5.5.3.1 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des produits de carrière pour la structure de chaussée en Graves-Ciment

Le **Tableau 109** suivant synthétise les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la structure de chaussée de base en Grave-Ciment.

Tableau 109 : Distances de transport des produits de carrière des 8 lots pour la structure de chaussée en GC (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	318 402	623 571	**941 972**
	2	Zaghouan - Al Fahs	732 792	433 303	**1 166 095**
	3	El Fahs - Ennadhour	1 222 074	664 263	**1 886 338**
	4	Ennadhour - Sbikha	1 068 978	591 756	**1 660 734**
	5	Sbikha - Kairouan	872 448	709 132	**1 581 580**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**4 214 694**	**3 022 025**	**7 236 719**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	610 244	731 434	**1 341 678**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	488 922	412 205	**901 127**
	8	Oued Zéroud - Jelma	824 761	360 001	**1 184 762**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 923 928**	**1 503 640**	**3 427 567**
Total lot prioritaire			**6 138 622**	**4 525 665**	**10 664 286**

A partir de ce **Tableau 109**, le **Tableau 110** suivant synthétise les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la structure de chaussée de base en Grave-Ciment.

Tableau 110 : Distances de transport des produits de carrière des 3 lots pour la structure de chaussée en GC (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadour	2 273 004	1 721 832	3 994 836
	A2	Ennadour - Kairouan	1 941 240	1 300 923	3 242 162
	Sous-total Tunis - Kairouan		**4 214 244**	**3 022 755**	**7 236 999**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1 924 320	1 503 631	3 427 950
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 924 320**	**1 503 631**	**3 427 950**
		Total lot prioritaire	**6 138 563**	**4 526 386**	**10 664 949**

4.5.5.3.2 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des produits de carrière pour la structure de chaussée en EME

De la même manière, le **Tableau 111** suivant synthétise les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la variante de structure de chaussée en EME.

Tableau 111 : Distances de transport des produits de carrière des 8 lots pour la structure de chaussée en EME (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	410 885	804 694	1 215 579
	2	Zaghouan - Al Fahs	811 495	479 840	1 291 335
	3	El Fahs - Ennadhour	1 573 627	855 351	2 428 978
	4	Ennadhour - Sbikha	1 406 003	778 323	2 184 326
	5	Sbikha - Kairouan	1 136 159	923 479	2 059 638
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 338 168**	**3 841 687**	**9 179 855**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	789 043	945 740	1 734 783
	7	Haffouz - Oued Zéroud	640 449	539 955	1 180 404
	8	Oued Zéroud - Jelma	1 067 874	466 118	1 533 991
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 497 366**	**1 951 813**	**4 449 178**
		Total lot prioritaire	**7 835 534**	**5 793 500**	**13 629 034**
		Proportion / GC 8 lots	*127,6%*	*128,0%*	*127,8%*

A partir de ce **Tableau 111**, le **Tableau 112** suivant synthétise les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la variante de structure de chaussée en EME.

Tableau 112 : Distances de transport des produits de carrière des 3 lots pour la structure de chaussée en EME (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadour	2 796 313	2 140 636	4 936 948
	A2	Ennadour - Kairouan	2 542 017	1 702 111	4 244 127
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 338 329**	**3 842 746**	**9 181 075**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	2 497 457	1 951 180	4 448 637
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 497 457**	**1 951 180**	**4 448 637**
		Total lot prioritaire	**7 835 787**	**5 793 926**	**13 629 713**
		Proportion / GC 8 lots	*127,6%*	*128,0%*	*127,8%*

On voit que les deux variantes de structure de chaussée en EME nécessiterait une augmentation des distances à parcourir par les camions de transport pour le déplacement des produits de carrière par rapport à la structure de base en Grave Ciment :

- de +27,6% sur route, et
- de +28,0% sur pistes, soit
- de +27,8% au total.

4.5.5.3.3 – Les distances totales parcourues pour le déplacement des produits de carrière pour la structure de chaussée en Graves-Bitume

Le **Tableau 113** suivant synthétise enfin les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la variante de structure de chaussée en Graves-Bitume.

Tableau 113 : Distances de transport des produits de carrière des 8 lots pour la structure de chaussée en GB (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	449 821	880 948	1 330 769
	2	Zaghouan - Al Fahs	841 281	497 453	1 338 734
	3	El Fahs - Ennadhour	1 696 928	922 372	2 619 299
	4	Ennadhour - Sbikha	1 532 205	848 185	2 380 389
	5	Sbikha - Kairouan	1 238 723	1 006 844	2 245 566
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 758 957**	**4 155 801**	**9 914 758**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	859 250	1 029 889	1 889 139
	7	Haffouz - Oued Zéroud	697 727	588 245	1 285 972
	8	Oued Zéroud - Jelma	1 163 872	508 020	1 671 892
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 720 849**	**2 126 155**	**4 847 003**
	Total lot prioritaire		**8 479 805**	**6 281 956**	**14 761 761**
	Proportion / GC 8 lots		*138,1%*	*138,8%*	*138,4%*

A partir de ce **Tableau 113**, le **Tableau 114** suivant synthétise enfin les distances de route et de pistes parcourues pour le déplacement des produits de carrière des trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour la variante de structure de chaussée en Grave-Bitume.b

Tableau 114 : Distances de transport des produits de carrière des 3 lots pour la structure de chaussée en GB (km)

TRONÇON	N	Lots	Distances sur routes	Distances sur pistes	ENSEMBLE
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadour	2 988 428	2 299 502	5 287 930
	A2	Ennadour - Kairouan	2 770 873	1 855 351	4 626 224
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 759 301**	**4 154 853**	**9 914 155**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	2 720 664	2 125 564	4 846 227
	Sous-total Kairouan - Jelma		**2 720 664**	**2 125 564**	**4 846 227**
	Total lot prioritaire		**8 479 965**	**6 280 417**	**14 760 382**
	Proportion / GC 8 lots		*138,1%*	*138,8%*	*138,4%*

On voit que les la variantes de structure de chaussée en Graves-Bitume nécessiterait une augmentation des distances à parcourir par les camions de transport pour le déplacement des produits de carrière par rapport à la structure de base en Grave Ciment :

- de +38,1% sur routes, et
- de +38,8% sur pistes, soit
- de +38,4% au total.

4.5.6 - L'UTILISATION DE CIMENT

Les besoins en béton pour la construction des ouvrages d'art, des gares de péage, des aires de repos, des stations service et du béton bitumineux vont se traduire par une consommation de 150 à 350 kg de ciment /m^3. De plus, la variante de structure de chaussée semi-rigide en Graves ciment va inclure dans sa sous-couche de fondation en Graves-Ciment 5% de ciment.

4.5.6.1 – Les émissions de CO_2 et la consommation d'énergie nécessaire à la production de ciment

Or la production du ciment, du latin *caementum* « pierre naturelle », à partir de matières premières abondantes, le calcaire et l'argile, génère d'importants volumes de CO_2. En effet, les ciments (ciments Portland, ciments de hauts fourneaux, etc ...) sont obtenus grâce à une cuisson qui combine ces matières premières à 1.450° C. Comme le montre la **Figure 54** suivante, la cuisson s'effectue dans un four rotatif, tube de 50 à 90 m de long pour les voies sèches (VS) et d'environ 200 m pour les voies humides (VH), au bout duquel les combustibles introduits produisent une flamme de 2.000°C.

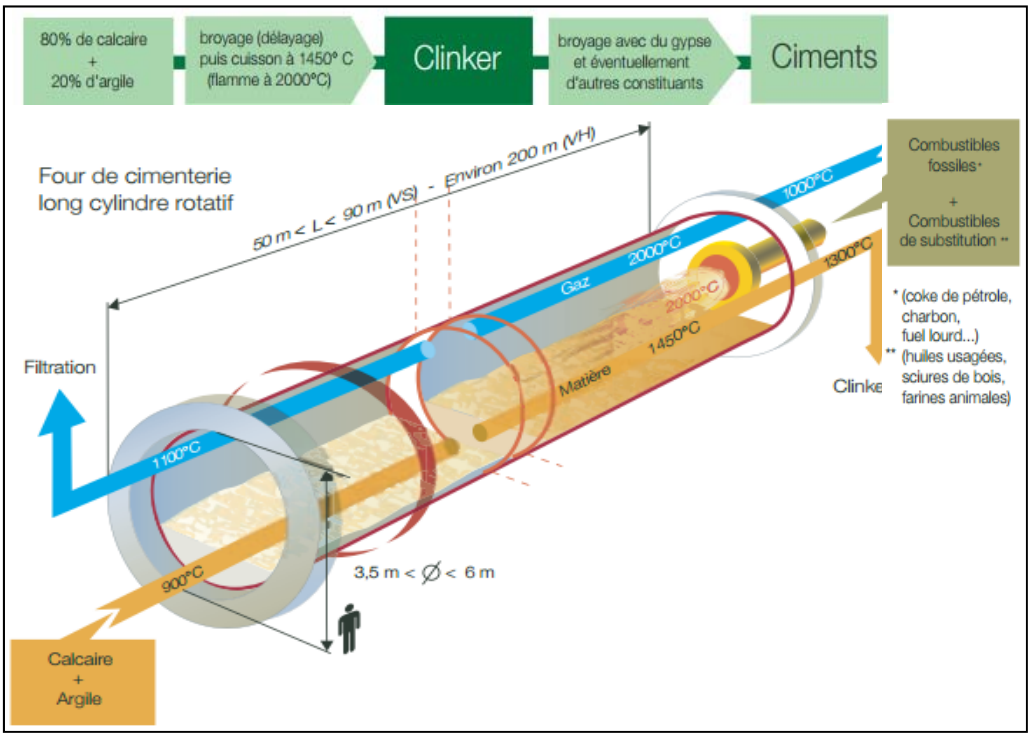


Figure 54 : Cuisson du calcaire et de l'argile pour la production du clinker

Les ciments ne peuvent être obtenus sans cette combinaison physico-chimique à très haute température :

- qui permet la décarbonatation ($CaCO_3$ ➔ $CaO + CO_2$), transformation chimique génératrice de CO_2 lors de la cuisson du calcaire inhérente au processus de fabrication du ciment. ;
- qui engendre d'importantes émissions de CO_2, dont 60% du fait de la décarbonatation : chaque tonne de ciment produite requiert l'équivalent de 60 à 130 kg de fuel (ou son équivalent) et une moyenne de 210 kWh, et le ciment du cimentier Portland représente en final 930 kg de CO_2 émis pour chaque tonne de ciment produite.

En conséquence, la fabrication du ciment représente environ 7 à 8% des émissions totales de CO_2 à l'échelle du globe, à comparer par exemple aux 2% générées par l'aviation civile.

4.5.6.2 – Les émissions et consommation d'énergie suppémentaires de la variante de base en GC

Entre les trois variantes de structure de chaussée, l'incorporation de ciment à la couche de fondation constitue la différence dans la consommation de ciment, puisque ouvrages de , ouvrages hydrauliques et bâtiments des aires de service sont inchangés.

Cette situation va donc se traduire pour la variante de base de structure de chaussée en Graves-ciment par des consommations supplémentaires de gas-oil et par des émissions supplémentaires de CO_2.

Avec les hypothèses d'une incorporation de 5% de ciment dans les Graves-ciment et d'une densité du ciment de 2,2, le Tableau 218 suivant présente les quantités de CO_2 émises et de gas-oil nécessaires pour produire le ciment nécessaire à la variante de base de structure de chaussée en Graves-Ciment pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 115 : Emissions et consommations supplémentaires pour produire le ciment de la structure en GC des 8 lots

TRON-ÇON	N	Lots	Volumes (m^3) de		Quantités (T) de		
			Grave ciment	Ciment incorporé	Ciment incorporé	CO_2 émis	Gas-oil onsommé
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	136 994	6 850	15 069	14 316	1 835,4
	2	Zaghouan - Al Fahs	36 493	1 825	4 014	3 813	488,9
	3	Al Fahs - Ennadhour	127 210	6 360	13 993	13 293	1 704,3
	4	Ennadhour - Sbikha	126 273	6 314	13 890	13 195	1 691,7
	5	Sbikha - Kairouan	141 899	7 095	15 609	14 828	1 901,1
	Sous-total Tunis - Kairouan		**568 869**	**28 443**	**62 576**	**59 447**	**7 621,4**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	138 486	6 924	15 233	14 472	1 855,4
	7	Haffouz - Oued Zéroud	99 941	4 997	10 994	10 444	1 339,0
	8	Oued Zéroud - Jelma	94 675	4 734	10 414	9 894	1 268,4
	Sous-total Kairouan - Jelma		**333 102**	**16 655**	**36 641**	**34 809**	**4 462,7**
Total lot prioritaire			**901 970**	**45 099**	**99 217**	**94 256**	**12 084,1**

A partir de ce Tableau 218, on a pu dresser le **Tableau 116** suivant qui présente les quantités de CO_2 émises et de gas-oil nécessaires pour produire le ciment supplémentaire nécessaire à la variante de base de structure de chaussée en Graves-Ciment pour les trois lots de terrassement par type de

travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 116 : Emissions et consommations supplémentaires pour produire le ciment de la structure en GC des 3 lots

TRON-ÇON	N	Lots	Volumes (m^3) de		Quantités (T) de		
			Grave ciment	Ciment incorporé	Grave ciment	Ciment incorporé	Grave ciment
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	300 697	15 035	33 077	31 423	4 028,6
	A2	Ennadhour - Kairouan	268 172	13 409	29 499	28 024	3 592,8
	Sous-total Tunis - Kairouan		**568 869**	**28 443**	**62 576**	**59 447**	**7 621,4**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	333 102	16 655	36 641	34 809	4 462,7
	Sous-total Kairouan - Jelma		**333 102**	**16 655**	**36 641**	**34 809**	**4 462,7**
Total lot prioritaire			**901 970**	**45 099**	**99 217**	**94 256**	**12 084,1**

On voit que la variante de base (GC) nécessite dans tous les lots des besoins en eau d'humidification légèrement plus forts que les deux variantes EME et GB.

4.5.7 - L'UTILISATION D'EAU POUR L'EXÉCUTION DES REMBLAIS

L'utilisation d'eau pour l'exécution des remblais constitue un facteur d'impact du Projet, du fait qu'elle concurrence les utilisations habituelles des ressources en eau régionales : AEP, irrigation, recharge de nappes.

En effet, le compactage des remblais va nécessiter l'utilisation de quantités importantes d'eau durant les six mois de saison sèche de chantiers situées en étage bioclimatiques semi-aride et aride, qui entraîne la siccité des terrains des zones d'emprunt présentant par ailleurs des caractéristiques satisfaisantes les rendant utilisables comme matériaux de remblai.

Avec l'hypothèse de besoins en eau d'humidification de 100 litres par m^3 de remblai, le **Tableau 218** suivant présente les volumes d'eau nécessaires pour 'humidifier les remblais à compacter pour les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 117 : Besoins en eau d'humidification des remblais à compacter pour les 8 lots par section de tracé (m^3)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	457 835	427 423	322 225
	2	Zaghouan - Al Fahs	150 034	145 525	143 633
	3	Al Fahs - Ennadhour	336 196	327 133	323 351
	4	Ennadhour - Sbikha	301 679	290 266	285 563
	5	Sbikha - Kairouan	388 131	373 324	367 138
	Sous-total Tunis - Kairouan		**1 633 875**	**1 563 671**	**1 441 909**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	323 620	311 058	305 829
	7	Haffouz - Oued Zéroud	223 578	212 986	208 993
	8	Oued Zéroud - Jelma	177 903	169 110	165 447
	Sous-total Kairouan - Jelma		**725 100**	**693 154**	**680 269**
	Total lot prioritaire		**2 358 975**	**2 256 825**	**2 222 826**
	Proportion GC / 8 lots		*100,0%*	*95,7%*	*94,2%*

A partir de ce **Tableau 218**, on a pu dresser le **Tableau 219** suivant qui présente les volumes d'eau nécessaires pour 'humidifier les remblais à compacter pour les trois lots de terrassement par type de

travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 118 : Besoins en eau d'humidification des remblais à compacter pour les 3 lots par type de travaux (m³)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	944 065	900 080	889 857
	A2	Ennadhour - Kairouan	689 810	663 590	652 701
	Sous-total Tunis - Kairouan		**1 633 875**	**1 563 671**	**1 542 558**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	725 100	693 154	680 269
	Sous-total Kairouan - Jelma		**725 100**	**693 154**	**680 269**
		Total lot prioritaire	**2 358 975**	**2 256 825**	**2 222 826**
		Proportion GC / 8 lots	*100,0%*	*95,7%*	*94,2%*

On voit que la variante de base (GC) nécessite dans tous les lots des besoins en eau d'humidification légèrement plus forts que les deux variantes EME et GB.

En conséquence, les volumes d'eau utilisées pour l'exécution des remblais pendant les 6 mois "secs" sur les trois années de chantiers correspondront à environ 2,3 hm^3 d'eau, soit moins de 800.000 m^3 par saison estivale, à comparer aux volumes disponibles à la fin du printemps (cote RN) dans les retenues des barrages existant à proximité des chantiers :

- retenue du barrage Oued El Hma ..... : 13,3 hm^3 ;
- retenue du barrage Bir M'Cherga ..... : 27,1 hm^3 ;
- retenue du barrage El Haouareb ..... : 100,0 hm^3 ;
- retenue du barrage Sidi Saâd ..... : 800,0 hm^3.

De plus, la nappe phréatique de la plaine de Kairouan, qui bénéficie des recharges provenant des retenues du barrage El Haouareb et du barrage Sidi Saâd, dispose de ressources en eau abondantes, que les Entreprises pourront également mobiliser auprès des GDA d'irrigation et d'AEP qui les utilisent.

4.5.8 – LE FONCTIONNEMENT DES BASES-CHANTIER

Le terme "installations fixes de chantier" s'applique aux bases-vies, centre de gestion mécanique, stations de concassage, centrale béton, centrale de noirs et toute autres installations d'une durée de fonctionnement supérieure à 1 semaine et d'une surface occupée supérieure à 100 m².

Ces installations temporaires de chantier vont permettre de dynamiser pendant les trois années que dureront les travaux d'aménagement le secteur du Bâtiment et des Travaux publics (BTP) dans les quatre gouvernorats traversés. En effet, ils vont entraîner le recrutement de spécialistes, et surtout la consolidation du savoir-faire et l'acquisition de nouvelles expériences par les Entreprises tunisiennes adjudicataires des marchés de travaux.

4.5.8.1 Les impacts d'une installation temporaire de chantier

Chaque lot de travaux va nécessiter la mise en place d'un site d'installations temporaires de chantier, dont la présence et les activités représentent des sources d'impact pour les milieux naturel et humains situés à ses alentours.

Les activités conduites sur une telle installation temporaire constituent pendant la phase des travaux de nombreux facteurs d'impact susceptibles de générer une pollution de l'air, des eaux de surface et des sols : centrales à béton, station de lavage des véhicules, déchets solides et eaux usées des bases-chantier et des bases-vie. C'est la raison pour laquelle toutes les mesures seront imposées par les Cahiers des Charges aux Entreprises ajudicataires des travaux pour qu'elles assurent la collecte de la totalité des déchets solides et des eaux polluées produites par ces installations temporaires, et contrôlent leur dépôt ou rejet dans le milieu naturel.

4.5.8.1.1 - Les impacts directs et indirects du fonctionnement d'une centrale à béton

Les centrales à béton, qui seront installées sur les bases-chantier en cas de non-pré-fabrication ou dans les usines produisant le béton précontraint, vont permettre de produire les quantités de béton nécessaires à partir de ses quatre ingrédients essentiels : le sable, la pierre concassée, le ciment et l'eau. Des automates permettent la réalisation du béton en continu, selon des formules préalablement saisies tout en effectuant automatiquement des ajustements sur les quantités d'eau à apporter en fonction de la teneur en eau des granulats. Tous les types de centrale se caractérisent toujours par les composants suivants :

- un malaxeur horizontal ou vertical ;
- un dispositif de pesée des agrégats et du ciment ;
- un ou plusieurs silos de stockage du ciment et des éventuelles adjonctions (filleres calcaire, cendres...) ;
- des cuves de stockage des adjuvants ;
- des éléments permettant le chargement des agrégats et du ciment (trémies et tapis roulants ou skip vertical à câble pour l'alimentation de stockages verticaux, rayons raclants).

Le fonctionnement d'une centrale à béton induit des impacts directs : envols de particules fines de sables et de ciments, émissions de polluants atmosphériques, nuisances sonores, accumulation de déchets des ingrédients utilisés et rejets liquides divers.

Mais ce fonctionnement induit aussi des impacts indirects qui vont se produire plus ou moins loin des centrales à béton, et qui correspondent à des envols de particules fines de sables, de ciment et de poussières :

- au coeur des cimenteries et des carrières lors du chargement et du transport des matériaux de construction ;
- le long des pistes et des routes empruntées par les camions de transport et reliant cimenteries et carrières aux bases-chantier des Entreprises ou aux usines produisant le béton précontraint ;
- au niveau des usines produisant le béton précontraint autour de leurs centrales à béton ;
- au niveau des bases-chantier des Entreprises, dans les zones de stockage des matières premières lors de leur déchargement.

4.5.8.1.2 – - Les impacts directs et indirects du fonctionnement d'une unité de production d'enrobés

Ces unités, qui seront installées au niveau du chantier, produisent des enrobés en mélangeant bitume et granulats concassés. Outre les nuisances indirectes causées par la production, le transport et le

stockage de ces granulats et de ce bitume, le fonctionnement de ces installations génère au niveau des bases-chantier :

- de grandes quantités de gaz mélangés à des poussières du fait de l'évacuation, à chaque nouveau démarrage de l'opération de dépoussiérage des graviers, les quantités résiduelles ainsi que les produits considérés impropres à l'utilisation ;
- des rejets à base de bitumes qui, bien que classés comme « matières dangereuses de classe 9 » selon l'ADR (International Carriage of Dangerous Goods by Road), sont des produits parfaitement insolubles, même à la température de manipulation : si leurs constituants ne peuvent pas migrer vers les cours d'eau et les nappes phréatiques, ils peuvent gêner les conditions de ruissellement.

4.5.8.1.3 - Les impacts directs et indirects de l'entretien des véhicules des Entreprises

Les opérations de vidange et d'approvisionnement en gas-oil des camions de transport et de véhicules légers des Entreprises pouvant être réalisées dans des stations-service pour les camions de transport, étant donné la proximité de plusieurs villes importantes et de stations-service installées le long de la RN3, elles constituent des impacts indirects.

Seules les opérations de vidange et d'approvisionnement en gas-oil des engins lourds et peu mobiles se feront donc sur place et constituent donc des impacts directs.

Si ces opérations ne sont pas réalisées dans les conditions conformes aux normes de sécurité prévues pour éviter ou contenir des fuites et déversements accidentels de carburants et de lubrifiants, les rejets de déchets solides et de produits liquides mal confinés peuvent être à l'origine de la dégradation :

- des sols et du paysage par les déchets solides : filtres à huile, à gas-oil, pièces usagées, et produits liquides des opérations d'entretien ;
- de la qualité des eaux par les produits liquides : huiles de vidange, gas-oil, graisses de lubrification, eaux sales des opérations de vidange et gas-oil.

4.5.8.1.4 - Les accidents de stockage de matériaux toxiques

Il s'agit alors d'une pollution accidentelle, suite à une fuite ou à un déversement. De tels accidents traduisent une mauvaise gestion du chantier, puisqu'ils sont la conséquence du non respect:

- des procédures de maintenance du matériel ;
- des règles de stockage : utilisation de contenants en mauvas état, entreposage dans des aires mal aménagées (absence d'abri contre les eaux pluviales et le ruissellement, sols non imperméabilisés).

4.5.8.2 – La comparaison des impacts des deux types d'allotissement

4.5.8.2.1 Les impacts comparés des deux types d'allotissement sur la création d'emplois

Selon l'expérience des lots autoroutiers déjà réalisés en Tunisie avec ce type d'allotissement, chacun des huit lots par section de tracé va en effet nécessiter la création de 250 emplois directs durant la période des travaux, c'est-à-dire pendant 36 mois :

- le total des emplois directs créés par les huit lots par section de tracé peuvent donc être estimés à environ 2.000 emplois pendant trois ans, soit environ 1.500.000 journées de travail ;

- ces 2.000 emplois directs vont à leur tour générer pendant cette période des chantiers sur trois ans un surcroît d'activités dans les domaines de l'alimentation, de l'habillement, de la restauration, de la distraction, etc … qui seront répartis dans toute la zone d'influence indirecte du Projet et qui représenteront environ 4,5 millions de journées de travail.

Les dix lots par type de travaux vont nécessiter la création du même nombre d'emplois directs durant la période des travaux, mais la plus grande efficacité du travail au niveau de ces lots spécialisés diminuera peut-être la durée totale des chantiers, sous réserve d'une bonne coordination entre les lots. On peut donc considérer pour ce type d'allotissement une durée de 33 mois pour la période des travaux :

- les emplois directs créés par les dix lots par type de travaux peuvent donc être estimés à environ 2.000 emplois pendant 33 mois, soit environ 1.375.000 journées de travail ;
- ces 2.000 emplois directs vont ici aussi générer pendant cette période des chantiers sur 33 mois un surcroît d'activités qui seront répartis dans toute la zone d'influence indirecte du Projet et qui représenteront environ 4,0 millions de journées de travail.

4.5.8.2.2 Les impacts comparés des bases-chantier dans les deux types d'allotissement

Les activités conduites pendant la phase de travaux sur les huit bases-chantier "polydisciplinaires" des huit lots par section de tracé génèreront donc un peu plus de facteurs d'impact que celles des dix bases-chantier "spécialisées" des dix lots par type de travaux. Si elles ne concerneront que huit sites, contre dix, elles s'étaleront par contre sur 36 mois au lieu de 33.

4.5.9 – LE DÉROULEMENT DES CHANTIERS D'ÉDIFICATION DES OUVRAGES D'ART

Les infrastructures du Projet permettant le franchissement des écoulements de surface interceptés par la nouvelle infrastructure autoroutière se présentent sous trois formes :

- des grands ouvrages hydrauliques en ponts à poutres pour les oueds au lit bien marqué et profond ;
- des dalots simples ou multiples pour les oueds au lit peu profond et pour les écoulements en nappe ;
- des buses de Ø 1.000 pour les minuscules éoulements.

Or, le déroulement des chantiers d'édification des ouvrages d'art constitue un facteur d'impact du Projet, du fait de la limitation de l'écoulement des eaux dans les lits d'oued que génère les installations provisoires de chantiers pendant la construction d'un tel type d'ouvrage. En effet, il arrive fréquemment que le lit de l'oued concerné soit partiellement barré pour assurer l'édification "à sec" d'une portion de l'ouvrage d'art.

4.5.9.1 - La complexité des ouvrages d'Art à édifier

Le **Tableau 119** suivant présente l'ouverture des dix ponts qui vont permettre la traversée des principaux lits du réseau hydrographique intercepté par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 119 : Ouverture des ponts édifiés sur dix des lits d'oueds interceptés par la nouvelle liaison autoroutière

N° B.V.	Nom de l'oued	N° Ouvrage Hydraulique	hauteur normale H_n (m)	PHE (m NGT)	Vitesse moyenne de l'écoulement V_n (m/s)	Débit de Projet Q (m^3 /s)	Ouverture de l'ouvrage L (m)
1	Oued Méliane	OH1-1	6,10	38,10	2,04	680	120
1-1	Oued El Touhama	OH25-1	2,75	133,75	2,25	326,44	100
1-4	Oued Er-Rihane	OH34-1	3,35	190,50	4,81	231,03	40
66	Oued Saâdine	OH67-1	5,60	132,10	3,93	567,24	60
78	OUED NEBHANA	OH78-1	3,75	108,75	3,23	1 560	200
95	OUED BOU ASSANE	OH102.1	3,00	55,00	2,83	1 193	120
140	OUED MARGUELLIL	OH146-2	1,80	224,80	2,60	2 411	520
159	OUED ZEROUD	OH168-1	2,30	317,30	2,66	5 020	1.000
162	-	OH173-1	3,50	312,00	3,35	986,99	140
162-7	-	OH181-2				240,06	40

La **Carte 16** de la page 102 a permis de localiser sur le tracé de cette nouvelle infrastructure autoroutière ces dix ouvrages dont les chantiers risquent de perturber les écoulements qu'ils permettront de franchir une fois édifiés.

4.5.10 - LES REJETS DE DÉCHETS SOLIDES DES CHANTIERS

Les déchets sont une source potentielle de contamination du milieu, et leur gestion doit s'effectuer sans causer le moindre danger sanitaire, sans utiliser des modes ou des procédés pouvant nuire à l'environnement et notamment à l'eau, à l'air, aux sols et aux espèces de faune et de flore, sans provoquer des incommodités par le bruit ou les odeurs ou autres, et sans porter atteinte aux paysages naturels et urbains.

La phase des travaux est une source de production de déchets solides essentiellement répartis dans les deux catégories suivantes : les déchets du Bâtiment et des Travaux Publics (BTP) et les déchets ménagers et assimilés.

4.5.10.1 - Les déchets du Bâtiment et des Travaux Publics

Les déchets du BTP se répartissent en trois catégories : les déchets inertes (DI)[19], les déchets industriels banals (DIB) et les déchets dangereux (DD)

4.5.10.1.1 - Les déchets inertes

Les déchets inertes, largement majoritaires, sont les déchets qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique importante. Ils ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique. Ils sont constitués :

- des déblais d'excavation

[19] *Conformément à l'article 16 de la loi N° 96-41 du 10 juin 1996 relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination, « sont considérés des déchets inertes, les déchets composés de terres et de roches naturelles extraites des carrières ou provenant des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ont principalement une nature minière et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs potentiels de nuisances. »*

- des déchets agricoles formés par la flore arrachée et les terres végétales collectées pour les besoins d'aménagement ;
- des rebuts de chantier formés par les matériaux de construction excédentaires (gravats, carrelages, briques, etc…).

4.5.10.1.2 - Les déchets Industriels Banals

Les déchets Industriels Banals ne sont pas inertes mais ne présentent aucun caractère toxique ou dangereux, et sont donc assimilables aux ordures ménagères. Ils sont constitués :

- de certains métaux,
- des plastiques et PVC,
- du papier,
- du bois, etc ...

4.5.10.1.3 - Les déchets dangereux

Les déchets dangereux sont les déchets qui présentent un risque particulier car ils sont toxiques, inflammables, explosifs, corrosifs, etc... D'une façon générale, ils sont dommageables pour l'homme et l'environnement et nécessitent un contrôle spécifique. Ils sont constitués :

- de certaines peintures, solvants, colles, mastics,
- des huiles,
- des néons,
- des batteries et des piles,
- des bombes aérosols, etc ...
- et par extension :
  - ✓ des rebuts de chantier contaminés par d'autres éléments classés dangereux selon le décret N° 2000-2339 du 10 octobre 2000 (comme les bitumes et les goudrons), et
  - ✓ des emballages de ces produits, même vides, sont considérés comme des déchets dangereux.

Leur élimination doit être conforme aux circuits autorisés de la réglementation, en particulier la loi n° 96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination, qui spécifie dans son article 9[20] que la récupération des déchets est à la charge du producteur. Ainsi, l'élimination des déchets du BTP par leur mise en décharge et/ou leur valorisation est à la charge des Entreprises.

[20] *Texte de l'article : « Est mise à la charge du producteur, du distributeur ou du transporteur l'obligation de récupérer les déchets engendrés par les matières ou par les produits qu'ils produisent ou écoulent. Les autorités compétentes peuvent les obliger à éliminer ces déchets et le cas échéant, à participer à des systèmes de récupération et d'élimination des déchets provenant d'autres produits identiques ou similaires. »*

4.5.10.2 - Les déchets ménagers

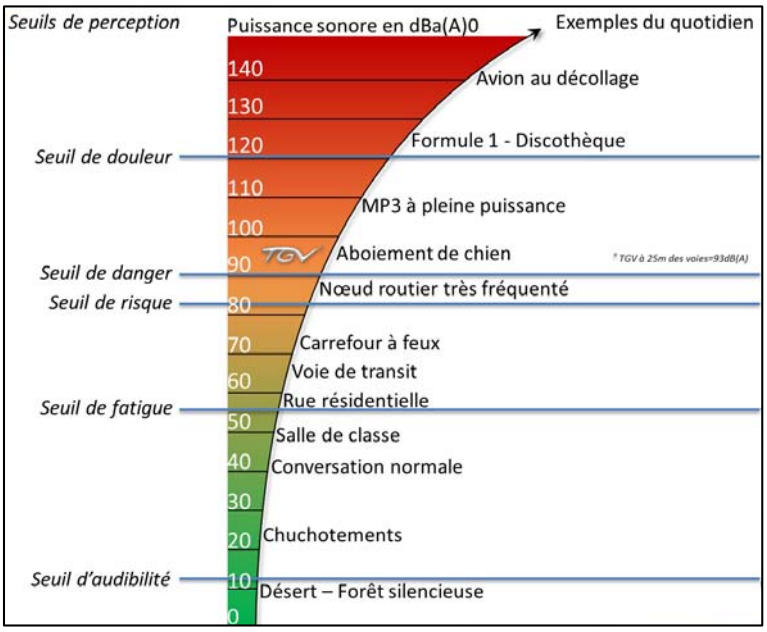
Les ordures ménagères en provenance de l'activité humaine sur les chantiers ne doivent pas poser de problèmes majeurs, du moment où elles sont collectés et ou des contrats sont établis entre les Enreprises adjudicataires de marché de travaux et des sociétés spécialisés dans la collecte des déchets.

4.5.11 - LES NUISANCES SONORES DES CHANTIERS DE CONSTRUCTION

Les appareillages et les engins de chantier utilisés sur les chantiers en tant que sources ponctuelles, les trafics de camions de transport déplaçant les matériaux de terrassement et les produits de carrière entre les divers sites de chantiers et les explosifs employés dans les carrières en tant que sources linéaires génèrent tous du bruit et des vibrations qui sont des sources majeures de nuisances environnementales et sociales en phase de travaux. Ils constituent donc des facteurs d'impact du Projet.

4.5.11.1 - La gêne causée par le bruit et les vibrations

Malgré l'échelle de bruit décrite dans la **Figure 55** suivante, le bruit est perçu « subjectivement », et son importance et la gêne qu'il cause ne peuvent jamais être déterminées avec une précision rigoureuse.



Source : SNCF

Figure 55 : Echelle des bruits

De fait, elles dépendent de nombreux facteurs physiques (absorption, réflexion), physiologiques (acuité auditive), voire souvent psychologiques (répétition, durée, soudaineté, etc ...). Cette nuisance est à l'origine de très nombreuses plaintes, et elle peut avoir des répercussions sur la santé, d'une part sur l'appareil auditif comme le montre la **Figure 55**, d'autre part sur l'état général en provoquant différents symptômes, notamment l'insomnie et le stress.

4.5.11.2 - Le bruit et les vibrations causés par les outils des Entreprises

Les outils sources de bruits et de vibrations que les Entreprises utilisent sur leurs chantiers sont de deux types :

- d'une part les appareillages : centrale à béton, centrale de produits noirs, groupes électrogènes, moto-compresseurs, etc ... ;
- d'autre part les engins de chantier : bulldozers, pelles, chargeuses-pelleteuses, etc ...

Pour relier les diverses zones de chantiers et les carrières, les Entreprises utilisent de nombreux véhicules de transport : camions, porte-chars, etc ...

Toutes ces sources de bruits etr de vibration vont se traduire pendant la phase des travaux par une augmentation des bruits existants à proximité du couloir autoroutier en cours d'aménagement, des zones d'emprunt et des routes et pistes empruntées par les véhicules des Entreprises. Le problème s'atténuant rapidement avec la distance, c'est dans une bande d'une centaine de mètres de part et d'autre des tronçons de routes et de piste concernés que le problème se posera, là où réside très peu de personnes.

Le bruit est essentiellement inhérent à l'utilisation d'appareillages et d'engins de chantier. Au vu du matériel prévu pour l'exécution du chantier, le niveau sonore prévisible dépassera en intensité les normes de qualité du silence présentées dans le **Tableau 9** de la page 37. En effet, si on se réfère aux normes françaises en la matière, le niveau des puissances acoustiques des bruits aériens des différents engins de chantiers ne doit pas dépasser les valeurs limites rappelées dans **le Tableau 120** suivant.

Tableau 120 : Normes françaises pour les bruits aériens des différents engins de chantiers

Type d'engins	Niveau de puissance acoustique
Engins sur chenilles	104 dB
Bouteurs sur roues, chargeuse, chargeuse-pelleteuse	101 dB
Pelles	93 dB
Marteau piqueur, brise-béton	114 dB
Moto-compresseur	104 dB
Grues, mécanisme de lavage	102 dB
Groupe électrogène	102 dB

4.5.11.3 - Le bruit et les vibrations causés par l'utilisation d'explosifs dans les carrières

La faible fréquence des explosions au niveau du chantier de l'emprise fait que la gêne principale de cette activité provient des vibrations, qui peuvent entraîner des dégâts aux habitations et aux installations limitrophes de zones de déblais en rocher compact.

Au niveau des carrières, l'exploitant est contraint par les services de contrôle de l'ANPE a mettre en œuvre les mesures de précaution pour ne pas déranger les populations les plus proches de son emprise qui ont été prévues au PGES de l'ÉIES qu'il a déposé pour recevoir l'agrément de l'ANPE lors du démarrage de son activité.

4.6 - Les facteurs d'impact liés à l'exploitation de la nouvelle section autoroutière

En phase d'exploitation, ce sont les trafics et les vitesses des véhicules automobiles empruntant la nouvelle infrastructure et les trafics et les vitesses des véhicules automobiles empruntant toujours le réseau routier pré-existant qui constituent le facteur d'impact primaire, de par les diverses nuisances qu'ils induisent :

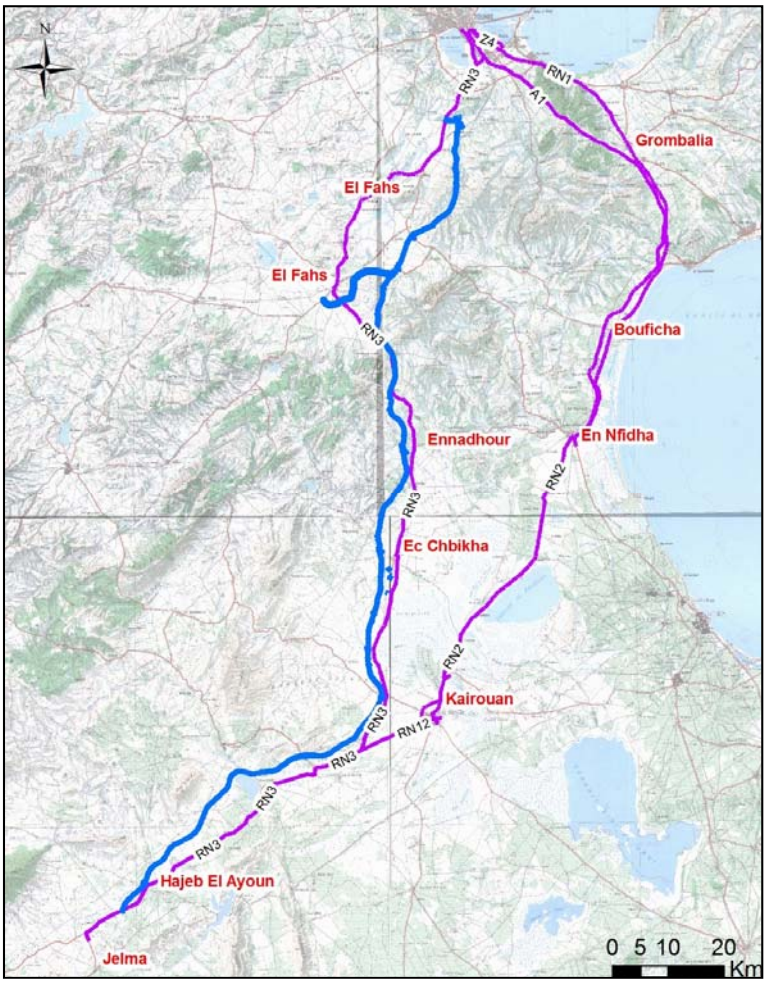
- les émissions atmosphériques de polluants des moteurs ;
- les bruits de circulation ;
- les risques d'accident de la circulation, qui conduisent à des pertes économiques pour la Tunisie ;
- la saturation progressive des axes routiers, qui conduit à des pertes de temps pour les usagers.

Tout comme pour la situation sans Projet, les facteurs de base qui permettent le calcul de ces nuisances en phase d'exploitation sont :

- la longueur de chaque nouvelle section autoroutière du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- la longueur de chaque section routière et autoroutière du réseau pré-existant qu'ils parcourent ;
- le niveau moyen du trafic journalier des véhicules-type émetteur sur chaque section ;
- la vitesse moyenne de ce trafic journalier des véhicules-type émetteur qui dépend pour chaque axe :
  - ✓ du niveau moyen du trafic journalier qui le parcourt, et
  - ✓ du type de la route, autoroute, RN doublée, RN, RR ou RL, qui détermine sa capacité de transit d'une circulation fluide.

4.6.1 - LA LONGUEUR DES NOUVELLES SECTIONS AUTOROUTIÈRES

La **Carte 35** suivante rajoute aux trois trajets utilisables actuellement pour circuler par la route entre Tunis et Jelma présentés dans la **Carte 21** de la page 137 le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa dont la mise en service sera achevée en 2022.



Carte 35 : Quatre trajets utilisables après 2022 entre Tunis et Jelma

Comme la RN1 sera passablement saturée de Tunis à Grombalia, nous allons considérer que le trafic inter-régional se répartit plutôt après la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les trois trajets, à savoir :

- le trajet par le tronçon prioritaire,
- le trajet par la RN3 par El Fahs et Kairouan, et
- le trajet par l'A1 jusqu'à Enfidha, puis par la RN2 jusqu'à Kairouan et par la RN3 ensuite.

Les longueurs des sections du réseau routier pré-existant ayant déjà présentées dans les **Tableau 53** à **Tableau 55** à des pages 138 et 139, le **Tableau 121** suivant répartit les 176,176 km de longueur du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa entre ses douze sections autoroutières.

Tableau 121 : Longueur des sections autoroutières du tronçon prioritaire

Nouvelles sections autoroutières	Longueur (km)	Nouvelles sections autoroutières	Longueur (km)
Couloir Tunis-Kairouan	**115,478**	**Couloir Kairouan-Jelma**	**70,698**
Rond-point RN3 - échangeur Rocade Tunis	0,000	Échangeur Kairouan - échangeur Chebika	17,797
Échangeur Rocade Tunis - échangeur Zaghouan	24,252	Echangeur Chebika - échangeur Haffouz	12,746
Échangeur Zaghouan - échangeur Fahs Est	6,709	Echangeur Haffouz - échangeur Hajeb El Ayoun	28,086
Échangeur Fahs Est - échangeur Fahs Sud	12,645	Echangeur Hajeb El Ayoun - nœud autoroutier	6,711
Échangeur Fahs Sud - échangeur Ennadhour	23,631	Nœud autoroutier - échangeur Jelma	5,358
Échangeur Ennadhour - échangeur Sbikha	21,281		
Échangeur Sbikha - échangeur Kairouan	26,009		

4.6.2 - LES NIVEAUX MOYENS DE TRAFIC DES VÉHICULES-TYPE ÉMETTEUR

Les véhicules-type émetteur sont une source de plusieurs impacts pour les milieux naturel et humain, de par leurs émissions de polluants gazeux, de particules, de métaux-lourds, de bruits et vibrations. L'importance de ces impacts dépend de deux facteurs principaux :

- la vitesse des trafics concernés, qui fournit les valeurs unitaires de ces émissions ;
- l'importance des trafics concernés qui fournit la vitesse des trafics en fonction des capacités de l'axe concerné, et les valeurs globales de ces émissions au kilomètreà partir des valeurs unitaires.

4.6.2.1 - L'évolution d'ici 2037 des niveaux de trafics des véhicules-type avec Projet

4.6.2.1.1 - L'évolution d'ici 2037 des trafics sur les sections du tronçon prioritaire

Le modèle ARIANE a calculé la proportion du trafic inter-régional qui empruntera les diverses sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa [21]. Le **Tableau 122** suivant présente les résultats de cette modélisation de l'évolution des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront les nouvelles sections autoroutières de 2018 à 2037.

[21] *La modélisation sans péage entraînant un plus fort report de trafic vers les nouvelles sections autoroutières que la modélisation avec péage, les trafics y sont plus chargés.*

Tableau 122 : Evolution des TJMA par type de véhicules empruntant les nouvelles sections autoroutières d'ici 2037

Type de véhicules / Nouvelles sections autoroutières	Véhicules légers					Poids lourds				
	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Couloir Tunis-Kairouan										
Rocade Tunis - échangeur Zaghouan	11 429	13 480	16 592	20 462	25 232	2 634	3 182	4 032	5 106	6 466
Échangeur Zaghouan - échangeur Fahs Est	8 065	9 617	12 022	15 079	18 914	1 879	2 267	2 873	3 640	4 611
Échangeur Fahs Est - échangeur Fahs Sud	6 619	7 928	9 978	12 610	15 938	1 512	1 826	2 314	2 932	3 714
Échangeur Fahs Sud - échangeur Ennadhour	6 859	8 211	10 322	13 025	16 437	2 060	2 491	3 161	4 006	5 077
Échangeur Ennadhour - échangeur Sbikha	6 253	7 513	9 494	12 045	15 284	1 931	2 336	2 961	3 750	4 748
Échangeur Sbikha - échangeur Kairouan	6 750	8 104	10 223	12 947	16 397	2 031	2 451	3 110	3 947	5 009
Couloir Kairouan-Jelma										
Échangeur Kairouan - échangeur Chebika	5 058	6 031	7 645	9 803	12 569	1 585	1 907	2 412	3 060	3 883
Echangeur Chebika - échangeur Haffouz	6 777	8 072	10 030	12 466	15 491	1 930	2 327	2 943	3 721	4 706
Echangeur Haffouz - échangeur Hajeb El Ayoun	6 899	8 217	10 210	12 693	15 779	1 980	2 391	3 030	3 832	4 847
Echangeur Hajeb El Ayoun - nœud autoroutier	6 456	7 690	9 562	11 897	14 805	1 810	2 187	2 769	3 500	4 422
Nœud autoroutier - échangeur Jelma	6 456	7 690	9 562	11 897	14 805	1 810	2 187	2 769	3 500	4 422

On voit que les trafics de véhicules légers et de poids lourds empruntant les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa croîtront régulièrement entre 2018 et 2037.

4.6.2.1.2 - L'évolution d'ici 2037 des trafics résiduels sur les sections du réseau routier préexistant

Le niveau de trafic des sections du réseau routier existant[22] après la mise en service des sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est important à connaître, car il influence la vitesse moyenne possible sur chaque section.

Le modèle ARIANE a calculé l'évolution des trafics résiduels de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les diverses sections du réseau routier préexistant entre Tunis et Jelma après la mise en service des nouvelles sections autoroutières.

Le **Tableau 123** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 des trafics résiduels de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les sections de la RN3 doublées entre Tunis et Kairouan et les sections de la RN2 doublées entre Enfidha et Kairouan.

[22] *La RN3 est supposée doublée jusqu'à Kairouan en 2018, puisque le projet est en cours de réalisation.*

Tableau 123 : Evolution avec Projet des TJMA empruntant les sections doublées des RN3 et RN2 « soulagées » jusqu'à Kairouan

Sections de Tunis à Kairouan TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN3	Rocade Tunis - RR133	1 960	2 279	2 712	3 199	3 768	578	697	882	1 114	1 408
	RR133 - RR37	2 108	2 435	2 872	3 357	3 914	1 106	1 336	1 691	2 136	2 698
	RR37 - RN4	3 875	4 464	5 316	6 322	7 510	1 383	1 669	2 111	2 669	3 374
	RN4 - 804	1 496	1 772	2 185	2 696	3 328	702	847	1 072	1 356	1 714
	804 - 805	1 256	1 486	1 835	2 272	2 812	154	184	232	292	369
	805 - inj Z6	2 248	2 617	3 165	3 835	4 644	333	401	506	639	807
	inj Z6 - RR171	3 309	3 898	4 780	5 869	7 206	510	615	778	983	1 242
	RR171 - RR99	1 184	1 406	1 749	2 186	2 731	143	172	217	273	344
	RR99 - RN3/RN12	409	488	610	763	955	48	59	74	95	121
RN2	Enfidha - 807	3 132	3 628	4 237	4 866	5 577	778	938	1 179	1 476	1 849
	807 - 808	3 132	3 628	4 237	4 866	5 577	778	938	1 179	1 476	1 849
	808 - RR171	3 132	3 628	4 237	4 866	5 577	778	938	1 179	1 476	1 849
	RR171 - RN12E	4 906	5 694	6 722	7 844	9 143	1 086	1 308	1 646	2 066	2 594
	RN12E - Rocade Kairouan	4 906	5 694	6 722	7 844	9 143	1 086	1 308	1 646	2 066	2 594

Le **Tableau 124** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 des trafics résiduels de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan.

Tableau 124 : Evolution avec Projet des TJMA empruntant les autres sections routières « soulagées » de Tunis à Kairouan

Sections de Tunis à Kairouan TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RR37	Rocade Tunis - 801	1 716	1 991	2 422	2 969	3 640	402	485	613	775	979
	801 - RN3	1 716	1 991	2 422	2 969	3 640	402	485	613	775	979
RR133	RN3 - RR134	1 737	1 973	2 317	2 725	3 200	800	964	1 218	1 539	1 944
	RR134 - 803	3 122	3 572	4 227	5 009	5 928	1 061	1 279	1 615	2 040	2 577
	803 - RR28 Nord	6 528	7 485	8 849	10 451	12 327	1 813	2 187	2 768	3 498	4 421
	RR28 Nord - RR28 Sud	6 877	7 892	9 345	11 058	13 071	1 865	2 253	2 852	3 600	4 545
	RR28 Sud - RR132	178	203	236	276	321	425	512	648	818	1 032
	RR132 - Enfidha	845	965	1 139	1 345	1 586	550	665	841	1 062	1 341
RN1	Enfidha - A1	7 110	8 109	9 418	10 860	12 506	1 341	1 613	2 030	2 551	3 205
RR134	RR131 - 802	1 345	1 554	1 860	2 227	2 667	250	302	382	483	609
RR28	RR131 - 834	402	473	576	702	855	55	66	84	106	135
	834 - 802	1 849	2 158	2 615	3 168	3 837	422	510	645	813	1 026
	802 - RN3/RN4	3 192	3 710	4 472	5 392	6 500	668	807	1 022	1 289	1 625
RR132	RN3 - RR133	3 132	3 628	4 237	4 866	5 577	778	938	1 179	1 476	1 849
RN12	RN2 - A1	3 753	4 391	5 332	6 471	7 849	1 880	2 266	2 863	3 617	4 570
RR99	Rocade Kairouan - 809	6 057	7 257	9 273	11 999	15 527	1 826	2 199	2 787	3 545	4 508
	RR99 : 809 - 810	6 057	7 257	9 273	11 999	15 527	1 826	2 199	2 787	3 545	4 508

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et de la région du Centre-Ouest va se traduire pour les sections routières entre Tunis et Kairouan en situation avec Projet en 2037 par un trafic de véhicules légers double de celui de 2018 et par un trafic de poids lourds encore une fois presque 2,5 fois supérieur à celui de 2018.

De la même manière, le **Tableau 125** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 des trafics résiduels de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les autres sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma.

Tableau 125 : Evolution avec Projet des TJMA empruntant les sections routières « soulagées » de Kairouan à Jelma

Sections de Kairouan à Jelma TJMA		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	5 163	6 104	7 303	8 577	10 060	1 643	1 987	2 508	3 156	3 971
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	6 225	7 309	8 723	10 254	12 040	1 766	2 137	2 698	3 396	4 274
	RN3/RN12 - 811	4 881	5 722	6 911	8 303	9 967	1 541	1 858	2 348	2 964	3 743
	811 - RR73	1 611	1 886	2 251	2 658	3 135	180	216	271	338	424
	RR73 - 816	1 596	1 868	2 228	2 631	3 106	179	215	271	339	423
	816 - 815	1 838	2 161	2 596	3 087	3 670	177	213	267	334	417
	815 - RN3/3E	1 838	2 161	2 596	3 087	3 670	177	213	267	334	417
	RN3/3E - Jelma	1 939	2 264	2 734	3 295	3 970	346	417	527	664	836
	Jelma - RN13	1 360	1 614	1 975	2 404	2 924	182	218	275	345	433

On voit que la croissance économique du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières entre Kairouan et Jelma en situation avec Projet en 2037 par un trafic de véhicules légers quasiment double de celui de 2018 et par un trafic de poids lourds encore une fois presque 2,5 fois supérieur à celui de 2018.

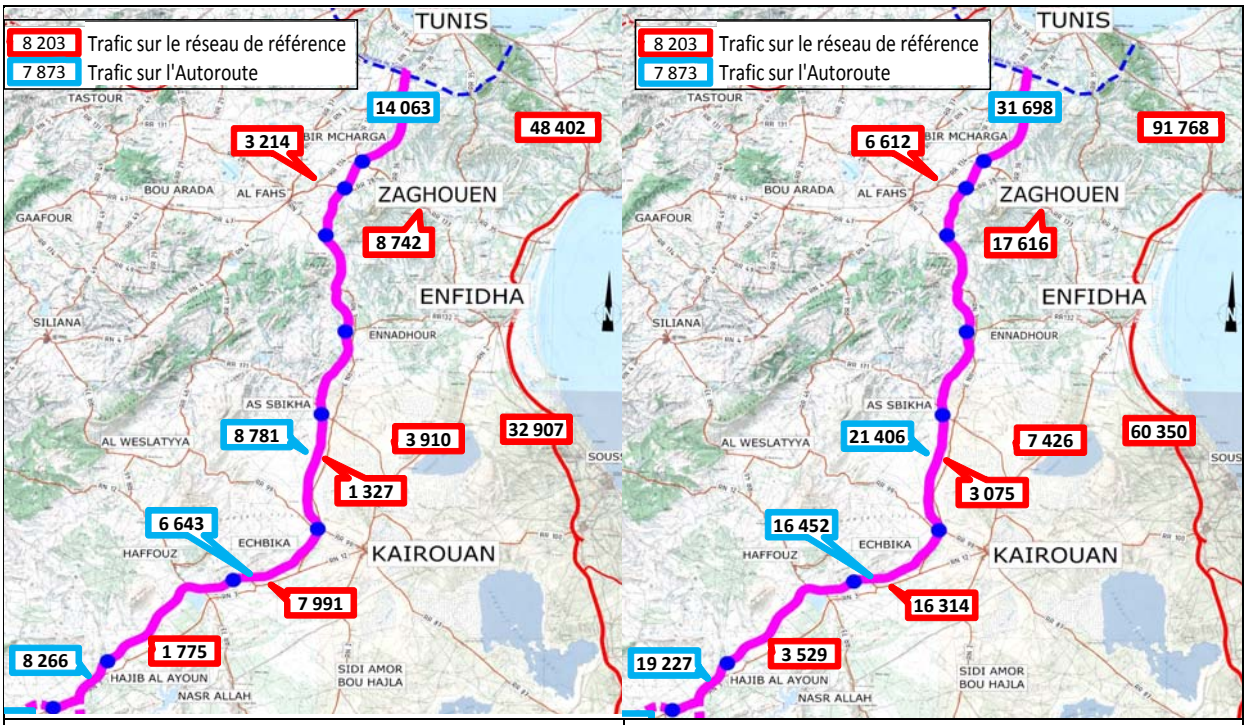
Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 126** suivant qui présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront les trois sections entre Tunis et le péage de Sousse.

Tableau 126 : Evolution avec Projet des niveaux de trafic de véhicules empruntant les sections de l'A1 d'ici 2037

Type de véhicules	Véhicules légers					Poids lourds				
Sections autoroutières de l'A1	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	46 063	52 843	62 327	73 258	86 078	2 339	2 827	3 569	4 506	5 690
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	30 757	34 900	40 685	47 385	55 160	2 150	2 585	3 261	4 114	5 190
Échangeur Enfidha – Péage Enfidha	24 556	27 839	32 532	38 046	44 472	1 791	2 159	2 722	3 439	4 345

On voit que la mise en oeuvre du Projet va "débarrasser" les sections de l'autoroute A1 du trafic inter-régional entre Tunis et le Centre-ouest. Mais la croissance économique des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax va encore une fois se traduire pour les trois sections de l'autoroute A1 entre Tunis et le péage d'Enfidha en situation sans Projet en 2037 par un trafic de véhicules légers 1,8 fois supérieur à celui de 2018 et par un trafic de poids lourds encore une fois presque 2,5 fois supérieur à celui de 2018.

La **Carte 36** suivante permet de visualiser l'évolution des trafics totaux entre Tunis et Jelma de véhicules modélisés pour le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et pour les axes du réseau routier préexistant.



Carte 36 : Évolution des trafics totaux de véhicules modélisés pour le tronçon prioritaire et pour le réseau routier préexistant

4.6.2.2 - L'évolution d'ici 2037 des vitesses moyennes des trafics des véhicules-type

Après avoir déterminé les TJMAs des différents axes en situation avec Projet, Ariane a pu calculer l'évolution des vitesses moyennes des trafics de véhicules légers et de poids lourds entre 2018 et 2037 pour les diverses sections autoroutières et routières en situation avec Projet.

4.6.2.2.1 - L'évolution d'ici 2037 de la vitesse moyenne sur les sections du tronçon prioritaire

Le **Tableau 127** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne des véhicules légers et des poids lourds qui emprunteront les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa de 2018 à 2037.

Tableau 127 : Evolution des vitesses moyennes des trafics empruntant les nouvelles sections autoroutières d'ici 2037

Type de véhicules / Nouvelles sections autoroutières	Véhicules légers					Poids lourds				
	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Couloir Tunis-Kairouan										
Rocade Tunis - échangeur Zaghouan	108,30	107,86	106,73	105,25	103,80	108,59	108,26	107,55	106,64	105,75
Échangeur Zaghouan - échangeur Fahs Est	108,87	108,60	108,00	107,22	106,46	109,03	108,82	108,38	107,84	107,31
Échangeur Fahs Est - échangeur Fahs Sud	109,09	108,89	108,45	107,89	107,34	109,23	109,05	108,71	108,31	107,90
Échangeur Fahs Sud - échangeur Ennadhour	108,95	108,71	108,19	107,53	106,88	109,06	108,86	108,45	107,95	107,46
Échangeur Ennadhour - échangeur Sbikha	109,04	108,82	108,35	107,77	107,19	109,14	108,94	108,57	108,12	107,67
Échangeur Sbikha - échangeur Kairouan	108,96	108,72	108,21	107,56	106,91	109,08	108,87	108,46	107,97	107,48
Couloir Kairouan-Jelma										
Échangeur Kairouan - échangeur Chebika	109,22	109,06	108,71	108,28	107,85	109,30	109,15	108,86	108,51	108,16
Echangeur Chebika - échangeur Haffouz	108,99	108,76	108,30	107,73	107,16	109,10	108,91	108,54	108,10	107,66
Echangeur Haffouz - échangeur Hajeb El Ayoun	108,96	108,72	108,24	107,66	107,07	109,08	108,88	108,50	108,05	107,59
Echangeur Hajeb El Ayoun - nœud autoroutier	109,04	108,83	108,40	107,88	107,36	109,16	108,98	108,63	108,22	107,81
Nœud autoroutier - échangeur Jelma	109,04	108,83	108,40	107,88	107,36	109,16	108,98	108,63	108,22	107,81

On voit que les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa draineront en 2037 entre Tunis et Jelma un trafic de véhicules légers circulant encore à 104-107 km/h de moyenne et un trafic de poids lourds circulant encore à 90 km/h de moyenne (limite règlementaire de vitesse).

4.6.2.2.2 - L'évolution d'ici 2037 de la vitesse moyenne sur les axes du réseau routier pré-existant

En conséquence de ce report de trafic des sections autoroutières et routières du réseau pré-existant vers les nouvelles sections autoroutières, tous ces axes connaîtront une fluidification des trafics résiduels de véhicules légers et de poids lourds les empruntant encore. Il y aura donc automatiquement une augmentation de la vitesse moyenne de ces deux trafics.

Le modèle ARIANE a calculé l'évolution de la vitesse moyenne des véhicules légers et des poids lourds qui circuleront encore sur les axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma entre 2018 et 2037 après la mise en service des nouvelles sections autoroutières.

Le **Tableau 128** suivant présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les sections de la RN3 doublées entre Tunis et Kairouan et les sections de la RN2 doublées entre Enfidha et Kairouan après la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 128 : Evolution avec Projet des vitesses moyennes sur les sections doublées des RN3 et RN2 soulagées jusqu'à Kairouan

Sections Tunis- Kairouan Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN3	Rocade Tunis - RR133	79,95	79,94	79,92	79,89	79,87	64,96	64,95	64,94	64,92	64,90
	RR133 - RR37	68,75	68,66	68,47	68,23	68,00	57,71	57,66	57,56	57,45	57,33
	RR37 - RN4	68,66	68,31	66,93	64,99	63,11	57,77	57,65	57,34	56,92	56,50
	RN4 - 804	70,37	70,05	69,49	68,85	68,22	58,87	58,67	58,34	57,95	57,56
	804 - 805	77,01	76,64	76,01	75,29	74,58	63,36	63,17	62,84	62,47	62,09
	805 - inj Z6	76,47	76,07	75,40	74,63	73,87	63,05	62,84	62,50	62,10	61,71
	inj Z6 - RR171	74,17	73,54	72,19	70,53	68,91	61,70	61,38	60,80	60,11	59,44
	RR171 - RR99	75,64	75,45	75,11	74,72	74,33	62,37	62,27	62,10	61,90	61,70
	RR99 - RN3/RN12	70,05	69,99	69,89	69,77	69,65	58,62	58,59	58,53	58,47	58,40
RN2	Enfidha - 807	76,89	76,36	75,56	74,70	73,85	63,33	63,04	62,61	62,15	61,69
	807 - 808	70,39	69,87	69,02	68,07	67,13	59,09	58,81	58,40	57,95	57,50
	808 - RR171	73,12	72,50	71,57	70,56	69,56	60,95	60,61	60,12	59,59	59,07
	RR171 - RN12E	69,71	68,52	65,63	62,03	58,62	59,00	58,52	57,59	56,50	55,42
	RN12E - Rocade Kairouan	52,76	51,34	47,14	41,93	37,30	47,23	46,80	45,67	44,23	42,84

Le **Tableau 129** suivant présente quant à lui les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les autres sections routières pré-existantes entre Tunis et Kairouan après la mise en service des nouvelles sections autoroutières.

Tableau 129 : Evolution avec Projet des vitesses moyennes des trafics sur les autres sections routières de Tunis à Kairouan

Sections Tunis- Kairouan Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RR37	Rocade Tunis - 801	76,09	75,75	75,14	74,43	73,73	62,72	62,53	62,19	61,80	61,41
	801 - RN3	45,28	45,19	44,98	44,73	44,47	40,88	40,82	40,71	40,58	40,45
RR133	RN3 - RR134	76,57	76,03	75,15	74,15	73,17	62,98	62,63	62,06	61,42	60,79
	RR134 - 803	76,28	75,67	74,60	73,36	72,13	62,93	62,57	61,98	61,31	60,65
	803 - RR28 Nord	72,81	70,96	65,65	59,03	53,07	61,35	60,64	59,07	57,11	55,22
	RR28 Nord - RR28 Sud	58,58	54,61	47,96	41,22	35,43	52,95	51,83	48,43	44,09	40,13
	RR28 Sud - RR132	72,75	72,61	72,38	72,10	71,83	60,29	60,19	60,00	59,80	59,59
	RR132 - Enfidha	60,60	60,47	60,27	60,05	59,82	52,13	52,04	51,89	51,72	51,56
RN1	Enfidha - A1	72,14	70,10	65,20	59,28	53,89	61,24	60,51	59,04	57,28	55,56
RR134	RR131 - 802	72,19	71,98	71,65	71,28	70,91	60,13	60,02	59,83	59,62	59,41
RR28	RR131 - 834	66,68	66,63	66,55	66,46	66,37	56,35	56,32	56,28	56,22	56,17
	834 - 802	79,95	79,94	79,93	79,90	79,88	64,96	64,95	64,94	64,93	64,91
	802 - RN3/RN4	79,92	79,91	79,87	79,83	79,78	64,94	64,93	64,90	64,88	64,85
RR132	RN3 - RR133	71,87	71,81	71,72	71,62	71,52	59,83	59,80	59,74	59,68	59,62
RN12	RN2 - A1	70,16	69,17	66,68	63,52	60,51	58,93	58,39	57,38	56,19	55,02
RR99	Rocade Kairouan - 809	89,78	89,72	89,43	89,01	88,59	81,17	81,12	80,98	80,79	80,61
	809-810	89,78	89,72	89,43	89,01	88,59	81,17	81,12	80,98	80,79	80,61

On voit que la croissance économique du gouvernorat de Zaghouan et de la région du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Tunis à Kairouan en situation sans Projet entre 2018 et 2037

par un ralentissement des vitesses moyennes du trafic de véhicules légers de 1 à 23 km/h, et par un ralentissement des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de seulement 0 à 4 km/h [23].

Le **Tableau 130** suivant présente de la même manière les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront encore les diverses sections routières pré-existantes entre Kairouan et Jelma après la mise en service des nouvelles sections autoroutières.

Tableau 130 : Evolution avec Projet des vitesses moyennes des trafics sur les sections routières de Kairouan à Jelma

Sections Kairouan-Jelma Vitesses		Véhicules légers					Poids lourds				
Routes	Sections	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
RN2	Rocade Kairouan - RN3	74,00	71,82	68,84	65,37	62,07	61,38	60,90	59,90	58,54	57,20
RN3	RN3/RN2 - RN3/RN12	73,24	71,82	68,84	65,37	62,07	61,17	60,90	59,90	58,54	57,20
	RN3/RN12 - 811	72,59	71,12	67,86	63,88	60,14	60,89	60,12	58,77	57,20	55,67
	811 - RR73	76,37	76,12	75,77	75,40	75,02	62,89	62,76	62,58	62,39	62,19
	RR73 - 816	78,11	77,78	77,30	76,79	76,28	64,06	63,89	63,65	63,38	63,11
	816 - 815	78,14	77,81	77,32	76,79	76,26	64,09	63,92	63,68	63,41	63,14
	815 - RN3/3E	77,86	77,48	76,93	76,33	75,73	63,95	63,76	63,48	63,17	62,87
	RN3/3E - Jelma	70,27	69,93	69,37	68,73	68,09	58,94	58,76	58,45	58,11	57,77
	Jelma - RN13	75,06	74,84	74,47	74,07	73,66	62,02	61,90	61,71	61,50	61,29

On voit que la croissance économique du Centre-ouest va se traduire pour les sections routières de Kairouan à Jelma en situation sans Projet entre 2018 et 2037 par un ralentissement des vitesses moyennes du trafic de véhicules légers de seulement 1 à 12 km/h, et par un ralentissement des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de seulement 1 à 4 km/h.

Cette situation concernera également les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha, comme l'illustre le **Tableau 131** suivant qui présente les résultats calculés par Ariane de cette modélisation de l'évolution entre 2018 et 2037 de la vitesse moyenne des trafics de véhicules légers et de poids lourds qui emprunteront les sections autoroutières de l'autoroute A1 de 2018 à 2037 en situation avec Projet.

Tableau 131 : Evolution avec Projet des vitesses moyennes des trafics empruntant les sections de l'A1 d'ici 2037

Type de véhicules	Véhicules légers					Poids lourds				
Sections autoroutières de l'A1	2018	2022	2027	2032	2037	2018	2022	2027	2032	2037
Rocade Tunis - échangeur Hammamet	101,68	96,61	85,19	72,36	61,46	88,22	86,62	82,51	77,37	72,55
Échangeur Hammamet - échangeur Enfidha	108,25	106,72	102,95	98,22	93,71	90,12	89,62	88,39	86,81	85,25
Échangeur Enfidha - échangeur Sousse Nord	109,74	108,94	106,88	104,23	101,64	90,58	90,31	89,63	88,75	87,87

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va permettre, en "débarrassant" les sections de l'autoroute A1 du trafic inter-régional entre Tunis et le Centre-ouest, d'éviter la saturation complète de la section Rocade Tunis-échangeur Hammamet. Mais la croissance économique des zones littorales des Sahels de Sousse et de Sfax va quand même se traduire en situation sans Projet par un ralentissement entre

[23] *Ces ralentissements plus faible de la vitesse moyenne du trafic poids lourds s'explique par la possibilité d'un report de ce trafic professionnel sur les heures creuses de la journée, par exemple en circulant la nuit.*

2018 et 2037 des vitesses moyennes du trafic de véhicules légers de 8 à 40 km/h et des vitesses moyennes du trafic de poids lourds de 3 à 16 km/h.

4.6.3 - L'ÉVOLUTION DE L'ACCIDENTOLOGIE EN SITUATION AVEC PROJET

Lors du recensement 2007 de la circulation, des relevés de l'accidentologie sur les principaux axes tunisiens ont été réalisés, qui ont été présentés dans le **Tableau 51** de la page 135. On sait aussi que, dans le futur, le parc automobile tunisien va peu à peu bénéficier des efforts technologiques que les constructeurs apportent au niveau des différents paramètres de sécurité de leurs véhicules : résistance aux crashs des châssis, systèmes d'assistance à la conduite, systèmes d'alerte.

Cette amélioration de la sécurité apportée par les véhicules à leurs passagers va pénétrer dans le parc automobile en situation avec Projet selon la courbe déjà présentée dans la **Figure 28** de la page 116. En conséquence, on peut établir les hypothèses d'évolution qui sont présentées dans le **Tableau 132** suivant pour les trois types d'axes en situation avec Projet.

Tableau 132 : Evolution d'ici 2037 de l'accidentologie avec projet sur les trois types d'axes entre Tunis et Jelma

Horizon	2018			2022			2027			2032			2037		
Axe routier / Nombre	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR	Auto routes	RN dblée	RN-RR
Accidents (million véh-Km)	0,153	0,176	0,209	0,133	0,171	0,206	0,122	0,167	0,202	0,111	0,163	0,199	0,094	0,159	0,196
Tués par accident	0,204	0,412	0,475	0,220	0,407	0,473	0,226	0,403	0,470	0,231	0,399	0,468	0,246	0,395	0,466
Blessés par accident	2,283	1,872	1,287	2,163	1,857	1,281	2,093	1,843	1,274	2,024	1,829	1,268	1,908	1,815	1,261
Rapport morts /blessés	8,9%	22,0%	36,9%	10,2%	21,9%	36,9%	10,8%	21,9%	36,9%	11,4%	21,8%	36,9%	12,9%	21,8%	36,9%

On peut constater qu'aucune différence n'a été pas prise en compte entre l'évolution de l'accidentologie sur le réseau routier pré-existant avec Projet par rapport à celle de la situation sans Projet qui avait été présenté dans le **Tableau 66** de la page 147, même si on peut penser que la moins bonne fluidité du trafic en situation sans Projet peut va pousser les usagers pressés à y avoir plus fréquemment des comportements à risques.

5 - ÉTAT INITIAL DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

Il est toujours plus pratique de décomposer l'environnement d'un Projet en sous-systèmes relevant d'un même corpus méthodologique, et donc plus faciles à appréhender. Ces sous-systèmes ont été désignés sous le vocable de « thèmes environnementaux ».

L'expérience et la pratique ont conduit à regrouper la présentation des principaux thèmes environnementaux dans les quatre milieux des deux cadres auxquels ils appartiennent, à savoir :

- le cadre naturel, qui comprend :
  - ✓ le milieu physique, qui regroupe les thèmes environnementaux du climat, de l'air, de la topographie, de la géologie, de la pédologie, des ressources en eaux superficielles (hydrologie) et souterraines (hydrogéologie) ;
  - ✓ le milieu biologique, qui regroupe les thèmes environnementaux des écosystèmes (terrestres et aquatiques) et des milieux naturels (faune, flore et milieux remarquables) ;
- le cadre humain, qui comprend :
  - ✓ le milieu humain, qui regroupe les thèmes environnementaux de la population (situation démographique, état sanitaire), de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme (fonctionnement urbain, déplacements des piétons, deux-roues, voitures, utilitaires, poids lourds, destruction du bâti, développements futurs), des réseaux et servitudes, de la qualité de vie (bruits et vibrations, odeurs, émissions lumineuses) et du patrimoine socio-culturel ;
  - ✓ le milieu socio-économique, qui regroupe les thèmes environnementaux de l'agriculture, de l'élevage, de la sylviculture, des activités minières, des installations et activités économiques des secteurs secondaire et tertiaire, de l'emploi et revenus, des activités de transport de personnes et de marchandises et enfin des risques technologiques.

L'analyse de l'état initial du l'environnement du Projet du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a donc respecté ce regroupement des thèmes environnementaux de la zone d'influence de ce Projet.

5.1 - L'état initial du milieu physique dans la zone d'influence

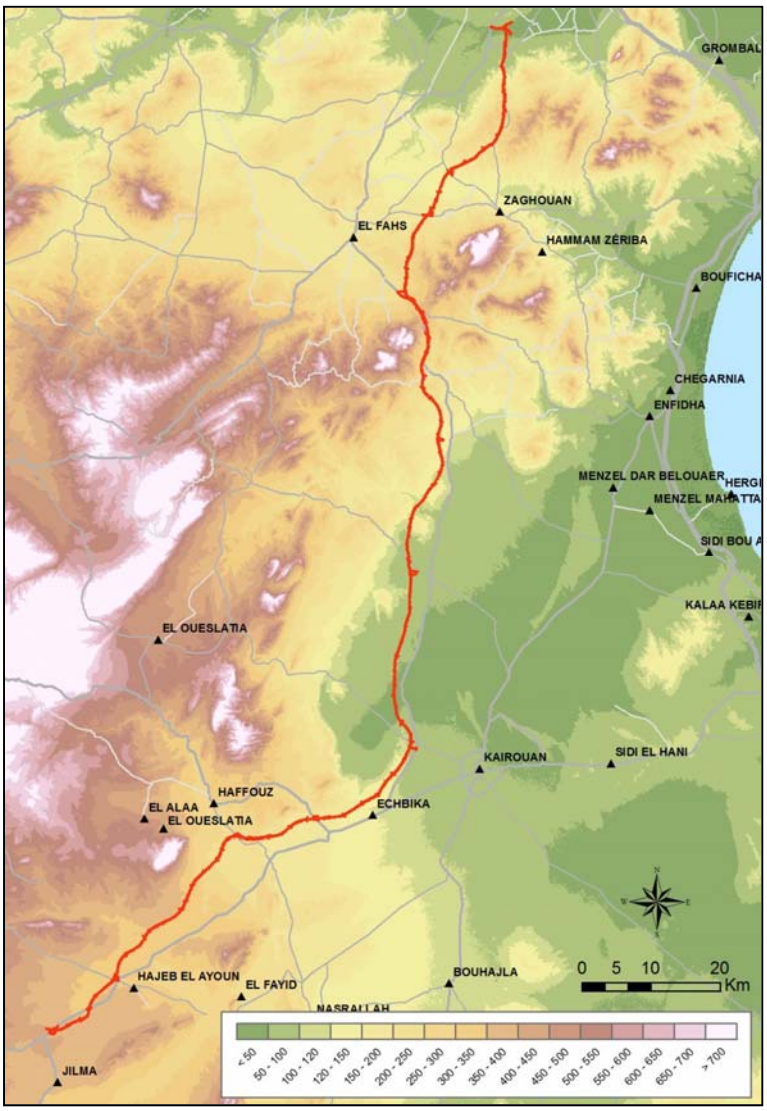
5.1.1 - LA TOPOGRAPHIE REGIONALE

Le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa traverse trois régions naturelles de la Tunisie, à savoir :

- le bassin versant de l'oued Meliane entre Ben Arous et Zaghouan ;
- le versant sud de la Dorsale tunisienne entre Zaghouan et Sbikha ;

- les basses steppes entre Kairouan et Jelma.

La **Carte 37** suivante présente la topographie de la zone d'influence indirecte du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa que, s'explique par sa géomorphologie et par les conditions climatiques qui y règnent.



Carte 37 : Topographie de la zone d'influence indirecte de la liaison autoroutière Tunis-Jelma

En conséquence, le profil en long de l'axe du terrain naturel où sera implanté la plateforme autoroutière de ce tronçon prioritaire est tel que représenté dans la **Figure 56** suivante.

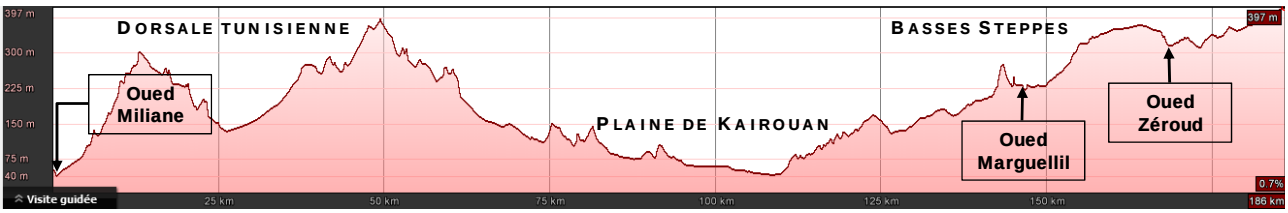


Figure 56 : Profil en long de l'axe du terrain naturel où sera implanté la plateforme autoroutière

Cette figure permet de constater que l'altitude de ce tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est comprise entre 40 et 397 m NGT.

5.1.2 - LA GÉOLOGIE DES RÉGIONS TRAVERSÉES

Les zones d'influence directe et indirecte du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa correspondent aux structures géologiques de la Dorsale tunisienne et des basses steppes de la plaine de Kairouan.

5.1.2.1 Les formations de la Dorsale tunisienne

Les tracés de desserte directe de Tunis traversent l'anticlinarium jurassique de la Kessera, de Zaghouan, du Ressas et du Bou Kornine, et le tracé du couloir Ouest longe jusqu'à Kasserine les contreforts sud de la Dorsale .

Cette région située à la limite Est de la zone d'orogenèse plio-villafranchienne atlasique forme la limite de deux zones : un profond sillon de direction E-W qui s'est progressivement individualisé au Trias, et la zone continentale de la "Tunisie centrale", qui a émergé et s'est ennoyée par période. La **Carte 38** de la page 227 présente ce contexte géologique de la partie de la Dorsale tunisienne concernée par le projet.

5.1.2.1.1 -- La paléogéographie de la zone d'influence du tronçon prioritaire

Dans la région des jbels Bou Kornine et Zaghouan, cette région charnière n'est plus recouverte au Jurassique que par une mer peu profonde, ce qui explique pourquoi la sédimentation crétacée qui comble peu à peu le sillon y est de type récifal.

A l'Éocène, un plateau continental s'est substitué au sillon, tandis que la zone de la Tunisie centrale émergeait peu à peu. La régression marine oligocène a ensuite permis l'émersion de la région des jbels Bou Kornine et Zaghouan, qui constituait au Miocène et au Pliocène un haut fond séparant les deux domaines sédimentaires.

Lors des premières manifestations orogéniques de l'Atlas, ces couches sédimentaires ont été remaniées comme partout ailleurs dans l'Atlas : les structures tertiaires se sont décollées de leur substrat secondaire, qui a pu affleurer par endroits.

Cette mise en place du matériel orogénique s'est accompagnée de mouvements tectoniques qui débutent au Jurassique, et sont responsables de la structure actuelle SW-NE de l'atlas tunisien. Les principales phases de l'orogénèse atlasique sont :

- au Secondaire, les premières déformations, orientées E-W et responsables de l'individualisation du sillon tunisien, apparaissent au Jurassique et au Crétacé inférieur, mais leurs effets ne deviennent importants qu'à partir du Crétacé supérieur ;
- au Tertiaire, l'émersion oligocène est accompagnée d'un diatrophisme important, et constitue une phase de plissements et de surrection à la suite de laquelle l'orientation générale de la structure devient définitivement SW-NE au Miocène, et les plissements se poursuivent jusqu'au Plio-Quaternaire.

La présence d'ensellements orthogonaux aux plis principaux SW-NE est liée au pli de fond secondaire orienté E-W, et se traduit par l'apparition de nombreux fossés d'effondrement ou de fosses subsidentes, liés à des failles témoignant de rejeux qui se sont poursuivis jusqu'au Quaternaire.

5.1.2.1.2 - Les formations géologiques orogéniques affleurantes

Tous ces processus orogéniques ont abouti à ce que les formations géologiques orogéniques affleurantes sont constituées par :

- des calcaires à Nummulites et des calcaires dolomitiques ;
- des marnes, des argiles et des lumachelles de l'éocène ;
- des marnes à intercalations calcaires et marno-calcaires, avec alternance de grès du crétacé ;
- des conglomérats, des sables et des argiles du mio-pliocène continental ;
- du miocène à base d'alternances de grès et de marne, parfois à lignite ou du grès grossier à dragées ;
- des argiles à minces intercalations de calcaires crayeux ;
- quelques pointements triasiques à base d'argiles, de dolomies et de roches gréseuses ;
- des alternances argilo-gréseuses de l'Oligocène.

5.1.2.1.3 Les formations post-orogéniques affleurantes

Si les massifs environnants influencent la nature des sols des piedmonts, glacis et plaines alluviales par leur nature et leur morphologie, l'essentiel de l'alluvionnement récent et actuel est sous la dépendance des grands axes d'écoulement des eaux pluviales qui suivent fossés d'effondrement et synclinaux. Les dépôts quaternaires englobent :

- le quaternaire ancien, auquel s'ajoute par endroit une association plio-quaternaire, particulièrement sur les piedmonts avec leurs glacis de divers étagements fossilisés à moyenne profondeur par des accumulations calcaires s'individualisant sous forme de croûte et/ou d'encroûtement ;
- des formations récentes, qui constituent d'important remplissage alluvionnaire de texture variable, sables apportés par les oueds, argiles se déposant sur les zones de bas fonds se situant à l'embouchure des oueds.

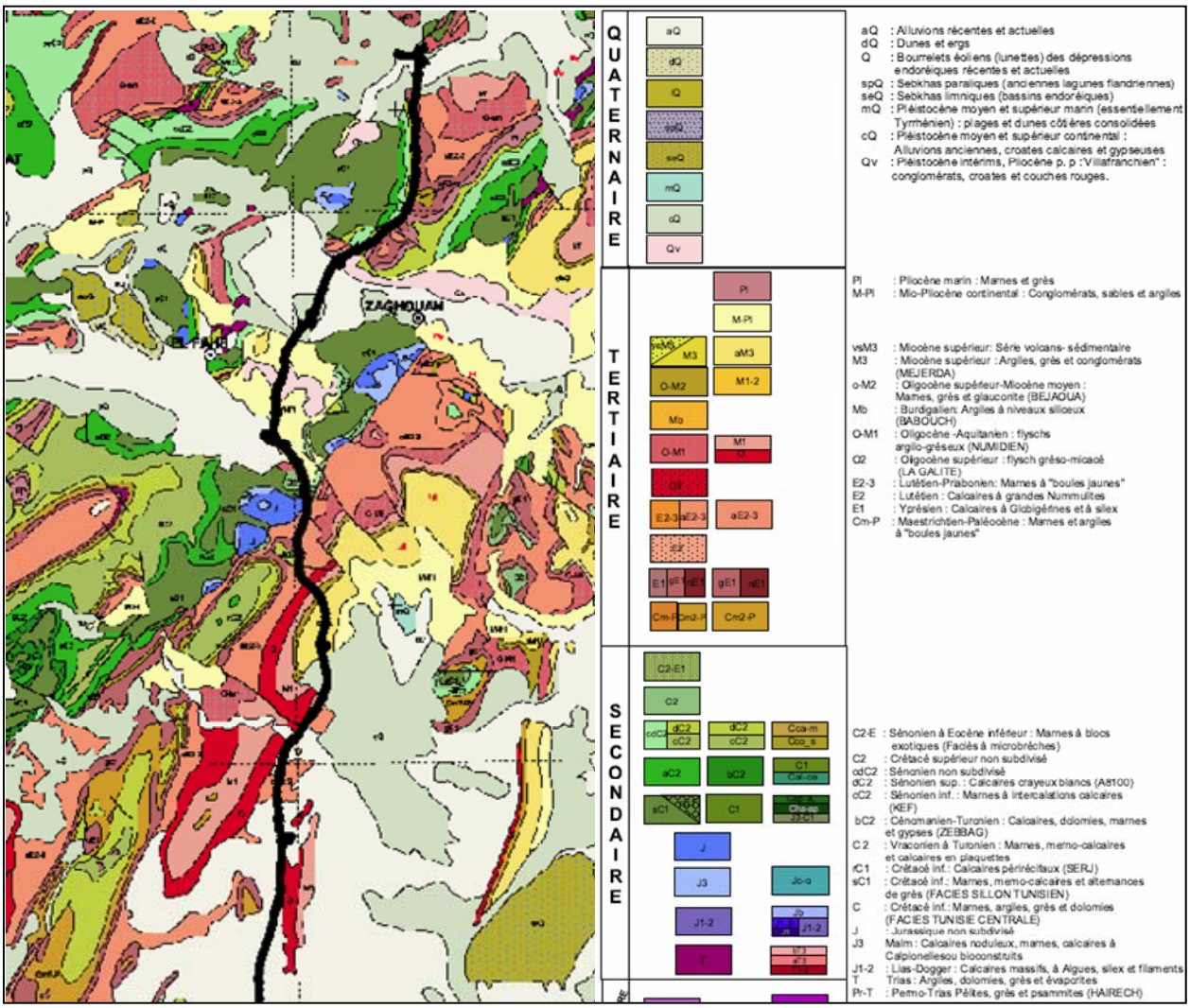
Les formations quaternaires accumulées dans les vallées des principaux oueds, sont représentées par:

- des colluvions de nature argilo-gréseuse, qui correspondent à des recouvrements de pente plus ou moins importants selon les versants, et toujours bien développés dans les dépressions ;
- des alluvions de plaine de nature argilo-sableuse ou sablo-argileuse qui leur succèdent se concentrent autour des oueds, où leurs développements peuvent atteindre une puissance de 40 m ; c'est ainsi que cinq niveaux morphologiques se succèdent dans les plaines d'El Fahs, Sminja et Chafrou qui constituent le bassin de l'oued Meliane :
  - ✓ le premier niveau est constitué d'une terrasse très récente de 4 à 5 mètres d'épaisseur soulignée par certains méandres, et d'une terrasse récente de 10 à 12 mètres d'épaisseur constitué de limons gris ;
  - ✓ le second niveau antérieur au Capsien (- 9.000 ans), de 10 à 25 mètres d'épaisseur, est marqué par une croûte calcaire non plissée toujours tendre, hormis une carapace de surface extrêmement dure ;
  - ✓ le troisième niveau est une terrasse de 20 à 35 mètres, qui n'est bien individualisée que dans les parties hautes de bassin, et semble provenir essentiellement d'un remaniement du quatrième niveau ;

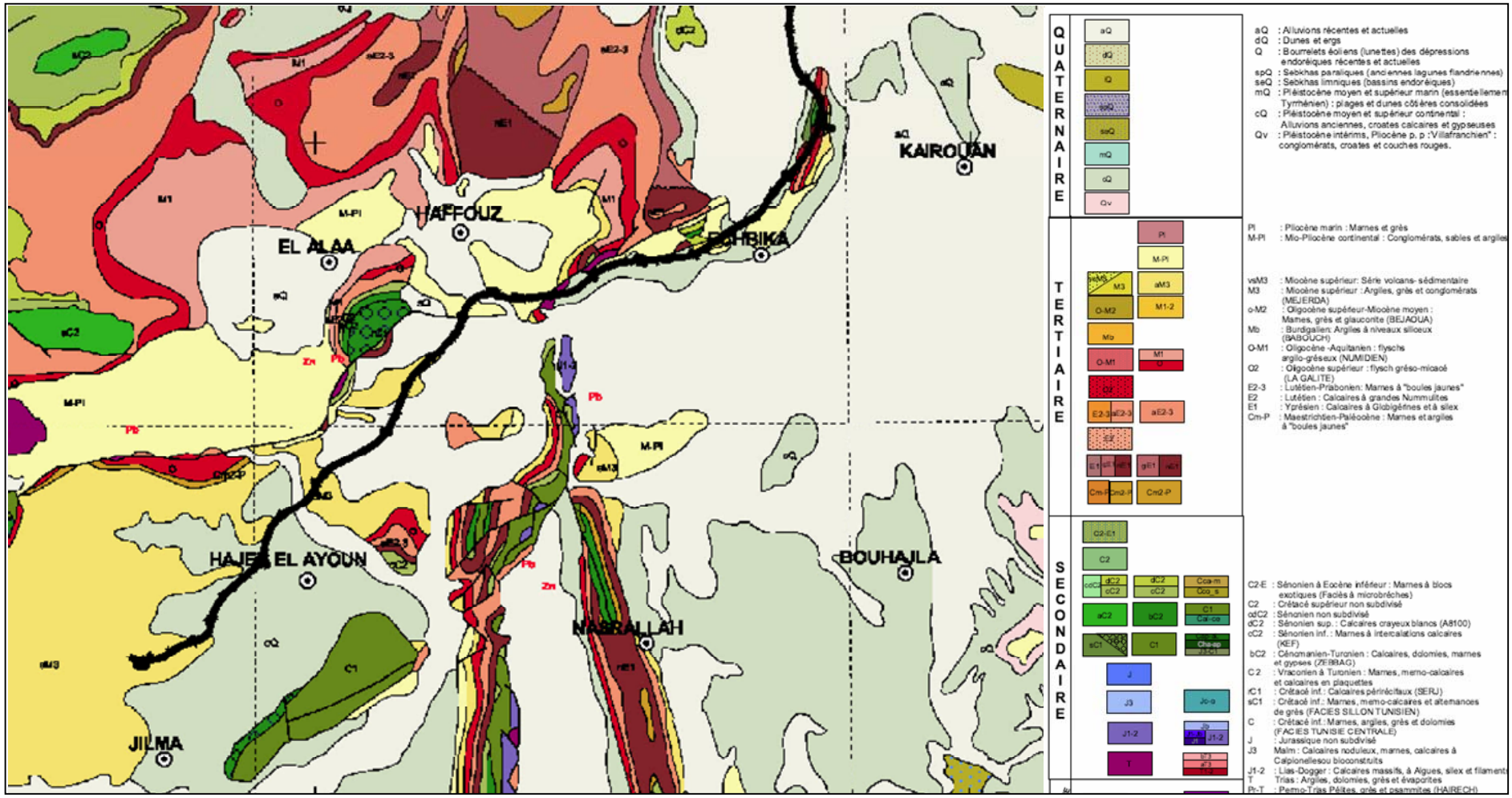
- ✓ le quatrième niveau, visible dans la plaine d'El Fahs uniquement, est une ancienne terrasse recouverte d'une croûte peu consolidée, constituée d'une matrice argileuse jaune emballant de gros blocs de centaines de kilos mêlés à des galets plus petit, qui traduit un épisode de sédimentation massive de caractère para-glaciaire ;
- ✓ le cinquième niveau, visible uniquement aux environs de Jbel Oust, correspond à la croûte calcaire rouge saumon du Villafranchien.

En outre, la présence de nombreux fossés d'effondrement ou de subsidence a favorisé l'individualisation de nombreux bassins endoréïques (Sejoumi, garaa Bouchât,…), ou le surcreusement éolien de zones surbaissées (sebkha El Kourzia, ...) où l'action du vent a en outre abouti à la formation de bourrelets éoliens en forme de croissant à la concavité tournée vers le NW, direction des vents dominants.

La **Carte 38** suivante présente la couverture géologique de la partie centrale de la Dorsale tunisienne appartenant à la zone d'influence indirecte de la liaison autoroutière Tunis-Kairouan, et la **Carte 39** de la page suivante la couverture géologique des bordures de la plaine de Kairouan appartenant à la zone d'influence du Projet.



Carte 38 : Principales formations géologiques de la partie de la Dorsale appartenant à la zone d'influence du Projet



Carte 39 : Principales formations géologiques des bordures de la plaine de Kairouan appartenant à la zone d'influence du Projet

5.1.2.2 Les formations des domaines des basses steppes

Le tracé du couloir Ouest de Kasserine jusqu'à Jelma et l'intégralité des tracés des couloirs Centre-ouest et Centre-est de liaison entre Kairouan et Jelma traversent les domaines des basses steppes et des basses plaines.

5.1.2.2.1 - La paléogéographie de ces zones

Malgré leur position littorale, l'une des particularités de la plaine de Kairouan et des Bases Steppes en général est l'endoréisme. La plupart des grands oueds de l'intérieur ne parviennent pas à la mer et terminent leur cours dans les dépressions de sebkhas qui ne communiquent avec la mer qu'en cas de crues exceptionnelles (exemple de l'exutoire de la Sebkha Khelbia).

Les grands cours d'eau des Hautes Steppes (Zeroud, Merguellil), alimentent ainsi les aquifères souterrains de la plaine de Kairouan, où convergent leurs cours. Mais la rareté des cours d'eau de surface n'est pas compensée, loin s'en faut, par une abondance des eaux souterraines.

5.1.2.2.2 - Les formations géologiques affleurantes

Les basses steppes du Kairouannais et de Sidi Bouzid et des basses plaines de Jelma sont constituées d'une grande épaisseur de sédiments d'origine continentale.

Dans les basses steppes du Kairouannais, ils proviennent à la fois de l'érosion des chaînons calcaires du crétacé qui les dominent, de celle des hautes steppes ou encore de celle de la Dorsale méridionale.

Dans les basses plaines de Jelma, ils proviennent de l'érosion des hauteurs des hautes steppes.

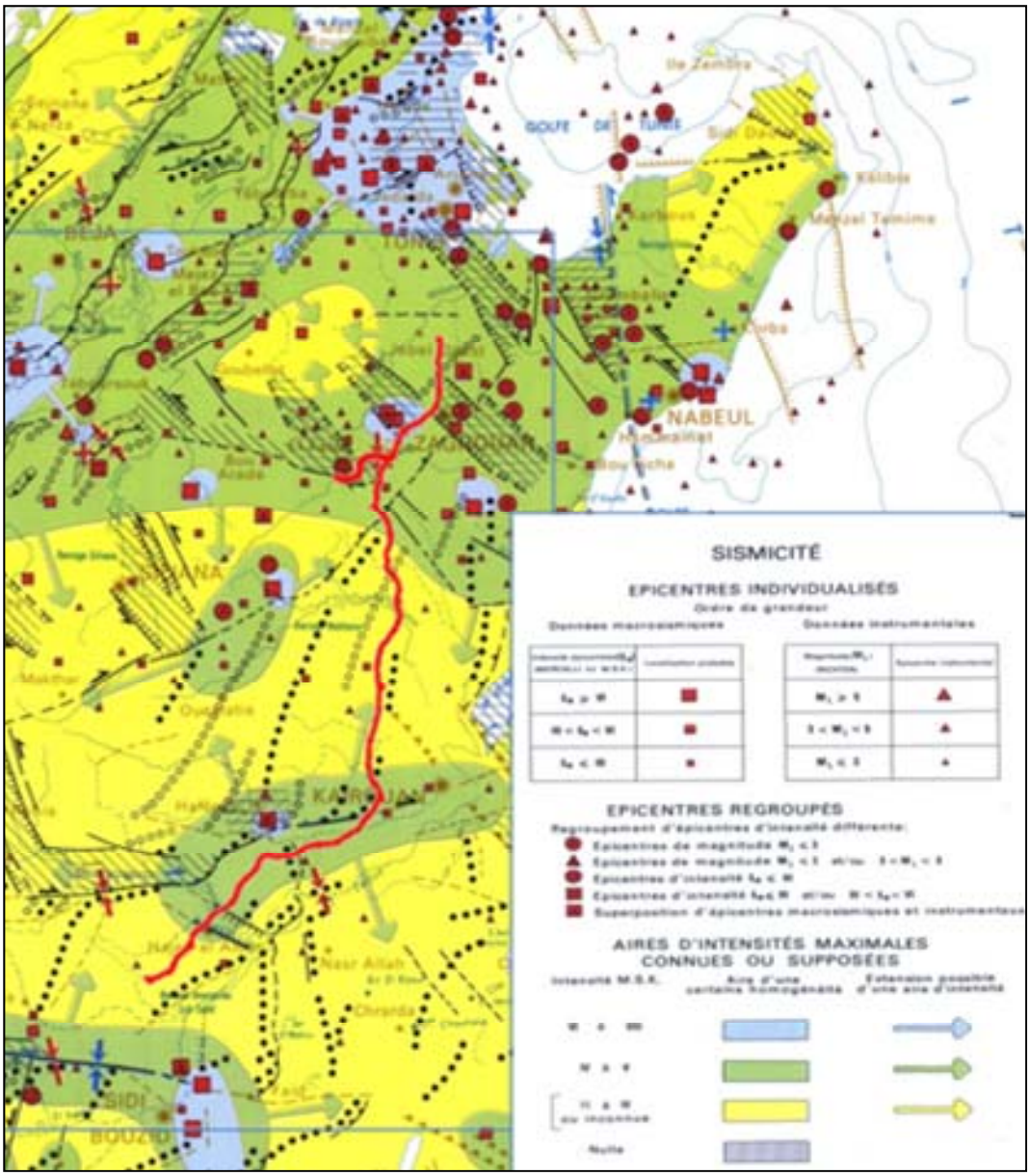
La **Carte 39** de la page 228 présente cette couverture géologique de la plaine de Kairouan, des basses steppes et de la partie méridionale du Tell tunisien appartenant à la zone d'influence indirecte de la liaison autoroutière Kairouan-Jelma.

5.1.3 - LA SISMICITÉ DES ZONES DESSERVIES

Du fait de la volonté de dédoubler la desserte autoroutière directe des régions méridionales à partir de l'agglomération tunisoise, le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été implanté à proximité du jbel Zaghouan, sur les contreforts de l'anticlinarium Le Kef-Tunis-Sicile qui est une des régions les plus sismiques de la Tunisie.

5.1.3.1 - Une sismicité perceptible

Comme le montre la **Carte 40** suivante, cette zone du jbel Zaghouan est en effet essentiellement constituée de dépressions subsidentes et de chaînes montagneuses marquées par un système de failles longitudinales et transversales majeures et de nombreux accidents, qui hachent les différents massifs et donne aux reliefs une topographie très escarpée.



*

Carte 40 : Carte des facteurs de sismicité dans l'Atlas tunisien

On voit que ce sont surtout les premières sections du tracé qui seront concernées. En effet, la faille orientale qui limite les affleurements secondaires des jbels Zaghouan, Ben Saïdane et Fkirine a un rejet de plus de 4.000 mètres, qui a dû se constituer tout au long du Quaternaire. Le jeu de cette faille principale et des failles secondaires de la zone, et la proximité des foyers sismiques siciliens explique l'activité tellurique observée dans la région. A titre d'exemple, elle a été le siège entre 1892 et 1992 de 158 secousses enregistrées, et le village de Bir M'Cherga a été à lui seul l'épicentre de huit de ces séismes.

5.1.3.2 - Une sismicité modérée

Mais on se doit de signaler que la magnitude de ces 158 séismes est toujours restée comprise entre 2,0 et 4,4 sur l'échelle de Richter, et que celle des huit séismes ayant pour épicentre le village de Bir M'Cherga n'a jamais dépassé 2,6 sur cette échelle sismique.

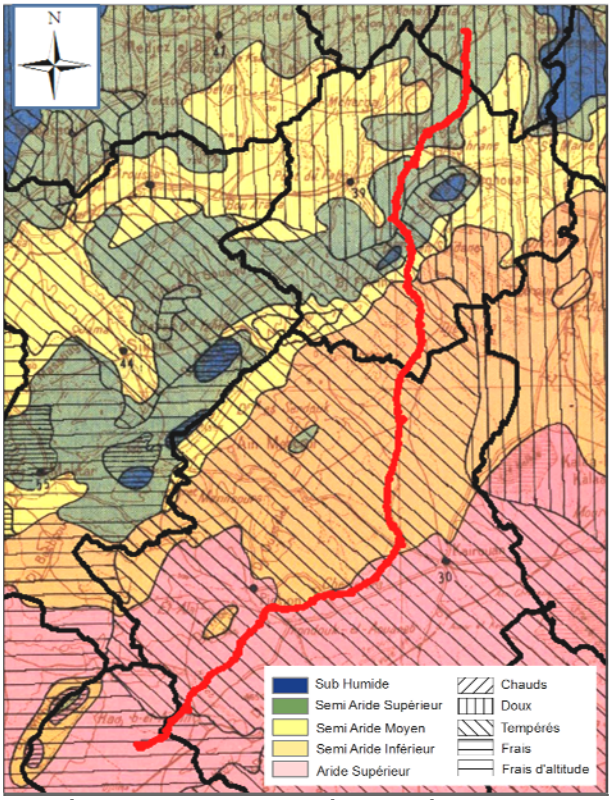
Avec des magnitudes si faibles, on peut donc considérer que la zone traversée présente une sismicité modérée. Cette intensité réduite de la sismicité régionale s'explique certainement :

- par l'éloignement de la zone sicilienne de forte intensité sismique, et
- par la nature des couches sédimentaires plissées ainsi que le sédiment de remplissage des vallées alluviales des oueds Meliane et R'Mel et de leurs affluents.

On peut donc parler de relative sécurité pour le tracé proposé.

5.1.4 - UN CLIMAT DOUX ALLANT DU SEMI-ARIDE SUPERIEUR A L'ARIDE SUPERIEUR

La zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa présente plusieurs bioclimats méditerranéens qui, comme le montre la **Carte 41** suivante, passe de l'étage bioclimatique semi-aride au nord jusqu'à l'étage bioclimatique aride au sud.



Carte 41 : Répartition des étages bioclimatiques méditerranéens dans la zone d'influence indirecte

On voit que ces divers étages bioclimatiques se répartissent du nord au sud comme suit :

- les contreforts septentrionaux et les hauteurs de la Dorsale sont caractérisées par l'étage bioclimatique semi-aride supérieur ;

- les contreforts méridionaux de la Dorsale sont caractérisés par l'étage bioclimatique semi-aride moyen ;
- Les basses steppes de Kairouan sont caractérisées par l'étage bioclimatique aride supérieur.

Le climat du couloir autoroutier peut donc être caractérisé par :

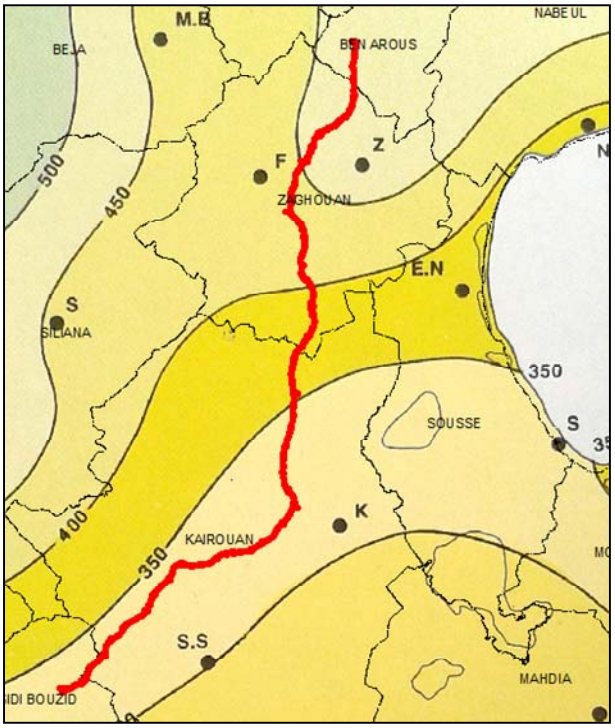
- les deux stations météorologiques situées en sous-étage bioclimatique semi-aride supérieur de Tunis-Carthage installée à une altitude de 4 m et de Zaghouan installée à une altitude de 195 m ;
- les deux stations météorologiques située en sous-étage bioclimatique semi-aride inférieur de Hendi Zitoun installée à une altitude de 74 m et de Kairouan installée à une altitude de 20 m.

5.1.4.1 - Une pluviométrie satisfaisante, en particulier sur les hauteurs

Les moyennes annuelles calculées sur une longue période permettent de constater que la pluviométrie diminue régulièrement en allant du Nord vers le Sud, les isohyètes supérieures ou égales à 500 mm étant à peu près parallèles à la côte septentrionale.

5.1.4.1.1 La pluviométrie annuelle

La **Carte 42** suivante présente la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée tout le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui décroit progreesivement en allant du nord au sud.



Carte 42 : Pluviométrie moyenne annuelle calculée pour le nord et le centre de la Tunisie

On voit que les moyennes pluviométriques annuelles baissent régulièrement de 475 à 325 mm le long des sections autoroutières entre Tunis et Kairouan orientées Nord-Sud, puis se situent entre 325 et 340 mm le long des sections autoroutières entre Kairouan et Jelma orientées Nord-Est – Sud-Ouest.

5.1.4.1.2 - Les pluviométries moyennes mensuelles

Le **Tableau 133** suivant donne les moyennes mensuelles enregistrées par la Météorologie Nationale sur des périodes de plus de cinquante années dans les stations météorologiques des villes desservies.

Tableau 133 : Données pluviométriques mensuelles dans les stations météorologiques concernées

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	**Année**
Tunis-Carth	59,3	57,0	47,2	38,0	22,6	10,4	3,1	7,1	32,5	65,5	56,0	66,8	**465,5**
Zaghouan	63,1	55,3	58,0	59,1	27,1	14,8	5,6	15,3	40,2	63,1	54,2	63,3	**519.1**
Hendi Zitoun	41,0	40,0	35,0	33,0	14,0	15,0	12,0	12,0	33,0	40,0	20,0	41,0	**336,0**
Kairouan	24,0	24,0	33,0	30,0	19,0	10,0	5,0	12,0	39,0	48,0	28,0	34,0	**306,0**

On voit que la moyenne annuelle des précipitations est supérieure à 450 mm au niveau des deux stations situées en étage bioclimatique semi-aride supérieur et supérieure à 300 mm au niveau des deux stations situées en étage bioclimatique semi-aride inférieur.

Le **Tableau 134** suivant donne les moyennes mensuelles de pluie utile, qui ont été déterminées en appliquant aux pluviométries mensuelles la formule de calcul mise au point par le Département américain de l'Agriculture (USDA) pour les régions où la pluviométrie mensuelle n'excède pas 250 mm :

$$P_{ut} = P_{tot} * (1 - (0,2 * P_{tot} / 125))$$

Tableau 134 : Pluviométries utiles mensuelles calculées pour les stations météorologiques concernées

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	**Année**
Tunis-Carth	53,7	51,8	43,6	35,7	21,8	10,2	3,1	7,0	30,8	58,6	51,0	59,7	**427,0**
Zaghouan	56,7	50,4	52,6	53,5	25,9	14,4	5,5	14,9	37,6	56,7	49,5	56,9	**474,8**
Hendi Zitoun	38,3	37,4	33,0	31,3	13,7	14,6	11,8	11,8	31,3	37,4	19,4	38,3	**318,3**
Kairouan	23,1	23,1	31,3	28,6	18,4	9,8	5,0	11,8	36,6	44,3	26,7	32,2	**290,7**

On voit que la moyenne annuelle des pluies utiles pour la végétation calculée est supérieure à 420 mm pour les deux stations situées en étage bioclimatique semi-aride supérieur et autour de 300 mm pour les deux stations situées en étage bioclimatique semi-aride inférieur.

5.1.4.2 - Une influence continentale sur le régime des températures

Le **Tableau 135** suivant présente les valeurs mensuelles enregistrées par la Météorologie Nationale sur des périodes de plus de cinquante années dans les stations météorologiques des villes desservies en matière de moyennes des minima (Tn) et des maxima (Tx), ainsi que la température moyenne (Tm), demi-somme des deux températures extrêmes quotidiennes précédentes. La carte des températures moyennes faisant apparaître un gradient décroissant avec l'altitude évalué à 0,5°C pour 100 m d'altitude, les altitudes des diverses stations ont été indiqués.

Tableau 135 : Températures moyennes mensuelles dans les stations météorologiques concernées

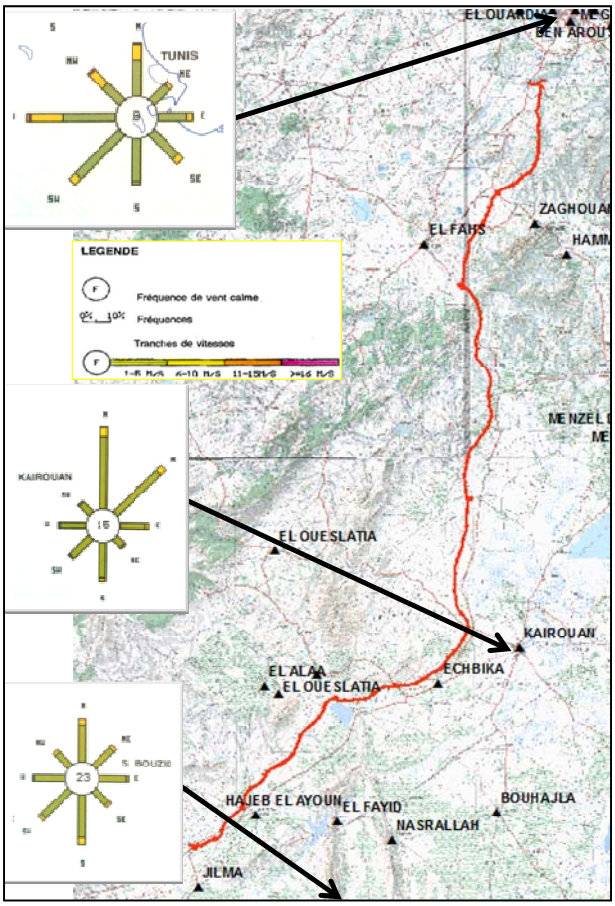
Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
TUNIS-CARTHAGE (4 m)													
Moy	11,5	12,0	13,2	15,6	19,3	23,2	26,3	26,8	24,4	20,4	15,9	12,5	18,4
min	7,2	7,4	8,3	10,4	13,7	17,3	20,0	20,8	19,0	15,5	11,3	8,2	13,3
Max	15,7	16,5	18,1	20,7	24,9	29,0	32,6	32,7	29,7	25,2	20,5	16,7	23,5
ZAGHOUAN (195 m)													
Moy	9,7	10,6	12,9	15,5	19,3	23,8	26,9	27,1	24,1	19,6	14,8	11,2	18,0
min	6,6	7,1	8,7	10,9	14,0	17,8	20,4	21,1	19,3	15,7	11,5	8,1	13,4
Max	12,9	13,9	17,0	20,1	24,6	29,9	33,4	32,9	28,8	23,3	18,0	14,2	22,4
HENDI ZITOUN (74 m)													
Moy	10,4	10,7	12,7	15,4	19,6	23,7	27,0	27,1	24,5	19,8	14,7	11,2	18,0
min	4,8	4,6	6,0	8,5	11,5	15,8	18,0	18,6	17,2	13,2	8,0	5,3	11,0
Max	16,0	16,8	19,3	22,3	27,6	31,5	36,0	35,5	31,7	26,3	21,3	17,1	25,1
KAIROUAN (20 m)													
Moy	11,6	12,6	14,2	17,0	21,2	25,4	28,7	28,7	25,5	20,8	16,0	12,5	19,5
min	6,2	6,9	8,2	10,6	14,1	17,9	20,6	21,1	19,1	15	10,3	7,2	13,1
Max	16,9	18,3	20,2	23,3	28,3	32,9	36,8	36,3	31,9	26,5	21,6	17,8	25,9

Les risques de gelée apparaissent avec l'élevation de l'altitude et de la continentalité de la station : rares en plaine et sur le littoral, ils s'étalent sur une période hivernale de trois mois sur les hauteurs continentales des deux gouvernorats de Zaghouan et de Kairouan.

Les températures moyennes saisonnières, les moyennes mensuelles et surtout les moyennnes des températures extrèmes (maximales et minimales) varient significativement, ce qui traduit des différences dans les réalités éco-thermiques vécues par les populations.

5.1.4.3 - Des vents fréquents, d'orientations variées

Facteur important pour expliquer les rigueurs estivales et hivernales passagères et la continentalité du climat le long de la future plateforme autoroutière, les vents soufflent de directions variées, comme le montre la **Carte 43** suivante qui présente la rose des vents des trois principales stations météorologiques concernées, à savoir Tuns, Kairouan et Sidi Bouzid.

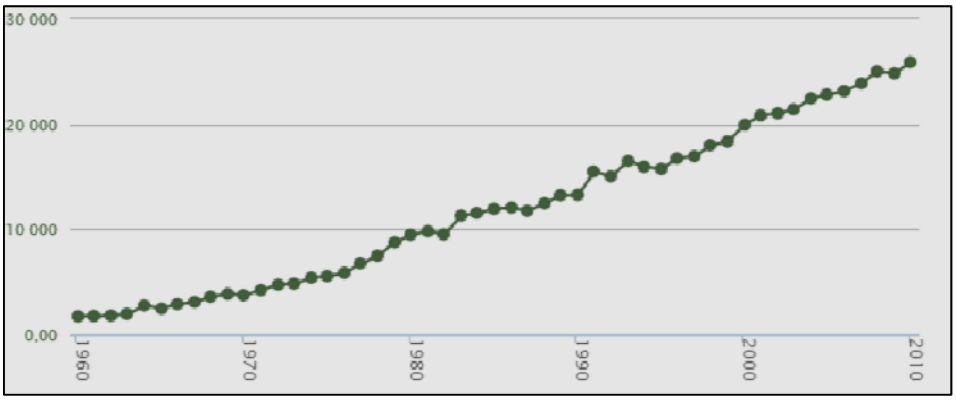


Carte 43 : Rose des vents des stations météorologiques des agglomérations desservies

On voit que les vents dominants sont les vents d'W à Tunis, de N et NE à Kairouan et de N et de S à Sidi Bouzid tout au long de l'année. Les périodes de vent de vitesse inférieure à 5 m/s dominent largement dans toutes les directions, et les périodes de calme en allant du Nord au Sud.

5.1.5 – LA PARTICIPATION DE LA TUNISIE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE GLOBAL

La Tunisie participe au changement climatique global par ses émissions de CO_2, qui ont cru régulièrement depuis plus de cinquante années, en passant annuellement de 1,727 millions de tonnes en 1960 à 25,878 millions de tonnes en 2010, comme le montre la **Figure 58** suivante.



Source : Perspectives du Monde, Université de Sherbrooke, Banque Mondiale

Figure 57 : Evolution des émissions annuelles de CO_2 de la Tunisie entre 1960 et 2010

Si on poursuit cette courbe, on peut estimer que la Tunisie émettra environ 30 millions de tonnes métriques de CO_2 à l'horizon 2018, date de réalisation des chantiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

5.1.6 – LA QUALITE INITIALE DE L'AIR ET LES SOURCES DE SA POLLUTION

La qualité de l'air que l'on respire est un des²principaux composants de la qualité de la vie, et a un impact direct sur le santé de l'homme. Cette qualité de l'air se caractérise par les concentrations de polluants qu'il contient, qui s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube (µg/m³). Malheureusement, le Réseau National de surveillance de la Qualité de l'Air (RNSQA) ne dispose pas d'un réseau très développé de stations de surveillance, comme le montre la **Carte 44** suivante disponible sur le site web de l'ANPE.



Source : ANPE

Carte 44 : Répartition des stations du Réseau National de surveillance de la Qualité de l'Air

On voit qu'une station fixe de mesures de la qualité de l'air a été implantée à Kairouan. D'autres stations fixes de mesures de la qualité de l'air devraient être implantées pour faciliter le suivi des effets positifs de la mise en exploitation tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur la pollution urbaine des principales villes desservies.

5.1.6.1 – La qualité de l'air dans la zone d'influence directe du projet

Il est en tout cas impossible de connaître la situation avant Projet de alentours du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa qui va être aménagé par le Projet et des axes routiers pré-existants dont le trafic va diminuer.

Toutefois, en ce qui concerne toutes les nouvelles sections autoroutières, leur localisation dans des zones rurales actuellement épargnées par la pollution liée aux activités industrielles et au trafic automobile permet de considérer que la qualité de référence de l'air ambiant y est excellente.

Par contre, le couloir autoroutier de l'A1 et les couloirs routiers de la RN2, RN3 et RN3E subissent déjà la pollution liée aux trafics automobiles qui les empruntent:

- pour les sections autoroutières de l'A1, leur localisation dans des zones rurales actuellement épargnées par la pollution liée aux activités industrielles conduit à n'y retenir que la pollution du trafic automobile qui les emprunte, ce qui permet de considérer que la situation de réference de l'air ambiant y est une qualité assez satisfaisante ;
- pour les trois axes routiers qui sont par eux-mêmes déjà des sources de pollution, et qui de plus traversent des zones urbanisées dont la qualité de l'air est déjà dégradée par les sources de pollution liées à l'habitat urbain, aux activités artisanales et manufacturières et enfin au trafic automobile *intra-muros* et passent à proximité de plusieurs carrières et des zones industrielles des principales localités desservies par le projet, la situation de référence de qualité de l'air le long de ces trois axes est :
  - ✓ assez satisfaisante dans les zones rurales traversées, et
  - ✓ moyenne à assez mauvaise dans les principales zones urbanisées traversées.

5.1.6.2 – Les sources fixes de pollution atmosphérique

En ce qui concerne les rejets industriels, la combustion demeure le principal processus de génération des polluants les plus importants, car elle est utilisée pour la production d'énergie électrique et dans les chaudières des diverses industries. Les principaux rejets sont :

- les oxydes : de soufre (SO_2), de carbone (CO et CO_2) et d'azote (NO_x) ;
- les hydrocarbures volatils (COV) et semi-volatils (COSV) : le méthane, les acétones et les aldéhydes, les hydrocarbures halogénés et les hydrocarbures aromatiques (Benzène, Toluène) et poly-aromatiques (HAP), les dioxines, etc ...

Les carrières constituent quant à elles, avec les briqueteries, la sidérurgie, ainsi que les différentes activités liées à l'extraction et l'exploitation minières, la principale source d'émanation des particules de suie solides en suspension, qui comportent souvent des métaux lourds.

5.1.6.2.1 - Les zones industrielles de la zone desservie par le Projet

5.1.6.2.1.1 - Les zones industrielles du gouvernorat de Zaghouan

Les zones industrielles du gouvernorat de Zaghouan sont au nombre de neuf, à savoir:

- l'ancienne zone industrielle de Zaghouan, qui couvre 43 ha, et la nouvelle zone industrielle de Zaghouan, qui couvre 12 ha ;
- la zone industrielle de Bir M'cherga gare, qui couvre 100 ha, et la Zone industrielle de Bir M'cherga village, qui couvre 6 ha ;
- l'ancienne zone industrielle de Jbel Ouest, qui couvre 68 ha, et la nouvelle zone industrielle de Jbel Ouest, qui couvre 60 ha ;
- la zone industrielle de Hammam Zriba, qui couvre 35 ha, pour laquelle une extension est programmée, qui couvrira 20 ha ;
- la zone industrielle d'El Fahs, qui couvre 22 ha ;
- la zone industrielle d'Ennadhour, qui couvre 19 ha ;

5.1.6.2.1.1.1 - Les zones industrielles de Zaghouan

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans l'agglomération de Zaghouan sont situées dans la zone industrielle, avec son usine de production de PEHD, PVC, PP, ABS, PC à partir de matières plastiques recyclées, son usine de piles électriques, son usine de fabrication de carrelages et dérivés de ciment, son usine de fabrication de peintures et revêtements pour la décoration intérieure, son entreprise de confection de chaine et trame pantalon jean et slack, son usine de Confection de maille et de vêtements de travail, sa papeterie industrielle pour l'impression de livres scolaires, et la fabrication de cahiers scolaires, carnets, blocs-notes, chemises cartonnées, …, son usine de câblages électriques produisant des faisceaux, harnais, liaisons coax, torons, cordons, câblage, son usine de chaussures. L'image satellite de la **Figure 58** suivante permet de visualiser ces différentes sources fixes de pollution situées au nord de l'agglomération de Zaghouan.

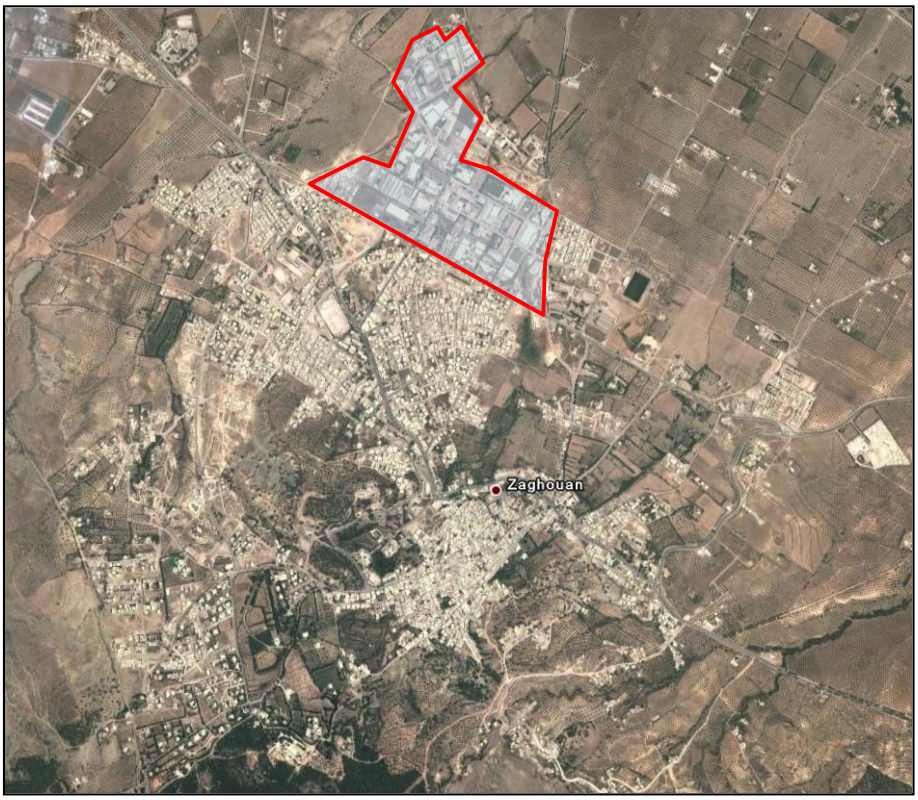


Figure 58 : Localisation de la zone industrielle et de la ville de Zaghouan

5.1.6.2.1.1.2 - Les zones industrielles de Bir M'Cherga

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville de Bir M'Cherga sont situées dans les deux zones industrielles. L'image satellite de la **Figure 60** suivante permet de visualiser les principales sources fixes de pollution situées à l'est de cette ville.



Figure 59 : Localisation des zones industrielles et de la ville de Bir M'Cherga

On voit que c'est surtout l'agglomération de Bir M'Cherga gare qui subit la diminution de la qualité de l'air du fait de la grande zne industrielle située au sud.

5.1.6.2.1.1.3 - La zone industrielle d'El Fahs

Les principales sources fixes de pollution qui en diminuent la qualité de l'air dans la ville d'El Fahs sont situées dans la zone industrielle. L'image satellite de la **Figure 60** suivante permet de visualiser ces principales sources fixes de pollution situées au nord de cette ville.



Figure 60 : Localisation de la zone industrielle et de la ville d'El Fahs

5.1.6.2.1.1.4- La zone industrielle de Hammam Zriba

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville de Hammam Zriba sont situées dans la zone industrielle. L'image satellite de la **Figure 61** suivante permet de visualiser ces différentes sources fixes de pollution situées au nord-ouest de la ville.

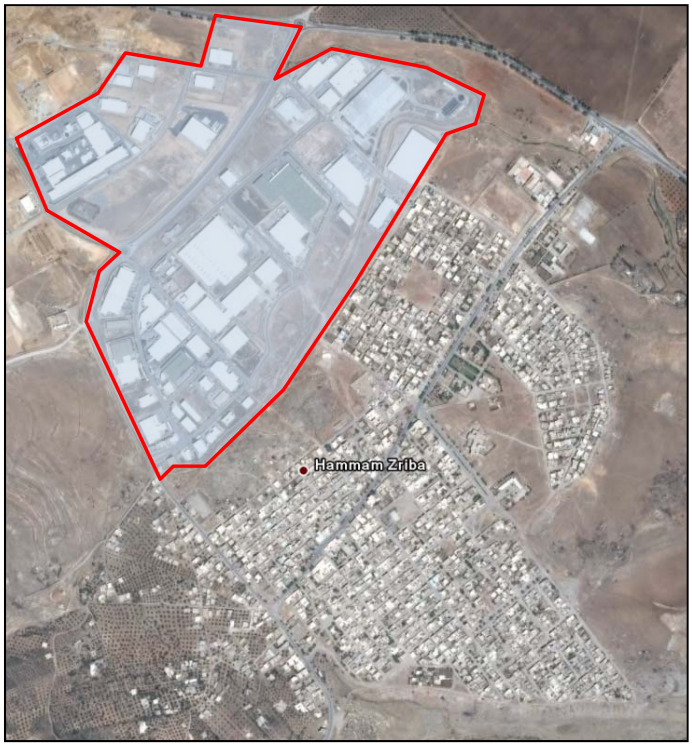


Figure 61 : Localisation de la zone industrielle et de la ville d'Hammam Zriba

5.1.6.2.1.1.5- Les zones industrielles de Jbel Oust

5.1.6.2.1.1.5.1 – La position des zones industrielles de Jbel Oust

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville de Jbel Oust sont situées dans les deux zones industrielles, avec en particulier la cimenterie de Jbel Oust. L'image satellite de la **Figure 62** suivante permet de visualiser les principales sources fixes de pollution situées à l'ouest et à l'est de la ville.



Figure 62 : Localisation des zones industrielles et de la ville de Jbel Oust

5.1.6.2.1.1.5.2 – La cimenterie de Jbel Oust

En 1978, l'Etat Tunisien lance le projet de la Société « les Ciments de Jbel Oust » CJO. La construction de l'usine, qui a été commandée clé en main auprès du constructeur Polysuis, est l'aboutissement d'une série d'études menées depuis de très nombreuses années, dont une étude géologique qui avait démontré l'existence au niveau de ce site situé à 50 Km au sud de Tunis de gisements calcaire et calcaro-marneux aptes à la fabrication du ciment. Cette présence avait d'ailleurs amené la Société "les Ciments d'Oum Kélil" COK à construire un centre de broyage avec un atelier d'expédition sur le site de la future usine de la Société CJO.

En 1985, l'activité démarre avec une capacité nominale de 1 million de tonnes de clinker par an, soit 3.300 tonnes par jour. Dans le cadre de la politique mise en place en 1998 par le gouvernement tunisien visant à dégager l'Etat et les entreprises publiques des secteurs économiques concurrentiels et non stratégiques, L'Etat Tunisien a procédé à la privatisation de la société CJO, conformément à la décision de la Commission Supérieure des investissements du 1er octobre 1998. Cette privatisation a abouti au rachat du bloc de contrôle de 100% de la Société des Ciments de Jbel Oust par le groupe portugais CIMPOR « Cimentos de Portugal » SGPS, qui :

- a oragnisé les conditions de l'obtention en 2000 de la certification de la Société suivant les exigences de la norme ISO 9002 version 1994 ;
- a porté la capacité de ligne de cuisson à 1,2 Millions de tonnes de clinker, soit 4.000 tonnes par jour ;
- a assuré les conditions de l'obtention en 2003 de la certification de la Société suivant les exigences de la norme ISO 9001 version 2000
- a remplacé en 2005 la combustion au fuel par la combustion au coke de pétrole, en vue de rationaliser les coûts de production ;
- a assuré en décembre 2006 la mise en marche du système ERP SAP.

Sur le plan environnemental et après la Signature tripartite en 2007 d'une charte portant sur le développement durable sous le titre « Pour un bien-être humain aujourd'hui et demain » entre le

Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des PME, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et la Chambre Nationale des Producteurs de Ciments et compte tenu des nuisances de l'industrie du ciment sur l'environnement, , la Société CJO a dû réaliser comme toutes les cimenteries tunisiennes en partenariat avec les institutions et organismes spécialisés les études nécessaires à la mise en œuvre des moyens permettant la maîtrise de la pollution à travers la mise à niveau des installations de dépoussiérage et l'acquisition de nouveaux équipements adaptés à la réduction de la pollution. Elle a alors obtenu la certification des systèmes:

- de management environnemental selon la norme ISO 14001, et
- de Santé et Sécurité au travail selon le référentiel OHSAS 18001.

En 2012, la Société CJO a été rachetée par le Groupe Brésilien VOTORANTIM.

5.1.6.2.1.1.6 - La zone industrielle d'Ennadhour

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville d'Ennadhour sont situées dans la zone industrielle. L'image satellite de la **Figure 63** suivante permet de visualiser les principales sources fixes de pollution situées à l'ouest de la ville.



Figure 63 : Localisation de la zone industrielle et de la ville d'Ennadhour

On voit que cette zone industrielle est assez éloignée de la ville d'Ennadhour pour n'y dégrader que très peu la qualité de l'air.

5.1.6.2.1.2 - Les zones industrielles du gouvernorat de Kairouan

Les zones industrielles du gouvernorat de Kairouan sont au nombre de cinq, à savoir:

- Ancienne zone industrielle de Kairouan-Nord aménagée par l'AFI, qui couvre 10,0 ha ;
- Extension de la zone industrielle de Kairouan Nord aménagée par l'AFI, qui couvre 26,4 ha ;
- Nouvelle zone industrielle de Kairouan-Nord relevant du Conseil Régional, qui couvre 67,5 ha ;
- Ancienne zone industrielle d'El Baten relevant du Conseil Régional, qui couvre 16,5 ha ;
- Nouvelle zone industrielle d'El Baten relevant du Conseil Régional, qui couvre 12,4 ha ;

- Zone industrielle de Hajeb El Ayoun aménagée par l'AFI, qui couvre 10,0 ha ;
- Zone industrielle de Sbikha aménagée par l'AFI, qui couvre 10,0 ha ;
- Zone industrielle de El Alam Sbikha aménagée par l'AFI, qui couvre 6,0 ha.

5.1.6.2.1.2.1 - Les zones industrielles de Kairouan-nord sur la route de Tunis

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville d'Ennadhour sont situées dans les zones industrielles situées le long de la route de Tunis. L'image satellite de la **Figure 64** suivante permet de visualiser ces différentes sources fixes de pollution situées au nord de cette agglomération de Kairouan.

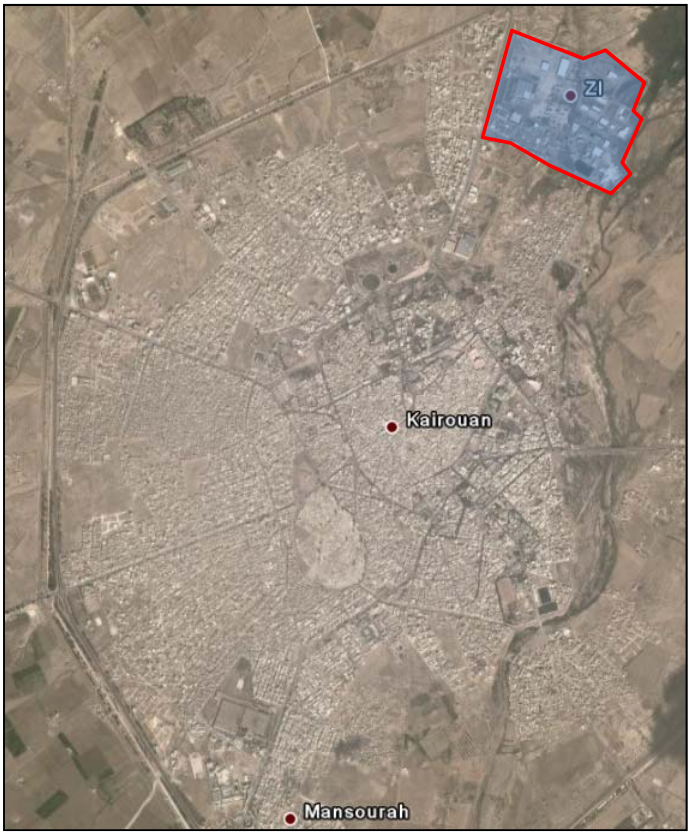


Figure 64 : Localisation des zones industrielles de Kairouan-nord et de la ville de Kairouan

5.1.6.2.1.2.2 - La zone industrielle d'El Baten

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville d'El Baten sont situées dans les zones industrielles situées le long de la route de Kairouan. L'image satellite de la **Figure 65** suivante permet de visualiser ces différentes sources fixes de pollution situées à l'ouest de la ville.



Figure 65 : Localisation des zones industrielles et de la ville d'El Baten

On voit que ces petites zones industrielles sont assez éloignées de la ville d'El Baten pour n'y dégrader que très peu la qualité de l'air.

5.1.6.2.1.2.3 - La zone industrielle de Hajeb El Ayoun

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville Hajeb El Ayoun sont situées dans la zone industrielle situées le long de l'ancienne route de Nasrallah. L'image satellite de la **Figure 66** suivante permet de visualiser les principales sources fixes de pollution situées à l'est de la ville.



Figure 66 : Localisation de la zone industrielle et de la ville de Hajeb El Ayoun

5.1.6.2.1.2.4 - Les zones industrielles de Sbikha

5.1.6.2.1.2.4.1 – La position des zones industrielles de Sbikha

Les principales sources fixes de pollution qui diminuent la qualité de l'air dans la ville de Sbikha sont situées dans les deux zones industrielles situées le long de la route de Fatnassa, qui sont situées à 14

km au nord de Kairouan. L'image satellite de la **Figure 67** suivante permet de visualiser les principales sources fixes de pollution situées au sud-est de la ville.

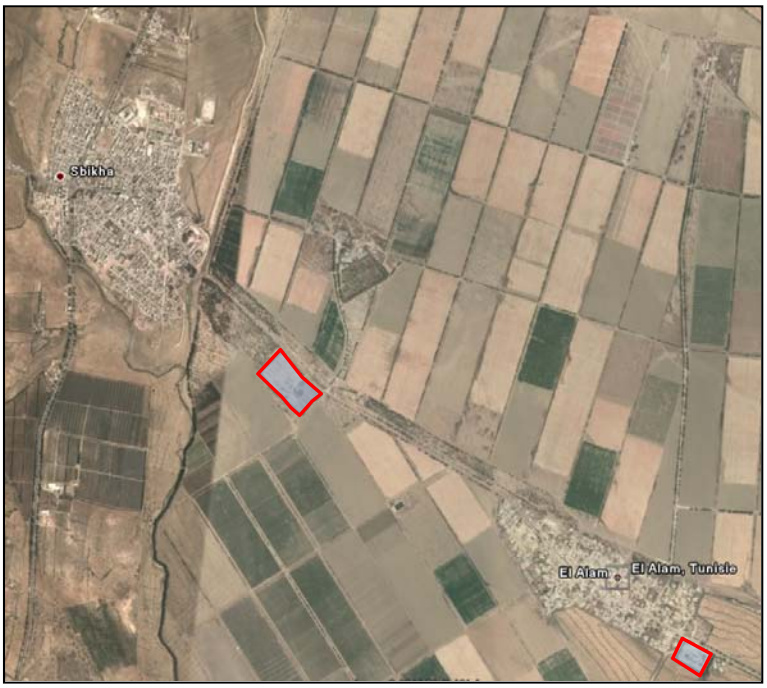


Figure 67 : Localisation des zones industrielles et de la ville de Sbikha

On voit que ces petites zones industrielles sont assez éloignées de la ville de Sbikha pour n'y dégrader que très peu la qualité de l'air. C'est plutôt le village d'El Alam qui subit les nuisances de sa zone industrielle de Sbikha El Alam.

5.1.6.2.1.2.4.2 - La confection du béton à hautes performances

Il est à signaler que, dans cette zone infustrielle de Sbikha, l'usine de la SICEP TUNISIE s'étend sur une aire de 60.000 m². Outre l'administration et des locaux de service pour les ouvriers, cette usine comprend trois ateliers de production de 6.400 m², une aire de stockage de produits finis de 5.900 m², des locaux techniques de 800 m².

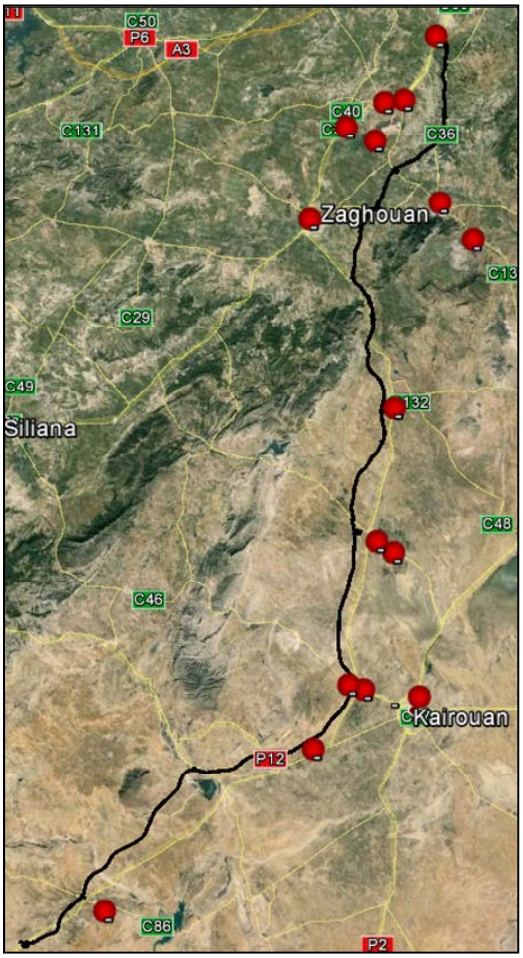
Les ateliers de production et l'aire de stockage sont desservis par 6 ponts roulants de 25 et 20 tonnes nécessaires aux déplacements des matières premières et des produits finis. Les ateliers sont équipés avec divers moules métalliques et machines pour la coupe et le façonnage de l'acier.

La confection du béton à hautes performances (Rck > 450 kPa) est assurée par une nouvelle centrale ORU totalement contrôlée par ordinateur. La maturation accélérée du béton permet de réaliser la production des éléments préfabriqués en cycles journaliers, avec une capacité de production évaluée à 70.000 m² de bâtiments par année. Ce processus industriel de production avec label de qualité, qui s'appuie sur des matières premières de haute qualité, constante et contrôlée, permet d'obtenir des bétons armés de très grande résistance, avec une une durée de vie sans égale et sans besoin d'entretien.

Les 7.200 m² du bâtiment principal de l'usine, qui abrite les trois ateliers de production et les locaux techniques, a d'ailleurs été réalisé avec les premiers éléments préfabriqués en béton armé précontraint produits sur site.

5.1.6.2.1.3 – Le récapitulatif des zones industrielles en activité dans la zone d'influence du Projet

La **Carte 45** suivante présente la localisation des principales sources fixes de pollution qui influent sur la qualité de l'air de la zone d'influence du Projet.



Carte 45 : Localisation des principales sources fixes de pollution atmosphérique dans la zone d'influence du Projet

5.1.6.2.2 - Les carrières en activité

Les autres sources fixes de pollution de l'air dans la zone d'influence du Projet sont constituées par les carrières en activité, qui enrichissent principalement l'air en poussières, et que le Projet va solliciter pour la fourniture des graves et autres produits de carrière.

La **Figure 68** suivante permet de localiser l'ensemble des carrières dont l'exploitation affecte la qualité de l'air de la zone d'influence du Projet.

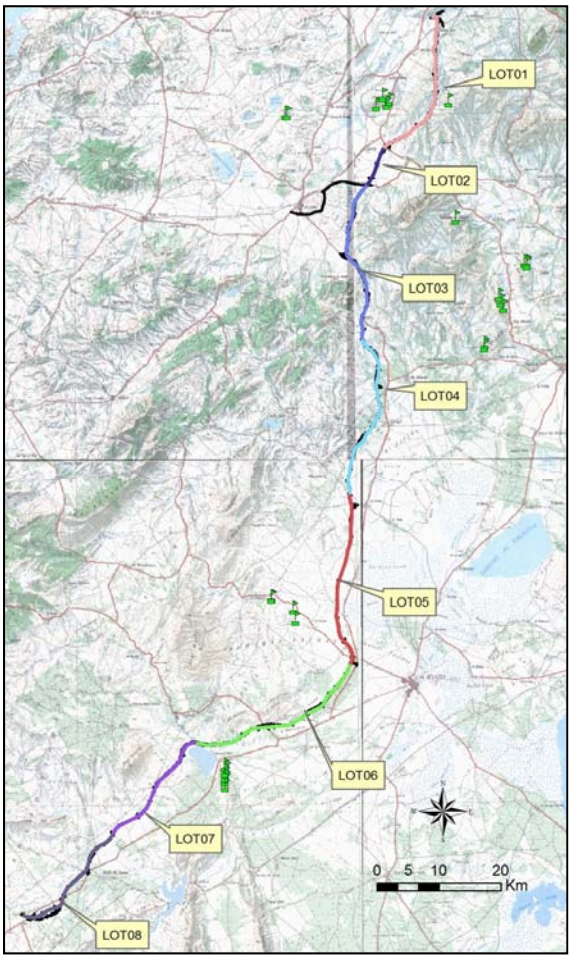


Figure 68 : Localisation des carrières situées dans la zone d'influence du Projet

5.1.6.3 - La pollution atmosphérique générée par les sources mobiles

Les rejets de polluants dus à la circulation automobile ont vu leur contribution aux bilans globaux des émissions atmosphériques s'accroître, à l'instar de la recrudescence du trafic dans les centres urbains. A titre d'exemple, les données recueillies depuis plusieurs années par le RNSQA montre que la circulation automobile est susceptible d'engendrer plus des ⅔ des émissions atmosphériques de NO_x, et plus de la moitié des émissions atmosphériques de CO. Or on a vu qu'il existe deux itinéraires pour relier Tunis à Jelma :

- la RN3 en passant par El Fahs, Sbikha, la rocade de Kairouan, Ech-Chikha et Jelma ;
- l'autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis la RN2 jusquà la rocade de Kairouan, puis la RN3 jusqu'à Jelma.

Or, et malgré la réalisation d'une rocade de contournement du chef-lieu de gouvernorat desservi directement, à savoir la ville de Kairouan, ces deux itinéraires traversent toujours sur un total de 22,76 km entre Tunis et Jelma plusieurs zones urbanisées où la vitesse du trafic automobile est limitée à 50 km /h et où la PN3 croise de nombreuses rues transversales, ce qui induit une augmentation des émissions unitaires du trafic.

5.1.6.3.1 - La pollution atmosphérique générée par le trafic actuel sur la RN3 jusquà Kairouan

Pour atteindre Kairouan depuis Tunis, la RN3 traverse cinq zones urbanisées sur 11.470 m de tracé en milieu urbanisé, dont trois sont situées dans le gouvernorat de Zaghouan. Il s'agit :

- des faubourgs nord d'une ville industrielle située dans la basse vallée de l'oued Meliane, à savoir Jbel Oust où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a été estimé à 16.740 véhicules /jour ;
- d'une ville industrielle située dans la basse vallée de l'oued Meliane, à savoir Bir M'Cherga où les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet ont été estimés à 16.740 véhicules /jour à l'entrée de la ville depuis Tunis et à 24.920 véhicules /jour à la sortie de la ville vers Kairouan ;
- d'une ville industrielle située dans la moyenne vallée de l'oued Meliane, à savoir El Fahs où les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet ont été estimés à 24.920 véhicules /jour à l'entrée de la ville depuis Tunis et à 15.760 véhicules /jour à la sortie de la ville vers Kairouan.

Les images satellite de la **Figure 69** suivante permettent de visualiser les 8.570 m de tronçons de la RN3 qui traversent ces trois zones urbanisées dans le gouvernorat de Zaghouan.



Figure 69 : Trois zones urbaines traversées par la RN3 dans le gouvernorat de Zaghouan

Les deux autres zones urbanisées traversées par la RN3 entre Tunis et El Baten sont quant à elles situées dans le gouvernorat de Kairouan. Il s'agit :

- d'une ville située à l'entrée de la plaine de Kairouan, à savoir Sbikha où les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet ont été estimés à 19.640 véhicules /jour à l'entrée de la ville depuis Tunis et à 15.620 véhicules /jour à la sortie de la ville vers Kairouan ;
- d'une ville située au coeur de la plaine de Kairouan, à savoir El Baten où les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet ont été estimés à 15.620 véhicules /jour à l'entrée de la ville depuis Tunis et à 7.620 véhicules /jour à la sortie de la ville vers Chbika.

Les images satellite de la **Figure 69** suivante permettent de visualiser les 2.900 m de tronçons de la RN3 qui traversent ces deux zones urbanisées dans le gouvernorat de Kairouan.

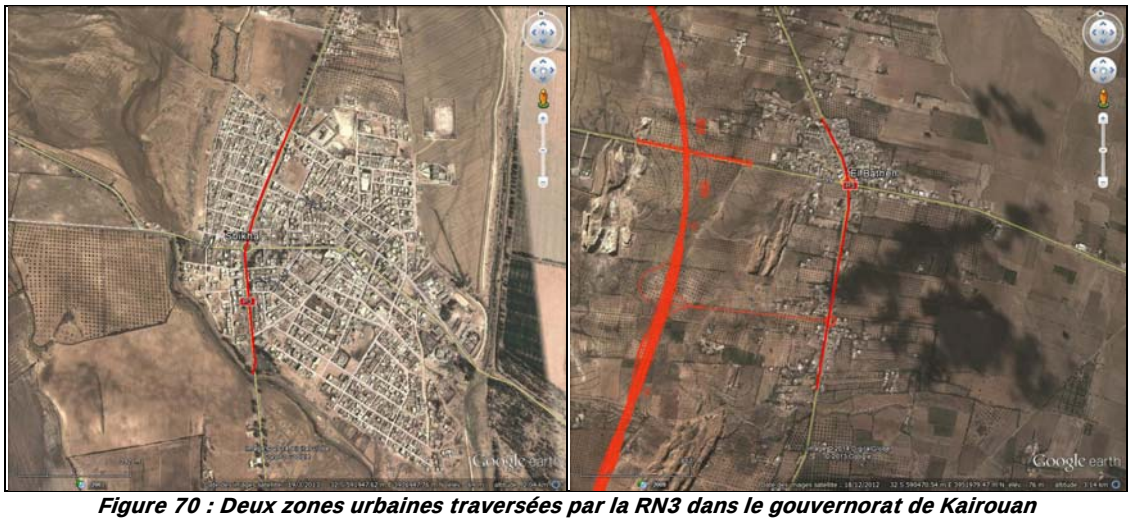


Figure 70 : Deux zones urbaines traversées par la RN3 dans le gouvernorat de Kairouan

Le **Tableau 136** suivant présente les longueurs de ces cinq tronçons urbains traversés par la RN3 entre Tunis et El Baten, et les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet des six sous-sections de la RN3 situées en zone urbanisée entre Tunis et Kairouan qui vont être "soulagées" d'une grande partie de leur trafic inter-régional par le projet autoroutier.

Tableau 136 : Longueurs des tronçons urbains des sections de la RN3 jusqu'à Kairouan avec les TJMAs calculés

Gouvernorat	Zone urbanisée	Longueur en ville (m)	Section concernée		TJMA 2018		TJMA 2037	
			N°	Origine - Fin	VL	PL	VL	PL
Zaghouan	Jbel oust	2 820	4	RR133 - RR37	5.456	1.874	12.158	4.589
	Bir M'Cherga	900	4	RR133 - RR37	5.456	1.874	12.158	4.589
		290	5	RR37 – RN4	8.497	2.368	19.061	5.855
	El Fahs	3 040	5	RR37 – RN4	8.497	2.368	19.061	5.855
		1 520	6	RN4 - 804	4.799	1.332	12.400	3.356
Kairouan	Sbikha	650	8B	inj Z6 - RR171	6.257	1.564	15.708	3.927
		530	9	RR171 - RR99	4.621	1.293	12.356	3.265
	El Baten	420	9	RR171 - RR99	4.621	1.293	12.356	3.265
		1 300	10	RR99 – RN3/RN12	2.327	601	5.892	1.529

On voit que la plupart de ces TJMA de la situation sans Projet seront forts importants en 2037, au moins jusqu'à l'entrée d'El Baten, ce qui a d'ailleurs conduit le ministère en charge de l'Equipement à lancer les travaux de doublement de la RN3 jusqu'au Fahs, et de prévoir l'étude de doublement de cet axe entre El Fahs et El Baten.

5.1.6.3.2 - La pollution atmosphérique générée par le trafic actuel sur la RN2 jusquà Kairouan

Pour atteindre Kairouan depuis Enfidha, la RN2 traverse six localités sur 11.370 m de tracé en milieu urbanisé, dont cinq sont situées dans le gouvernorat de Sousse :

- deux villages situés dans la plaine d'Enfidha, à savoir Menzel Dar Belaouer et Ouled Ameur où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a été estimé à 16.150 véhicules /jour ;
- une ville située sur la périphérie nord de la Sebkha El Kelbia, à savoir Kondar, où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a aussi été estimé à 16.150 véhicules /jour ;
- deux villages situés à l'entrée de la plaine de Kairouan, à savoir Bir Jedid et Metbassta, où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a été estimé à 20.480 véhicules /jour.

La RN2 atteint ensuite la rocade de contournement de Kairouan qui, pour rejoindre la RN3, longe les faubourgs nord et ouest de cette agglomération qui ont tendance à s'étendre à proximité immédiate de cette rocade où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a aussi été estimé à 20.480 véhicules /jour ;

Les images satellite de la **Figure 69** suivante permettent de visualiser les 8.650 m des tronçons de la RN2 et de la rocade de contournement de Kairouan qui traversent les six principales zones urbanisées des gouvernorats de Sousse et de Kairouan.

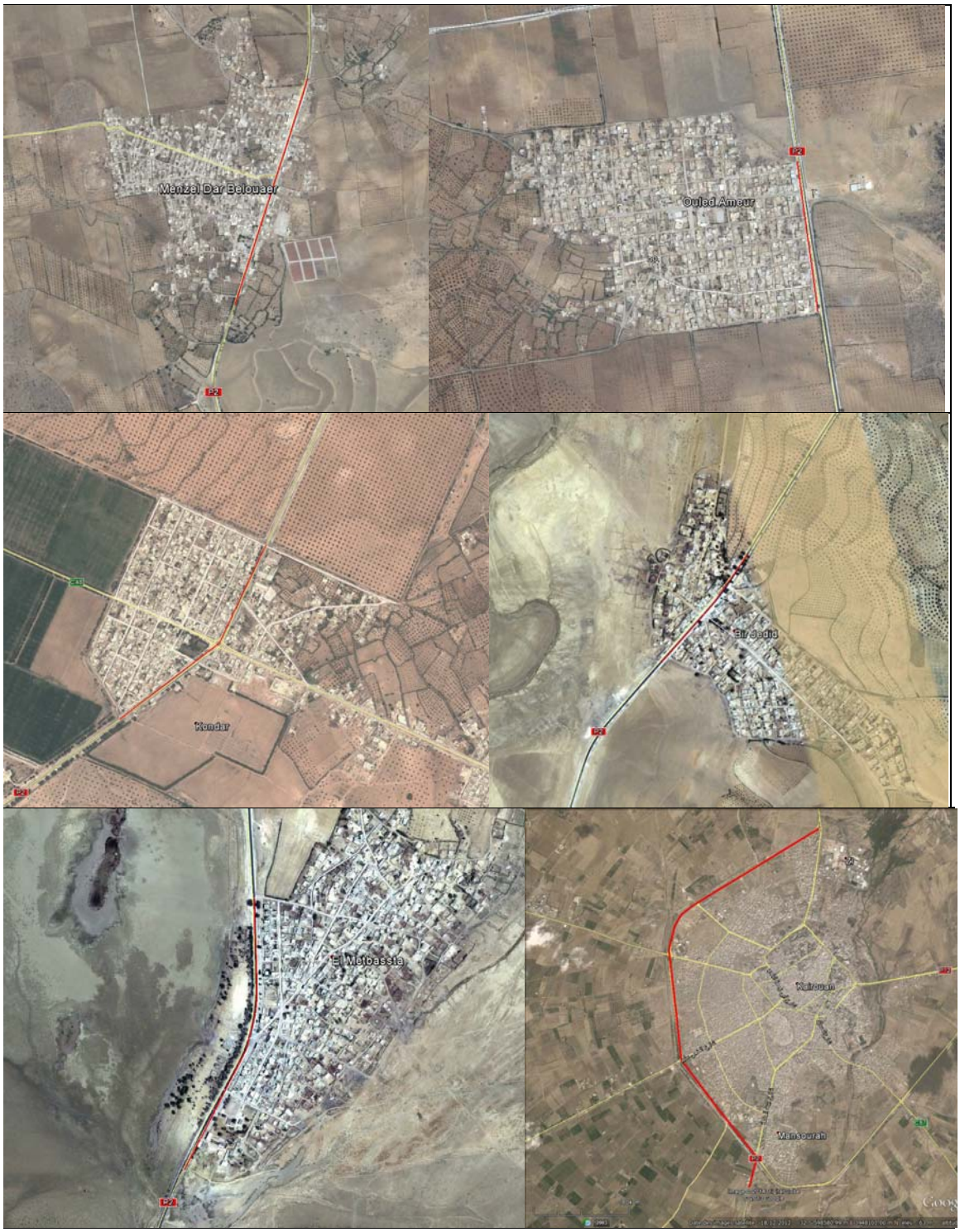


Figure 71 : Six zones urbaines traversées par la RN2 entre Enfidha et Kairouan

Le **Tableau 137** suivant présente les longueurs de ces six tronçons urbains, et les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet des cinq sous-sections de la RN2 et de la rocade de contournement de Kairouan situées en zone urbanisée entre Enfidha et Kairouan qui vont être "soulagées" d'une grande partie de leur trafic inter-régional par le projet autoroutier.

Tableau 137 : Longueurs des tronçons urbains des cinq sections de la RN2 et de la rocade de Kairouan avec les TJMAs calculés

Gouvernorat	Zone urbanisée	Longueur en ville (m)	Section concernée		TJMA 2018		TJMA 2037	
			N°	Origine - Fin	VL	PL	VL	PL
Zaghouan	Menzel Dar Belaouer	1 820	42	Enfidha - 807	6.427	1.620	12.326	3.828
	Ouled Ameur	550	43	807 - 808	6.427	1.620	12.326	3.828
	Kondar	1 520	44	808 – RR 171	6.427	1.620	12.326	3.828
Kairouan	Bir Jedid	530	45	inj Z6 - RR171	8.211	1.930	15.892	4.587
	Metbassta	650	45	inj Z6 - RR171	8.211	1.930	15.892	4.587
	Kairouan	6 300	46	RN12E - Rocade Kairouan	8.211	1.930	15.892	4.587

On voit que ces TJMA de la situation sans Projet seront forts importants en 2037, ce qui a d'ailleurs conduit le ministère en charge de l'Equipement à lancer l'étude de doublement de cet axe entre Enfidha et Kairouan.

5.1.6.3.3 - La pollution atmosphérique générée par le trafic actuel sur la RN3 après Kairouan

Pour atteindre Jelma depuis Kairouan, la RN3 traverse deux localités situées dans le gouvernorat de Kairouan sur 1.110 m de tracé en milieu urbanisé :

- une ville située au cœur de la plaine de Kairouan, à savoir Chbika, où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a été estimé à 30.090 véhicules /jour ;
- un village situé à la limite de la plaine de Kairouan, à savoir El Haouareb, où le trafic journalier moyen annuel en 2037 en absence de Projet a été estimé à 30.140 véhicules /jour ;

Les images satellite de la **Figure 72** suivante permettent de visualiser les tronçons de la RN3 qui traversent ces deux principales zones urbanisées du gouvernorat de Kairouan après Kairouan.



Figure 72 : Deux zones urbaines traversées par la RN3 entre El Baten et Jelma

Le **Tableau 138** suivant présente les longueurs de ces deux tronçons urbains, et les trafics journaliers moyens annuels en 2037 en absence de Projet des deux sous-sections de la RN3 situées en zone urbanisée entre Kairouan et Jelma qui vont être "soulagées" d'une grande partie de leur trafic inter-régional par le projet autoroutier.

Tableau 138 : Longueurs des tronçons urbains des deux sections de la RN3 après Kairouan avec les TJMAs calculés

Gouvernorat	Zone urbanisée	Longueur en ville (m)	Section concernée		TJMA 2018		TJMA 2037	
			N°	Origine - Fin	VL	PL	VL	PL
Kairouan	Chbikha	550	11	RN3/RN2 – RN3/RN12	10.662	3.173	22.385	7.703
	Haouareb	560	12	RN3/RN12 - 811	10.678	3.178	22.426	7.717

On voit que ces TJMA de la situation sans Projet seront forts importants en 2037, ce qui a d'ailleurs conduit le ministère en charge de l'Equipement à envisager le doublement de cet axe entre El Baten et Jelma.

5.1.7 - L'HYDROLOGIE DE LA ZONE D'ETUDE

On a vu que le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa traverse trois régions naturelles, à savoir le Tell du Nord-Est, la plaine de Kairouan et les Hautes Steppes. Au delà des caractères généraux de l'hydrologie de la Tunisie semi-aride, des caractères spécifiques permettent d' différencier des hydrologies différentes.

5.1.7.1 - Les caractères généraux de l'hydrologie des zones traversées

Les différents apports enregistrés annuellement par les principaux oueds en Tunisie dégagent une irrégularité remarquable d'une année à l'autre par rapport à la moyenne des apports, car la Tunisie se situe dans une zone de confluence entre les courants froids provenant de l'Europe et de l'océan Atlantique au Nord, et les courants chauds provenant du Sahara au Sud. Ce positionnement a pour effet l'existence d'une alternance entre des années de déficit en pluviométrique marqué par les périodes de sécheresse, qui sont suivies par des années d'abondance, souvent marquées par des crues catastrophiques.

En plus de cette irrégularité constatée dans les apports annuels, les oueds tunisiens se caractérisent par de fortes crues très intenses à écoulement torrentiel. Les pluies brutales et intenses qui s'abattent parfois sur certaines régions causent souvent des d'inondations catastrophiques qui causent des dégâts considérables. Les plus importantes au cours des 50 dernières années sont survenues en :

- Septembre-Octobre 1969, sur l'ensemble du pays ;
- Mars-Avril 1973, surtout dans le Nord du pays ;
- Mai 2000, à Jendouba et à Jelma ;
- Janvier-Février 2003, dans tout le Nord du pays ;
- Septembre 2007, dans tout le Nord du pays ;
- Mars 2009, à Jendouba et à Jelma.

5.1.7.2 - Les spécificités des trois régions naturelles traversées

On peut les distinguer par les spécificités de leur relief, de la nature de leurs sols et de leur couverture végétale, tous facteurs qui concourrent à leur conférer des hydrologies très spécifiques.

5.1.7.2.1 - Les spécificités de la région du Tell du Nord-Est

Cette région fait partie d'un grand ensemble qui s'appelle le Tell Nord-Est ou le Tell Inférieur ; elle est

constituée d'une série de plaines qui s'ouvrent sur la mer (d'altitude moyenne inférieure à 200 m) et parsemée de quelques collines dépassant rarement 600 m (jbel Zaghouan) dans la zone traversée par la future desserte autoroutière directe, mais pouvant atteindre 1.295 m à l'amont des bassins versants (jbels Bargou et Fkirine). A proximité de la mer, existent des lagunes et des sebkhas.

Les grandes étendues constituées de sols marno-calcaires ont favorisé l'érosion. Le phénomène de ravinement est notable lorsque le sol est argileux. Les matières en suspension au moment de crues proviennent des sols marno-calcaires. Elles se déposent dans des cuvettes d'accumulation des grandes plaines qui sont remplies de sédiments très récents (cas de Bouara et du Fahs). Les calcaires détritiques qui caractérisent les régions du Fahs et Sminja sont favorables à l'érosion, d'où des dépôts de sable dans l'Oued Hamid à la suite de chaque crue.

En aval du barrage Bir M'Cherga, se dépose l'argile de la région de Sminja. Les sols sont squelettiques sur les pentes du fait de la dégradation des sols calcaires. Le Méliane qui se jette au Sud du Golfe de Tunis se trouve dans un bassin constitué par effondrement.

5.1.7.2.2 - Les spécificités de la région de la plaine de Kairouan

Il s'agit d'une région de plaines et de jbels où les oueds coulent en bonne partie dans la basse Steppe. Elle est délimitée à l'Est par un ensemble de Sebkhas, à l'Ouest et au Sud par des lignes de jbels. Ceux-ci sont des anticlinaux faillés, séparés par de grandes plaines synclinales, dont la plus importante est celle de Kairouan.

C'est à la fois une fosse d'effondrement et une cuvette d'accumulation de sédiments continentaux et le centre de plusieurs cônes de déjections et particulièrement d'un réseau hydrographique relativement important.

La succession de jbels est parfois interrompue pour permettre le passage des oueds Zéroud, Merguellil et Nebhana. L'altitude des jbels est en général modeste, elle varie entre 400 et 700 m, tandis que les plaines alluviales ont une altitude comprise entre 200 et 400 m et s'apparentent à la plaine orientale par leur topographie plate et l'existence de Garâats ou Sebkhas, comme El Bahira, dans le synclinal de Sidi Sâad et dont les plus étendues sont les sebkhas Cherita et Sidi El Hani.

5.1.7.2.3 - Les spécificités de la région des Hautes Steppes

Les montagnes de cette région comprise entre les chaînes de montagnes de Gafsa et la Dorsale, sont moins élevées que celles du Tell et les glacis entourent de vastes plaines remplies de dépôts continentaux (sables et limons), drainées par des oueds larges, souvent à sec.

C'est la formation sédimentaire qui constitue l'une des caractéristiques de la région. Les dépressions qui sont comblées par les alluvions et occupent de grandes surfaces.

Cette érosion qui se manifeste sous la forme d'érosion de nappe et de berges est en grande partie due aux ruissellements intenses dont le taux annuel est estimé à 760 t /km^2 /an.

Le couvert végétal des Hauts Steppes est perturbé par les défrichements et les surpâturages. La végétation varie d'un secteur à l'autre :

- sur les hauteurs du secteur Ouest domine une forêt dégradée de pin d'Alep ;
- dans le secteur Est, les glacis sont recouverts par la steppe à armoise blanche.

5.1.7.3 - Les caractères spécifiques de l'hydrologie des zones traversées

5.1.7.3.1 L'hydrologie du Tell du Nord-Est

Le relief du bassin versant de l'Oued Méliane est composé de chaînes de montagnes, de piedmonts, de terrasses fluviales et de plaines d'accumulation qui font partie de la Dorsale tunisienne. Les hauteurs les plus élevées sont situées au Sud-Est du bassin versant (Bargou, Fkirine, Zaghouan : 1.295 m).

5.1.7.3.2 L'hydrologie de la plaine de Kairouan

La sebkha Cherita a exploité un ancien exutoire acheminant ses eaux vers la sebkha Sidi El Hani où elles stagnent faute de débouché vers la mer. Sebkha El Kelbia, qui a une capacité d'environ 200.000 m^3, communique avec la mer par l'oued Essed (au moment de fortes crues) après avoir rejoint la sebkha Halk El Menzel et coupé son cordon littoral la séparant de la mer.

Le bassin versant de l'oued Merguellil du Haut Tell (Makthar) est mitoyen avec ceux de Nebhana et de Siliana. La partie amont montagneuse traverse d'Ouest en Est une suite d'anclinaux et de synclinaux avant de pénétrer par le seuil d'El Haouareb dans la plaine de Kairouan. A partir de là, l'oued s'étale dans la plaine. Le Merguellil coule à son débouché dans un lit très large avec de fortes pentes. Il se ramifie, puis disparait complètement pour former un rein au niveau de la ville de Kairouan. Au Nord de Kairouan, ce réseau se divise en deux bras puis converge vers l'Oued Atef dont le niveau de base est la sebkha El Kelbia, qui constitue le collecteur des eaux de ruissellement.

Les zones alluvionnées s'étendent sur une superficie supérieure à 20.000 ha, perceptibles surtout à la sortie de Kairouan sur la route de Sousse et au Sud de la ville, avec une largeur d'une dizaines de kilomètres. Ce sont en général d'anciennes sebkhas qui ont été recouvertes par des sédiments d'épaisseur variable. Dans la zone d'épandage du Zéroud à la sortie de Kairouan vers Sousse, l'épaisseur de l'alluvionnement varie de 50 cm à plus d'un mètre.

Les zones fortement érodées sont localisées là où sont passés de très forts courants, comme au Nord de la ville de Kairouan où l'Oued Zéroud a érodé une ancienne sebkha.

5.1.7.3.3 L'hydrologie de la région des Hautes Steppes

Le bassin versant de l'oued Zéroud appartient en grande partie à la région naturelle des Hautes Steppes:

- sa branche Nord prend son origine des versants méridionaux de la Dorsale, zone de reliefs continus moyennement élevés ;
- sa branche Sud prend sa source de région de reliefs isolés et séparés de glacis, parfois entaillés de secteurs alluviaux.

Le bassin versant du Zéroud est caractérisé par une érosion très intense qui touche plus de 90 % de la surface de ce bassin.

5.1.7.4 - L'hydrographie de la zone d'étude

Le paysage général des terrains traversés est façonné par plusieurs oueds qui forment plusieurs unités hydrologiques. Dans ce qui suit, nous présenterons les grandes unités hydrographiques traversées par les tracés projetés :

- la basse vallée de l'Oued Méliane ;
- la zone des oueds Zeroud et Merguellil, limité aux barrages de Sidi Sâad et El Houareb ;
- le Kairouanais qui comprend la plaine de Nebhana et la plaine de Kairouan où débouchent les oueds Zéroud et Merguellil.

Ces écoulements drainent les ruissellements se produisant sur les emprises, pendant les travaux et pendant l'exploitation du projet. Ces eaux de ruissellement peuvent ensuite selon le débit de la crue :

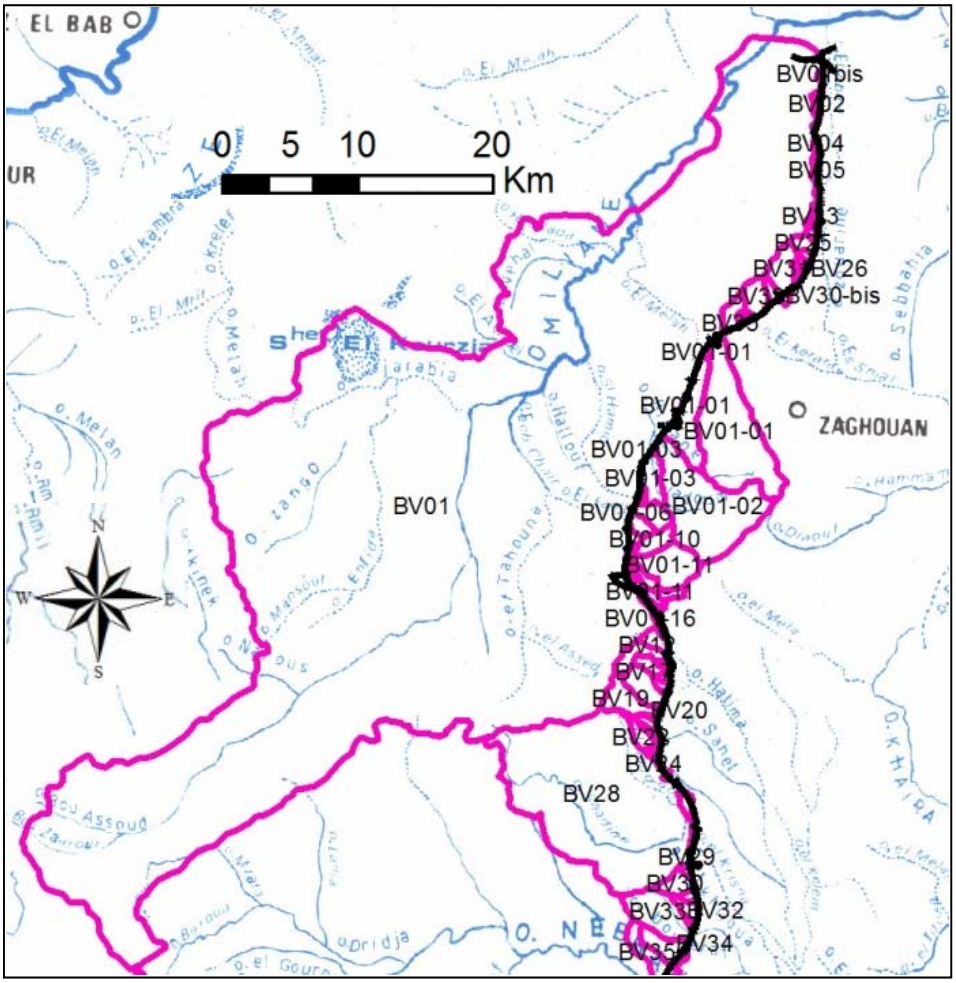
- s'infiltrer dans le lit sableux des oueds, totalement après de petites précipitaitions et très partiellement après de forts épisodes pluviométriques ;
- s'écouler pour le reste jusqu'à la retenue des barrages et des sebkhas situés à l'aval.

La qualité de ces eaux a donc une influence directe sur la qualité des eaux de ces retenues utilisées pour la recharge des nappes du Kairouannais et de la plaine de Sidi Bouzid, qui servent à l'irrigation des cultures pratiquées dans ces deux plaines, et sur la qualité de ces zones humides qui constituent les écosystèmes parmi les plus riches de la zone d'influence du projet.

5.1.7.4.1 Les bassins versants du réseau hydrographique du Tell du Nord-Est

Le réseau hydrographique intercepté par l'emprise des sections septentrionales du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des routes nationales dont une partie du trafic empruntera la nouvelle autoroute après sa mise en service descend du Tell du Nord-Est.

La **Carte 46** suivante présente l'ensemble des bassins versants de ce réseau hydrographique du Tell du Nord-Est intercepté par l'emprise des premières sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des sections des routes nationales au trafic "soulagé".



Carte 46 : Ensemble des bassins versants amont du Haut Tell interceptés par l'emprise autoroutière

On voit que la plupart des écoulements intersectés par la future plateforme autoroutière drainent des bassins relativement réduits et ne doivent pas nécessiter de gros ouvrages de franchissement. Le **Tableau 139** suivant présente les caractéristiques du lit des principaux oueds au niveau de leur intersection par la future plateforme autoroutière, où seront aménagés les futurs grands ouvrages hydrauliques du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa dans le Tell du Nord-Est.

Tableau 139 : Caractéristiques du lit des principaux oueds du Tell du Nord-Est à leur intersection par l'autoroute

N° B.V.	Nom de l'oued	Pente du lit I (%)	hauteur normale H_n (m)	PHE (m NGT)	Vitesse moyenne de l'écoulement V_n (m/s)	Débit de Projet Q (m^3/s)	Ouverture prévue de l'ouvrage L (m)
1	oued Méliane	0,10	6,10	38,10	2,04	680	120
1.4	oued Er Rihane	1,20	3,35	190,50	4,81	231	40
1.1	oued El Touhama	0,30	2,75	133,75	2,25	326	100

5.1.7.4.1.1 - La Basse vallée de l'Oued Méliane

L'oued Méliane, qui prend sa source dans le massif de Bargou, a un bassin versant de 1.996 km². Son cours d'une longueur de 160 km a une direction approximativement Sud-Ouest / Nord-Est, quasiment

parallèle à celui de l'oued Mejerda situé au Nord de Tunis. Son exutoire se situe dans le golfe de Tunis entre les bassins côtiers de Radès et d'Ez-Zahra.

Trois barrages à vocation mixte (ressource en eau et écrêtement des crues) ont été construits sur son cours principal et sur deux affluents :

- El Kebir (cours principal) : ce barrage construit en 1925, aujourd'hui presque complètement envasé, avait une capacité initiale de 26 hm^3 et contrôle un bassin versant de 271 km^2.
- Bir M'Cherga : ce barrage construit en 1971 et d'une capacité de 50 hm^3, a pour principale fonction la protection contre les crues de l'oued Méliane dont il contrôle un sous-bassin versant de 1.263 km^2 : un volume maximal de 22,9 hm^3, situé entre la cote normale du barrage et la cote maximale avant déversement, est en effet disponible pour l'écrêtement des crues ;
- El Hma : ce barrage construit en 2002 a une capacité 20 hm^3 a pour principale fonction la protection contre les crues de l'oued El Hma, affluent rive droite de l'Oued Méliane dont il contrôle un sous-bassin versant de 123 km^2 : un volume maximal de 7,65 hm^3, situé entre la cote normale du barrage et la cote maximale avant déversement, est en effet pour l'écrêtement des crues.

5.1.7.4.2 - Le système hydrologique de Sebkhat El Kelbia - oued Essed

Le système hydrologique de Sebkhat El Kelbia - oued Essed constitue le système le plus développé et le plus complexe de la zone des hautes Steppes et du Sahel de Sousse. Il peut être découpé en 5 unités hydrauliques comme suit :

- l'oued Zéroud contrôlé par le barrage Sidi Sâad ;
- l'oued Merguellil contrôlé par le barrage El Haouareb ;
- l'oued Nebhana contrôlé par le barrage Sidi Messaoud ;
- le Kairouanais qui groupe les bassins versants résiduels drainés par l'oued Ataf ainsi que le bassin propre de Sebkhat El Kelbia, où on peut distinguer :
  - ✓ le bassin versant de l'oued Zéroud à l'aval du barrage Sidi Sâad,
  - ✓ le bassin versant de l'oued Merguellil à l'aval du barrage El Haouareb,
  - ✓ le bassin versant de l'oued Nebhana à l'aval du barrage Nebhana,
  - ✓ le bassin versant de l'oued Bogal et Ben Halima, et
  - ✓ le bassin versant de Sebkhat El Kelbia limité au seuil de déversement dans l'oued Essed ;
- le bassin versant propre de l'oued Essed limité à Sebkhat Halk El Menzel.

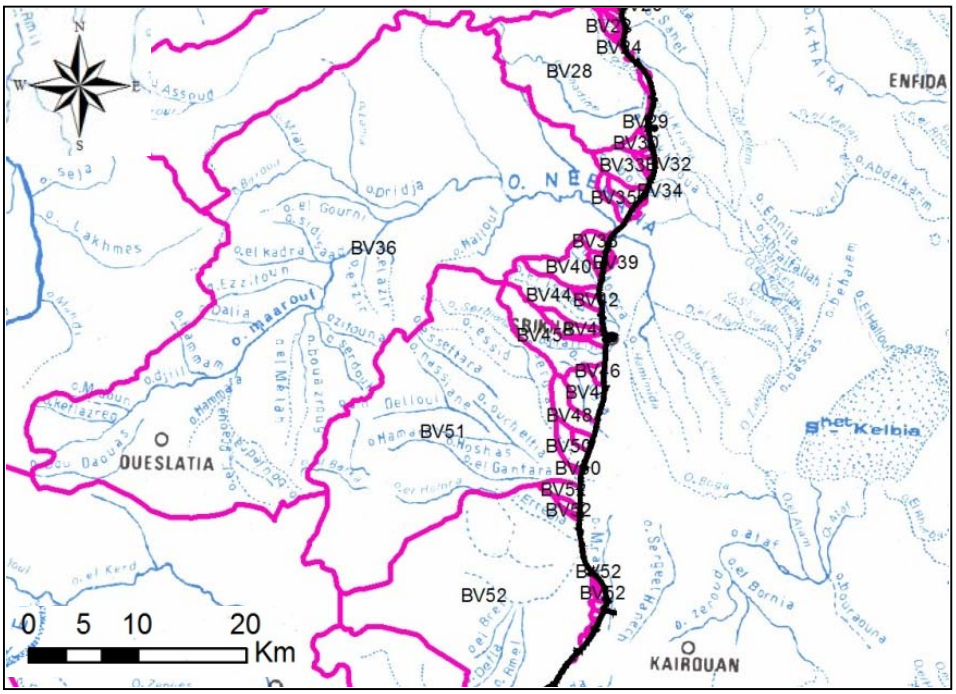
Les bassins versants des oueds Zéroud et Merguellil, à l'amont des barrages, sont présentés à part. La zone du Kairouanais comprend donc les bassins résiduels drainés par les cours avals des oueds Zéroud et Merguellil, mais reçoit aussi les déversements des barrages.

Tous les cours d'eau qui débouchent dans la plaine de Kairouan ont tendance à se perdre. En forte crue, les écoulements s'épandent et divaguent dans la plaine, ils se rassemblent à l'aval et forment l'oued Ataf qui débouche dans Sebkhat El Kelbia. La Sebkhat El Kelbia, dont le fond se trouve à la cote 16 mNGT, déverse ses eaux excédentaires dans l'oued Essed via un seuil naturel situé à la cote 19 mNGT, lequel oued Essed se jette dans la mer via Sebkhat Halk El Menzel située au Nord-Est de la localité de Sidi Bou Ali.

5.1.7.4.2.1 - Les bassins versants du réseau hydrographique de la plaine de Kairouan

Le réseau hydrographique de la plaine de Kairouan intercepté par l'emprise des sections centrales du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des routes nationales dont une partie du trafic empruntera la tronçon prioritaire Tunis-Jelma après sa mise en service provenant du Tell Central.

La **Carte 47** suivante présente l'ensemble des bassins versants de ce réseau hydrographique de la plaine de Kairouan intercepté par l'emprise du tronçon prioritaire et des sections des routes nationales au trafic "soulagé".



Carte 47 : Bassins versants amont des écoulements de la plaine de Kairouan interceptés par l'autoroute et les RN "soulagées"

La plaine de Kairouan est la zone intérieure du Sahel de Sousse où, au Sud et à l'Est, se développent de vastes plaines alluviales qui constituent le plus souvent des zones d'épandages des oueds en provenance des reliefs de bordure. Au Nord, cette plaine est bordée par les contreforts du Tell du Nord-Ouest et du Centre-Ouest. A l'Ouest, elle est bordée par les Basses Steppes.

Cette plaine englobe à l'aval de des zones de dépression endoréïques dont les plus importantes sont les sebkhet El Kelbia et Sidi El Hani. Le **Tableau 140** suivant présente les caractéristiques du lit des principaux oueds au niveau de leur intersection par la future plateforme autoroutière, où seront aménagés les futurs grands ouvrages hydrauliques du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa dans la plaine de Kairouan.

Tableau 140 : Caractéristiques du lit des principaux oueds de la plaine de Kairouan à leur intersection par l'autoroute

N° B.V.	Nom de l'oued	Pente du lit I (%)	hauteur normale H_n (m)	PHE (m NGT)	Vitesse moyenne de l'écoulement V_n (m/s)	Débit de Projet Q (m^3 /s)	Ouverture prévue de l'ouvrage L (m)
66	oued Saadine	0,40	5,60	132,10	3,93	567	60
78	OUED NEBHANA	0,40	3,75	108,75	3,23	1 560	200
95	OUED BOU ASSANE	0,04	3,00	55,00	2,83	1 193	120
122	oued Ech Chrichira	1,00	1,00	180,50	2,33	385	100

5.1.7.4.2.1.1 - Les aménagements hydrauliques existants

La réalisation des barrages Sidi Saâd sur l'oued Zéroud et El Houareb sur l'oued Merguellil, dotés d'un rôle de contrôle des apports liquides et solides de ces deux oueds, ont constitué le premier et le second volet de la protection de la ville et de la plaine de Kairouan contre les inondations. Le barrage Nebhana, beaucoup plus ancien, avait quant à lui permis l'aménagement de périmètres publics irrigués dans le Kairouannais.

5.1.7.4.2.1.1.1 - Le barrage Nebhana

Au niveau du site du barrage, la superficie du sous-bassin versant amont est de 855 km². La retenue de ce barrage mis en service en 1965 est actuellement très envasée. Il est équipé d'un déversoir de 180 m calé à la cote 230 m NGT.

5.1.7.4.2.1.1.2 Le barrage El Haouareb

Le barrage d'EI Haouareb contrôle un bassin versant de 1.120 km² et a pour fonction de réduire les crues de l'oued Merguellil à l'entrée de la plaine de Kairouan. Les principales caractéristiques de cette retenue sont :

- Longueur de l'évacuateur ..... = 40 m ;
- Cote déversoir ..... = 217,00 m NGT ;
- Cote PHE ..... = 226,50 m NGT ;
- Débit maximum de l'évacuateur ..... = 2 450 m^3 /s ;
- Volume de la retenue à la cote PHE ..... = 218 hm^3.

Le niveau de consigne est prévu assez bas pour réserver une tranche de volume important pour écrêter les crues, ce qui est l'objectif principal du barrage.

5.1.7.4.2.1.1.3 - Le barrage de Sidi Sâad

Le barrage de Sidi Saad contrôle un bassin versant de 8.650 km² et a pour fonction de réduire les crues de l'oued Zeroud à l'entrée de la plaine de Kairouan. Il est muni d'un pertuis de fond et d'un déversoir.

- Pertuis de fond : 5 pertuis de fond de 4,9 m de diamètre permettent d'évacuer les crues quand le plan d'eau dans le réservoir dépasse la cote 270 m NGT. Le débit maximum évacué par ces pertuis est d'environ 1.500 m^3 /s.
- Evacuateur de crue :
  - ✓ Longueur du déversoir ..... = 60 m ;

- ✓ Cote déversoir ..... = 290,00 m NGT ;
- ✓ Cote PHE ..... = 302,00 m NGT ;
- ✓ Débit max. de l'évacuateur ..... = 5 350 m^3 /s ;
- ✓ Volume de la retenue à la cote PHE..... = 2 000 hm^3.

5.1.7.4.2.1.1.4 - Le laminage des crues par les barrages

Depuis leur mise en eau (1982 pour Sidi Saâd et 1989 pour El Houareb), nous vivons une période relativement sèche où la crue la plus remarquable est celle de janvier 1990.

- au niveau du barrage d'El Haouareb, l'apport de l'oued Merguellil enregistré a été de 25 hm^3 et a été entièrement emmagasiné dans la retenue (la capacité de la retenue est de 96 hm^3). Le débit à la sortie est nul, étant donné que la retenue était vide avant la crue.
- au niveau du barrage de Sidi Saâd, l'apport de l'oued Zéroud enregistré a été de 270 hm^3 pour une capacité de la retenue de 209 hm^3. Les débits maximums enregistrés ont été :
  - ✓ à l'entrée de la retenue, Q_{max} ..... = 3 960 m^3 /s ;
  - ✓ à la sortie de la retenue, Q_{max} ..... = 265 m^3 /s.

La crue de 1990, de période de retour d'environ 10 ans, a donc été entièrement laminée par les barrages. Dans le cas où la crue de 1969 se reproduirait :

- au niveau du barrage d'El Houareb, les débits maximums enregistrés seraient :
  - ✓ à l'entrée de la retenue, Q_{max} ..... = 2 900 m^3 /s ;
  - ✓ à la sortie de la retenue, Q_{max} ..... = 500 m^3 /s ;
- au niveau du barrage de Sidi Saâd, les débits maximums enregistrés seraient :
  - ✓ à l'entrée de la retenue, Q_{max} ..... = 17 000 m^3 /s ;
  - ✓ à la sortie de la retenue, Q_{max} ..... = 2 100 m^3 /s.

L'étude SCET Tunisie élaborée pour le compte de la DHU (2002) en vue de la protection de la plaine de Kairouan a étudié le laminage des crues par les barrages. Le **Tableau 141** suivant résume les résultats obtenus pour l'écrêtement des crues centennales des trois barrages.

Tableau 141- Débits centenaux laminés par les barrages

Barrage	T (ans)	VT (10^6 m^3)	$Q_{entrée}$ (m^3 /s)	Q_{sortie} (m^3 /s)
Nebhana	100	86,15	1 845	**1 560**
El Houareb	100	117	2 904	**585**
Sidi Saad	100	1 191	13 454	**2 464**

DHU, Etude de la protection de la plaine de Kairouan contre les inondations, SCET-Tunisie 2002

On voit que, pour une retenue initialement pleine, le laminage des crues n'est pas très important pour le cas du barrage Nebhana.

5.1.7.4.2.1.2 - Les aménagements hydrauliques projetés

La DHU a réalisé en 2002 une étude de protection contre les inondations de la ville et la plaine de Kairouan. Cette étude a prévu la déviation de l'oued Merguellil vers l'oued Zéroud par une digue-canal d'environ 10 km:

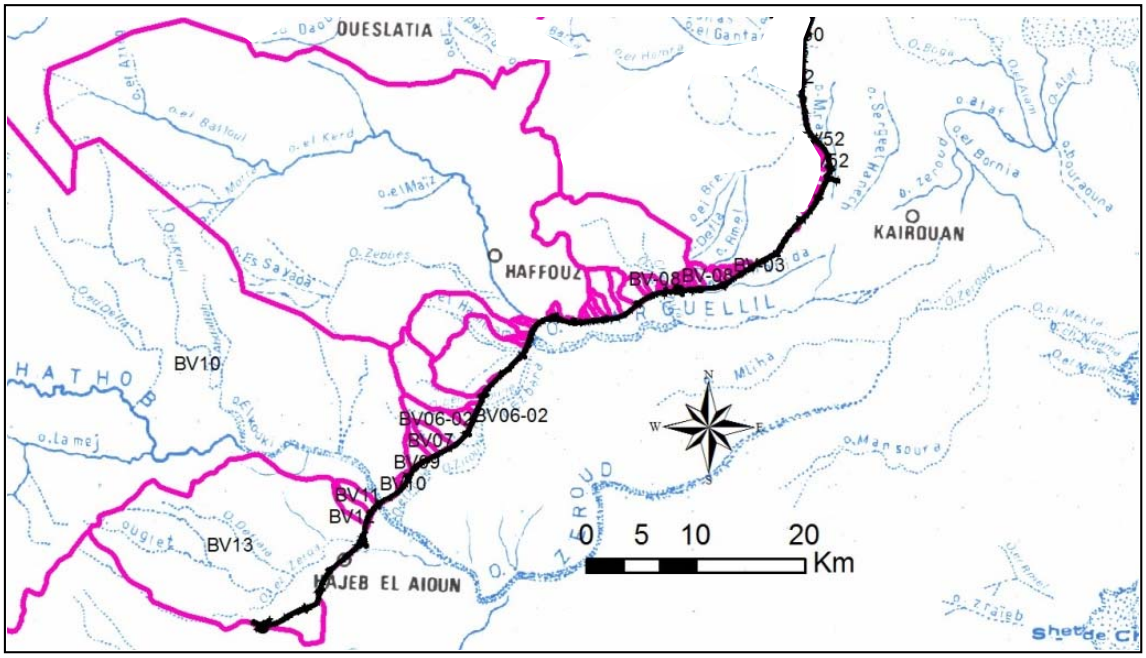
- les crues jusqu'à concurrence de 250 m^3 /s (période de retour T= 20 ans) seront évacuées par un canal de dérivation implanté le long de la conduite du Sahel;
- les crues de fréquence plus rares qui déborderont du lit de l'oued aux environs de Sidi Ali Ben Salem, seront contenues par la digue bordant le canal de dérivation, et menées jusqu'au Zéroud, en traversant la GP2.

L'oued Zéroud devait être canalisé dans son lit par une digue implantée sur la rive gauche du canal (côté ville), qui avait été dimensionnée pour protéger la ville contre les crues de fréquence 1 /10.000 ans. Mais pour des problèmes d'expropriation, un tronçon d'environ 500 m de cette digue de déviation n'a pas pu être réalisé et ce projet n'est pas encore achevé. Ainsi la déviation de l'oued Merguellil vers l'oued Zéroud n'est pas entièrement fonctionnelle.

5.1.7.4.2.2 Les bassins versants du réseau hydrographique des Basses Steppes

Le réseau hydrographique des Basses Steppes intercepté par l'emprise des sections méridionales du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des routes nationales dont une partie du trafic empruntera la nouvelle autoroute après sa mise en service provient des Hautes Steppes et du Tell méridional.

La **Carte 48** suivante présente l'ensemble des bassins versants de ce réseau hydrographique des Basses Steppes intercepté par l'emprise des dernières sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des sections des routes nationales au trafic "soulagé".



Carte 48 : Bassins versants amont des écoulements des Basses Steppes intercepté par l'autoroute et les RN "soulagées"

C'est la zone des sous-bassins versants des oueds Zéroud et Marguellil situés à l'amont des barrages de Sidi Sâad et El Haouareb, qui appartiennent en majeure partie à la région naturelle des Hautes Steppes. Elle est limitée au Nord par les monts de la Dorsale, et au Sud par la chaîne de montagnes allant du jbel Sidi Aïch à l'Ouest au jbel Sidi Khlif à l'Est. Le **Tableau 142** suivant présente les caractéristiques du lit des principaux oueds au niveau de leur intersection par la future plateforme autoroutière, où seront aménagés les futurs grands ouvrages hydrauliques du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa dans les Basses Steppes.

Tableau 142 : Caractéristiques du lit des principaux oueds des Basses Steppes à leur intersection par l'autoroute

N° B.V.	Nom de l'oued	Pente du lit I (%)	hauteur normale H_n (m)	PHE (m NGT)	Vitesse moyenne de l'écoulement V_n (m/s)	Débit de Projet Q (m^3 /s)	Ouverture prévue de l'ouvrage L (m)
140	OUED MARGUELLIL	0,5	1,80	224,80	2,60	2 411	520
144	Oued El Hammem	0,8	1,20	231,70	2,48	193	80
146	Oued Hosbas	1	1,40	227,40	2,95	223	100
150	Oued Ben Zitoun	1	1,80	320,80	3,01	167	60
159	OUED ZEROUD	0,4	2,30	317,30	2,66	5 020	1.000
162	-	0,4	3,50	312,00	3,35	987	140

5.1.7.4.2.2.1 Le sous-bassin versant de l'oued Merguellil situé à l'amont du barrage El Houareb

Ce bassin couvre une superficie de 1.120 km². C'est une vallée relativement homogène qui comprend des hauts reliefs à l'amont dans les Hautes Steppes et de larges plaines alluviales bordées par des massifs de faible altitude à l'aval dans les Basses Steppes.

A l'amont, il correspond au plateau de Makthar drainé par l'oued Bahloul qui, après le verrou du Kef El Abiod - El Guarria, débouche dans la plaine de Shira où il prend le nom d'oued El Kerd.

La partie centrale couvre la plaine de Bou Hafna et d'El Ala limitée par les jbels Ousslat, Cherichira au Nord et Trozza au Sud. Dans cette zone l'oued Merguellil prend une direction Nord-Sud jusqu'à Haffouz, puis Ouest-Est vers le verrou d'El Haouareb où il débouche dans la plaine de Kairouan, et où a été édifié le barrage du même nom.

5.1.7.4.2.2.2 Le sous-bassin versant de l'oued Zéroud situé à l'amont du barrage Sidi Sâad

Ce bassin très étendu couvre une superficie de 8.650 km². Il comprend de vastes plaines alluviales et de zones dépressionnaires dominées par les monts de la dorsale et ses contreforts. Il forme une unité hydrologique hétérogène et assez complexe qui peut être décomposée en deux parties distinctes drainées par deux branches principales :

- la branche Nord drainée par l'oued Hathob, qui concerne le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- la branche Sud drainée par l'oued El Hajel, qui concerne les dessertes autoroutières entre Jelma et Kasserine et entre Jelma et Sidi Bouzid.

La branche Nord, formée par l'oued Hathob, prend son origine sur les versants méridionaux de la dorsale et descend les vallées de Sbiba et de Rohia pour emprunter le fossé d'effondrement de Hajeb El Aioun. A l'aval de la RN3 et à l'amont de sa confluence avec l'oued El Hajel, il reçoit l'oued Zerga qui draine le flanc Sud des jbels El Abied et Mrhilla. Ce bassin est caractérisé par des reliefs continus qui s'avancent jusqu'à l'aval et qui alimentent l'oued Hathob par plusieurs oueds importants, , ce qui

explique la brutalité des crues de cet oued dont le lit sableux atteint au niveau de Hajeb El Aioun 800 à 1.000 m de large avec des berges abruptes de 2 à 6 m de haut.

Ce bassin versant limité à la station de Ksar Kebrit, installée en 1974 pour contrôler les crues de la totalité de la branche Nord de l'oued Zéroud totalise une superficie de 2.945 km² et peut être décomposé en quatre sous-bassins :

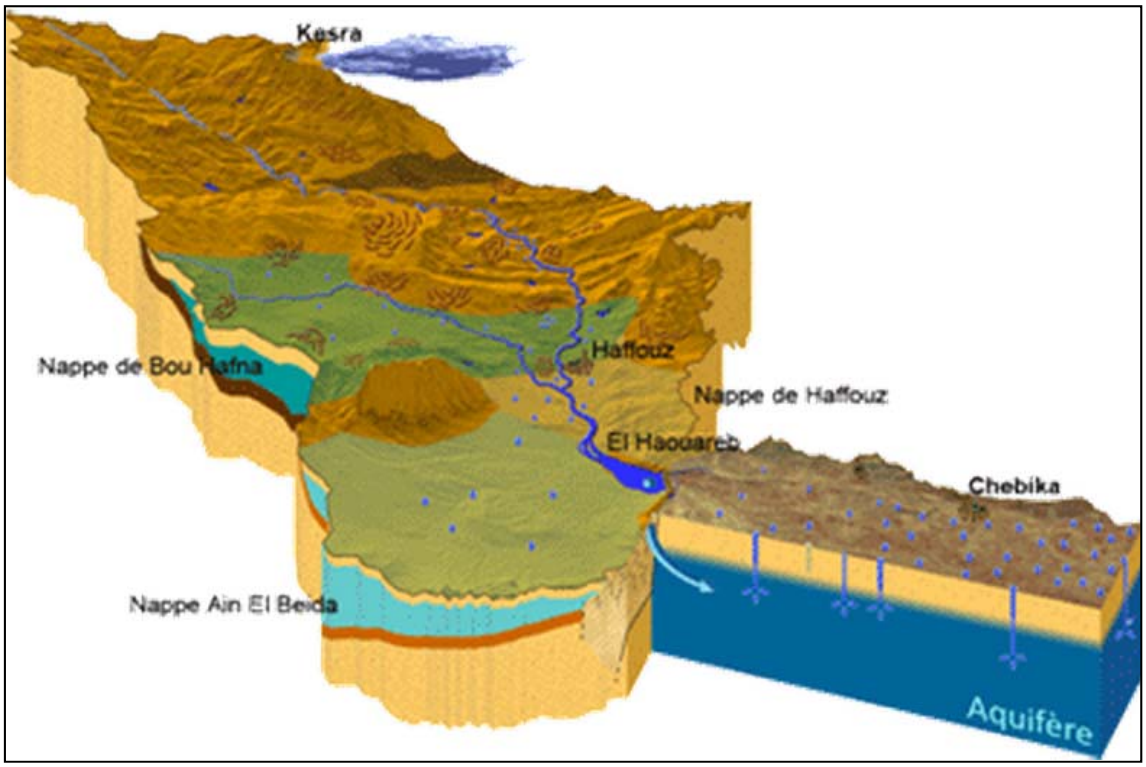
- l'oued Hathob à Ain Saboun : ce sous-bassin amont de 813 km² est contrôlé par une station hydrométrique et d'annonce de crue ;
- l'oued Sbiba au barrage de prise d'eau : ce sous-bassin amont de 424 km² entièrement montagneux constitue le château d'eau de la plaine de Sbiba. L'oued El Brek qui a fait l'objet d'une étude de barrage, représente le principal affluent de l'oued Sbiba. Une station limnigraphique installée au site du barrage de prise de Sbiba permet le contrôle des apports de crues de ce bassin.
- le bassin de l'oued Hathob à Khanguet Zeguelass (km2) : ce sous-bassin amont de 2.027 km² doit être contrôlé à long terme par un barrage envisagé dans le cadre du plan directeur de l'utilisation des eaux du centre, pour conforter le barrage de Sidi Sâad.
- le bassin de l'oued Hathob à la station hydrométrique de Ksar Kebrit, qui totalise 2.945 km².

5.1.7.5 - L'hydrogéologie de la zone d'influence du Projet

Les versants méridionaux de la Dorsale tunisienne situés en étage bioclimatique semi-aride supérieur sont donc moyennement arrosés, et leur glacis situés en étage bioclimatique semi-aride inférieur et les Basses Steppes situées en étage bioclimatique aride supérieur le sont nettement moins. Mais leur position topographique leur fait bénéficier de toutes les eaux de surface qui descendent de la Dorsale et qui s'infiltrent dans les lits sableux au niveau des ruptures de pente des glacis et des plaines.

Ainsi, la situation est assez favorable au niveau des ressources hydrogéologiques, aussi bien phréatiques que profondes, en particulier au niveau de la plaine de Kairouan qui dispose de couches aquifères étendues pour la réalimentation desquelles ont été érigé les deux barrages Sidi Saâd et Marguellil. Mais de nombreuses petites nappes perchées existent dans les zones de glacis, qui profitent également de cette situation favorable grâce aux petits sous-bassins versants des deux grands bassins versants.

Le sous-projet tunisien Merguellil du Projet SudMed « Comprendre le fonctionnement d'un éco-système en région semi-aride » du Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO de Toulouse) a permis de modéliser le fonctionnement du bassin versant de l'oued Merguellil, que présente la **Figure 73** suivante.



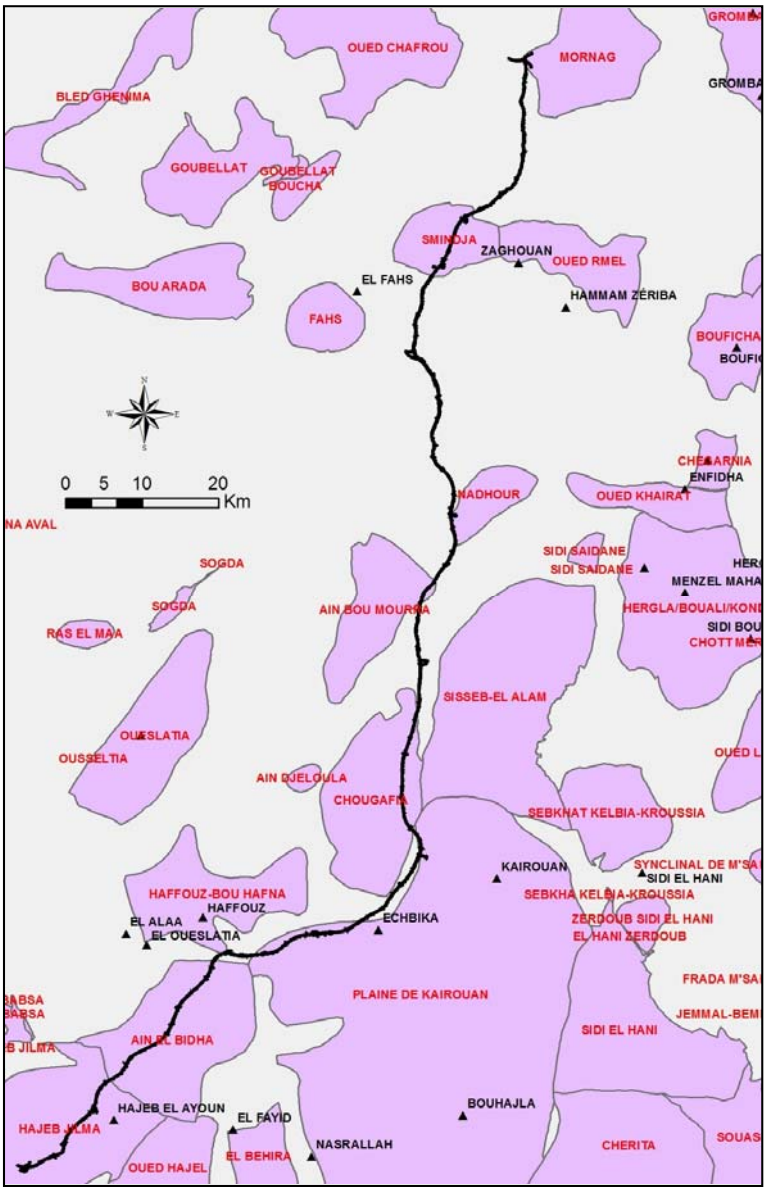
Source : Projet SudMed « Comprendre le fonctionnement d'un éco-système en région semi-aride », CESBIO

Figure 73 : Alimentation des aquifères de la plaine de Kairouan par les oueds des Hautes Steppes : exemple de l'oued Merguellil

On voit tous les bénéfices que peuvent en tirer les agriculteurs de la délégation de Chbika où l'agriculture irriguée est particulièrement développée sous forme de périmètres privés sur forages, puits forés et puits.

5.1.7.5.1 - Les nappes phréatiques de la zone d'influence du Projet

La **Carte 49** suivante présente l'extension des nappes phréatiques situées aux alentours de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



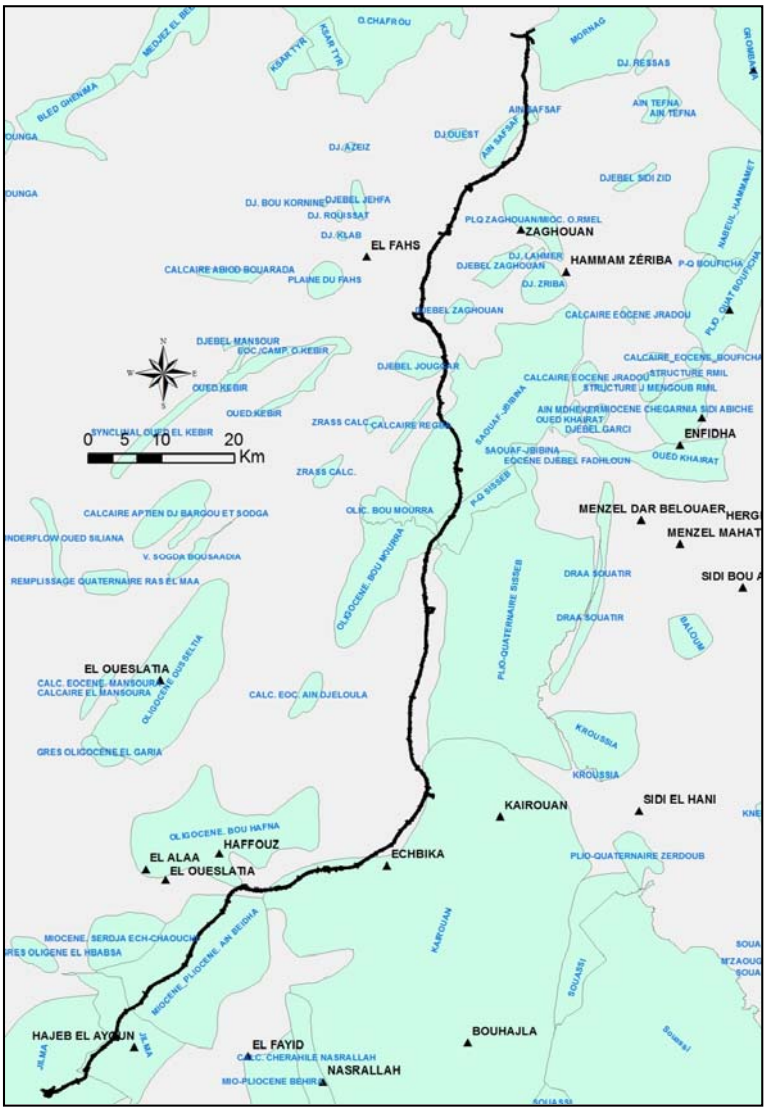
Carte 49 : Nappes phréatiques situées aux alentours de la plateforme autoroutière

On voit que ces nappes phréatiques forment à l'aval de l'emprise un ensemble continu dans les Basses Steppes de Sbikha à Jelma, où les captages sont essentiellement à vocation agricole. En conséquence, ces nappes constitueront un milieu moyennement vulnérable.

On se doit d'ailleurs de souligner que ces nappes sont déjà affectées par le trafic inter-régional qui emprunte actuellement la RN3 entre Sbikha et Jelma, et qui se reportera sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa après sa mise en service.

5.1.7.5.2 - Les nappes profondes de la zone d'influence du Projet

La **Carte 50** suivante présente quant à elle les nappes profondes situées aux alentours de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 50 : Nappes profondes situées aux alentours de la plateforme autoroutière

On voit que ces nappes profondes forment également à l'aval de la plateforme autoroutière un ensemble continu de Sbikha à Jelma, mais leur profondeur de plus de 50 m les rend très peu vulnérables.

5.1.8 - LES RESSOURCES EN SOL ET LEURS MODES D'UTILISATION

5.1.8.1 - Les processus de pédogénèse à l'œuvre dans la région

L'évolution générale des sols de la région relève d'une pédogenèse active dans cette région assez bien arrosée. Les principaux facteurs qui ont conditionné cette pédogenèse sont la lithologie, gréseuse ou calcaire, un climat méditerranéen humide à subhumide à hiver frais, et une couverture forestière épargnée sur les massifs, mais défrichée depuis l'Antiquité sur les plaines et les glacis.

5.1.8.1.1 La pédogénèse sur les reliefs

Les sols des massifs forestiers ont pris naissance sur des grès, des argiles, des calcaires, des marnes, des colluvions,… toutes roches cohérentes qui ont évolué sous l'influence concomitante ou antagoniste des autres facteurs pédogénétiques (climat, végétation et facteurs de dégradation).

De façon générale, ces sols présentent des faciès d'évolution intimement liées au couvert végétal, en ce sens que plus ce dernier est dégradé et plus que le sol qui lui correspond se trouve exposé aux processus de l'érosion hydrique, qui se traduit par le décapage des horizons humifères par sheet-flood, ravinement,… Or, les unités végétales présentes sur ces sols, quoique le plus souvent dégradées sous forme de maquis, assurent encore un couvert suffisant pour empêcher une érosion intense, comme le montre la carte de l'érosion ci-jointe.

C'est pourquoi on considère l'ensemble de ces sols comme stables et plutôt évolués. Selon le substrat géologique sur lequel ils se sont développés, on rencontre des sols bruns lessivés, des sols lessivés, des sols calcimagnésimorphes, des vertisols ou des sols hydromorphes.

Sur les calcaires et les calcaires argileux de l'Eocène et du Paléocène se développent des sols calcimagnésimorphes allant des sols "bruns calcaires" ou "bruns méditerrannéens" aux "rendzines" sur calcaires profonds, argileux, bien structurés en surface et en profondeur, riches en matière organique bien décomposée, assez pourvu en azote minéral mais pauvre en phosphore. ;

Sur les éboulis gréseux et les marnes se rencontrent essentiellement des vertisols ou même des sols hydromorphes en partie basse des glacis.

5.1.8.1.2 La pédogénèse sur les glacis

Les glacis situés aux limites des plaines sont constitués par les colluvions apportés par les nombreux ruisseaux qui dévalent les pentes environnantes, et par les couches de marnes et d'argiles protégées de l'érosion par une couche calcaire ou gréseuse supérieure.

Sur les colluvions qui rassemblent des éléments sablo-argileux mêlés de cailloutis gréseux se développent des sols non évolués. Sur les marnes des glacis de piémont se développent des sols à humus doux lessivés, sur les argiles des sols bruns faiblement lessivés.

5.1.8.1.3 La pédogénèse dans les plaines

Dans les plaines alluviales se rencontrent des sols formés sur alluvions quaternaires appartenant aux classes des sols non évolués, des sols peu évolués, des sols hydromorphes et des sols salés, évoluant essentiellement en fonction des caractéristiques des nappes phréatiques présentes dans les vallées.

Les sols alluviaux fluviatiles, qui se forment sur les alluvions anciennes ou récentes des principaux cours d'eau, sont essentiellement constitués de sols peu évolués et de sols hydromorphes.

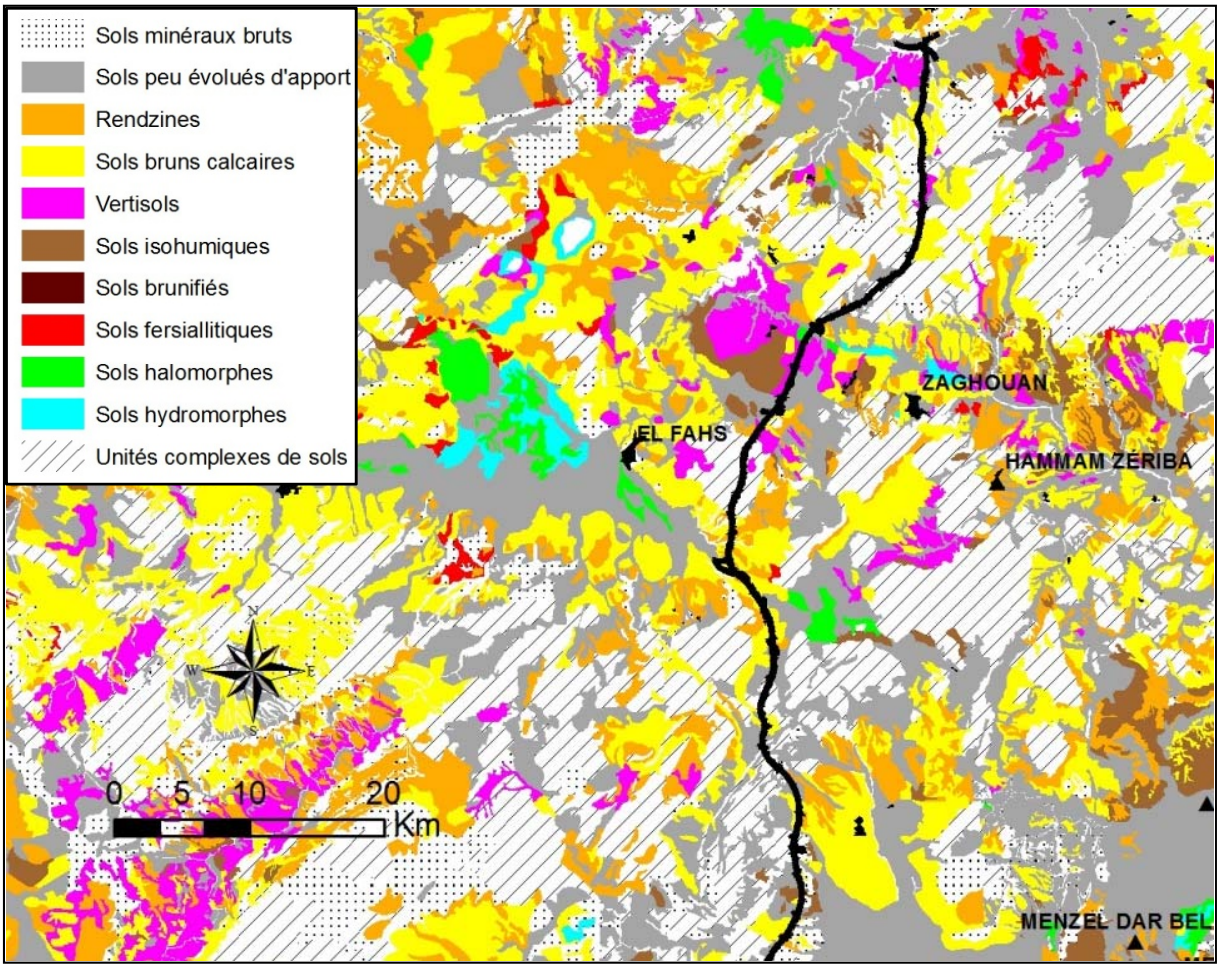
Dans les vallées où la pente assure un drainage suffisamment efficace, on rencontre essentiellement des sols peu évolués, en général argileux à structure polyédrique, fine en surface et grossière en profondeur, avec le plus souvent présence d'un pseudo-gley témoignant d'une hydromorphie de profondeur, qui deviennent très secs et très compacts en été. Ils sont légèrement acides à neutres, assez pauvres en matière organique peu décomposée, et donc pauvres en azote minéral et en phosphore.

Lorsque des apports éoliens les ont enrichis en sable, ces sols peu évolués bien drainés peuvent être profonds, de structure nuciforme, de texture généralement légère du type sablo-argileuse en surface et sablo-limoneuse en profondeur.

Dans les zones basses plus ou moins mal drainées se développent des sols hydromorphes, à hydromorphie totale dans les bas-fonds très mal drainés, et à hydromorphie partielle de surface dans la majorité des sols de plaine à topographie basse et plane. Ces sols sont de texture fine limono-argileuse à argilo-limoneuse, avec une strucutre macro-prismatique très défavorable due à la nature des argiles de la roche-mère, au faible taux de matière organique en profondeur et à un faible taux de calcaire dans le complexe absorbant du sol.

5.1.8.2 - Les types de sol en étages bioclimatiques semi-aride supérieur

Tous ces processus pédogénétiques ont abouti à la couverture pédologique contrastée que présente la **Carte 51** suivante.



Carte 51 : Ressources édaphiques des zones situées en sous-étage bioclimatique semi-aride supérieur (Tunis-Seldane)

5.1.8.2.1 Les sols des zones accidentées

Sur les hauteurs et les fortes pentes, on rencontre essentiellement des sols minéraux bruts menacés par l'érosion. Ils conviennent seulement pour les plantations forestières et ou des plantations pastorales semi-forestières.

Les sols calcaires qui se développent sur les versants des reliefs calcaires ou sur les croûtes qui moulent certains piémonts sont souvent très dégradés, voire squelettiques.

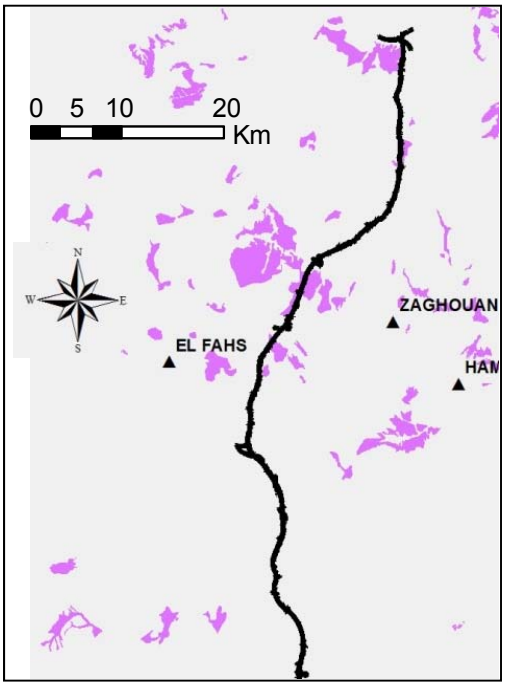
5.1.8.2.2 Les sols des glacis et des plaines

Les sols les plus développés dans la zone d'influence du Projet correspondent :

- dans la partie inférieure des versants, et surtout sur les terrasses qui jalonnent les berges de certains oueds ou les cônes de déjection formés au débouché des torrents, on rencontre des sols peu évolués d'apport et d'érosion sur marnes et argiles, qui présentent une texture lourde et une sensibilité à l'érosion ;
- dans les piémonts des formations éocènes, on rencontre des sols rouges sur croûte calcaire ;
- dans les plaines et les terrasses d'oueds, et parfois sur les pentes douces dans les cuvettes et le long des principaux cours d'eau, on trouve des sols vraiment épais, lourds à hydromorphes.

5.1.8.2.3 – Les contraintes constructives liées à la structure des vertisols traversés

La **Carte 52** suivante présente les zones où il faudra tenir compte de la présence de vertisols, qui sont caractérisés par des mouvements physiques internes qui suivent leur rythme saisonnier d'humectation et de dessiccation en fonction de la pluviométrie et de l'évapotranspiration qu'ils subissent. Liés à la forte teneur de ces sols en argiles gonflantes montmorillonitiques, ces mouvements se traduisent en surface par un fendillement très large, avec quelquefois des affaissements des bords de polygone donnant un relief bosselé. Durant la saison sèche, les fentes de retrait apparaissent en surface et se prolongent profondément à travers les horizons du sol.



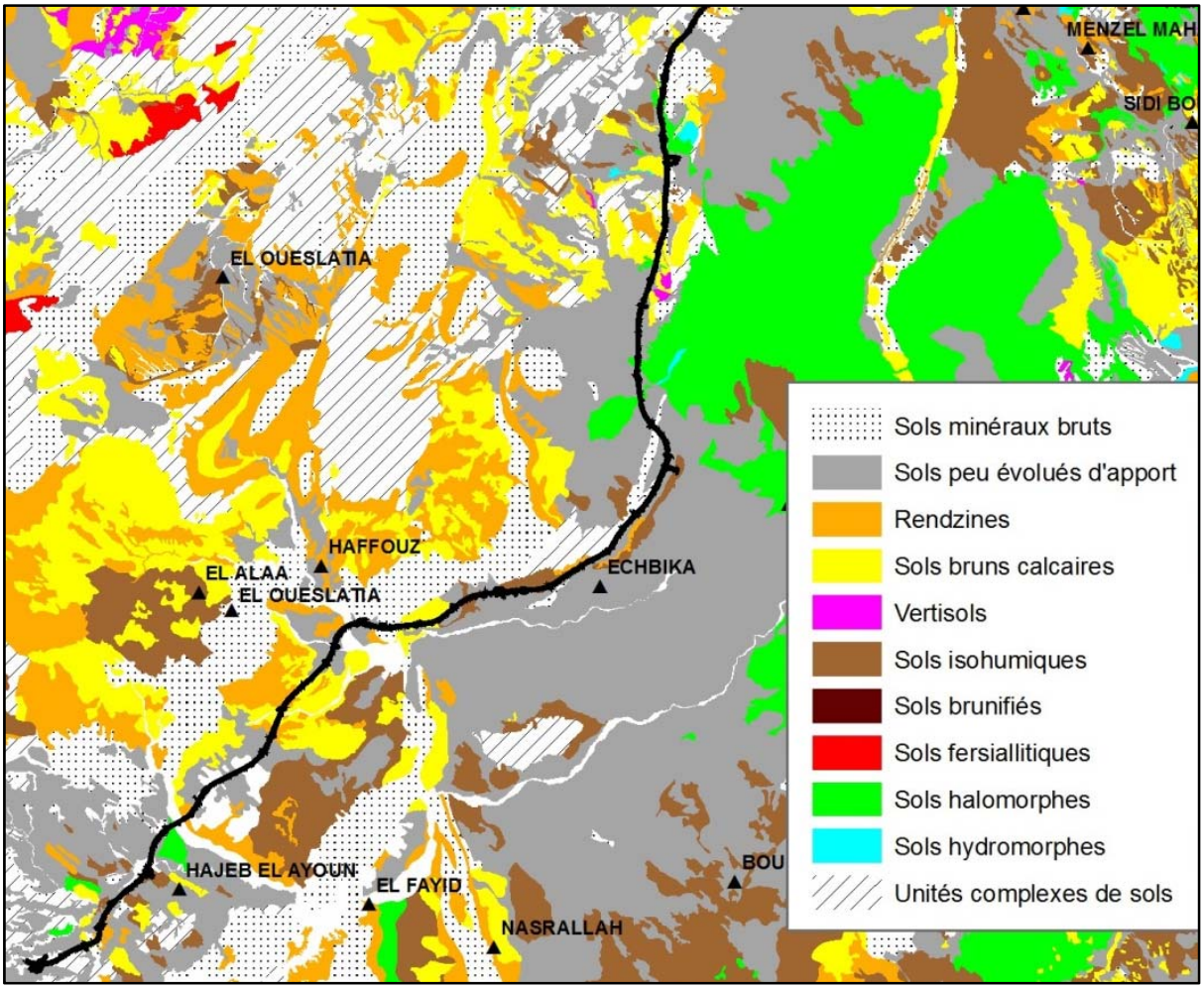
Carte 52 : Répartition des vertisols présents en étages subhumide et semi-aride supérieur

On voit donc que la présence de ces vertisols va constituer un problème pour la disponibilité de remblais de qualité, en particulier pour le lot n°1 à travers la plaine du Mornag et pour la section entre les échangeurs de Zaghouan et d'El Fahs-Est.

5.1.8.3 - Les types de sol en étage bioclimatiques semi-aride inférieur et aride supérieur

5.1.8.3.1 Les sols de ces zones situées en étages bioclimatiques semi-aride inférieur et aride supérieur

On constate que l'essentiel des roches-mères sur lesquelles la pédogénèse agit sont calcaro-gypseuses ou calcaires sur les glacis des hauteurs au bioclimat semi-aride inférieur et aride supérieur. Les sols qui se développent sur ces roches-mères ont des natures diverses suivant les conditions climatiques sous lesquels ils évoluent, comme le montre la **Carte 53** suivante qui présente les principales catégories de sol rencontrées en étage bioclimatiques semi-aride inférieur et aride supérieur.



Carte 53 : Contexte pédologique des zones situées en sous-étages semi-aride inférieur et aride supérieur (Seldane-Jelma)

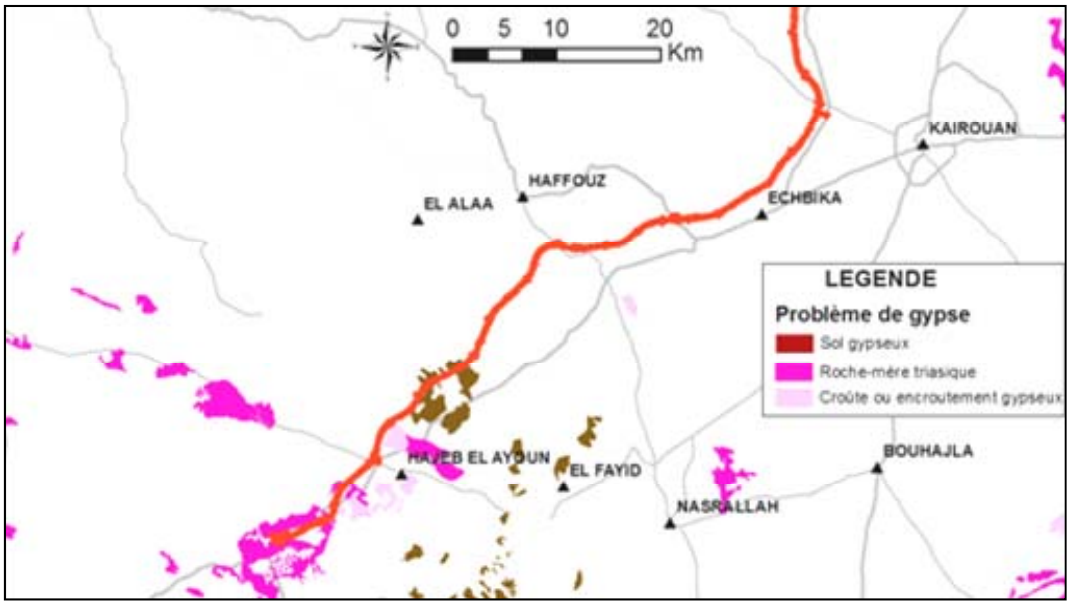
On voit que les principales catégories de sol rencontrées en sous-étages semi-aride inférieur et aride supérieur sont :

- des sols peu évolués d'apport et d'érosion qui constituent les terrasses d'oued, et se retrouvent même parfois sur les pentes douces ;
- des alluvions récentes et actuelles composées essentiellement d'argiles, de galets et de sables,

- des sols calcimagnésiques développés sur des croûtes calcaires du Pléistocène continental, les calcaires de l'Eocène et les calcaires du Crétacé ;
- des sols isohumiques sous climat à l'aridité marqué ;
- des sols hydromorphes résultant de l'accumulation dans quelques dépressions d'apports érosifs provenant d'argiles, et présentant une texture lourde avec une sensibilité à l'érosion ;
- des sols halomorphes résultant de l'accumulation dans quelques dépressions où l'évaporation est intense d'apports érosifs provenant aussi d'argiles, mais charriés par des cours d'eau présentant une charge en sels importante ;
- des régosols et des lithosols dans les zones accidentées.

5.1.8.3.2 - Les contraintes constructives liées à la nature gypseuse de certains terrains traversés

La **Carte 54** suivante présente les zones où il faudra tenir compte de la présence de gypse, soit directement dans la nature des sols gypseux, soit dans les structures sous-jacentes (croûte, encroutement ou roche-mère).



Carte 54 : Répartition du gypse en surface et en profondeur au long du tracé retenu

On voit donc que la présence de gypse va constituer un problème pour la disponibilité de remblais de qualité, en particulier pour le futur lot n°8.

5.2 - L'état initial du milieu biologique dans la zone d'influence

5.2.1 - LES FORMATIONS VEGETALES DE LA ZONE D'INFLUENCE

Le descripteur de la végétation naturelle a été approché à partir de la carte phyto-écologique de la Tunisie septentrionale réalisée par le CEPE en 1969 à l'échelle du 1/200.000ème (dont les codes des groupements de végétation naturelle sont repris et décrits dans les § 6.1.3 ci-après). Grâce au

positionnement sur le terrain de ces différents groupements, on dispose ainsi d'informations satisfaisantes pour pouvoir répertorier les potentialités et la fragilité des biotopes de la zone d'étude.

5.2.1.1 Les groupements végétaux

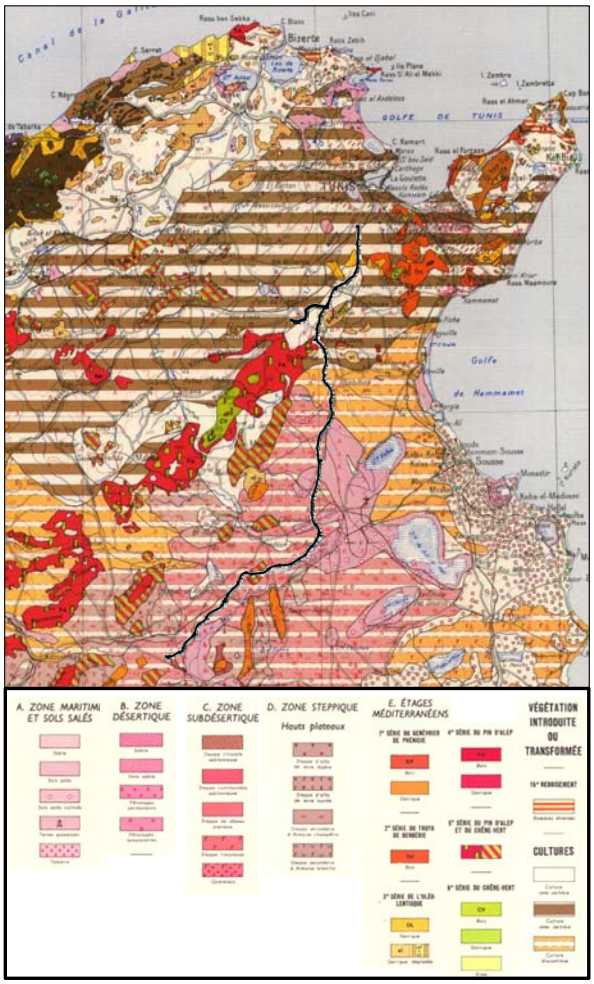
Les groupements végétaux, ou associations, sont des combinaisons définies de deux ou trois groupes écologiques caractéristiques, le premier du climat, le second des actions anthropozoïques et le troisième des conditions édaphiques particulière. Les alliances forment des unités supérieures regroupant plusieurs associations caractérisant des milieux proches, et peuvent être distinguées par des critères physionomiques et floristiques.

Le **Tableau 143** suivant présente les rapports existant entre les variantes, sous-associations, sous-variantes, phases et faciès, qui forment des unités secondaires d'une association, indiquent des variations des facteurs écologiques par rapport à l'association de base.

Tableau 143 : Répartition des sous-associations, sous-variantes, phases et faciès des formations végétales

Nuances climatiques	Variantes	Sous-Variantes
Groupes édaphiques	Sous-Associations	
	Groupes édaphiques secondaires	Phases
	Abondance de certaines taxa liés au sol ou à l'action de l'homme	Faciès

La **Carte 55** suivante présente la répartition des formations végétales occupant les terres dans la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 55 : Végétations de la zone d'influence du tronçon prioritaire

5.2.1.2 - Des formations arborées climaciques constituant les forêts les plus méridionales du pays

Les études palynologiques effectuées depuis près d'un siècle nous enseignent que, il y a quelques 10.000 ans à la fin de la dernière période glaciaire correspondaient dans la zone d'influence du projet à quatre forêts climaciques comprenant en allant du nord vers le sud :

- le climax du Thuya de Barbarie (*Callitris articulata*),
- le climax du Pin d'Alep (*Pinus halepensis*), et
- le climax de l'Olivier-lentisque (*Oleus europea* et *Pistacia lentiscus*).

5.2.1.2.1 - Les formations de la série du Thuya de Barbarie

Les formations de la série du *Callitris articulata* sont limitées aux hauteurs des gouvernorats de Zaghouan, de Ben Arous et de Kairouan (jbel El Halfa). Essentiellement liée elles aussi aux formations calcaires de l'étage semi-aride supérieur, la callitraie y entre ainsi en compétition avec la pinède de Pin d'Alep, qu'elle supplante dans toutes les zones placées sous influence maritime, c'est-à-dire dans les variantes à hivers chaud ou doux de l'étage bioclimatique semi-aride supérieur.

Le groupement floristique qui l'accompagne est d'ailleurs en tout point comparable à celui du Pin d'Alep, aussi bien en termes de strate arbustive que de strate des sous-arbrisseaux et des herbacées dans les variantes à hiver tempéré.

5.2.1.2.2 - Les formations de la série du Pin d'Alep

Les formations de Pin d'Alep, essentiellement liées aux formations calcaires, sont climaciques dans les variantes à hivers froid, frais ou tempéré des étages bioclimatiques subhumide à semi-aride sous des pluviosités s'étageant entre 250 et 800 mm plutôt continentales. Sous la strate arborée constituée de *Pinus halepensis,* les plantes compagnes les plus communes sont :

- pour la strate arbustive qui buissonne sous les Pins, Juniperus oxycedrus ssp oxycedrus, Juniperus phœnicea, Phillyrea latifolia, Pistacia lentiscus, Rhamnus lyceoides ssp oleoides ;
- pour la strate des sous-arbrisseaux et des herbacées :
  - ✓ dans les variantes à hiver frais et froid Rosmarinus officinalis, Stipa tenacessima, Cistus creticus ssp eriocephalus, Cistus clusii, Ampelodesma mauritanica, Globularia alypum, Thymelaea tarton raira, Diplotaxis harra, Teucrium polium et Avena bromoides.
  - ✓ dans les variantes à hiver tempéré Rosmarinus officinalis, Stipa parviflora, Periploca angustifolia, Anabasis oropediorum, Ampelodesma mauritanica, Cistus clusii, Lavandula multifida, Plantago amplexicaulis et Matthiola fruticulosa.

5.2.1.2.3 - Les formations de la série de l'Olivier-Lentisque

Les formations de la série de l'Olivier-Lentisque constituait la végétation climacique des terres gréseuses, marneuses, calcaires et marno-calcaires des étages bioclimatiques humide, subhumide et semi-aride. Son défrichement a fourni depuis l'époque romaine toutes les terres cultivées du nord de la Tunisie. Leur extension résiduelle est donc très réduite, et limitée aux zones de potentialités agronomiques trés limitées: elles ne présentent donc qu'un faible intérêt écologique.

Les formations de la série de l'Olivier-Lentisque à Myrte appartiennent aux étages bioclimatiques humide à semi-aride supérieur. Sous sa strate arborée assez dense qui compte quelques Oléastres, Lentisques, Filaires et Calycotomes, sa strate arborescente parfois envahissante est essentiellement composée de *Cistus monspeliensis* et d'*Ampelodesmos mauritanicus*, tandis que sa strate herbacée est variable suivant le substratum géologique.

Les formations de la série de l'Olivier-Lentisque à caroubier (Oléocération) appartiennent quant à elle à l'étage bioclimatique semi-aride inférieur. Sous la strate arborée constituée d'*Olea europea et de Ceratonia siliqua,* les plantes compagnes les plus communes sont :

- pour la strate arbustive qui buissonne sous les oléastres, *Juniperus phœnicea* et *Pistacia lentiscus ;*
- pour la strate des sous-arbrisseaux et des herbacées Rosmarinus officinalis, Onouis natria, Periploca angustifolia, Lavandula multifida et Plantago amplexicaulis.

Ces trois dernières espèces étant caractéristiques de la callitraie, on peut imaginer que dans un passé plus ou moins proche, le Thuya colonisait, ou au moins était fréquent dans ces paysages végétaux.

5.2.1.3 - Les steppes crassulescentes climaciques

Les steppes crassulescentes halophiles colonisent des sols halomorphes, dont elles constituent bien évidemment la végétation typique. Elles en constituent donc la végétation climacique, qui évolue en fonction de l'extension ou de la régression des zones marquées par la salure.

Les principales plantes halophytes qui colonisent ces terrains salés sont récapitulées dans le **Tableau 144** suivant.

Tableau 144 : Plantes halophytes colonisant les sols halomorphes

Nom scientifique	Nom commun	Appellation vernaculaire
Tamarix aphylla	Tamaris	Ethl
Atriplex halimus	Aroche	Guetaf
Atriplex glauca.	Aroche	Guetaf
Lygeum spartum	Sparte	Halfa mahboula
Salsola vermiculata var brevifolia		
Zygophyllum album		Bougriba
Suæda mollis	Souida	Souida
Arthrocnemum indicum		Hmadha
Halocnemum strobilaceum		Hmadha

5.2.1.4 - Les formations arborées non climaciques de la zone d'influence

Les autres végétations de la région d'étude ne semblent pas être climaciques, mais plutôt résulter d'une évolution des végétations primitives.

5.2.1.4.1 - Les formations de la série du *Juniperus phœnicea*

La couverture végétale des formations de la série du génévrier rouge est très dégradée. Sous la strate arborée constituée de quelques pieds d'*Olea europea* et de *Juniperus phœnicea,* les plantes compagnes les plus communes sont :

- pour la strate arbustive qui buissonne sous les oléastres, quelques *Rhus tripartita ;*
- pour la strate des sous-arbrisseaux et des herbacées qui a fortement colonisé les espaces vides : *Stipa tenacissima*, *Artemisia inculta*, *Artemisia campestris*, *Salvia ægyptiaca* et *Atractylis serratuloides*.

5.2.1.4.2 - Les formations à *Acacia raddiana*

L'*Acacia raddiana* est pratiquement limité en Tunisie à la région de Bou Hedma, entre Sfax, Jelma et Gabès. Il se trouve dans divers groupements végétaux, tous différents des groupements habituels de l'espèce, et dépourvus d'homogénéïté floristique. Dans le jbel Bou Hedma, on en trouve encore quelques exemplaires dans un cortège typique du Pin d'Alep à Génévrier de Phénicie.

Par ailleurs la station principale, aux environs du Bordj de Bou Hedma, se trouve sur un cadastre romain visible sur les photographies aériennes. Il n'est donc absolument pas certain que cet arbuste appartienne à la végétation primitive de la région. Il faut cependant reconnaître que, pour peu qu'il soit protégé, le gommier se régènère vigoureusement dans cette zone de nos jours.

5.2.1.4.3 - Les formations du pistachier de l'Atlas

Le *Pistacia atlantica* ("Betoum") se rencontre dans une gamme de climats très étendue, allant du sub-humide au saharien, dans leurs variantes à hiver froid à doux. Dans la zone d'influence du Projet, on le rencontre :

- sous le bioclimat semi-aride, généralement relégué dans les falaises des forêts de Pin d'Alep ;
- sous le bioclimat aride, dans les dépressions alluviales et le long du réseau hydrographique en compagnie du Jujubier.

Il constitue donc probablement un élément de la forêt primitive, sans être l'aboutissement définitif de l'évolution. Il a pu constituer une ripisylve, le long du réseau hydrographique au milieu d'une forêt claire à Génévrier de Phénicie et à Pin d'Alep des étages semi-aride et aride, et au milieu des steppes des étages aride et saharien, jusqu'à la limite septentrionale de l'aire du gommier.

5.2.1.5 - Les formations steppiques de la zone d'influence

Les études palynologiques effectuées depuis une quarantaine d'années ont partout montré que la Tunisie Centrale n'a pas toujours été le domaine de vastes steppes quasiment dépourvues de toute végétation arbustive spontanée. Des boisements néolithiques de Pin d'Alep, révélés par la palynologie, ont même pu y subsister de façon rélictuelle jusqu'aux grands défrichements du début des temps historiques et même probablement plus tard sur les jbels, preuve que la végétation primitive de cette région n'a pas été partout steppique.

Cet aspect dénudé actuel de la Tunisie Centrale n'est donc en fait que le résultat de l'éclaircissage, puis de la disparition des strates arborée puis arbustive des forêts climaciques pré-existantes, sous l'effet du processus qui a été dénommé "steppisation", et qui s'est produit :

- parfois de façon progressive, par une lente dégradation de groupements forestiers sous la pression de l'homme et de ses animaux, et
- parfois de façon brutale, suite à des défrichements pour la mise en culture de céréales et d'oliviers abandonnées par la suite (colonisation romaine, puis invasions vandale et arabe).

Il ne s'agit donc pas de steppes primaires dues à l'aridité du climat, mais de steppes secondaires initiées par l'action humaine.

5.2.1.5.1 - Le processus de steppisation

Comme on n'a presque jamais observé d'évolution progressive des steppes vers des groupements forestiers, même en étage semi-aride, on peut considérer que ces steppes présentent une certaine stabilité à l'échelle de temps qui nous est accessible, et dans les conditions anthropozoïques actuelles.

5.2.1.5.1.1 - La définition pédologique du processus de steppisation

Le terme de steppisation est utilisé par les pédologues pour désigner un processus d'évolution de rendzines ou de sols bruns calcaires vers des sols isohumiques bruns steppiques. Pédologiquement, ce processus de steppisation se traduit par :

- une modification de la répartition des horizons du sol, puisqu'on passe de trois horizons bien différenciés tous assez riches en matière organique à trois horizons peu distincts contenant généralement très peu de matière organique en profondeur ;

- une réduction considérable du taux de matière organique, avec un changement dans la répartition de cette matière organique dans le profil, avec un taux décroissant progressivement en profondeur de 3-15% à 1-2% ;
- une diminution du rapport C/N qui passe de 15-20 à 8-12, traduisant une minéralisation beaucoup plus rapide de cette matière organique.

En conséquence, on observe une dégradation de la structure des horizons de surface et une augmentation de leur instabilité structurale, ce qui réduit leur perméabilité. Sur les sols à texture moyenne à fine, l'accroissement du ruissellement qui en résulte aboutit à un effet de battance provoqué par l'action des gouttes de pluies sur ces sols à structure instable, avec un "glaçage" de la surface du sol qui s'avère défavorable à la germination des plantes.

Au final, l'ensemble du processus aboutit à l'apparition d'une aridité édaphique plus marquée, avec des sols présentant un bilan hydrique moins favorable aux végétaux.

5.2.1.5.1.2 La définition géobotanique du processus de steppisation

Géobotaniquement, la steppisation se caractérise par un changement de nature de la composition floristique de la couverture végétale qui se traduit sous un climat et sur un substrat géologique déterminé par :

- une réduction plus ou moins importante du couvert végétal, et
- une modification radicale de la structure des formations végétales qui varient dans le sens de la xéricité.

5.2.1.5.2 - Les steppes à Jujubier

Les formations à *Ziziphus lotus* des basses steppes tunisiennes correspondent aux reliques d'une végétation primitive à Pin d'Alep et Génévrier de Phénicie.

Plus au Sud, les formations ripicoles à Jujubier sont une dégradation des formations à *Acacia raddiana* ou à *Pistacia atlantica*.

5.2.1.5.3 - Les hautes steppes à Alfa

Les steppes à *Stipa tenacissima* au sens large occupent environ 600.000 ha en Tunisie Centrale dans la zone des hautes steppes où l'altitude leur assure une pluviométrie suffisante. Sur ces 600.000 ha, 300.000 ha constituent des matorrals, et 300.000 ha des steppes au sens physionomique du terme.

Elles ont regressé de plus de 500.000 ha depuis 1895, lorsqu'elles couvraient encore 1.112.000 ha. La régression semble s'accélèrer depuis quarante ans, et on peut affirmer que la steppe d'Alfa recule de plus de 6.000 ha par an en moyenne. Pourtant, on a pu constater au parc naturel du Chaambi, où cette plante jouit d'une protection, une densité et une vigueur de ses touffes remarquables.

La biologie et la répartition de la plante indiquent qu'il s'agit en fait d'une espèce forestière des forêts claires, milieu dans lequel elle rencontre son optimum biologique et présente son plus beau développement, ce qui explique que les steppes à Alfa contiennent presque toujours des reliques et/ou des compagnes forestières :

- l'étude des sols des steppes à Alfa montre que ces sols ont des caractères intermédiaires entre les sols forestiers et les sols steppiques, et sont généralement plus voisins des premiers que des seconds ;

- l'étude phyto-sociologique de ces steppes montre que l'Alfa ne posséde aucun cortège floristique original, et que les steppes à Alfa dérivent des forêts ou matorrals par élimination des espèces ligneuses.

Tout ceci permet d'affirmer que les groupements à *Stipa tenacissima* sont dans la plupart des cas le résultat d'une dégradation forestière, et ne constituent pas une végétation primitive en place au début des temps historiques. On trouve d'ailleurs des vestiges agricoles d'époque romaine dans beaucoup de nappes alfatières (trous de plantation, presses à huile, …).

Les plantes associées à *Stipa tenacissima* les plus importantes dans ces formations steppiques dans les stations les plus favorables, en milieu préforestier ou sur sol peu filtrant, sont récapitulées dans le **Tableau 145** suivant.

Tableau 145 : Plantes associées des steppes à Alfa sur sols peu xériques

Nom scientifique	Nom commun	Appellation vernaculaire
Rosmarinus officinalis	Romarin	Iklil
Globularia alypum	Globulaire	Zriga
Thymus hirtus	Thym	Mazoutcha
Teucrium polium	Germandrée	El Khayata

Les plantes associées à *Stipa tenacissima* les plus importantes dans ces formations steppiques plus xériques, en milieu non pré-forestier et sur sol filtrant, sont quant à elles récapitulées dans le **Tableau 146** suivant.

Tableau 146 : Plantes associées des steppes à Alfa sur sols peu xériques

Nom scientifique	Nom commun	Appellation vernaculaire
Helianthemum ciliatum	Hélianthème	
Helianthemum kahiricum	Hélianthème	Karchia
Atractylis serratuloides	Atractylis	Serra
Plantago albicans	Plantain blanchâtre	Yenma

Du fait d'une dégradation continue, le taux de recouvrement du sol par la végétation est inférieur à 25% sur près des 4/5 de la superficie de ces steppes.

5.2.1.5.4 – Les steppes à Armoise blanche

Dans les basses steppes, la steppe à Armoise blanche colonise essentiellement les sols de glacis d'érosion et alluviaux des dépressions situées entre les vallonnements compris entre Enfida et El Jem. Les plantes associées à *Artemisia herba-alba* les plus importantes dans ces formations steppiques sont récapitulées dans le **Tableau 147** suivant.

Tableau 147 : Plantes associées à Artemisia herba-alba dans les basses steppes à Armoise blanche

Nom scientifique	Nom commun	Appellation vernaculaire
Anthyllis tetraphylla	Anthyllide	
Lavandula multifida	Lavande	
Ziziphus lotus	Jujubier	
Stipa parviflora	Stipe à petites fleurs	
Anthyllis tetraphylla		

Du fait d'une dégradation continue, le taux de recouvrement du sol par la végétation est inférieur à 25% sur près des 3/4 de la superficie de ces basses steppes.

5.2.1.5.5 - La steppe à *Rhanterium*

Dans les basses steppes, les sols à voile éolien sont colonisés par la steppe à *Rhanterium suaveolens* ("Arfèj"). Les plantes compagnes les plus importantes dans les formations steppiques à *Rhanterium* sont récapitulées dans le **Tableau 148** suivant.

Tableau 148 : Plantes associées à Rhanterium suaveolens dans les steppes à Rhanterium

Nom scientifique	Nom commun	Appellaton vernaculaire
Linaria ægyptiaca	Linairi	
Echiochilon fruticosum		Zriga
Retama raetam	Retam	Retam
Artemisia campestris	Armoise Champêtre	Tgouft
Dianthus crinitus		
Atractylis serratuloïdes		

5.2.2 – LA FAUNE DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

La macro-faune de la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui est visualisée dans la **Figure 74** suivante, est plutôt craintive et ne risque pas de s'approcher de l'infrastructure autoroutière. Elle est de deux types :

- les espèces qui demeurent abritées dans les formations forestières des hauteurs de la Dorsale, comme le Mouflon à manchettes (*Ammotragus lervia*) dans les zones rocheuses, et la gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*), le renard roux (*Vulpes atlantica*), et le serval (*Leptailurus serval*) dans les zones forestières ;
- les espèces qui demeurent abritées dans les parcours forestiers des hautes steppes, comme les gazelles Dorcas.



Mouflon à manchettes



Gazelle de Cuvier



Serval



Gazelles Dorcas



Renard roux

Figure 74 : Principaux exemplaires de la macro-faune mammalienne plutôt craintive des parcours forestiers

De fait, l'expérience enregistrée sur les sections routières déjà en service en Tunisie montre que les déplacements de faune sauvage au travers de la future emprise autoroutière devrait plutôt concerner deux types d'animaux :

- une macro-faune essentiellement composée de sangliers (*Sus scrofa*) qui pullulent dans les forêts, mais aiment à se nourrir dans les zones cultivées situées en contrebas de leur habitat ;
- une micro-faune mamalienne composée de mangoustes ichneumon (*Herpestes ichneumon*), de gerbilles (*Gerbillus ssp.*), de musaraignes communes (*Crocidura russukla*), etc … La **Figure 75** suivante permet de visualiser ces sangliers et quelques représentants de cette micro-faune caractéristiques des agro-écosystèmes humides septentrionaux.



Sanglier



Gerbille



Mangouste Ichneumon

Figure 75 : Exemplaires de la faune mammalienne pouvant traverser l'emprise autoroutière

5.2.3 – LA PROTECTION DE LA NATURE DANS LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

L'Etat tunisien a développé depuis trente ans un réseau de parcs nationaux destinés à protéger les écosystèmes caractéristiques du milieu naturel de la Tunisie. Un premier réseau de Parcs Nationaux a été constitué dans les années 80, qui a été considérablement renforcé en 2010.

Le code forestier promulgué en 1966 a été refondu en 1988 pour constituer l'outil juridique de base en matière de conservation du milieu naturel en Tunisie et de création des parcs nationaux. L'accès à tous ces parcs est soumis à une autorisation préalable, après dépôt d'une demande auprès de la Direction Générale des Forêts ou du Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) concerné.

5.2.3.1 Les parcs nationaux de la Dorsale tunisienne sous influence du tronçon prioritaire

La Dorsale tunisienne constitue avec les zones humides l'écosystème le plus riche de la zone d'influence du projet de desserte directe du Centre-ouest et de Gafsa à partir de Tunis. Le recul de l'agro-foresterie sur les hauteurs contribue à y diminuer l'anthropisation des biotopes encore relativement riches. En particulier, on y rencontre en bioclimat semi-aride deux espèces de protection prioritaire qui y sont implantées :

- le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) des sols calcaires en variante à hiver froid et frais du bioclimat semi-aride, et
- le Thuya de Berbérie (*Callitris articulata*) des sols calcaires en variante à hiver tempéré et doux du sous-étage bioclimatique semi-aride supérieur.

En conséquence, des parcs nationaux ont été créé par décret sur cinq jbels à l'écosystème caractéristique dont la desserte sera facilitée par la future infrastructure autoroutière :

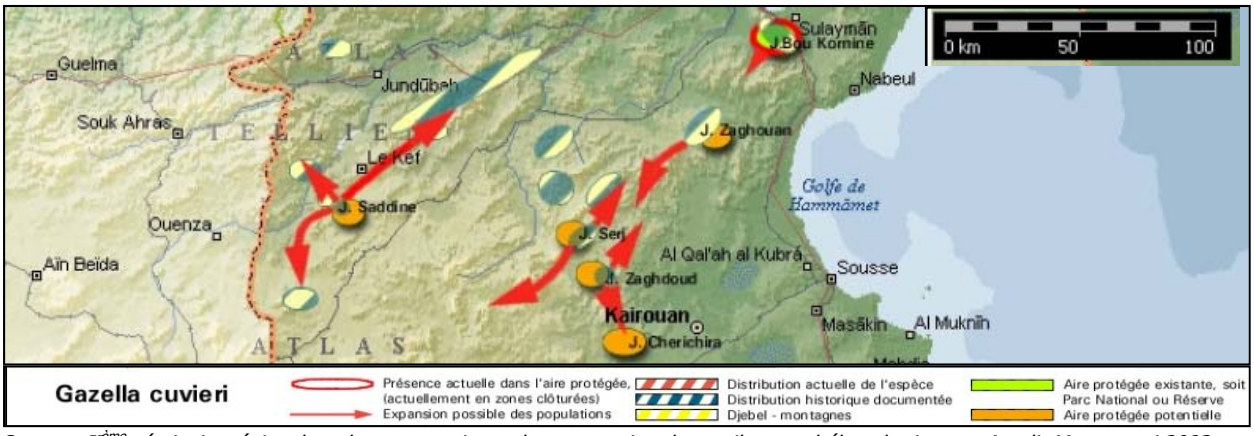
- les jbels Boukornine et Zaghouan situés de 10 à 15 kilomètres à l'Est, et
- les jbels Zaghdoud, Serj et Mghilla situés de 15 à 30 kilomètres à l'Ouest.

La **Carte 56** suivante localise ces cinq principaux sites protégés de la partie de la Dorsale tunisienne incluse dans la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 56 : Zones protégées du Tell dans la zone d'influence du tronçon prioritaire

La **Carte 57** suivante souligne le rôle complémentaire dévolu à ces Parcs Nationaux dans la colonisation des zones forestières de la Dorsale tunisienne par la gazelle de Cuvier.



Source : II[ème] séminaire régional sur la conservation et la restauration des antilopes sahélo-sahariennes, Agadir Maroc, mai 2003

Carte 57 : Rôle des trois PN septentrionaux pour le développement des populations de la gazelle de Cuvier

5.2.3.1.1 - Le parc national du jbel Boukornine

Un parc national de 1.939 ha, a été créé par le Décret n° 87-282 du 17 février 1987 sur les deux flancs du jbel Boukornine qui culmine à 567 m. Ce jbel situé à 18 km au sud de Tunis domine la ville de Hammam-Lif à l'ouest et la plaine du Mornag à l'Est. En conséquence, la pluviométrie moyenne annuelle y atteint 420 mm au pied, mais 660 à 700 mm au sommet.

L'objectif de sa création était de conserver la flore typique des hauteurs calcaires littorales situées en variante à hiver doux de l'étage bioclimatique semi-aride, c'est-à-dire le cortège végétal de la Callitraie. L'objectif de cette création était de conserver de protéger. Outre le Thuya de Berbérie (*Callitris articulata*), sa couverture arborée comprend :

- une strate arborée avec des Pins d'Alep, des Pins Pignons, des Chênes verts, des Oléastres, des Caroubiers ;
- une strate arborescente avec des arbousiers, des azeroliers, des myrtes, des périploques, des câpriers ;
- une strate herbacée avec quelques espèces très rares en Tunisie, telles que des Cyclamens de perse, treize espèces d'orchidées dont certaines ne se rencontre en Tunisie que sur ce site, et des tulipes sauvages.

La faune mammalienne de cette aire protégée est essentiellement composée de mouflons à manchettes réintroduits, de sangliers fort nombreux et parfois familiers, de chacal dorés, de chats sauvages, de porc-épics, de genettes d'Europe et de divers petits rongeurs (musaraigne, etc …).

La faune reptilienne est quant à elle essentiellement composée de caméléons, de lézards ocelés, de diverses tortues terrestres et de plusieurs espèces de couleuvres, la plus répandue étant la couleuvre à fer à cheval.

Dans les falaises du jbel nichent un grand nombre de rapaces, faucon-pélerin, vautour percoptère, et plusieurs espèces d'oiseaux sédentaires ou migrateurs : perdrix gambra, etc ...

5.2.3.1.2 - Le parc national du jbel Zaghouan

D'une superficie de 2.024 ha, ce parc a été créée par le décret 2010-574 du 29 mars 2010. Il est situé à la limite entre les sous-étages bioclimatiques subhumide et semi-aride supérieur. Ce parc naturel s'inscrit également dans une optique de conservation historique, avec la présence du "Temple des eaux", qui date de l'époque romaine: il s'agit du lieu de captation des sources de montagne, point de départ de l'aqueduc de Zaghouan qui a alimenté en eau la métropole de Carthage à partir du II^{ème} siècle.

Il se compose d'un massif de neuf kilomètres de long et de trois kilomètres de large situé dans la partie nord-est de la Dorsale tunisienne. Il s'étend sur un espace culminant au sommet du Ras El Gassâa à 1.295 mètres.

L'objectif de sa création était de conserver de protéger la flore typique d'un milieu semi-aride étagé par la montagne. Il présente en effet tout au long de ses pentes l'étagement de végétation typique de toute la partie nord de la Dorsale tunisienne avec les formations ripicoles des lits d'oueds et les trois étages végétaux suivants :

- au dessus de 900 m d'altitude s'étend une ileraie, végétation et habitat menacé en Tunisie du fait du caractère pluvieux des milieux qu'elle colonise, et où subsiste une espèce rare en Tunisie, l'érable de Montpellier *(Acer monspessulanum)* ;
- jusqu'à 600 m domine ensuite une pinède de Pin d'Alep qui tend à remonter et à coloniser peu à peu l'ileraie ;
- en dessous de 600 m domine enfin des formations dégradées de l'oléolentisque à caroubier et le mattoral bas qui en dérive.

La faune mammalienne de cette aire protégée est essentiellement composée d'espèces caractéristiques des biotopes avec un des variantes à hiver tempéré à frais des étages bioclimatiques subhumide et semi-aride à hiver tempéré : sanglier, chacal doré, lièvre commun, mangouste Ichnemon et divers petits rongeurs (musaraigne, etc …).

La faune reptilienne est quant à elle essentiellement composée de lézards et de plusieurs espèces de couleuvres.

Dans les falaises du jbel nichent un grand nombre de rapaces, aigle royal, faucon-pélerin et vautour percoptère.

5.2.3.1.3 - Le parc national du jbel Zaghdoud

D'une superficie de 1.792 ha, ce parc a été institué par le décret 2010-573 du 29 mars 2010 au sein de la forêt domaniale de Zeghdoud qui couvre environ 1.800 ha. Il est situé dans la délégation de Oueslatia du gouvernorat de Kairouan, à la limite entre les sous-étages bioclimatiques semi-aride supérieur et inférieur. Ce parc naturel s'inscrit également dans une optique de conservation des richesses culturelles, puisqu'existent des peintures rupestres au jbel Oueslatia, et des ruines historiques et romaines à l'intérieur et aux environs du massif : Ksar Lemasa, jbel Jloula, ...

Il se compose d'un massif de neuf kilomètres de long et de trois kilomètres de large situé dans la partie nord-est de la Dorsale tunisienne, qui culmine. Il s'étend sur un espace culminant au sommet du Ras El Gassâa à 1.295 mètres.

L'objectif de sa création était de conserver de protéger les stations les plus méridionales du pays pour deux formations végétales grâce à son microclimat plus frais et plus arrosé que les environs. Il présente en effet au long de ses pentes l'étagement des trois étages végétaux suivants :

- au dessus de 1.000 m d'altitude s'étend une formation de la série du pin d'Alep et du chêne vert ;
- jusqu'à 800 m domine ensuite le faciès à Thuya de Berbérie de la pinède de Pin d'Alep et de Genévrier de Phénicie ;
- en dessous de 750 m domine enfin des formations dégradées de l'oléolentisque à caroubier et le mattoral bas qui en dérive.

La faune mammalienne de cette aire protégée est essentiellement composée d'espèces caractéristiques des biotopes semi-aride à hiver tempéré : sanglier, chacal doré, renard roux, porc-épic, genette, chat sauvage, lièvre commun, mangouste Ichnemon, hérisson, chauves-souris grand fer à cheval et divers petits rongeurs (musaraigne, etc …).

La faune reptilienne est quant à elle essentiellement composée de caméléons, lézards, tortues terrestres et couleuvres de Montpellier.

L'avifaune est représentée par de nombreux rapaces : aigle royal, aigle de Bonelli, faucon crécerelle, faucon pèlerin, buse variable, circaète Jean-le-Blanc, chouette chevêche, chouette effraie, plusieurs espèces d'oiseaux sédentaires : perdrix gambra, caille, tourterelle, chardonneret, corbeau et alouette des champs, et de nombreux migrateurs :canard colvert, canard souchet, foulque marcoule, sarcelle d'hiver, sarcelle d'été et grive.

5.2.3.1.4 - Le parc national du jbel Serj

D'une superficie de 1.720 ha, ce parc a été créée par le décret 2010-572 du 29 mars 2010. Il est situé en étage bioclimatique semi-aride supérieur, à la limite entre entre la délégation de Siliana-Sud du gouvernorat de Siliana et la délégation de Oueslatia du gouvernorat de Kairouan, et se compose du versant septentrional du jbel Serj qui est situé dans la partie sud-est de la Dorsale tunisienne et culmine à 1.357 mètres.

L'objectif de sa création était de conserver de protéger la flore typique d'un milieu semi-aride étagé par la montagne. Il présente en effet tout au long de ses pentes l'étagement de végétation typique de toute la partie nord de la Dorsale tunisienne avec les formations ripicoles des lits d'oueds et les trois étages végétaux suivants :

- au dessus de 1.000 m d'altitude s'étend une ileraie, végétation et habitat menacé en Tunisie du fait du caractère pluvieux des milieux qu'elle colonise, et où subsiste on y rencontre une espèce rare en Tunisie, l'érable de Montpellier *(Acer monspessulanum)* ;
- jusqu'à 750 m coexistent ensuite une pinède de Pin d'Alep et une callitraie, qui tendent à remonter et à coloniser peu à peu l'ileraie ;
- en dessous de 750 m domine enfin des formations dégradées de l'oléolentisque à caroubier et le mattoral bas qui en dérive.

La faune mammalienne de cette aire protégée est essentiellement composée d'espèces caractéristiques des biotopes des variantes à hiver tempéré à frais de l'étage bioclimatique semi-aride supérieur : sanglier, hyène rayée, serval, chacal doré, renard roux, lièvre commun, mangouste Ichnemon, hérisson et divers petits rongeurs (musaraigne, etc …).

La faune reptilienne est quant à elle essentiellement composée de lézards et de plusieurs espèces de couleuvres.

Dans les falaises du jbel nichent un grand nombre de rapaces, aigle royal, aigle botté, buse féroce, faucon pèlerin, faucon crécerelle et circaète Jean-le-Blanc, et plusieurs espèces d'oiseaux sédentaires ou migrateurs : perdrix gambra, tourterelle des bois, ...

5.2.3.1.5 - Le parc national du jbel Mghilla

D'une superficie de 16.249 ha, ce parc a été créée par le décret 2010-570 du 29 mars 2010. Il est situé à la limite entre les sous-étages bioclimatiques semi-aride inférieur et aride supérieur. Ce parc naturel s'inscrit également dans une optique de conservation des richesses culturelles, car :

- à partir du sommet de jbel Mghilla, il est possible d'avoir une vue d'ensemble sur la ville de Sbeïtla, la ville et la plaine de Kasserine, le jbel Tiouicha et les plaines de Sbiba, de Jelma et de Cebalet Ouled Asker;

- les passés romain et byzantin de la ville de Sbeïtla (Suffetula) en font un site de premier plan en matière de richesse patrimoniale et culturelle, floristique de grande importance pour la région centrale du pays.

Il se compose d'un massif aux pentes rocheuses, qui culmine à 1.378 m. Son versant Nord-ouest est situé dans les délégations de Jedliane et de Sbeïtla du gouvernorat de Kasserine, et son versant Sud-est dans la délégation de Sidi Bouzid du gouvernorat de Sidi Bouzid.

L'objectif de sa création était de conserver de protéger la richesse floristique de sa belle forêt de Pin d'Alep à chêne vert en altitude et sur le versant Nord-ouest, qui se termine en bas de versant par un matorral à genévrier rouge. Les plantes compagnes qu'on rencontre le long de ses pentes traduisent l'étagement en trois strates végétales qui a pré-existé autrefois sur ce massif avant que la série de la Pinède à chêne vert ne colonise tout le massif à la faveur de la baisse de la pluviométrie et des feux de forêt :

- au dessus de 1.000 m d'altitude s'étend une formation composée d'espèces relictuelles d'une suberaie, formation désormais confinée en Khroumirie en étage bioclimatique humide où la puviométrie est encore suffisante ;
- en dessous de 700 m, on rencontre quelques pieds de caroubier et de pistachier de l'Atlas éparpillés dans le mattoral de pin d'Alep à chêne vert : ces deux espèces en cours de raréfaction, qui traduisent la présence initiale de formations de l'oléolentisque à caroubier peu à peu dégradées par la faute des incendies, nécessitent une protection particulière.

La faune mammalienne de cette aire protégée est essentiellement composée d'espèces caractéristiques des biotopes avec un bioclimat semi-aride inférieur : sanglier, hyène rayée, chacal doré, renard roux, lièvre commun, mangouste Ichnemon, hérisson et divers petits rongeurs (musaraigne, etc …).

La faune reptilienne est quant à elle essentiellement composée de lézards et plusieurs espèces de couleuvres.

Dans les falaises du jbel nichent un grand nombre de rapaces, aigle royal, aigle de Bonnelli, buse féroce, chouette chevêche hibou grand-duc et faucon crécerelle, et plusieurs espèces d'oiseaux sédentaires ou migrateurs : perdrix gambra, caille, tourterelle des bois, huppe fasciée, pigeon biset, rossignol, chardonneret, verdier, corbeau, etc ...

5.2.3.2 – Les sites naturels humides

5.2.3.2.1 – Les quatre sites humides classés Ramsar

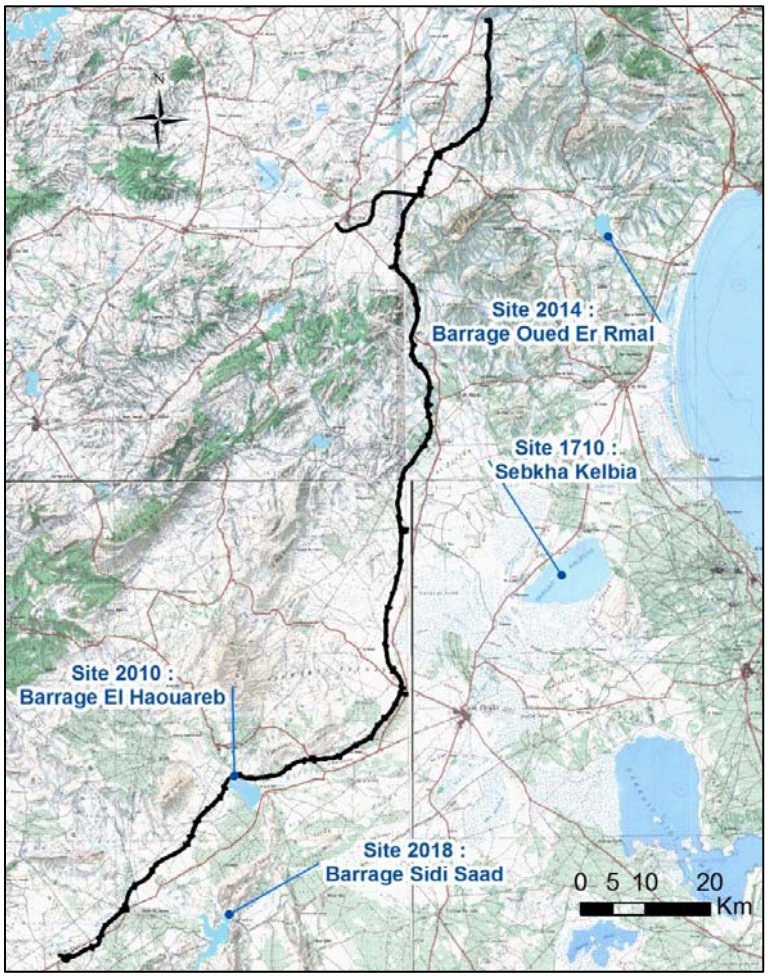
La Tunisie a fait inscrire à la convention Ramsar la sebkha Kelbia et trois retenues de barrages situées à l'aval de la nouvelle infrastructure autoroutière, comme le montre le **Tableau 149** suivant.

Tableau 149 : Quatre zones humides situées à l'aval du Projet et enregistrées en tant que sites Ramsar

Numéro Ramsar	Nom du site	Date de classement	Gouvernorat	Surface (ha)	Coordonnées N	Coordonnées E
1710	Sebkha Kelbia	7 nov 2007	Sousse	8 732	35° 50′	10° 15′
2010	Barrage El Haouareb	2 févr 2012	Kairouan	714	35° 33′	09° 44′
2014	Barrage Oued Er Rmal	2 févr 2012	Zaghouan	620	36° 20′	10° 20′
2018	Barrage Sidi Saad	2 févr 2012	Kairouan	8 650	35° 22′	09° 40′

Source : Liste établie selon la Convention de Ramsar

La **Carte 58** suivante localise ces quatre sites classés par la convention Ramsar et situés aux alentours de Kairouan.



Carte 58 : Quatre sites classés Ramsar situés dans la zone d'influence du tronçon prioritaire

5.2.3.2.2 - La réserve naturelle de la sebkha Kelbia

La sebkha Kelbia, que localise la Carte 58 précédente, a fait l'objet d'un décret de création d'une réserve naturelle du ministère en charge de l'Agriculture en date du 18 décembre 1993. Elle constitue la troisième zone humide de Tunisie de par sa surface et sa profondeur maximale.

Cette sebkha Kelbia située dans les basses steppes à 20 km à l'est-sud-est de la ville de Kairouan couvre une superficie d'environ 13.000 ha en hiver où elle atteint alors une profondeur maximale de 2,5 m et où la salinité de sone au ne dépasse pas 1 g/l. Par contre, elle s'assèche complètement en été en laissant apparaître une croûte saline.

L'objectif de sa création était de protéger sa végétation halophile typique des sebkhas et des chotts et d'y limiter la chasse, le pâturage et le ramassage des oeufs d'oiseaux. En effet, la population agricole vivant aux alentours de cette zone humide est estimée à environ 23.000 personnes, et son plan de gestion tente d'obtenir leur coopération afin de préserver l'avenir de la sebkha.

Sa végétation halophile comprend des bandes de Tamaris le long des bordures émergées, des Phragmites et des Scirpes. Quand elle est remplie d'eau, 90% du fond est recouvert par une prairie dense de *Zanichella palustris*.

La construction des barrages Nebhana, Zeroud et Marguellil a perturbé la faune qui fréquentait cette zone humide. Ces aménagements ont en effet amené la disparition des populations de poissons, anguilles, muges et barbeaux, qui peuplaient auparavant la sebkha en hiver et pouvaient être "récoltés" au printemps. Les eaux ne comptent plus aujourd'hui que des invertébrés ayant des oeufs résistants à la salinité : crustacés, insectes et zooplancton.

En conséquence, les deux espèces rares de canards qui y nichaient en bordure, la sarcelle arbrée et l'érismature à tête blanche, ont déserté ses rivages. Les espèces qui fréquentent aujourd'hui la sebkha sont :

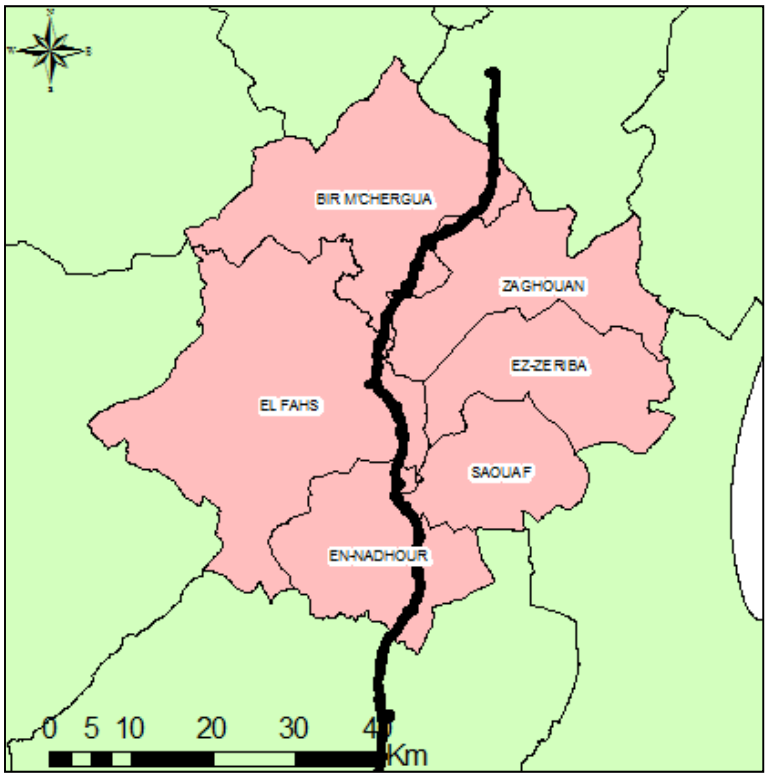
- deux espèces nicheuses : héron crabier et tadorne de Belon ;
- plusieurs espèces migratices, qui y séjournent par milliers au cours de leurs déplacements : flamant rose, canard siffleur, canard pilet et canard souchet.

5.3 - L'état initial du milieu humain dans les gouvernorats traversés

5.3.1 - LE DECOUPAGE ADMINISTRATIF DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

Le gouvernorat de Zaghouan couvre une superficie totale d'environ 227.500 ha, ce qui représente 1,3% de la superficie totale de la Tunisie. Il jouxte sept autres gouvernorats : Le Kef du sud-ouest, La Manouba au nord, Béja au nord-est, Siliana au sud-est, Kairouan au sud, Sousse au sud-ouest, Nabeul à l'ouest et Ben Arous au nord-ouest.

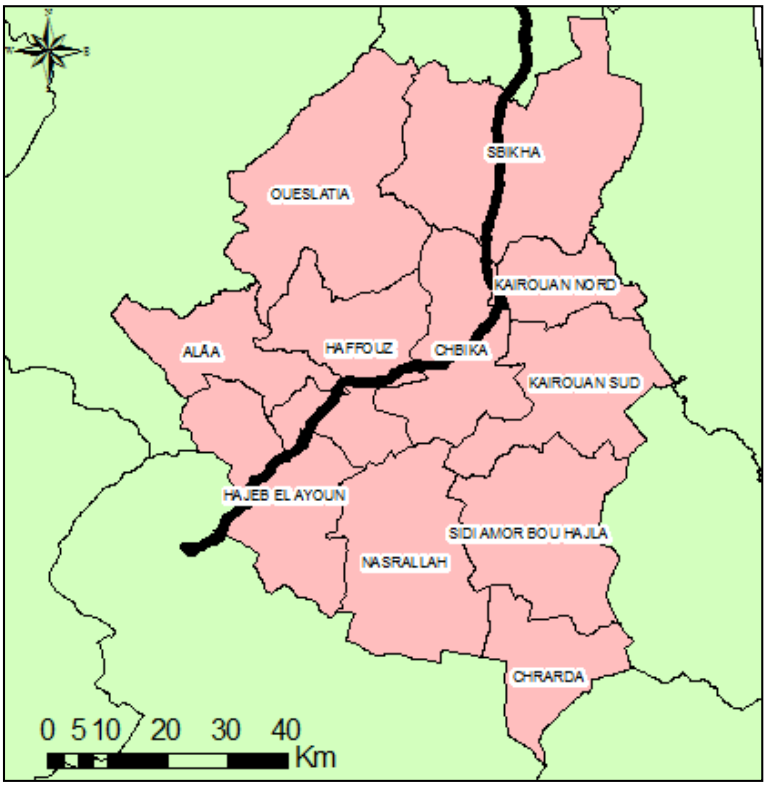
Comme le montre la **Carte 59** suivante, il est composé de 6 délégations découpées en 48 secteurs, et compte 6 municipalités. Lors du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-III), en 2004, il comptait 160.963 habitants, soit 1,6% de la population du pays. 60.414 personnes, soit 37,5% de cette population, résidaient alors en milieu communal, ce qui lui confère un caractère rural encore prononcé.



Carte 59: Carte administrative du gouvernorat de Zaghouan

Le gouvernorat de Kairouan couvre quant à lui une superficie totale d'environ 671.200 ha, ce qui représente environ 4,6% de la superficie totale de la Tunisie. Il jouxte six autres gouvernorats : Zaghouan au nord, Siliana au nord-est, Sidi Bouzid au sud-est, Sfax au sud, Mahdia au sud-ouest et Sousse au nord-ouest.

Comme le montre la **Carte 60** suivante, il est composé de 11 délégations découpées en 114 secteurs, et compte 12 municipalités. Lors du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-III), en 2004, il comptait 546.209 habitants, soit 5,4% de la population du pays. 173.608 personnes, soit 31,8% de cette population, résidaient alors en milieu communal, ce qui lui confère un caractère rural encore prononcé.



Carte 60 : Carte administrative du gouvernorat de Kairouan

5.3.2 – LA DÉMOGRAPHIE DES DEUX GOUVERNORATS TRAVERSÉS

Le **Tableau 150** suivant présente les données démographiques des deux gouvernorats, qui présentent un caractère rural encore très prononcé.

Tableau 150 : Populations des deux gouvernorats traversés

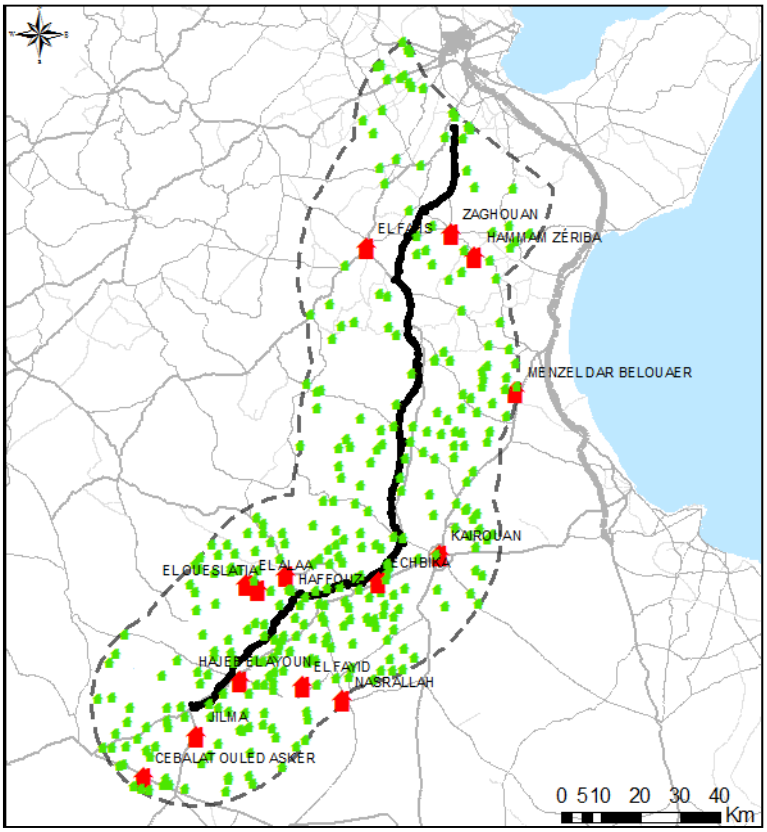
Gouvernorat	surface (km²)	population (habitants)	Densité (habts /km²)	Nombre d'urbains	Proportion urbains (%)	Taux de motorisation
ZAGHOUAN						
RGPH-III (2004)	2 275	160 963	70,8	60 414	37,5%	
estimation 2009		169 400	74,5	64 400	38,0%	15%
KAIROUAN						
RGPH-III (2004)	6 712	546 209	81,4	173 608	31,8%	
estimation 2009		558 200	83,2	178 600	32,0%	14%

5.3.3 – LES PRINCIPALES ZONES URBAINES DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

La création du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a aussi pour but de mettre à la disposition des régions intérieures ainsi desservies une infrastructure qui permettra de dynamiser progressivement le développement des trois gouvernorats intérieurs traversés et des deux gouvernorats desservis à partir de Jelma, en les "rapprochant" du pôle économique tunisois, et ainsi permettre un rééquilibrage inter-régional.

5.3.3.1 – Les principales zones urbaines desservies directement

Pour juger des possibilités de développement économique indirect générées par la mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour les zones urbaines les plus dynamiques qu'il va desservir, nous allons identifier les principales localités ainsi désenclavées des gouvernorats intérieurs de Zaghouan, de Kairouan et de Sidi Bouzid. La **Carte 61** suivante présente la localisation des communes et des autres localités situées à moins de 25 kilomètres d'un échangeur du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 61 : Principales localités desservies par les sections du tronçon prioritaire

Le **Tableau 151** suivant présente les effectifs recensés en 2004 des populations desservies par les nouvelles sections autoroutières du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, car situées à moins de 25 kilomètres d'un échangeur.

Tableau 151 : Populations recensées en 2004 desservies par les sections autoroutières du du tronçon prioritaire

GOUVERNORAT	Délégations	Populations	Communes	Populations	Taux d'urbanis
ZAGHOUAN	Zaghouan	34 367	Zaghouan	16 037	46,7%
	Ez-Zriba	20 765	Ez-Zriba	9 002	43,4%
	Bir Mcherga	21 508	Bir Mcherga	7 203	51,3%
			Jbel Oust	3 830	
	El Fahs	43 678	El Fahs	19 315	44,2%
	En-Nadhour	28 550	En-Nadhour	5 027	17,6%
KAIROUAN	Sbikha	67 315	Sbikha	6 776	10,1%
	Kairouan nord	83 794	Kairouan	117 903	71,8%
	Kairouan sud	80 444			
	Chebikha	33 889	Chebikha	2 505	7,4%
	Hajeb El Ayoun	35 403	Hajeb El Ayoun	9 648	27,3%
	Haffouz	43 792	Haffouz	8 225	18,8%
	El Alâa	31 773	El Alâa	2 657	8,4%
SIDI BOUZID	Jelma	36 861	Jilma	5 405	14,7%
	Sabalet Ouled Asker	18 618		2 506	13,5%
TOTAL		**580 757**		**216 039**	**37,2%**

On voit que les sections autoroutières du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa desservent dans les gouvernorats intérieurs de Zaghouan, de Kairouan et de Sidi Bouzid une population totale recensées en 2004 de plus de 580.000 âmes, dont plus de 216.000, soit 37%, vivent dans des zones communales.

5.3.3.2 – Les principales zones urbaines bénéficiant de la présence du Projet

Le **Tableau 152** suivant présente les effectifs recensés en 2004 des populations qui profiteront de la présence des nouvelles sections autoroutières de ce tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, car situées dans le reste des trois gouvernorats traversés et dans le gouvernorat de Kasserine.

Tableau 152 : Populations recensées en 2004 dans les gouvernorats intérieurs profitant de la présence du tronçon prioritaire

Gouvernorat	Délégations	Populations	Communes	Populations	Taux d'urbanis
ZAGHOUAN	Saouaf	12 095			0,0%
KAIROUAN	Ouslatia	36 195	Ouslatia	8 444	27,9%
			Aïn Jloula	1 651	
	Nasrallah	37 112	Nasrallah	5 054	22,7%
			Menzel Mehiri	3 356	
	Echrarda	25 903	Echrarda	1 387	5,4%
	Bouhajla	70 589	Bouhajla	6002	8,5%
SIDI BOUZID	Sidi Bouzid est	48 371	Sidi Bouzid	39 913	82,5%
	Sidi Bouzid ouest	65 761		4 002	6,1%
	Bir El Hafey	33 979	Bir El Hafey	5 589	16,4%
	Sidi Ali Ben Aoun	24 896	Sidi Ali Ben Aoun	7 403	29,7%
	Menzel Bouzaiene	23 668	Menzel Bouzaine	5 595	23,6%
	Meknassy	22 617	Meknassy	13 742	60,8%
	Mezzouna	22 839	Mezzouna	6 101	26,7%
	Regueb	58 776	Regueb	7 892	13,4%
	Ouled Haffouz	19 910	Ouled Haffouz	2 145	10,8%
	Souk Jedid	19 210			0,0%
KASSERINE	Kasserine nord	58 343	Kasserine	55 966	95,9%
	Ez-Zouhour	20 277		20 277	100,0%
	Kasserine sud	21 139			0,0%
	Sbeitla	69 539	Sbeitla	20 253	29,1%
	Sbiba	42 091	Sbiba	5 995	14,2%
	Jedliane	13 205	Jedliane	3 990	30,2%
	Thala	34 508	Thala	13 968	40,5%
	Haïdra	8 716	Haïdra	3 109	35,7%
	Foussana	41 240	Foussana	5 622	13,6%
	Fériana	45 787	Fériana	24 198	65,5%
			Télepte	5 792	
	Majel Bel Abbès	21 909	Majel Bel Abbès	5 003	22,8%
	El Ayoun	18 634			0,0%
	Hassy El Frid	16 890			0,0%
TOTAUX		**934 199**		**282 449**	**30,2%**

On voit que les sections autoroutières de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma profitent dans les quatre gouvernorats intérieurs de Zaghouan, de Kairouan, de Kasserine et de Sidi Bouzid à une population totale recensées en 2004 de plus de 934.000 âmes, dont près de 282.500, soit 30%, vivent dans des zones communales.

5.3.4 - LE PATRIMOINE CULTUREL DES GOUVERNORATS DESSERVIS

5.3.4.1 Le patrimoine culturel desservi

Aux atouts naturels et agricoles de la zone d'influence indirecte s'ajoutent d'autres avantages culturels qui viennent conforter la richesse et la diversité de son potentiel de développement économique, en fournissant aux visiteurs des offres touristiques. Pour les touristes résidant dans les hôtels côtiers des

zones touristiques de Bizerte 0 Sousse, la future desserte autoroutière directe va grandement faciliter leur visite.

5.3.4.1.1 - Les sites préhistoriques

Située loin du littoral, la région ne semble pas avoir été habitée par des Australopithèques (*Homo habilis*), ni par les Pithécanthropes (*Homo erectus*). De même, la civilisation moustérienne aux Paléolithiques moyen et supérieur, n'a laissé des traces que le long du littoral tunisien, tandis que la dernière grande transgression marine versilienne n'a laissé des traces abondantes de la civilisation ibéro-maurusienne que sur la côte rocheuse septentrionale.

Même au Néolithique qui a débuté il y a 10.000 ans, les traces d'occupation humaine se concentrent principalement autour des lagunes et des sebkhas de la facade littorale orientale, au climat plus doux et plus accessible par terre et par mer.

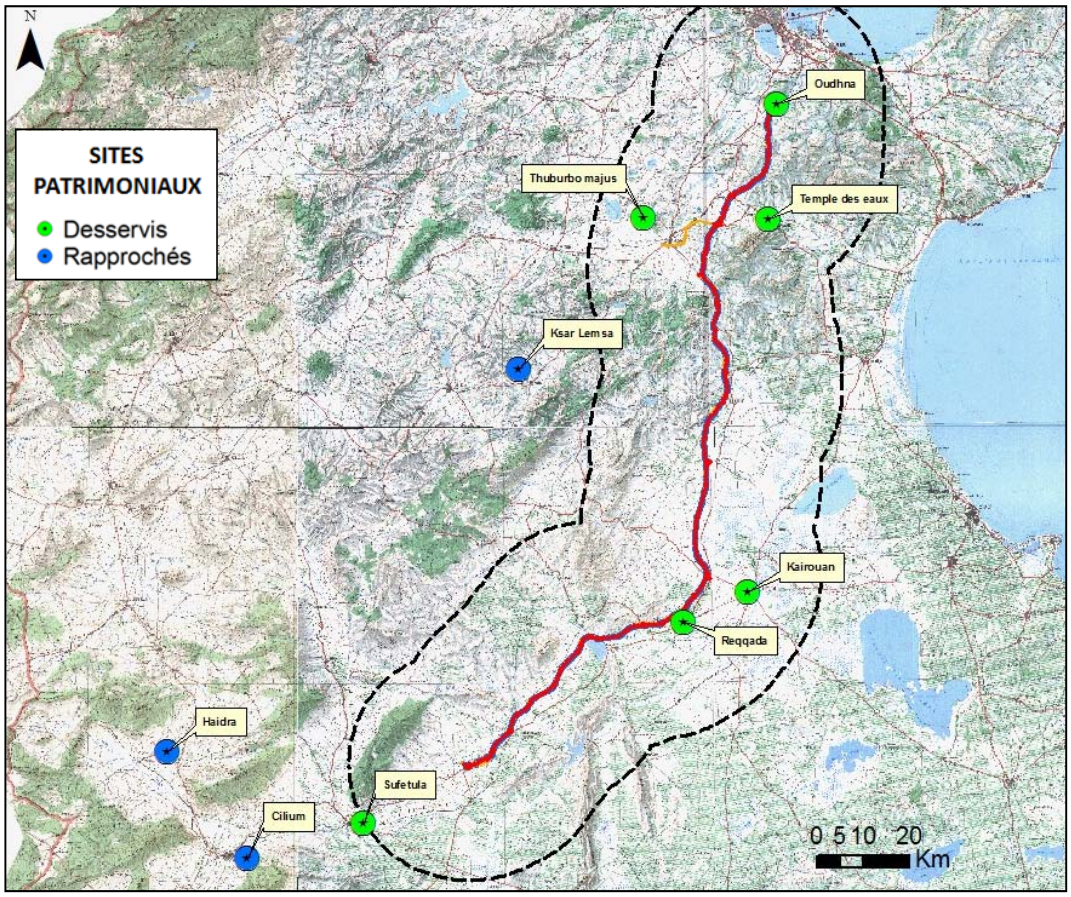
5.3.4.1.2 - Les sites archéologiques importants

Cette préférence pour la façade littorale de la Tunisie s'est poursuivie aux temps puniques, où les principales implantations humaines se sont situées le long de la côte.

Mais la colonisation romaine a fait de la province d'Afrique le "grenier à blé" de Rome, et de nombreux sites romains, souvent fortifiés à l'époque byzantine, jalonnent toute la Dorsale tunisienne et les hautes steppes. Les sites les mieux conservés, qui ont une renommée mondiale, sont les ruines de Oudhna situées à proximité de Fouchana, les ruines de Thuburbo majus situées à proximité du Fahs, les ruines de Suffetula situées à proximité de Sbeïtla, les ruines de Cilium situées à proximité de Kasserine et les ruines de Capsa situées dans l'oasis de Jelma.

Les ruines de Ksar Lemsa près d'Ouslatia témoignent surtout quant à elle de la présence byzantine au VI^{ème} et VII^{ème} siècles. Durant ces 170 années, les anciennes cités romaines ont été fortifiées en réutilisant les pierres des monuments païens, et des monuments chrétiens, églises et cathédrales, ont été édifiés.

La **Carte 62** suivante localise ces principaux sites archéologiques qui seront rendus plus accessibles aux touristes après la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 62 : Position des principaux sites patrimoniaux rendus plus accessibles aux touristes grâce au Projet

De plus, les plaines et les glacis de la Dorsale et de la Tunisie Centrale regorge des ruines de villas situées au coeur des latifundia des riches colons romains qui les exploitaient pour produire céréales et huile d'olive pour alimenter et éclairer Rome et les grandes cités de tout l'Empire.

5.3.4.1.3 - Les sites historiques importants

Deux villes desservies par le Projet constituent des sites importants de l'histoire musulmane de la Tunisie, à savoir Kairouan et Reqqada qui sont localisées dans la **Carte 62** précédente.

5.3.4.1.3.1 Kairouan, centre de rayonnement de la culture arabe et de l'islam

En 647-648, les premières opérations de conquêtes autorisées par le Calife Othmân en 647 sont menées par le gouverneur d'Égypte, `Abd Allâh Sa`d, qui écrase près de Sufetula l'armée du patrice Grégoire, gouverneur byzantin qui est tué au cours de l'affrontement. Mais les vainqueurs ne disposent pas des moyens nécessaires pour conforter leur conquête en assiégeant les places fortes byzantines du nord de l'Africa, et ils se retirent en 648 vers leur base de départ, Misr al-Fustat.

De retour vers 670 sous la conduite de Oqba Ibn Nafi Al Fihri, les Arabes fondent cette fois la ville de Kairouan pour y établir une garnison et en faire un point d'appui dans leur campagne de conquête de toute l'Afrique du Nord. Kairouan possède dès lors une double fonction militaire et religieuse, assurant à la fois la guerre sainte et la défense des terres nouvellement conquises. L'emplacement à l'intérieur des terres choisi pour sa fondation semble particulièrement inhospitalier, mais il présente en fait plusieurs avantages pour ces conquérants de première génération entourés d'ennemis :

- il se situe suffisamment loin de la côte pour éviter les assauts de la flotte byzantine qui contrôlait alors la Méditerranée ;
- il fait face aux montagnes qui sont le refuge des Berbères dont la résistance est organisée par Kusayla, puis par Dihya (surnommée la Kahina par ses ennemis) ;
- la steppe qui colonise cette plaine inondable assure l'alimentation aisée de leurs montures.

De retour d'une grande chevauchée jusqu'aux rivages de l'Atlantique, l'armée d'Uqba est attaquée et mise en déroute en 683 près de Biskra par une armée rassemblant sous l'autorité de Kusayla des Berbères, islamisés ou non, et des cohortes de l'armée byzantine. Lors de cette bataille, 'Uqba est tué : les révoltés parviennent à occuper Kairouan, et les Arabes sont contraints d'évacuer toute l'Ifriqiya.

Le calife Abd al Malik nomme Hassan Ibn Numan gouverneur du Maghreb en 686, avec la mission de reconquérir l'Ifriqiya. Kairouan est reprise et Kusayla tué. Dihya résiste jusqu'en 693, année où elle est vaincue, faite prisonnière et décapitée. Puis les Arabes chassent les Byzantins de Carthage en 698. Dès 702, l'assise arabe est suffisante en Ifriqiya pour que la province constitue la base de conquête du reste du Maghreb.

En 705, Musa Ibn Nosseyr devient le premier gouverneur officiel de la wilaya d'Ifriqiya. Devenue la capitale des gouverneurs Aghlabides qui s'émancipent peu à peu du califat Abbasside, la cité prospère rapidement au cours du IX^{ème} siècle : elle devient :

- un grand centre de rayonnement de la culture arabe et de l'islam, renommée pour son école de droit malékite et qui rivalise avec les autres centres du bassin méditerranéen, et joue un rôle significatif dans l'arabisation des Berbères et des populations de langue latine de l'Ifriqiya ;
- une grande ville de commerce et de science, renommée pour son école de médecine fondée par Ishaq ibn Imran.

Son approvisionnement en eau est assuré par un réseau de canalisations amenant l'eau des montagnes environnantes pour être stockée dans un grand nombre de citernes réparties dans la ville et sous la grande mosquée (les grands réservoirs datant de cette époque aghlabide et restaurés sommairement, sont encore visibles de nos jours). L'installation à Raqqada du neuvième émir aghlabide, Ibrahim II en 876, fait définitivement perdre à Kairouan son statut de capitale de l'Ifriqiya.

En 909, les Fatimides menés par Abu Abd Allah ach-Chi'i s'emparent de l'Ifriqiya et chassent de Raqqâda le dernier émir aghlabide, Ziyadat Allah III. Le Calife autoproclamé Ubayd Allah al-Mahdi s'installe à son tour en 910 à Raqqâda, tout en fondant Mahdia sur la côte qu'il proclame ensuite capitale du Califat en s'y installant. Toutefois, au milieu du X^{ème} siècle, la population de Kairouan dépasse les 100.000 habitants. En 969, les troupes du quatrième calife fatimide Al-Muizz li-Dîn Allah entrent à Misr-Fostat en Égypte. Le calife fait fonder près de cette ville une nouvelle capitale qu'il nomme Le Caire.

La prise de Kairouan par l'ibadite Abu Yazid, qui parvient avec l'aide de la population sunnite de la ville à y interrompre l'hégémonie des Fatimides entre 944 et 946, traduit les tensions ethnico-religieuses entre cette dynastie chiite ismaïlienne et la population strictement sunnite de la ville. Ces tensions vont finalement conduire les Fatimides à abandonner le point d'appui qu'ils s'étaient constitué pour rejoindre l'Égypte vers 972-973 et s'installer au Caire, qui devient le nouveau centre du Califat.

Après le retrait définitif des Fatimides de l'Ifriqiya, une dynastie vassale de ces derniers prend le pouvoir, les Zirides. Son plus illustre représentant est Al-Muizz Ben Badis (1016–1062), qui mène une politique favorable aux sunnites : la ville connaît alors la dernière période d'épanouissement de son histoire. Mais la dissidence de ce prince vis-à-vis de l'autorité du Calife fatimide va finalement conduire la ville à sa perte : en 1054, le Calife al-Mustansir organise une expédition punitive contre les Zirides, qui lui permet d'éloigner du Caire les tribus bédouines des Bani Hilal et des Bani Sulaym. Ces derniers fondent sur l'Ifriqiya et sur Kairouan avec l'autorisation de les razzier. En 1057, Al-Muizz Ben Badis s'enfuit à Mahdia avec les restes de son armée, livrant ainsi Kairouan et ses environs au pillage.

Avec l'essor des villes côtières, et principalement de Tunis, Kairouan décline inéluctablement sous la dynastie hafside, même si elle demeure la première ville sainte du Maghreb. En 1702, elle connaît une dernière et fugace renaissance quand le Bey Hussein Ier en restaure l'enceinte et de nombreuses mosquées.

5.3.4.1.3.2 Raqqâda, capitale éphémère de la Tunisie aghlabide

On a vu que Raqqâda est le site de la seconde capitale de la dynastie des Aghlabides. Elle fut fondée en 876 à une dizaine de kilomètres au sud-ouest de Kairouan par le neuvième émir aghlabide, Ibrahim II, qui éprouvait le besoin de trouver un endroit calme à l'abri du bruit de la ville. La nouvelle cité est pourvue de plusieurs palais et d'une mosquée, et abrite une fabrique de textiles et de papiers pour alimenter la Maison de la sagesse et des sciences (Bayt al-Hikma). À certains moments à la fin du IX^{ème} siècle, Raqqâda semble être même devenue plus importante que Kairouan.

En abandonnant Raqqâda après avoir fondé et choisi comme capitale la ville de Mahdia, le Calife fatimide Ubayd Allah al-Mahdi réduit le rôle de cette ville. Après la fondation du Caire, son descendant Al-Mu'izz li-Dîn Allah aurait même ordonner de la raser vers 970.

5.3.4.2 Le patrimoine culturel avoisiné

Le tracé traversant des régions au lourd héritage culturel, il est évident qu'il va avoisiner de nombreux sites patrimoniaux. L'INP nous a fourni les coordonnées de tous les sites inventoriés qui sont situés à proximité de l'axe du tracé d'APD initial.

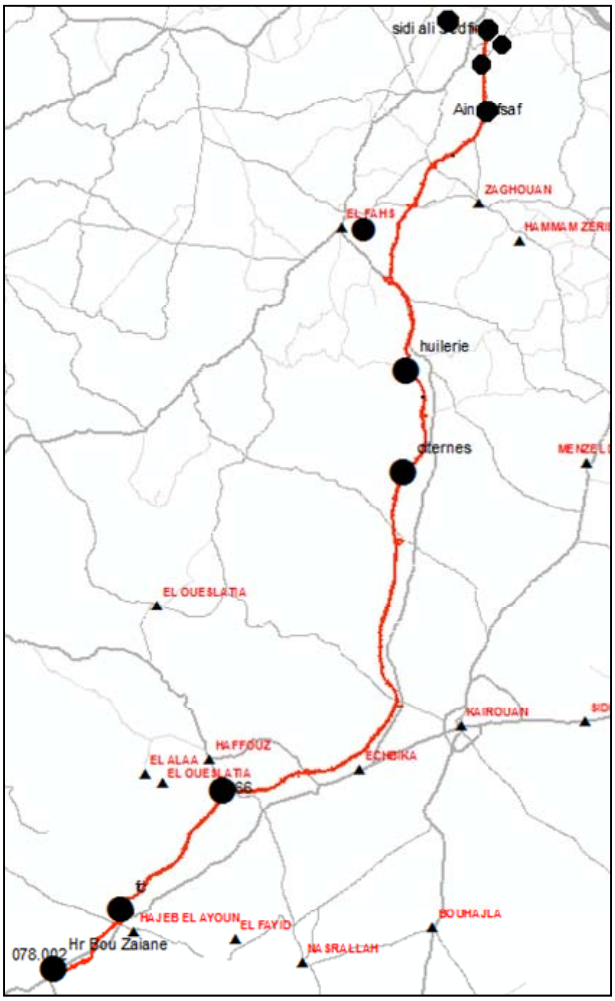
5.3.4.3 L'ensemble des sites archéologiques avoisinés par l'emprise autoroutière

L'INP nous a fourni les coordonnées de tous les sites archéologiques et historiques déjà recensés aux alentours du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Le **Tableau 153** suivant présente les sites archéologiques avoisinés par l'emprise autoroutière par feuille topographique au 1/50.000^{ème}.

Tableau 153 : Sites archéologiques avoisinés par l'emprise autoroutière par feuille topographique

Feuille topographique	ID_SITE	NOM_SITE	Surface	Périmètre
Bir Mcherga	028.149	Ain Safsaf	13,91 ha	1.514 m
	028.006	Sidi Ali Sedfini		
	028.256	Carrières romaine	0,32 ha	229 m
Zaghouan	035.001	Sans nom	3,01 ha	699 m
	035.002	Henchir el Maissra	0,33 ha	211 m
Jbel fkirine	042.001	Sans nom	2,88 ha	726 m
	042.002	Henchir Mohamed ben Abdallah	6,98 ha	1.211 m
Jbiibna	048.001	Henchir Ourezla	20,12 ha	2.013 m
Ain Djeloula	aucun site menacé			
Kairouan	aucun site menacé			
Jbel trozza	un site mineur d'une superfice réduite est menacé			

La **Carte 63** suivante localise les sites recensés par l'INP longeant le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 63 : Sites archéologiques et historiques déjà recensés aux alentours du tracé du tronçon prioritaire

5.3.5 - LES MINORITES ETHNIQUES PRESENTES DANS LA ZONE D'INFLUENCE

5.3.5.1 - Les diverses influences civilisationnelles historiques sur les populations vivant en Tunisie

5.3.5.1.1 - La période pré-islamique

Durant l'Antiquité, les populations berbères qui peuplaient le territoire tunisien ont d'abord été confrontées à la civilisation punique qui a créé du IX^{ème} au III^{ème} siècle avant J-C des comptoirs commerciaux sur toute la côte du bassin méditerranéen occidental. Après la chute de Carthage, elles ont rapidement été confrontées à la domination romaine, basée du II^{ème} avant J-C au IV^{ème} siècle après J-C sur la colonisation des riches plaines céréalières de la province de l'*Africa*, et le défrichement de ses forêts de glacis pour les remplacer par des plantations d'oliviers. La « *Pax romana* » a alors permis le développement économique de la province romaine, qui s'urbanise encore sur le littoral et qui se christianise en grande partie.

Pour ces populations berbères, le Moyen Age a débuté par l'invasion vandale qui a défait la « Pax romana » et perturbé les activités économiques de la province romaine de l'*Africa*, puis par la reconquête byzantine marquée par des accrochages permanents avec le conquérant enfermé dans les cités qu'il a fortifié.

5.3.5.1.2 - La conquête musulmane

La fin du VII^{ème} siècle et le VIII^{ème} siècle ont marqué un tournant décisif dans l'itinéraire de ces populations, avec l'invasion arabe qui a permis d'entamer les deux longs processus de leur islamisation et de leur arabisation. L'islamisation a été impulsée par les Aghlabides au VIII^{ème} siècle et a perduré jusqu'au XIII^{ème} siècle, et l'arabisation est en voie d'achèvement depuis l'Indépendance grâce aux efforts de scolairisaton généralisée. Les dynasties régnantes ont souvent eu à faire face à la résistance des populations locales regroupées autour de dynasties berbères opposés à la domination politique arabe, les Zirides d'abord, puis les Almohades marocains. Elles ont alors facilité l'installation dans la province d'Ifriqiya (actuels Tunisie, Tripolitaine et Est algérien) de tribus arabes, comme les tribus hilaliennes appelés par les Fatimides à s'y installer au X^{ème} siècle pour "punir" la population locale du soutien qu'elle avait apporté aux gouverneurs Zirides dans leur tentative d'émancipation.

Par son emplacement stratégique au cœur du bassin méditerranéen, la Tunisie devint pendant la Renaissance l'enjeu de la rivalité des puissances successives, l'Empire Universel de Charles Quint appelé à la rescousse par les Hafsides attaqués par les Ottomans, puis le jeune Empire ottoman.

5.3.5.1.3 - La période ottomane

Elle parvint très vite à s'émanciper de la domination ottomane directe. Ses deys dès le du XVI^{ème} siècle, puis surtout ses beys à partir du XVII^{ème} siècle, jouiront en effet d'une autonomie quasi-totale.

Elle bénéficie à cette époque de l'installation des « Andalous », mauresques et juifs chassés d'Espagne en 1610. Ceux-ci s'installent principalement dans la basse vallée de l'oued Mejerdah en y introduisant des techniques de culture irriguée et d'architecture très évoluées. Elle connaît alors une nouvelle prospérité, nourrie pour une large part par les activités de « Course » qui se développent à partir des ports tunisiens.

Au début du XIX^{ème} siècle, les marines européennes aidées de navires américains anéantissent la piraterie méditerranéenne, en attaquant Tunis et les autres bases de corsaires établies en Afrique du Nord. Privé des revenus de la piraterie tout en conservant un train de vie marqué par les extravagances des beys, le gouvernement tunisien va alors très rapidement se retrouver écrasé de dettes. Cette crise financière va être aggravée par la nécessité de plus en plus impérieuse d'effectuer de fréquentes et coûteuses représailles contre les soulèvements de tribus de plus en plus rebelles au paiement d'impôts de plus en plus lourds. Or, les principaux créanciers de la Tunisie sont la France, l'Italie et la Grande-Bretagne, qui nourrissent toutes trois des ambitions impérialistes en Afrique du Nord.

5.3.5.1.4 - La période coloniale

Finalement, la province ottomane subit en 1881 la conquête coloniale de la France déjà installée depuis 51 ans en Algérie, qui devance ainsi sa rivale italienne. Elle y institue un Protectorat après avoir conclu avec la Grande-Bretagne un accord de partage, qui l'a autorisé en contrepartie à instituer la même année un Protectorat du même type sur l'Egypte.

Marqué par de profondes transformations structurelles et culturelles, cet épisode de la colonisation européenne permet une modernisation des infrastructures et des esprits. Au fil des années, la population tunisienne se reconnaît peu à peu dans le mouvement nationaliste, qui oblige finalement la puissance tutélaire à conclure en 1954 des accords d'autonomie qui aboutissent en 1956 à l'indépendance du pays.

5.3.5.2 - La répartition actuelle des minorités religieuse et linguistique

Fruit de cette histoire mouvementée, la Tunisie est un pays très homogène :

- sur le plan religieux, où l'Islam est religion d'État et où ses fidèles constituent 99,99% de la population. Les musulmans tunisiens se rattachent à la branche sunnite de l'Islam : 85% sont de rite malékite, majoritaire dans les pays du Maghreb, et 15% de rite hanafite, introduit par les Ottomans ;
- sur le plan linguistique, où toute la population d'origine tunisienne parle une langue chamito-sémitique, pour 98% l'arabe, tandis que les populations d'origine berbère restées isolées au cœur de jbels peu accessibles sont restées berbérophones et utilisent l'Amazigh.

Le **Tableau 154** suivant traduit cette homogénéïté en présentant les effectifs des fidèles des deux religions pratiquées par les résidents de nationalité tunisienne, et des locuteurs des deux variétés dialectales de l'Arabe et des quatre variétés dialectales de l'Amazigh.

Tableau 154 : Effectifs des fidèles des deux religions et des locuteurs des six variétés dialectales

Ethnie	Religion	Langue maternelle	variétés dialectales	Effectifs concernés
Arabes tunisiens	Musulmans	Arabe	tunisien	10 000 000
Shawiya	Musulmans	Amazigh	chaouia	39 000
Djerbi			nafusi	26 000
Tmagourt			sened	5 954
Sened				5 400
Ghadamès			ghadamès	2 000
Juifs tunisiens	Juifs	Arabe	marocain	1 500

On voit que la minorité berbérophone représente moins de 80.000 individus, et la minorité hébraïque 1.500 individus. La **Figure 76** suivante montre que certains membres de la minorité linguistique berbérophone vivent dans la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Figure 76 : Minorité linguistique vivant au plus près de la zone d'influence du Projet

5.3.6 - LA QUALITE DES PAYSAGES TRAVERSES ET DESSERVIS

Le "paysage" désigne une partie de territoire telle qu'elle est perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels (milieux physique et biologique) et/ou humains et de leurs interrelations (aspects visuels et valeur esthétique).

En effet, le paysage est de plus en plus considéré comme étant un bien public, un patrimoine collectif, car il s'agit du cadre de vie au quotidien de chacun d'entre nous, et sa qualité influence à son tour notre qualité de vie. Il est également un facteur d'identité et d'appartenance à une région, voire à à un pays.

5.3.6.1 - La méthodologie du diagnostic de référence des paysages

La méthodologie employée pour le diagnostic de référence des paysages traversés par le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a eu pour base une vision holistique des facteurs d'ordre abiotique, biotique et social qui ont été analysés en fonction des paramètres structuraux, physiographiques et paysagers qui caractérisent le milieu en question. Ainsi, à ce niveau d'étude et compte tenu du caractère paysager du territoire traversé par l'autoroute, la caractérisation du paysage a inclus :

- dans une première phase, l'identification des macro-scénarios visuels, formés par des plans successifs à perception immédiate, autrement dit, les grands ensembles paysagers ;
- dans une deuxième phase, vis à vis de l'échelle du milieu par rapport à la composante humaine, le découpage selon des critères paysagers en unités de paysage, notamment la géomorphologique (relief et modelage), l'occupation du sol (forestier, agraire), etc ...

Dans le but de réduire l'échelle spatiale d'analyse, et même si le paysage se caractérise dans une appréhension globale par une grande homogénéité des structures visuelles primaires qui le composent en raison de leur étendue, il a été possible de différencier des unités de paysage facilement identifiables sur le terrain en fonction de la répétition de modèles paysagers homogènes.

Etant donné le contexte paysager de la zone d'étude, une classification des grands Ensembles de Paysage et Unités de Paysage identifiées a été établie, par la méthode d'analyse visuelle. Cette méthode a pour objectif de qualifier /quantifier la sensibilité du paysage, par rapport aux interférences extérieures et repose sur des concepts de Qualité Visuelle et de Fragilité Visuelle, comme le montre la **Figure 77** suivante.

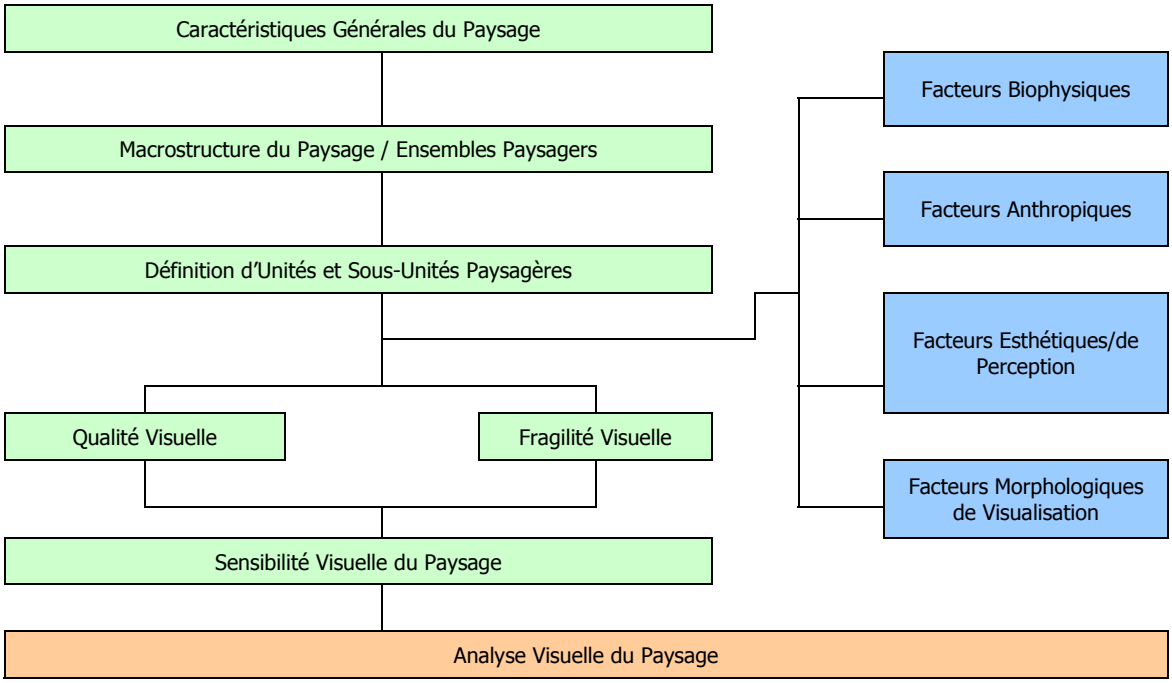


Figure 77 : Méthode de Diagnose et Analyse Visuelle du Paysage

5.3.6.2 - Les ensembles et unités paysagères

D'une façon générale, le territoire concerné par les six couloirs et leurs neuf combinaisons se caractérise par une grande échelle de l'image visuelle et une homogénéité consistante de la matrice paysagère, représentée par un scénario principalement de steppes, ayant une occupation essentiellement agricole, associée à de vastes plaines intercalées par des glacis et des collines aux pentes douces.

On observe également des structures morphologiques ayant des caractéristiques montagneuses, aux formes plus ridées, parfois fortement plissées ou à coupe laminaire, qui entourent et pénètrent dans la matrice des steppes et qui appartiennent aux chaines de montagnes de la Dorsale et aux chaînons atlasiques, présents jusqu'au nord et au sud des couloirs étudiés.

L'aire d'étude est parfaitement représentative de la Tunisie intérieure, caractérisée par une succession de scénarios ouverts et fermés, dictés par la complexité du relief où alternent de grands jbels calcaires, des piémonts et des plaines intérieures, associés aux structures d'occupation du sol, dominés par les champs d'oliviers et de céréales.

Sur le territoire paysager tunisien étudié, trois ensembles paysagers ont pu être identifiés en fonction des traits géomorphologiques essentiellement car cette ressource est celle qui influence le plus la différenciation paysagère, notamment :

- le Bassin de l'oued Meliane,
- la Dorsale tunisienne (Haut Tell), et
- les Basses Steppes.

Tenant compte des concepts déjà mentionnés,on a procédé au découpage en Unités de paysage, tel que spécifié dans le **Tableau 155** suivant.

Tableau 155 : Unités de Paysage

Grandes Unités /Ensembles Paysager	Gouvernorat	Unités de Paysage
Bassin de l'oued Meliane	Zaghouan (Nord)	Paysage mixtes de vaste plaine céréalières et structure boisée
		Paysage de plaine ondulée céréalière
Dorsale tunisienne (Haut Tell)	Zaghouan (Sud) et Kairouan (nord)	Paysage des Plateaux ondulés céréaliers
		Paysage des plateaux ondulés des Olivaies
		Paysage des reliefs/glacis des jbels
Basses Steppes	Kairouan (sud)	Paysage des Grands Glacis
		Paysage des Plaines Alluviales

Les **Photo 1 à 3** suivantes présentent une vue panoramique de référence du paysage des Plaines du bassin de l'oued Meliane, signalant l'échelle et la grande amplitude visuelle de ces plaines, avec ses plaines céréalières ondulées et l'ensemble paysager de la Dorsale tunisienne dans la ligne d'horizon.





Photo 1, Photo 2 et Photo 3 : Paysage des Plaines du Haut Tell, avec la Dorsale tunisienne à l'horizon

De même, les **Photo 4 et 5** suivantes présentent le paysage caractéristique des Plaines du Bassin de l'oued Meliane, avec un scénario mixte de vaste plaine céréalière et de structures boisées: olivaies et couloirs végétaux associés au compartimentage des champs agricoles, des oueds et des voies.



Photo 4 et Photo 5 : Paysage caractéristique des Plaines du bassin de l'oued Meliane

Enfin les **Photo 6 et 7** suivantes présentent des paysages caractéristiques de l'ensemble paysager des Plaines du Bassin de l'oued Meliane dominé par les cultures céréalières.



Photo 6 et Photo 7 : Paysage dominé par les cultures céréalières dans les plaines du bassin de l'oued Meliane

Les **Photo 8 et 9** suivantes présentent des paysages de plateaux ondulés couverts de cultures céréalières caractéristiques de l'ensemble paysager de la Dorsale tunisienne.



Photo 8 et Photo 9 - Paysage de plateaux ondulés céréaliers de la Grande Dorsale

Les **Photo 10 à 12** suivantes présentent quant à elles la matrice paysagère des Basses Steppes, caractérisée par les scénarios enclos des olivaies et autres vergers fruitiers, enclos de lignes de cactus pour délimiter les parcelles.



Photo 10, Photo 11 et Photo 12 : Matrice paysagère des Basses Steppes, avec haies de cactus limitant les vergers

5.3.6.2.1 - La Qualité Visuelle des paysages traversés par le tronçon prioritaire

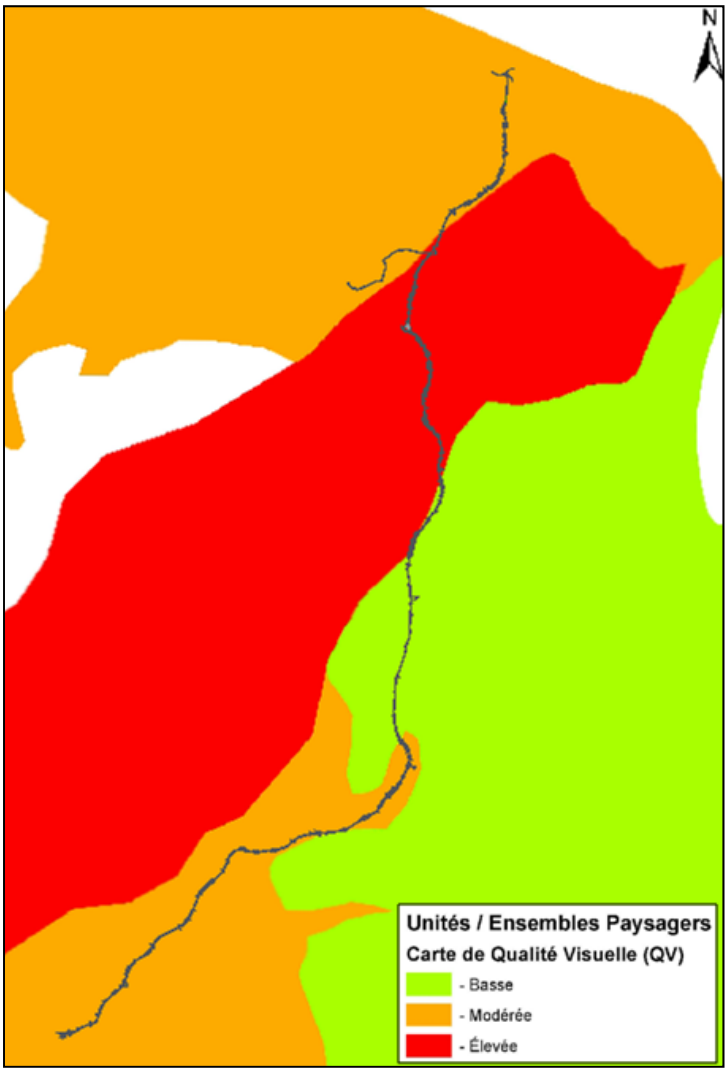
Le paramètre de Qualité Visuelle (QV) a été évalué en fonction des trois types d'attributs les plus importants qui caractérisent le paysage, à savoir les attributs biophysiques, anthropiques et esthétiques.

Le **Tableau 156** suivant présente la notation de QV attribuée aux ensembles paysagers que constituent les régions naturelles en attribuant à chaque région une échelle de qualité de base sur trois niveaux notés comme suit : Basse = 1, Modérée = 2 et Élevée = 3.

Tableau 156 : Valeur Individuelle de qualité visuelle des régions naturelles traversées

Régions naturelles	Valeur Individuelle de QV
Bassin de l'oued Meliane	2
Dorsale tunisienne (Haut Tell)	3
Basses Steppes	1

A partir de la carte des ensembles paysagers, la **Carte 64** suivante présente la qualité visuelle calculée pour les paysages traversés par le tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

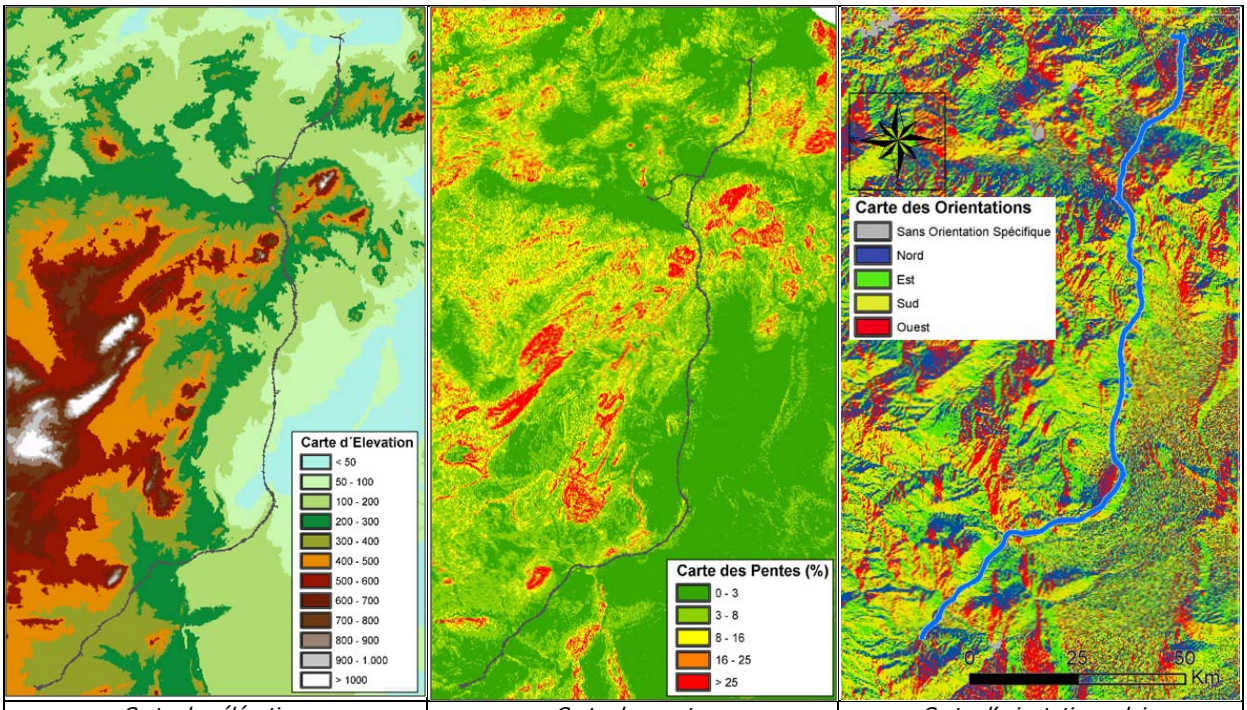


Carte 64 : Qualité visuelle des unités naturelles / ensembles paysagers traversés par le tronçon prioritaire

5.3.6.2.2 - La Fragilité Visuelle des paysages traversés par le tronçon prioritaire

Dans cette étude, l'analyse de **Fragilité Visuelle** (FV) des différents ensembles paysagers a été effectuée fondamentalement à partir de la combinaison de facteurs physiographiques (pentes, élévations et orientation) et morphologiques de visualisation.

La quantification des paramètres cités a été basée sur le croisement de la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** de la page **Erreur ! Signet non défini.** des ensembles paysagers constitués par les régions naturelles avec la cartographie d'analyse physiographique des paysages des deux tronçons restants de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui comprend les trois cartes de l'élévation, des pentes et de l'orientation solaire présentées dans la **Figure 78** suivante.



Carte des élévations	*Carte des pentes*	*Carte d'orientation solaire*

Figure 78 : Cartes des élévations, des pentes et de l'orientation solaire pour le du tronçon restant Jelma- Gafsa

Le **Tableau 157** suivant présente la notation de fragilité visuelle attribuée aux ensembles paysagers que constituent les régions naturelles en attribuant à chaque région traversés par les deux tronçons restants de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa une échelle de qualité de base sur trois niveaux notés comme suit : Basse = 1, Modérée = 2 et Élevée = 3.

Tableau 157 : Valeur Individuelle de fragilité visuelle des régions naturelles traversées

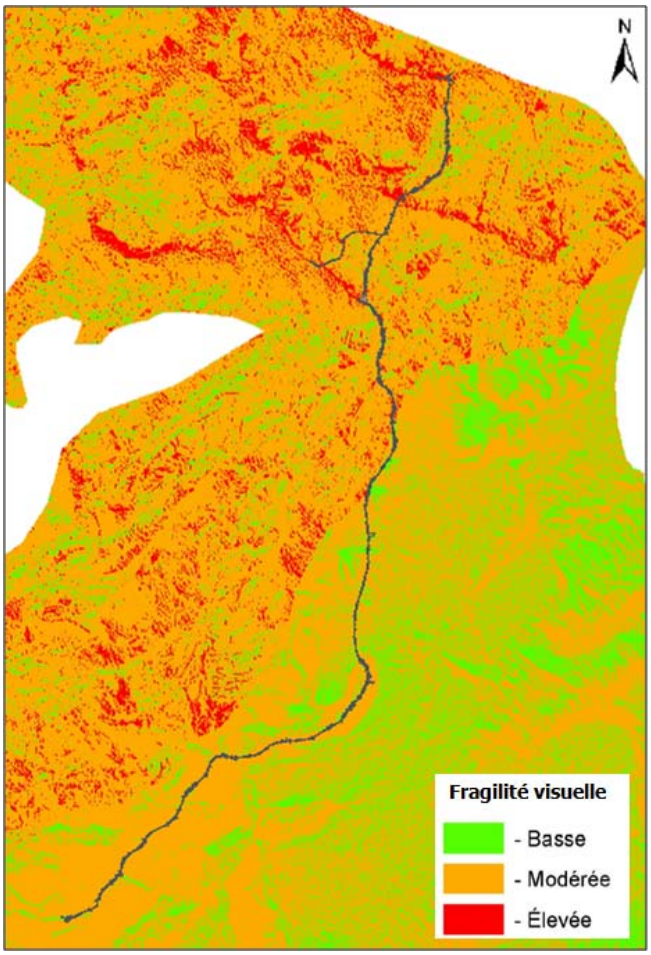
Régions naturelles	Valeur Individuelle de FV
Bassin de l'oued Meliane	3
Dorsale tunisienne (Haut Tell)	2
Basses Steppes	1

La fragilité visuelle des deux facteurs physiographiques de la pente et de l'orientation des paysages traversés par ce tronçon prioritaire est présentée dans le **Tableau 158** suivant.

Tableau 158 : Fragilité visuelle des paysages traversés en fonction de leur pente et de leur orientation

Classes des Pentes	Fragilité visuelle	Orientation	Fragilité visuelle
0 - 3%	Élevée	Sans orientation	Basse
3 - 8%	Modérée	Est	Modérée
8 – 16%	Basse	Sud	Élevée
16 – 25%	Modérée	Ouest	Élevée
> 25%	Élevée	Nord	Basse

La **Carte 65** suivante présente la fragilité visuelle calculée pour les paysages traversés par le tronçon restant Jelma- Gafsa.



Carte 65 : Fragilité visuelle des paysages traversés par le tronçon prioritaire

5.3.6.2.3 - Le paramètre de Sensibilité du Paysage

En se basant sur les indicateurs de Qualité Visuelle et de Fragilité Visuelle, il est possible de déterminer la Sensibilité des Ensembles Paysagers, à partir de la combinaison des résultats obtenus, en utilisant également une échelle estimative de 1=très basse, 1,5=Basse, 2=Moyenne, 2,5=Élevée, 3=Très élevée.

$$\Sigma\ (QV+FV) = SV_{SUP}$$

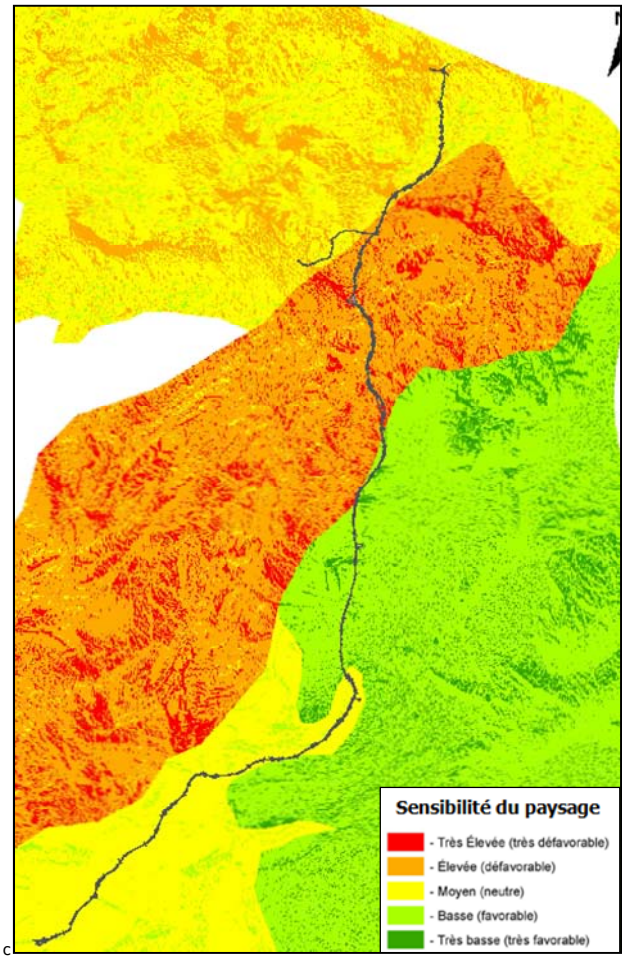
La sensibilité du Paysage indique le degré de susceptibilité du paysage par rapport à une action externe déterminée et qui interfère avec la soutenabilité de sa structure et organisation. De l'analyse effectuée, on peut conclure que :

- l'ensemble paysager du Bassin de l'oued Meliane est le plus sensible à des changements interférant avec des scénarios de référence, en raison de la forme des bassins versants, qui exposent plus facilement l'introduction d'éléments étrangers ou toute intervention potentielle contribuant au changement visuel du paysage ;
- le potentiel de sensibilité des Plaines du Haut Tell, quoique de plus petite amplitude, résulte principalement des structures d'occupation du sol qui sont en général basses, associées à un relief plan à doucement ondulé, ce qui permet une ample appréhension du paysage, et donc de

ses changements ; en outre, la présence humaine significative dans cet ensemble paysager induit des facteurs qui renforcent l'accessibilité visuelle, ce qui lui attribue une grande fragilité ;

- L'ensemble qui présente la plus faible sensibilité paysagère corresponde aux Basses Steppes de la plaine de Kairouan. En effet, cette zone se caractérise :
  - ✓ par une faible qualité visuelle de leurs composants, Plaines Alluviales irriguées et Grands Glacis ;
  - ✓ par une faible définition physiographique du relief : en fait, à l'échelle humaine, un relief plat place le paysage au même plan de vision, la perception du paysage se diluant avec la distance et, ainsi, de potentielles activités exogènes dans l'unité, lesquelles, nonobstant, pourront avoir une incidence particulière seulement à niveau local.

La **Carte 66** suivante présente la fragilité visuelle calculée pour les paysages traversés par le tronçon restant Jelma-Gafsa.



Carte 66 : Sensibilité du paysage des espaces concernés par le tronçon prioritaire

A partir des données de cette **Carte 66**, le **Tableau 159** suivant présentée la répartition des sensibilités du paysage des espaces concernés par les trois lots du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui a été obtenue à partir de leurs paramètres de Qualité Visuelle et de Fragilité Visuelle.

Tableau 159 : Répartition des sensibilités du paysage des espaces concernés par le tronçon prioritaire

TRONÇON	Lots	Très Basse	Basse	Moyenne	Élevée	Très Èlevée
Tunis - Kairouan	Tunis –El Fahs	5,7%	29,1%	22,4%	37,0%	5,8%
	El Fahs-Kairouan	4,1%	21,3%	35,3%	34,5%	4,7%
Kairouan - Jelma	Kairouan - Jelma	2,3%	15,2%	82,6%	0,0%	0,0%

On peut observer que :

- les zones de forte sensibilité paysagère sont plus fréquentes dans le tronçon Tunis-Kairouan de traversée de la Dorsale tunisienne, de même que les zones de faible sensibilité paysagère ;
- les zones de sensibilité paysagère moyenne dominent largement dans le tronçon Kairouan-Jelma de la plaine de Kairouan et des Basses Steppes.

5.4 - L'état initial du milieu socio-économique de la zone d'influence

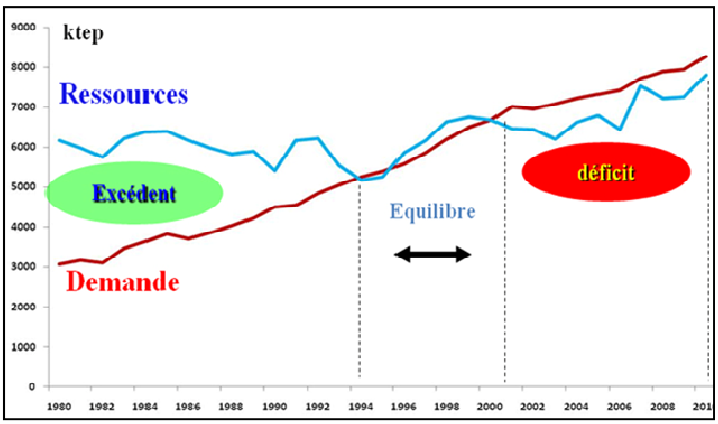
Le milieu socio-économique est le principal bénéficiaire de l'infrastructure étudiée, qui va le rapprocher de la plus grande région économique du pays, Tunis. Toutefois pendant les travaux, le déroulement des chantiers va entraîner une consommation importante de carburants fossiles pour lesquels la Tunisie est devenue déficitaire.

Nous allons donc commencer par présenter la situation du secteur des carburants en Tunisie, puis le milieu socio-économique bénéficiaire de la mise en exploitation du Projet, à savoir les quatre gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid.

5.4.1 – LES RESSOURCES ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE PRIMAIRE EN TUNISIE

En dépit d'une production d'hydrocarbures relativement faible, le secteur de l'énergie a joué un rôle important dans le développement économique et social de la Tunisie jusqu'en 1994. Durant la dernière vingtennie, l'évolution du bilan énergétique a été marquée par une détérioration progressive du solde énergétique, la baisse de la contribution de l'énergie dans la formation du PIB et l'augmentation de la consommation d'énergie dans l'ensemble des secteurs économiques.

La cause première de cette baisse de la contribution de l'énergie dans la formation du PIB est le fait que les ressources et la consommation d'énergie primaire de la Tunisie évoluent de façon divergente depuis 1980, comme le montre la **Figure 79** suivante.

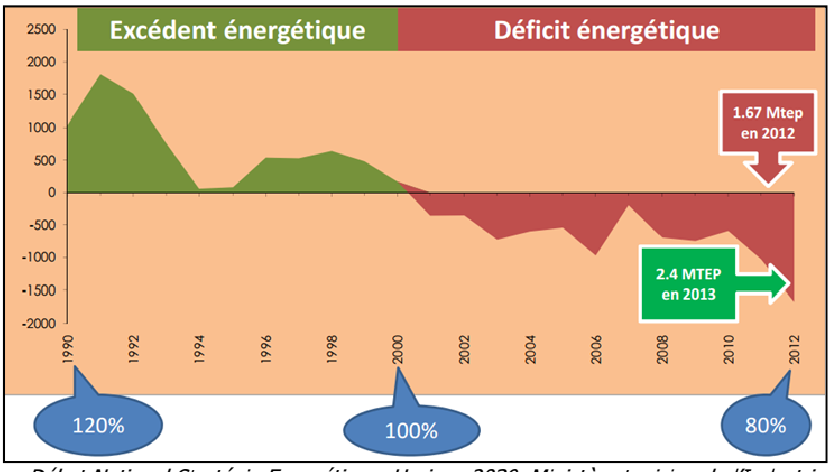


Source : IHE Tunis, 2014

Figure 79 : Evolution des ressources et consommations d'énergie primaire de la Tunisie entre 1990 et 2010

On voit que la demande a cru de façon rapide entre 1980 et 2000 en passant de 3,0 à 6,8 Mtep, puis de façon un peu moins rapide depuis 2001 en passant de 6,2 à 5,2 Mtep, alors que les ressources ont régressé jusqu'en 1994 en passant de 3,0 à 6,8 Mtep, puis augmenté depuis 1996 en passant de 5,2 à 7,5 Mtep.

Cette situation a fait passer le pays d'une situation excédentaire avant 1994 à une situation d'équilibre jusqu'en 2000, puis à une situation déficitaire depuis 2001, comme le montre la **Figure 80** suivante.



Source : Débat National Stratégie Energétique, Horizon 2030, Ministère tunisien de l'Industrie, 2014

Figure 80 : Evolution du bilan d'énergie primaire de la Tunisie entre 1990 et 2012

En matière de produits pétroliers en particulier, face à une demande locale qui se monte en 2011 à 93.000 barils de pétrole brut par jour, le pays produisait à cette date près de 70.000 barils par jour seulement. Ceci représente d'ailleurs un déclin de 42% par rapport au pic de production de 120.000 barils par jour atteint entre 1982 et 1984. Cette production nationale, dont 73% provient de seulement six concessions (Adam, Ashtart, Didon, El Borma, Miskar et Oued Zar) ne parvenait donc à couvrir que les ¾ de la demande locale.

De plus, l'unique raffinerie du pays, située à Bizerte et gérée par la Société Tunisienne des Industries de Raffinage (STIR), possède une capacité de production de seulement 34.000 barils par jour. De ce fait, le pays doit exporter du pétrole brut et importer des produits raffinés.

Mais depuis 2007, la compagnie Qatar Petroleum a entamé la construction de la première raffinerie privée, chantier qui a pris du retard depuis l'éclatement de la Révolution fin 2010. Installée au terminal pétrolier de Skhira avec une capacité de 120.000 barils par jour, cette unité une fois entrée en production :

- devra importer du pétrole brut pour fonctionner à plein ;
- pourra satisfaire les besoins en carburants du pays et exporter près de 50% de sa production.

A ce moment, la Tunisie deviendra un exportateur de produits raffinés et un importateur de pétrole brut.

Dans cette situation, tout Projet qui va pouvoir se traduire par une baisse de la consommation de carburant du parc automobile tunisien est le bienvenu.

5.4.2 – LES DIFFERENTS SECTEURS D'ACTIVITE DANS LES QUATRE GOUVERNORATS

Les secteurs du bâtiment et des travaux publics (BTP), des mines et de l'énergie peuvent entrer en compétition avec le secteur agricole en matière de main d'œuvre, car leurs interventions se concentrent généralement dans les zones rurales :

- carrières de sable sur les rives des oueds et autres carrières dans les zones montagneuses ;
- routes et ouvrages d'art réalisés principalement dans des zones rurales : barrages et lacs collinaires, ouvrages d'épandage, ponts et petits ouvrages hydrauliques, élargissement de routes nationales ou régionales, bitumage de pistes rurales, etc …. ;
- mines dans les zones montagneuses.

5.4.2.1 – L'évolution de la répartition de l'emploi dans les quatre gouvernorats

Le **Tableau 160** suivant présente la distribution de la population occupée de chacun des quatre gouvernorats intérieurs traversés selon le secteur d'activité.

Tableau 160 : Répartition de l'emploi selon le secteur d'activité

Gouvernorats / Secteurs	Zaghouan	Kairouan	Sidi Bouzid	Kasserine	TUNISIE
Agriculture, forêt et pêche	24%	35%	28%	49%	**18%**
Industries manufacturières	28%	9%	7%	4%	**19%**
Industries non manufacturières	16%	17%	19%	14%	**14%**
Services	31%	39%	45%	32%	**49%**
Non déclarés	1%	1%	1%	2%	**1%**
Total	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

Source : INS, Enquête nationale sur l'emploi, 2008

Le caractère rural des gouvernorats traversés apparaît dans la dominance des activités agricoles et agro-pastorales des économies régionales, hormis dans le gouvernorat de Zaghouan. Dans le détail :

- l'activité agro-pastorale est dominante dans le gouvernorat de Sidi Bouzid où elle occupe 49% de la main d'œuvre, et importante dans les gouvernorats de Kairouan, de Kasserine et de Zaghouan où elle occupe 24% à 35% de la main d'œuvre, taux supérieurs à la moyenne nationale ;
- les services occupent au moins le tiers de la population occupée, notamment à Kasserine où ce taux monte même à 45%, mais ces taux reste inférieurs à la moyenne nationale ;
- l'industrie manufacturière occupe une part non négligeable dans le gouvernorat de Zaghouan avec 28% de la population occupée, une part supérieure à la moyenne nationale de 19% : ceci s'explique par le caractère très montagneux et sa relative proximité de la métropole du Grand Tunis qui lui a permis depuis 30 ans de bénéficier d'une relocalisation de certaines activités industrielles.

On peut donc imaginer que ce qui s'est produit depuis 30 ans dans le gouvernorat de Zaghouan desservi par un réseau de routes nationales et régionales se reproduira dans le gouvernorat de Kairouan desservi par les nouvelles sections autoroutières, et que ce qui s'est produit depuis 30 ans dans le gouvernorat de Kairouan desservi par un réseau de routes nationales et régionales se reproduira dans les gouvernorats de Sidi Bouzid et de Kasserine profitant des nouvelles sections autoroutières

5.4.3 – LE SECTEUR AGRO-PASTORAL DE LA ZONE D'INFLUENCE DU PROJET

La création d'une desserte directe de Jelma à partir de Tunis a aussi pour but de mettre à la disposition des quatre gouvernorats intérieurs de Zaghouan, de Kairouan, de Kasserine et de Sidi Bouzid, qui constituent avec le gouvernorat de Ben Arous la zone d'influence indirecte de la nouvelle infrastructure autoroutière, un moyen pour dynamiser les activités agro-pastorales en "rapprochant" leurs zones rurales des grands marchés de consommations de la côte entre Hammamet et Tunis et ainsi éviter la poursuite de l'exode rural.

Pour juger de la richesse des activités agro-pastorales du milieu rural desservi et donc estimer le développement économique que peut y générer le Projet, nous allons donc présenter les activités agro-pastorales de ces quatre gouvernorats.

5.4.3.1 - Les trois grandes régions agricoles de la zone d'influence du Projet

Trois grandes régions peuvent être identifiées dans la zone d'influence indirecte desservie par le tracé d'APD de la liaison autoroutière directe de Jelma à partir de Tunis :

- les vallées et les pentes de la Dorsale tunisienne de l'étage bioclimatique semi-aride, sous-étage supérieur sur les hauteurs et au nord, sous-étageinférieur dans les vallées et au sud :
- la plaine de Kairouan, arrière-pays du Sahel de Sousse du sous-étage bioclimatique aride supérieur, et
- les basses steppes du sous-étage bioclimatique aride supérieur.

Le **Tableau 161** suivant montre les systèmes agricoles et agro-pastoral, les uns en irrigué et les autres en pluvial, qui sont pratiqués dans les trois grandes régions agricoles qui ont été identifiées dans la zone d'influence indirecte du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 161 : Systèmes agricoles pratiqués dans les trois grandes régions de la zone d'influence indirecte

Grandes régions	Systèmes irrigués			Systèmes pluviaux		
Dorsale tunisienne	PPI intensifs	Périmètres privés intensifs sur forage		Céréaliculture intensive	Vergers pluviaux intensifs	Olivaies intensives
Plaine de Kairouan	PPI intensifs	Périmètres privés intensifs sur forage		Céréaliculture semi-intensive	Olivaies semi-intensives	Parcours
Basses steppes	PPI semi-intensifs	Périmètres privés intensifs sur forage	Céréaliculture de décrue	Céréaliculture extensive	Olivaies extensives	Parcours

5.4.3.2 – La valeur des productions agro-pastorales de la zone d'influence du Projet

La zone d'influence indirecte du Projet correspond aux quatre gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid.

5.4.3.2.1 Les productions végétales de la zone d'influence indirecte du Projet

Le **Tableau 162** suivant détaille les productions agricoles de l'année 2009 pour les quatre gouvernorats intérieurs traversés ou desservis par ce nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 162 : Productions agricoles en 2009 dans les quatre gouvernorats de la zone d'influence

Productions (en tonnes) Gouvernorat	Céréales	Fruits	Légumes	Cultures indutrielles et autres
Ben Arous		90 000		
Zaghouan	134 090	31 890	83 540	710
Kairouan	158 550	124 280	136 110	1 160
Kasserine	214 820	72 560	115 110	40 220
Sidi Bouzid	57 650	66 880	451 160	0
TOTAL	**565 110**	**385 610**	**785 920**	**42 090**

Source : Ministère de l'Agriculture/DGEDA, Indicateurs de développement agricole en 2009

La production céréalière est composée principalement d'orge et de blé dur. La production fruitière est composée principalement d'olives et de pommes.

La production de légumes est très développée dans le gouvernorat de Sidi Bouzid avec 450.000 tonnes, principalement des pastèques, des melons et des oignons. La zone desservie totalise 928.340 tonnes avec une production importante de tomates.

Les autres cultures sont principalement l'alfa dans les gouvernorats de Kasserine et de Kairouan.

5.4.3.2.2 Les productions animales de la zone d'influence indirecte du Projet

Le **Tableau 163** suivant détaille les effectifs en unités femelles des troupeaux de ruminants possédés en 2009 par les éleveurs des quatre gouvernorats intérieurs traversés ou desservis par ce nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 163 : Effectifs des troupeaux de ruminants en 2009 dans les quatre gouvernorats de la zone d'influence

Effectifs (en UZ) Gouvernorat	Bovins de race	Bovins locaux	Ovins	Caprins	Camelins
BenArous	5 000	200	28 000	4 000	0
Zaghouan	15 000	10 000	180 000	13 000	0
Kairouan	7 500	5 200	300 000	32 000	500
Kasserine	5 300	4 200	288 000	53 000	0
Sidi Bouzid	9 500	9 000	350 000	355 000	0
TOTAL	**41 300**	**29 600**	**1 146 000**	**477 000**	**500**

Source : API, Portail de l'Industrie tunisienne, monographies régionales

Le **Tableau 164** suivant détaille les principales productions animales de l'année 2009 pour les quatre gouvernorats intérieurs traversés ou desservis par ce nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 164 : Productions animales en 2009 dans les quatre gouvernorats de la zone d'influence

Productions (en tonnes) Gouvernorat	Viande rouge (T)	Viande blanche (T)	Lait (000 l)
Ben Arous	1 700	9 000	13 500
Zaghouan	5 985	2 625	27 060
Kairouan	13 200	5 000	30 000
Kasserine	5 500	376	19 000
Sidi Bouzid	10 500	4 300	90 000
TOTAL	**36 885**	**21 301**	**179 560**

Source : API, Portail de l'Industrie tunisienne, monographies régionales

5.4.3.2.3 La valeur des productions agro-pastorales des gouverbnorats intérieurs sous influence

Le **Tableau 165** suivant détaille la valeur exprimée en dinars constants 1990 des productions agro-pastorales pour l'année 2009 dans les quatre gouvernorats intérieurs traversés ou desservis par ce nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 165 : Valeur en DT constants 1990 des productions agro-pastorales en 2009 des quatre gouvernorats influencés

Gouvernorat	Végétales		Animales		TOTAL	
	Valeur	proportion	Valeur	proportion	Valeur	proportion
Zaghouan	55 870 000	13,8%	56 500 000	32,4%	112 370 000	19,3%
Kairouan	107 600 000	26,5%	47 200 000	27,0%	154 800 000	26,7%
Kasserine	110 400 000	27,2%	19 200 000	11,0%	129 600 000	22,3%
Sidi Bouzid	132 400 000	32,6%	51 600 000	29,6%	184 000 000	31,7%
ENSEMBLE	**406 270 000**	**100,0%**	**174 500 000**	**100,0%**	**580 770 001**	**100,0%**

Source : Ministère de l'Agriculture, DG/EDA, Indicateurs de développement agricole en 2009

5.4.4 – LES ACTIVITÉS INDUSTRIELLES DANS LA ZONE DESSERVIE PAR LE PROJET

La présence industrielle est limitée dans la zone desservie par le Projet des deux gouvernorats traversés, c'est-à-dire située à moins de 25 kilomçètres d'un échangeur. On y compte seulement deux grosses unités, à savoir :

- La BBPM (Articles en béton) à Zaghouan, avec 612 emplois et un capital de 8,0 M.DT ;
- la câblerie YURA à Kairouan, avec 2.000 emplois et un capital de 2,6754 M.DT ;

Les tissus industriels des deux gouvernorats sont détaillés dans le **Tableau 166** suivant en nombre de zones industrielles existantes et en nombre d'entreprises industrielles de plus de 10 employés.

Tableau 166 : Nombre d'entreprises et de zones industrielles desservies

Gouvernorat	Zones industrielles	Entreprises
Zaghouan	9	284
Kairouan	6	133
Sidi Bouzid	0	0
TOTAL	15	417

Sources : API, Monographies régionales, février 2010
API, Annuaire des entreprises industrielles

Le nombre de zones industrielles est encore limité, ce qui entraîne une concentration du secteur secondaire dans les plus grandes villes des deux gouvernorat. Mais le XIIème Plan de Développement Économique et Social encourage le secteur secondaire dans la zone d'étude par la création de quatre nouvelles zones industrielles pour dynamiser l'économie de la région, dont :

- une a été réalisée : Zriba 3 ;
- deux sont en cours de travaux : Zriba 4 et Sbikha ;
- une est en cours d'étude : Jabbès (près du Fahs).

Le nombre de zones industrielles est assez faible, avec 16 zones au total :

- le gouvernorat de Zaghouan compte dix zones industrielles toutes situées dans la zone d'influence indirecte primaire du projet, à savoir:

- ✓ l'ancienne ZI de Zaghouan, qui couvre 43 ha,
- ✓ la nouvelle ZI de Zaghouan, qui couvre 12 ha,
- ✓ la ZI de Bir M'cherga gare, qui couvre 100 ha,
- ✓ la ZI de Bir M'cherga village, qui couvre 6 ha,
- ✓ l'ancienne ZI de Jbel Ouest, qui couvre 68 ha,
- ✓ la nouvelle ZI de Jbel Ouest, qui couvre 60 ha,
- ✓ la ZI de Hammam Zriba, qui couvre 35 ha,
- ✓ la nouvelle ZI de Ezzriba 3, qui couvre 20 ha ;
- ✓ la ZI d'El Fahs, qui couvre 22 ha, et
- ✓ la ZI d'Ennadhour, qui couvre 19 ha ;

- le gouvernorat de Kairouan compte six zones industrielles situées dans la zone d'influence indirecte primaire du projet dans le nord du gouvernorat, à savoir :
  - ✓ l'ancienne ZI de Kairouan-Nord aménagée par l'AFI, qui couvre 10,0 ha : 27 de ses 33 lots sont utilisés ;
  - ✓ l'extension de la ZI de Kairouan Nord aménagée par l'AFI, qui couvre 26,4 ha : 3 de ses 85 lots sont utilisés ;
  - ✓ la nouvelle ZI de Kairouan-Nord relevant du Conseil Régional, qui couvre 67,5 ha : 43 de ses 59 lots sont utilisés ;
  - ✓ l'ancienne ZI d'El Baten relevant du Conseil Régional, qui couvre 16,5 ha : 33 de ses 41 lots sont utilisés ;
  - ✓ la nouvelle ZI d'El Baten relevant du Conseil Régional, qui couvre 12,4 ha : 9 de ses 17 lots sont utilisés ;
  - ✓ la ZI de Hajeb El Ayoun aménagée par l'AFI, qui couvre 10,0 ha : 27 de ses 33 lots sont utilisés.

Le XII^{ème} PDES encourage le secteur secondaire dans ces deux gouvernorats, par la création de nombreuses zones industrielles censées faciliter la dynamisation économique des gouvernorats traversés, et qui sont toutes situées dans la zone d'influence indirecte primaire du projet, à savoir :

- Ezzriba 4 et Sbikha, qui sont en cours de travaux : ;
- Kondar, pour laquelle l'appel d'offres est lancé : ;
- Jabbès, près du Fahs, dont l'étude est en cours.

Le **Tableau 167** suivant présente le nombre de zones industrielles des zones industrielles existantes ou prévues au XII^{ème} PDES desservies par les trois couloirs de desserte directe entre Tunis et Kairouan, car situées à moins de 25 kilomètres d'un échangeur de ces trois couloirs.

Tableau 167 : Nombre de zones industrielles desservies dans les gouvernorats de Zaghouan et Kairouan

Gouvernorat	Nombre de ZI desservies
Zaghouan	12
Kairouan	8
TOTAL	**20**

5.4.5 – LA GESTION DES DÉCHETS DANS LA ZONE DESSERVIE PAR LE PROJET

L'ANGED a entamé depuis plusieurs années le développement vers les gouvernorats intérieurs de ces décharges contrôlées et de ses centres de transfert un temps limités aux zones littorales (Tunis, Sahel de Sousse, Sfax). Le **Tableau 168** suivant présente la liste des décharges contrôlées et des centres de transfert opérationnels à ce jour le long de la nouvelle infrastructure autoroutière.

Tableau 168 : Décharges contrôlées existantes dans la zone d'influence du projet

Gouvernorat	Décharge contrôlée	Centres de transfert	Nombre de communes concernées	Date d'entrée en exploitation	Coût total (*)	Capacité (t)	Moyenne – pointe quotidiennes de déchets enfouis (t /j)
Grand Tunis	Jbel Chakir	Jdaida, Naassan, Sidi Salah	34	Mai 1999	10,0 M.DT		1 950 – 4 000
Kairouan	El Baten	Haffouz, Sidi Omar Bou Hajla, Ain Jloula, Sbikha	9	Juillet 2008	4,2 M.DT	60 000	110-300

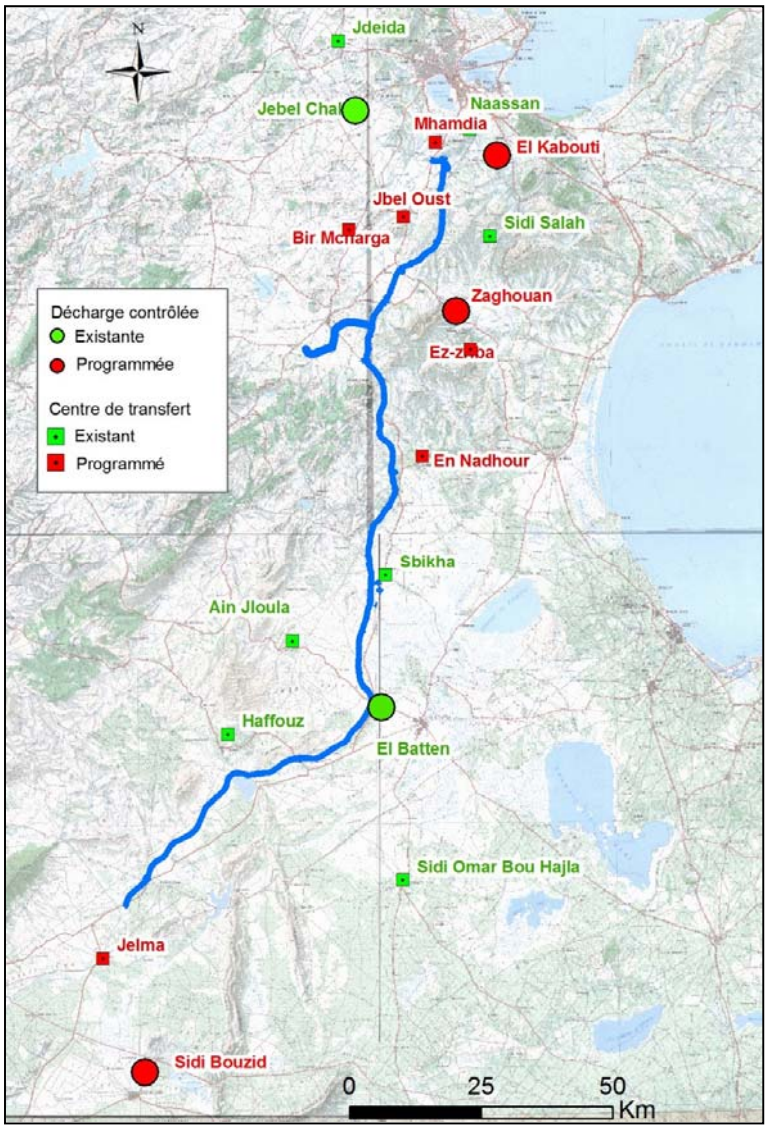
(*) : y compris acquisition des équipements d'exploitation

Le **Tableau 169** suivant présente quant à lui la liste des décharges contrôlées et le nombre de centres de transfert qui pourraient être opérationnels au moment du démarrage des travaux le long de la nouvelle infrastructure autoroutière si l'ANGED applique son programme de développement du XIIIème PDES..

Tableau 169 : Décharges contrôlée programmées dans la zone d'influence du projet

Gouvernorat	Décharge contrôlée	Centres de transfert	Nombre des communes concernées	Date prévue pour l'entrée en exploitation	Coût total	Capacité (t)
Ben Arous	El Kabouti	16	14	2015	21 M.DT	600 000
Zaghouan	Zaghouan	4	6	2014	6 M.DT	20 000
Sidi Bouzid	Sidi Bouzid	7	10	2017	13 M.DT	35 000

La **Carte 67** suivante présente la localisation de toutes ces installations où pourront être évacuées ordures ménagères et déchets inertes des chantiers des huit lots par section de tracé ou des dix lots par type de travaux, puis des diverses aires de service qui auront été mises en service le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 67 : Localisation des décharges contrôlées et des centres de transfert opérationnels en 2018

5.5 - La sensibilité des composantes environnementales et sociales sous l'influence du Projet

Pour conclue cette présentation de l'état initial de la zone d'influence du Projet, on a vu que certaines composantes de ces cadres naturel et humain, qui vont subir des impacts négatifs ou positifs pendant l'aménagement ou à l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, représentent des enjeux importants sur lesquels une attention toute particulière devra être portée par les différents acteurs et parties prenantes afin de garantir l'atteinte de l'objectif du Projet, soit une exploitation durable et efficiente de la nouvelle infrastructure autoroutière.

Il y a lieu de s'assurer que l'aménagement des 187,3 premiers kilomètres de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma vont être réalisés selon une approche de développement durable, visant notamment à :

- la préservation de la qualité du cadre naturel ;

- l'amélioration des conditions socio-économiques et de l'équité sociale du cadre humain, par l'induction d'un développement économique dans les régions intérieures desservies.

Les principaux enjeux environnementaux et sociaux devront être considérés dans leur ensemble dans le cadre des quatre programmes qui vont être proposés dans le cadre du Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) de ce Projet :

- le programme d'atténuation de ses impacts négatifs,
- le programme de bonification de ses effets positifs,
- le programme de surveillance de la bonne pratique environnementale et sociale des Entreprises durant les travaux, et
- le programme de suivi d'indicateurs environnementaux et sociaux pertinemment choisis pour traduire l'état des composantes des cadres naturel et humain affectées par ou bénéficiant du Projet.

L'analyse consiste dans un premier temps à lister les contraintes biophysiques de la zone d'influence directe (ZID : couloir de 600 m autour des emprises des chantiers et autour des axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma dont une partie du trafic va être détourné), et les contraintes et atouts sociaux de la zone d'influence indirecte :

- ZII primaire : zones desservies situées à moins de 25 km d'un échangeur de la future autoroute, et
- ZII secondaire : reste des quatre gouvernorats intérieurs traversés ou rapprochés de l'agglomération tunisoise.

Ceci nous permettra d'étudier l'intérêt (atouts) de ces zones d'influence et d'évaluer son niveau de sensibilité. Ces aspects seront établis à partir des données générales vues précédemment, mais également de l'ensemble des informations recueillies sur le terrain.

5.5.1 - LES PRINCIPALES CONTRAINTES POUR LE PROJET

5.5.1.1 - Les principales contraintes des composantes environnementales sous inflence

L'étude des contraintes environnementales de la ZID du projet consiste à dresser l'état initial des différentes composantes du cadre naturel pouvant représenter une gêne pour le projet. L'étude des différentes contraintes environnementales de la Zone d'Influence Directe est illustrée par le **Tableau 170** suivant.

Tableau 170 : Contraintes des composantes environnementales de la Zone d'Influence Directe

Composantes environnementales	État de référence du cadre naturel	Sensibilités	
		Install /Trav	Exploitation
Milieu physique			
Air	Très bonne qualité dans les zones rurales traversées par l'emprise de la future liaison autoroutière	Très faible	Très faible
	Bonne qualité dans les zones rurales traversées par le réseau routier pré-existant	Faible	Faible
	Assez bonne qualité dans les villages traversés par le réseau routier pré-existant	Moyenne	Moyenne
	Moyenne qualité dans les villes traversées par le réseau routier pré-existant	Forte	Forte
Sols	Sols de l'emprise et des gîtes de dépôts recouverts de produits de terrassements	Très forte	-
	Sols des zones d'emprunt dénudés	Forte	Forte
Eaux superficielles	Grands écoulements interceptés par des ouvrages censés laisser passer la crue centennale moyennant un entretien satisfaisant	Moyenne	Très faible
	Petits écoulements détournés le long de l'emprise par son systèmes d'assainissement latéral du côté amont, d'où leur disparition à l'aval de l'emprise	Forte (aval)	Forte (aval)
Eaux souterraines	Conditions lithologiques favorables à la présence de nappes dans les zones basses	Faible	Très faible
	Conditions lithologiques défavorables à la présence de nappes dans la Dorsale	Assez forte	-
Milieu biologique			
Parcours	Recouvrent les zones de glacis traversés, où les conditions phyto-écologiques ne sont pas très favorables, ce qui a justifié des travaux de CES	Forte	-
faune et habitat	Disparition pratiquement totale des espèces des grande et moyenne faunes réfugiées dans les zones forestières résiduelles que le tracé évite	Très faible	Faible
	Présence d'importantes colonies d'oiseaux granivores responsables de dégâts parfois importants au niveau des cultures	-	-

5.5.1.2 Les principales contraintes des composantes sociales sous inflence

L'étude des contraintes sociales au site du projet consiste à dresser l'état initial des différentes composantes du cadre humain pouvant représenter une gêne pour le Projet. L'étude des différentes contraintes sociales de la Zone d'Influence Indirecte est illustrée par le **Tableau 171** suivant.

Tableau 171 : Contraintes des composantes sociales de la Zone d'Influence Indirecte

Composantes sociales	État de référence du cadre humain	Sensibilités	
		Install /Trav	Exploitation
Populations et conditions de vie			
Régime foncier	Parcellaire morcelé en zones cultivées en irrigué	Très forte	-
	Parcellaire peu morcelé en zones cultivées en pluvial	Moyenne	-
Occupation du sol dans l'aménagement	Grandes cultures dans les sols lourds de plaines	Moyenne	-
	Oliviers dans les zones de glacis de faible pente	Forte	-
	Parcours dans les zones de glacis de moyenne et fortes pentes	Faible	-
Habitats	Des centaines de ménages à exproprier, car installés dans l'emprise du tracé	Très forte	-
	Des milliers de ménages dérangés, car installés dans le couloir de 200 m autour de l'axe du tracé	Moyenne	Faible
	Des dizaines de milliers de ménages desservis par l'infrastructure		Moyenne
Approche groupes vulnérables	En zones urbaines, la participation à la vie citoyenne est encore profondément influencée par le statut social, les pauvres étant marginalisés	Moyenne	Moyenne
Approche genre	En zones rurales, la participation à la vie citoyenne est encore profondément influencée par l'appartenance sexuelle, les femmes étant discriminées pour l'accession à la propriété des terres, l'instruction et l'alphabétisation	Moyenne	Moyenne
Santé publique	Manque d'infrastructures sanitaires	Moyenne	Faible
Déplacements	Nombreuses routes traversées par l'emprise, qui doivent être rétablies	Moyenne	-
	Nombreuses pistes traversées par l'emprise, dont certaines doivent être rétablies pour assurer un passage tous les 2,5 km	Faible	Moyenne
Activités socio-économiques			
Industries	Activités industrielles décroissantes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de Tunis	-	Forte
Carrières	Les carrières vont devoir fournir les besoins en matériaux de carrière de l'emprise et des ouvrages	Forte	-
Emploi	Chômage important	Forte	Forte
Revenus	Niveaux moyens de revenus assez bas à Zaghouan et Kairouan	Moyenne	Moyenne

5.5.2 - LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX DU PROJET

Il y a enjeu environnemental ou social quand une portion de l'espace présente dans son état actuel et/ou prévisible une valeur au regard de préoccupations écologiques, patrimoniales, esthétiques, urbanistiques, sociales, culturelles, techniques ou économiques.

Cette valeur peut être appréciée grâce à des critères scientifiques, ou au regard de la conscience et du poids accordé à un moment donné par la société, et en particulier par la population concernée par le Projet.

5.5.2.1 - Les enjeux environnementaux et sociaux en phase d'installation des chantiers

5.5.2.1.1 - Les enjeux environnementaux du cadre naturel en phase d'installation des chantiers

5.5.2.1.1.1 - La biodiversité

Le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa retenu par l'étude d'APD ayant évité les zones forestières et les sebkhas, écosystèmes les plus riches de la zone d'influence directe du Projet, ce sont les parcours naturels qui constituent les écosystèmes les moins anthropisés de cette zone d'influence directe affectée par l'installation des chantiers. Il

pourrait donc y avoir des pertes de biotopes, mais qui resteront très limitées au regard des surfaces disponibles.

5.5.2.1.1.2 - Les paysages

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner le défrichement définitif de son emprise et le défrichement provisoire de l'emprise des divers sites de chantier : bases-chantier, zones d'emprunt, gîtes de dépôt, surface de manoeuvre des véhicules. Ces défrichements qui vont constituer des atteintes au paysage, notion qui décrit l'aperçu général du site affecté par les chantiers, en incluant toutes les interrelations

Les paysages les plus et les moins sensibles concernés par les trois sectionsse rencontrent au niveau de la traversée de la Dorsale tunisienne, tandis que les zones de sensibilité paysagère moyenne dominent largement dans la plaine de Kairouan et les Basses Steppes.

5.5.2.1.2 - Les enjeux sociaux du cadre humain en phase d'installation des chantiers

5.5.2.1.2.1 - Le Déplacement involontaire de populations

Le projet va d'abord se traduire par des déplacements involontaires des populations, dont les logements, les bâtiments d'exploitation et/ou les terrains agro-pastoraux vont être expropriés pour cause d'uttilité publique pour faire place à l'emprise de la future autoroute.

Conformément aux procédures de la Banque Européenne d'Investissement, le Ministère de l'Equipement devra réaliser un Plan d'Action de Réinstallation (PAR) pour obtenir l'accord de ces personnes expropriées à libérer les logements et les terrains qui sont inclus dans la future plateforme autoroutière.

5.5.2.1.2.2 - Les sites patrimoniaux

Le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa proposé en étude d'APD a été optimisé pour éviter tous les sites patrimoniaux recensés par l'INP à ce jour. Mais comme il traverse des zones défrichées et colonisées par des civilisations urbaines depuis plus de 2.000 ans, il est fort possible que les chantiers touchent des ruines berbère, punique, romaine, arabe ou autre non encore répertoriées.

5.5.2.1.2.3 – Les sources de revenu

Avant d'entamer les travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, les Entreprises vont devoir chercher à recruter les 2.000 travailleurs qui seront nécessaires pendant trois ans pour construire les huit lots par section de tracé ou les dix lots par type de travaux.

5.5.2.2 - Les enjeux environnementaux et sociaux en phase de travaux de la future infrastructure

5.5.2.2.1 - Les enjeux environnementaux du cadre naturel en phase de travaux

5.5.2.2.1.1 - L'air ambiant

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner des déplacements des engins de chantier et véhicules de transport et des travaux de terrassement qui vont pouvoir affecter la qualité de l'air aux alentours des emprises, des zones d'emprunt et les carrières, et le long des pistes de liaison les reliant, du fait :

- de l'envol de poussières, et
- des émissions atmosphériques de polluants gazeux et de particules.

5.5.2.2.1.2 - Les ressources en eau

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner :

- une consommation d'eau qui va pouvoir affecter les propriétés physiques des nappes d'eaux souterraines (débit, fluctuation du niveau, etc …) ;
- des rejets d'eaux de lavage des bases-chantiers et de polluants des bases-chantiers et des bases-vie qui vont pouvoir affecter les paramètres physico-chimiques des eaux de surface et souterraines.

5.5.2.2.1.3 - Les ressources en sols

La construction de la nouvelle plateforme autoroutière va entraîner :

- des déplacements des engins de chantier et véhicules de transport qui vont :
  - ✓ pouvoir affecter les propriétés physiques du sol du fait de leur poids, et
  - ✓ constituer une source potentielle de contamination du sol par leurs émissions atmosphériques de polluants gazeux et de particules, et par les envols de poussières ;
- des travaux de terrassement qui vont modifier les conditions géomorphologiques (dont la topographie) des sols où sont réalisés les travaux, incluant toute modification aux zones de sol instables.

5.5.2.2.2 - Les enjeux sociaux du cadre humain en phase de travaux

5.5.2.2.2.1 - L'accessibilité aux terres et aux biens

La future emprise va couper quelques routes et de nombreuses pistes, ce qui va rendre sa traversée difficile pendant la durée de l'édification de la plateforme et la construction des ouvrages de franchissement, en particulier pour les riverains appelés à s'y déplacer fréquemment.

5.5.2.2.2.2 Les rapports sociaux dans les communautés riveraines

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner la migration d'employés recrutés par les Entreprises dans toutes les régions de Tunisie, qui vont venir s'installer dans les bases-vie de chaque lot, qui seront situées près de l'emprise au milieu de chaque lot.

Il y aura lieu de gérer adéquatement l'arrivée de ces migrants au niveau de revenus plus élevés, qui pourraient perturber l'organisation sociale des villages ruraux qu'ils pourraient être appelés à fréquenter pendant leurs périodes de repos.

Leur présence va conduire à un renforcement des infrastructures commerciales (alimentation, restauration, distraction) pour satisfaire une demande accrue de services. Elle nécessitera aussi un renforcement des infrastructures sociales, surtout s'ils viennent s'installer en famille (santé, sécurité, éducation).

5.5.2.2.2.3 - L'ambiance sonore

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner l'apparition d'activités génératrices de bruit et de vibrations :

- les déplacements de véhicules de transport entre les carrières, les emprises des sites d'emprunt, l'emprise de la pate forme et les emprises des gîtes de dépôt ;
- le fonctionnement de matériels de chantiers et des matériels de carrières, et
- l'utilisation d'explosifs dans les carrières.

Mais l'éloignement de la plupart de ces sites des chantiers des zones habitées limitera sensiblement cette gêne sonore à une série de bâtiments isolés en milieu rural.

5.5.2.2.2.4 - Le bien-être et la sécurité publique

La construction de la plateforme autoroutière va entraîner sur tous les chantiers l'utilisation d'engins et de matériels de chantier dont l'utilisation influencera la sécurité des travailleurs du fait des risques d'accident du travail. De plus, en générant des envols de poussières et des émissions de polluants atmosphériques, ces engins motorisés influenceront le bien-être et la sécurité des travailleurs.

Il va aussi générer des déplacements d'engins de chantier entre les emprises des bases-chantier et les zones de travaux, et surtout des déplacements de camions de transport entre les carrières et les zones d'emprunt, les emprises du tracé et les gites de dépôt.

Tous ces déplacements généreront des envols de poussières et des émissions de polluants atmosphériques et augmenteront les risques d'accident pour le trafic automobile préexistant. Ils influenceront donc la qualité de vie et la sécurité des populations riveraines et des usagers des routes et pistes empruntées par ces véhicules.

5.5.3 - LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX EN PHASE D'EXPLOITATION DE LA NOUVELLE INFRASTRUCTURE

5.5.3.1.1 Les enjeux environnementaux du cadre naturel en phase d'exploitation

5.5.3.1.1.1 - L'air ambiant

Les émissions atmosphériques de polluants gazeux et de particules du trafic automobile capté par les nouvelles sections autoroutières va affecter la qualité de l'air des zones rurales situées aux alentours de la plateforme autoroutière.

Par contre, la diminution du trafic automobile empruntant les axes du réseau routier pré-existant de la partie de ce trafic qui aura été capté par les nouvelles sections autoroutières va affecter la qualité de l'air des zones rurales situées aux alentours de la plateforme autoroutière de deux façons :

- par la diminution du nombre de sources mobiles d'émissions de polluants, et
- par la fluidification du trafic circulant sur ces axes.

5.5.3.1.1.2 - Les ressources en eau

L'exploitation des nouvelles sections autoroutières va entraîner :

- le dépôt des retombées de polluants atmosphériques, de particules et de métaux lourds sur les chaussées et sur les talus de la nouvelle plateforme autoroutière, qui pourront être lessivés par les pluies et entraînés par leur système de drainage latéral dans le milieu naturel ;
- la diminution des retombées de polluants atmosphériques, de particules et de métaux lourds sur les chaussées et sur les talus des axes du réseau routier préexistant, qui peuvent être lessivés par les pluies et entraînés par leur système de drainage latéral dans le milieu naturel ;
- des rejets d'eaux de lavage et de polluants des stations-service implantées le long de la nouvelle plateforme autoroutière, qui pourront être entraînés par le système de drainage dans le milieu naturel.
- la diminution des rejets d'eaux de lavage et de polluants des stations-service implantées le long des plateformes routières du réseau préexistant, qui peuvent être entraînés par le système de drainage dans le milieu naturel.

Il va donc y avoir division de tous ces rejets de polluants qui pouvent affecter les paramètres physico-chimiques des mêmes eaux de surface. Alors qu'ils étaient initialement rejetés le long des plateformes routières de la RN3, de l'A1 et de la RN2 dans la situation sans Projet, ils seront désormais rejetés en partie le long de la nouvelle plateforme autoroutière et en partie le long de ces mêmes plateformes routières dans la situation avec Projet.

5.5.3.1.2 - Les enjeux sociaux du cadre humain en phase d'exploitation

5.5.3.1.2.1 Les paysages

La présence du ruban bitumé qu'elle constitue peut porter atteinte aux paysages visibles par les populations riveraines ayant un accès visuel à la nouvelle infrastructure. En fonction de la qualité visuelle et de la sensibilité des divers paysages, cet enjeu sera plus ou moins prononcé.

5.5.3.1.2.2 - L'accessibilité aux terres et aux biens

La nouvelle plateforme autoroutière coupe quelques routes dont le projet a réalisé le rétablissement, et de nombreuses pistes dont une tous les 2,5 kilomètres au minimum aura été rétablie. Pour les pistes non rétablies, sa traversée par les riverains les obligera à se rendre à l'ouvrage de franchissement le plus proche, qui sera obligatoirement éloigné de moins de 1.250 mètres de la piste coupée.

5.5.3.1.2.3 - Le développement du secteur des transports routiers

Le but premier de la construction d'une autoroute est de réduire le coût de circulation sous forme de gains de coût d'exploitation de son véhicule, sous forme de gains de temps de parcours et sous forme

de gains en sécurité par la diminution de la probabilité d'avoir un accident, de mourir ou d'être blessé lorsqu'on circule sur autoroute :

- pour les usagers « lambda », l'économie de temps de parcours est l'avantage le plus perceptible d'une autoroute ;
- pour l'économie nationale, les gains dans les coûts d'exploitation des véhicules et dans les vies humaines épargnées grâce à l'autoroute sont de loin les avantages les plus prépondérants dans le bilan économique du projet ;
- pour les transporteurs routiers que leur métier conduit à emprunter la nouvelle autoroute, les deux avantages sont perceptibles : les gains dans les temps de parcours améliorent la qualité de leurs services, et les gains dans les coûts d'exploitation de leurs véhicules améliorent la rentabilité de leur entreprise.

On peut donc espérer que le secteur des transports routiers tunisien va profiter de la profitabilité accrue que va leur permettre la mise enservice de cette infrastructure pour développer ses activités.

5.5.3.1.2.4 - Le développement induit des productions industrielles

L'analyse économique du développement induit après la mise en service de la nouvelle infrastructure et des facilités d'écoulement des productions qu'elle procure, montre que certaines difficultés vont s'opposer à l'augmentation de la valeur ajoutée des activités industrielles : manque de main d'œuvre qualifiée, absence de mesures fiscales suffisamment incitatives, capacités de négociation des futurs employés.

L'accroissement de la production que la nouvelle infrastructure pourrait induire ne se produira que si est instauré en parallèle le renforcement des capacités de stockage, de transformation et de commercialisation des produits.

5.5.3.1.2.5 - Le développement induit des productions agro-pastorales

L'analyse économique du développement induit par la présence de la nouvelle infrastructure et des facilités d'écoulement des productions qu'elle procure, montre que certaines difficultés vont s'opposer à l'augmentation de la valeur ajoutée dans les gouvernorats desservis.

Dans le cas des activités agro-pastorales, on constate une insuffisance des systèmes de conservation et de transformation, et un déficit dans les capacités de négociation des producteurs pour la commercialisation. L'accroissement des productions agro-pastorales que la nouvelle infrastructure pourrait induire n'apparaîtra durablement que si est instauré en parallèle le renforcement des capacités de stockage, de transformation et de commercialisation de ces productions.

Dans le cas des activités industrielles, on constate une insuffisance d'établissements d'enseignement supérieur et de formation professionnelle dans les gouvernorats desservis, situation qui conduira les entreprises qui s'installeront à recruter essentiellement des personnels d'encadrement allochtones. On a vu depuis 2011 dans les gouvernorats de Gafsa (CPG) et de Sidi Bouzid (SNCFT) les tensions sociales auxquelles conduit ce genre de situation. L'accroissement de la production que la nouvelle infrastructure pourrait induire n'apparaîtra que si est instauré en parallèle un renforcement du réseau régional des établissements d'enseignement supérieur et de formation professionnelle.

6 – MESURES DE MITIGATION DES IMPACTS INCLUSES DANS LA CONCEPTION

6.1 Le processus général de définition des mesures d'atténuation des impacts d'un Projet

Le processus général de définition des mesures d'atténution des impacts d'un Projet répond toujours au schéma de principe présenté dans la **Figure 81** suivante.

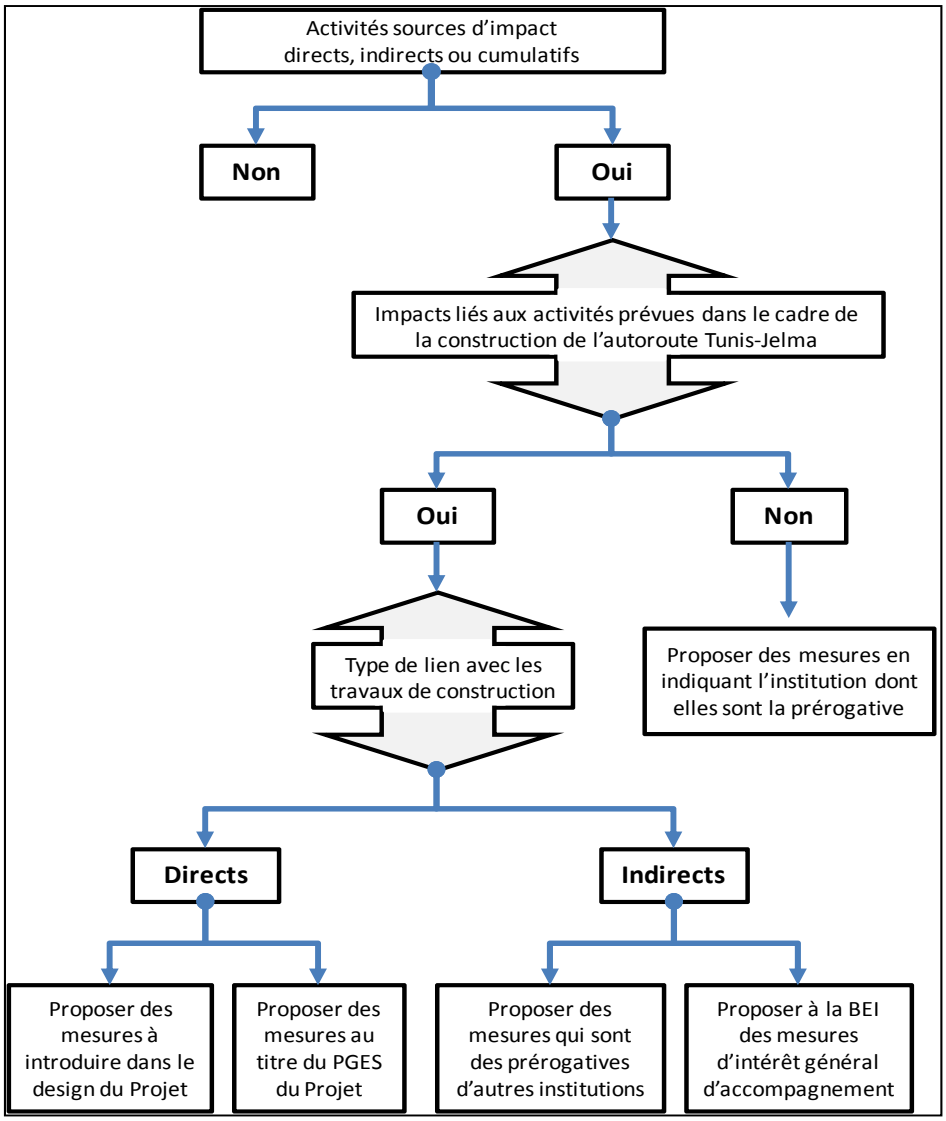


Figure 81 : Processus de définition des mesures d'atténuation des impacts d'un Projet

Suivant cette logique, il est possible d'identifier trois grandes familles de mesures :

- des mesures atténuatrices qui permettent d'atténuer les incidences liés à l'exploitation du projet : suivant les cas, ces mesures peuvent être intégrées au design du projet ou bien constituer une mesure spécifique intégrée au PGES de ce projet ;

- des mesures compensatoires liées à la perte de milieux ou activités à enjeux (impacts directs généralement marqués) ;
- des mesures d'accompagnement, nécessaires pour améliorer l'efficience du projet proposées dans le cadre de la mise en évidence d'impacts indirects.

Pour la définition des mesures d'accompagnement, nous avons également tenu compte de l'élaboration en cours d'un Plan d'action de Réinstallation (PAR) qui a été programmé par la BEI.

Au vu des contraintes relevées pour le tracé dans l'étude d'APS, l'étude d'APD a commencé par envisager plusieurs mesures d'atténuation à inclure dans la conception du Projet, que nous allons présenter dans la suite de ce chapitre. Ces mesures sont spécifiques en fonction des caractéristiques du Projet et de chaque situation de l'état initial des milieux naturel et humain concernés. Elles doivent permettre :

- de diminuer les emprises nécessaires aux chantiers et faciliter leur remise en état à la fin des travaux ;
- de diminuer l'importance de certains ouvrages d'art (ponts, passages aériens) ;
- de mieux intégrer certains aménagements et ouvrages dans le paysage naturel ;
- de limiter les effets de coupure de la nouvelle infrastructure sur la faune terrestre et les populations riveraines.

6.2 - Le travail d'optimisation du tracé réalisé en APD

6.2.1 - LA MÉTHODOLOGIE DE MITIGATION DES IMPACTS DU TRONÇON PRIORITAIRE PAR RIPAGE DE L'AXE

La méthodologie employée pour assurer la mitigation des impacts négatifs du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa par ripage de son axe a été basée sur le croisement des informations reportées sur le SIG du Projet des informations sur les composantes environnementales et sociales affectées telles que vues au chapitre 5, et des caractéristiques du tronçon Tunis-Jelma : axes, talus, bruits du trafic, etc ...

Là où des impacts négatifs sont conséquents, des ripage de son axe sont envisagés, et leurs impacts négatifs comparés à ceux de l'axe initial. La **Figure 82** de la page suivante détaille cette méthodologie de mitigation des impacts du tronçon prioritaire par ripage de son axe.

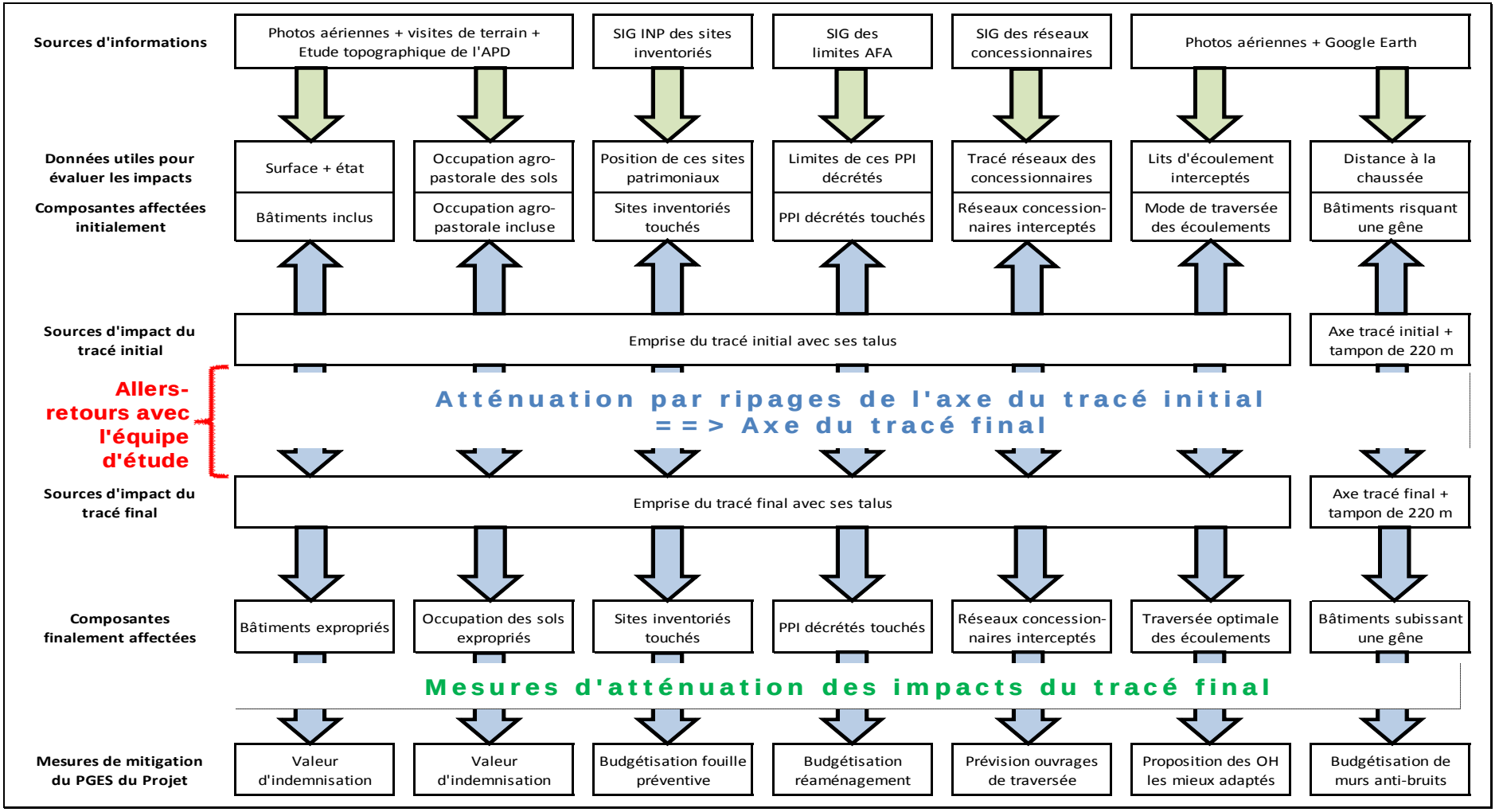


Figure 82 : Méthodologie de mitigation des impacts du tronçon prioritaire par ripage de son axe

6.2.2 - L'OPTIMISATION INITIALE DU TRACE REALISEE AU DEBUT DE L'ETUDE APD

Or plusieurs sections de la combinaison 2C des couloirs 2 entre Tunis et Kairouan et Centre entre Kairouan et Jelma retenue initialement pour l'étude d'APD du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ont posé problème, de par :

- la traversée de PPI décrétés,
- la perturbation de sites patrimoniaux recensés,
- la traversée de zones planes aux écoulements peu ou pas marqués, ou encore
- la traversée de lits d'oued très larges.

Afin de diminuer ces impacts négatifs majeurs, deux améliorations ont été envisagées au démarrage de l'étude d'APD:

- une optimisation de la connexion du couloir 2 à la région de Tunis ;
- un ripage initial du tracé d'APS, partout où l'étude d'APS avait détecté des « points noirs ».

La diminution des impacts des sections étudiées en APD par rapport à celles étudiées en APS a alors pu être vérifié.

6.2.2.1 – L'optimisation de la connexion du tronçon prioritaire à la région de Tunis

Lors de l'étude d'APS, le couloir 2 avait été connecté avec la Rocade extérieure de Tunis (X30), dont létude montre les réticences des populations affectées par ce Projet, en particulier dans les PPI de Sidi Thabet au nord, et de Mornag au sud.

Les Autorités tunisiennes et la BEI ont souhaité que la non-mise en service de la Rocade X30 ne constitue pas un obstacle à la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Elles ont donc demander que l'étude d'APD prévoit les différentes connexions possibles de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma au réseau routier existant dans les trois situations possibles :

- une connexion à la Rocade X30, dans le cas où celle-ci sera mise en service en même temps que cette desserte autoroutière ;
- une connexion temporaire au réseau existant (RN3 doublée) et définitive à la Rocade X30 dans le cas où cette dernière sera construite à une date postérieure à celle de la mise en service de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- une connexion au réseau routier existant (RN3 doublée ou la déviation de la RN3) dans le cas où la Rocade X30 ne se réalise jamais à cause des problèmes qu'elle rencontre vis-à-vis de l'expropriation de ses PAP.

6.2.2.1.1 - Les trois propositions de connexion à la Rocade X30 par un nœud à grande vitesse

Pour cette analyse, nous avons commencé par récupérer auprès du ministère de l'Equipement les deux couloirs proposés pour la rocade au niveau de la jonction avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- une première variante de tracé (tracé 6-1), qui a été proposé par le Consultant en charge de l'étude de la rocade X30, se développe parallèlement à l'oued Méliane en traversant le périmètre irrigué de Mornag sur toute sa longueur ;
- une deuxième variante de tracé (tracé 6-2), qui a été proposée par le CRDA de Ben Arous pour n'avoir qu'une courte traversée du périmètre irrigué de Mornag, croise l'oued et le périmètre irrigué de Mornag et continue vers l'est sur la RR 36 à la limite sud de ce périmètre public irrigué.

La connexion du couloir 2 avec la variante 6.1 du tracé de la Rocade ne peut se faire qu'en plein périmètre irrigué, ce qui rend cette solution très difficile à réaliser. En conséquence l'évaluation environnementale a recommandé la connexion à la variante de la Rocade, le tracé proposé par le CRDA tout en essayant d'éviter, au plus possible, les différentes contraintes.

Ci-dessous, nous proposons les différentes possibilités de connexion entre le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et la rocade, avec plusieurs positions de l'échangeur.

6.2.2.1.1.1 – La connexion 1 à la Rocade située au nord du site archéologique de Oudhna

Cette connexion à la Rocade X30, qui avait été proposée initialement par le consultant pour le couloir 2 de l'étude d'APS, positionnait le nœud à grande vitesse de connexion à la Rocade en plein périmètre irrigué de Mornag, comme le montre la **Figure 83** suivante.

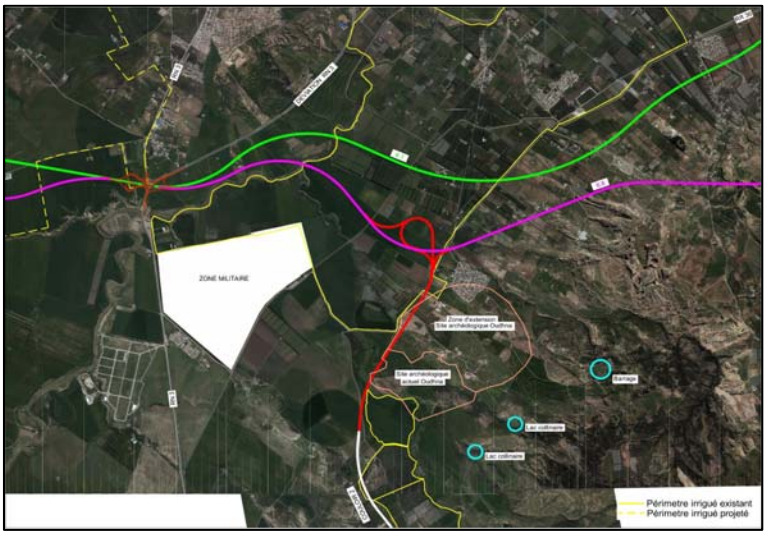


Figure 83 : Connexion 1 à la rocade

Cette connexion s'avère adéquate:

- pour la liaison à la Rocade en situation d'exécution conjointe de la Rocade et du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- pour la liaison à la RN3 en situation de construction différée de la Rocade, si elle est associée à la construction du tronçon de rocade entre le nœud à grande vitesse et le rond-point avec la RN3.

6.2.2.1.1.2 – La connexion 2 à la Rocade située au nord-est du site archéologique de Oudhna

Cette connexion à la Rocade X30, qui a été proposée par le CRDA de Ben Arous, positionnait le nœud à grande vitesse de connexion à la Rocade en dehors du périmètre irrigué de Mornag, comme le montre la **Figure 84** suivante.

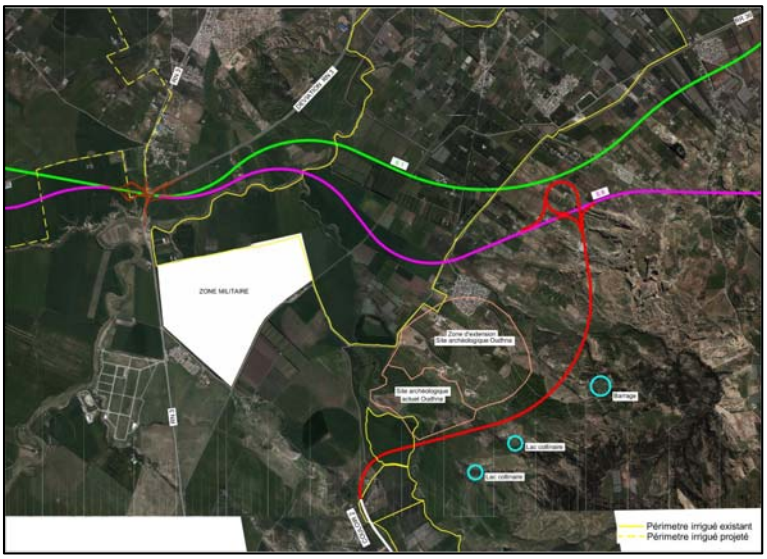


Figure 84 : Connexion 2 à la rocade

Cette connexion s'avère adéquate:

- pour la liaison à la Rocade en situation d'exécution conjointe de la Rocade et du tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;
- pour la liaison à la RN3 si elle est associée à la construction de la Connexion 5 en situation de construction différée de la Rocade.

6.2.2.1.1.3 – La connexion 3 à la Rocade située au nord de la zone militaire

Cette connexion à la Rocade X30, qui a été proposée par le CRDA de Ben Arous, positionne le nœud à grande vitesse de connexion à la Rocade en dehors du périmètre irrigué de Mornag entre ce périmètre et la déviation de la RN3 près du carrefour des aqueducs, comme le montre la **Figure 85** suivante.

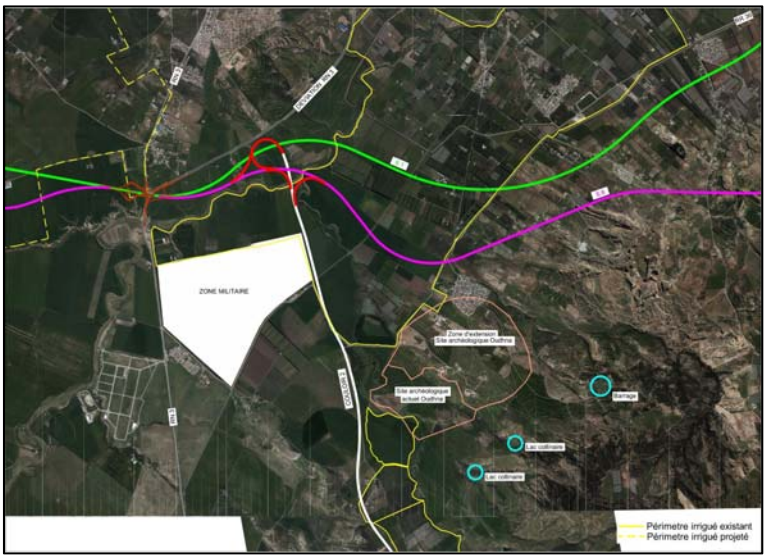


Figure 85 : Connexion 3 à la rocade

Cette connexion s'avère adéquate pour la liaison :

- à la Rocade en situation d'exécution conjointe de la Rocade et du tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;
- à la RN3 en tant que développement de la Connexion 4, en cas d'exécution tardive de la Rocade.

6.2.2.1.2 Les deux propositions de connexion à la RN3 en cas de non-construction de la rocade X30

En cas de non-mise en service de la rocade X30, deux connexions ont été proposées pour relier le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa à la RN3 :

- la connexion 4 à la RN3 se fait par un carrefour giratoire situé au niveau de la déviation de la RN3, comme le montre la **Figure 86** suivante ;

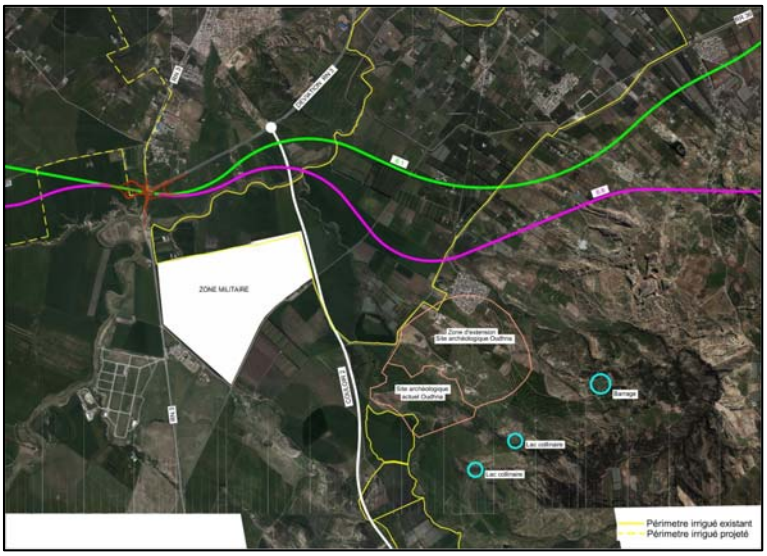


Figure 86 : Connexion 4 à la RN3 par un giratoire

- la Connexion 4A à la RN3, qui est une sous-variante du cas précédent, prévoit une connexion à la RN3 au niveau du carrefour de la déviation de la RN3, comme le montre la **Figure 87** suivante.

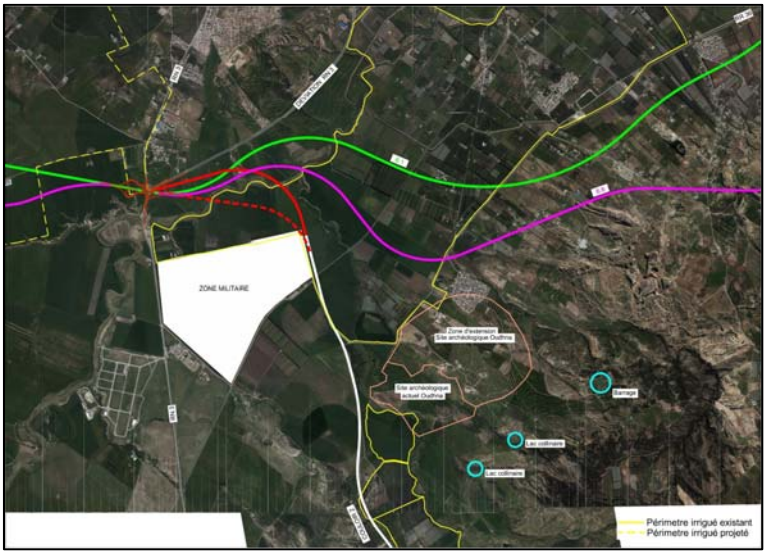


Figure 87 : Connexion 4A à la RN3

6.2.2.1.3 - La proposition de connexion à la RN3 valable dans toutes les situations

La Connexion 5 à la RN3 se fait sur la section doublée de cette route avant d'arrriver au carrefour des aqueducs, comme le montre la **Figure 88** suivante.

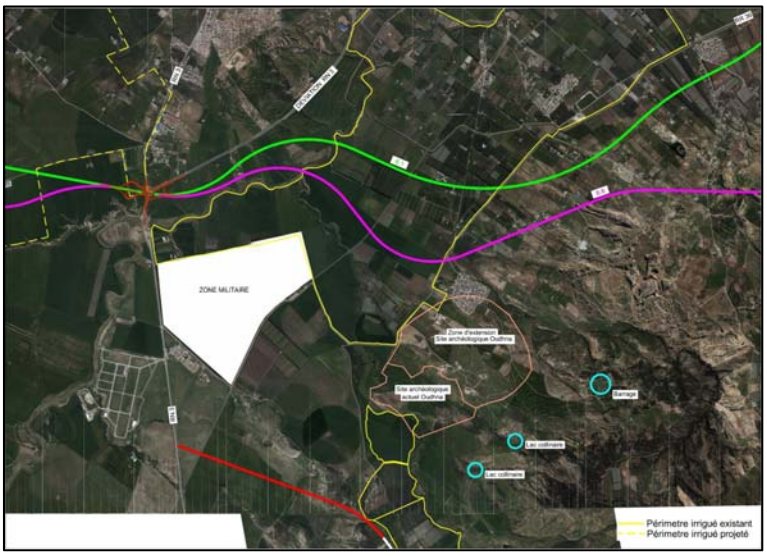


Figure 88 : Connexion 5 à la RN3

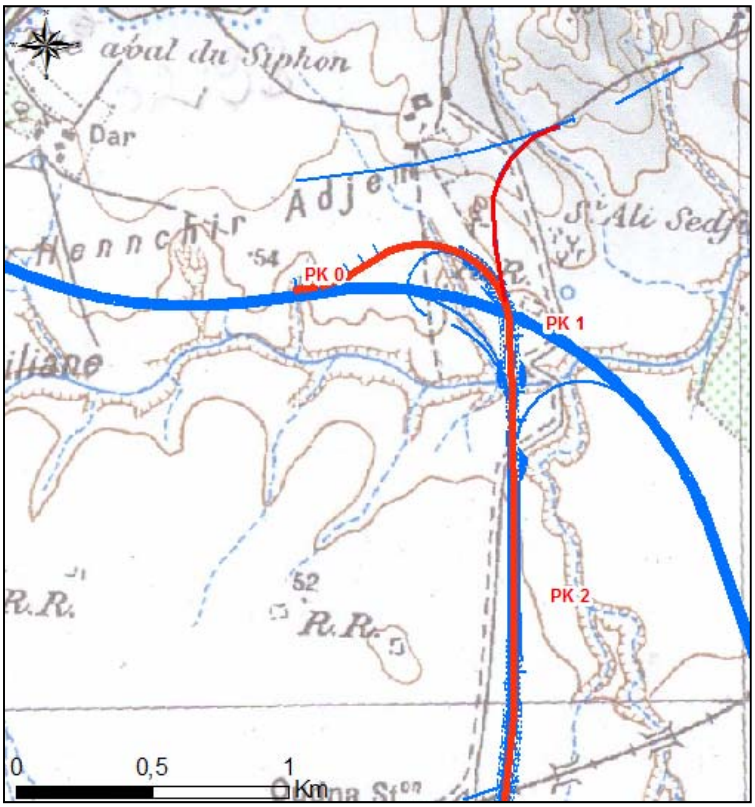
Cette Connexion 5 à la RN3 est valable pour toutes les situations :

- en cas de non-construction de la rocade X30 ou de construction différée de la rocade après le tronçon prioritaire Tunis-Jelma, en attirant directement le trafic à partir de cette route ;
- mais aussi en cas de constructions concomitantes, car cette connexion est complémentaire de l**a** Connexion 2 où le point de connexion entre l'autoroute et la rocade est assez loin de la RN3, afin d'attirer plus de trafic à partir de cette route sans qu'il ait à emprunter la rocade.

6.2.2.1.4 La comparaison des différentes variantes proposées

L'évaluation environnementale et sociale des diverses propositions de jonction des tracés a pris en compte les contraintes identifiées et présentées sur la carte : zones urbaines ou urbanisables, périmètres publics irrigués existants ou projetés, zones archéologiques, lits d'oueds et zones inondables.

Finalement, la solution retenue pour la jonction des tracés du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et du réseau routier du Grand Tunis correspond *grosso modo* à la connexion 3 proposée par le CRDA de Ben Arous, car située en grande partie en dehors du PPI de Mornag. Cette connexion finalement retenue par l'étude d'APD du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est présentée dans la **Carte 68** suivante.



Carte 68 : Jonction de la nouvelle infrastructure autoroutière au réseau routier du Grand Tunis

6.2.2.1 - Les ripages initiaux apportés au tracé d'APS

Après l'approbation de la combinaison des couloirs 2, ouest et centre de l'étude d'APS, une première mission de reconnaissance sur terrain du tracé de ces couloirs retenus entre Tunis et Jelma pour constituer le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a permis d'identifier les différentes contraintes que présentait ce tracé final d'APS. Cette mission a conduit à introduire immédiatement quelques changements de tracé, mineurs par endroits et plus importants dans quelques cas.

6.2.2.1.1 - Les modifications apportées au tracé de l'axe du couloir 2 entre Tunis et Kairouan

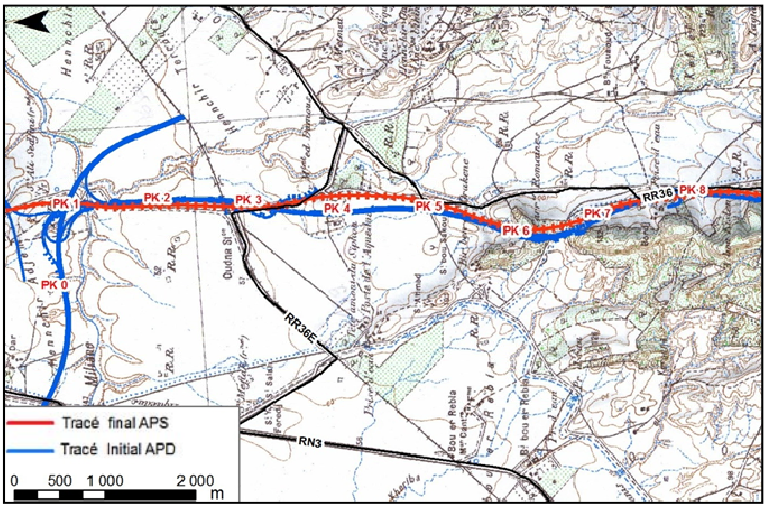
Outre les changements mineurs de tracé dûs à l'évitement de terrains de grandes cultures et de sites archéologiques identifiés sur le terrain ou recensés par l'Institut National du Patrimoine, nous décrivons ci après les changements initiaux majeurs apportés au tracé du couloir 2C retenu à l'issue de l'étude d'APS.

6.2.2.1.1.1 - Les trois modifications apportées entre les PK1 et PK7+500

Trois modifications ont été apportées au tracé de l'APS entre les PK2 et PK7, comme le montre la **Carte 70** suivante :

- pour la première modification située entre le PK1 et le PK3, le tracé de l'APS avoisinait trop le camp militaire du Mornag : le tracé a donc été ripé de 50 m vers l'ouest afin de s'éloigner de la clôture de ce camp ;

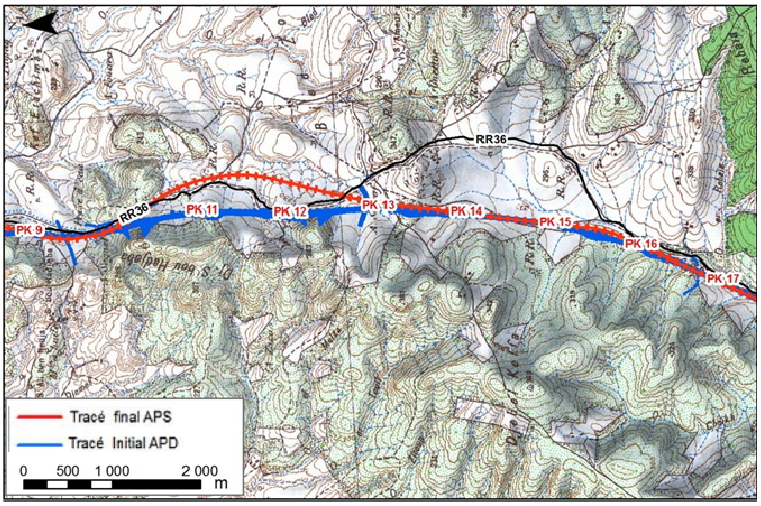
- pour la deuxième modification située entre le PK3 et le PK5, le tracé de l'APS croisait à deux reprises une conduite de gaz de 20 pouces : le tracé a donc été ripé de 300 m vers l'ouest afin de ne plus croiser cette conduite ;
- pour la première modification située entre les PK6 et PK7+500, le tracé de l'APS détruisait la clôture d'une réserve non classée : le tracé a donc été ripé de 100 m vers l'ouest afin d'éviter la limite de cette réserve sans trop s'approcher d'une carrière romaine recensée par l'INP.



Carte 69 : Ripage du tracé vers l'ouest entre les PK1 et PK7+500

6.2.2.1.1.2 Les trois modifications apportées entre les PK10 et PK16

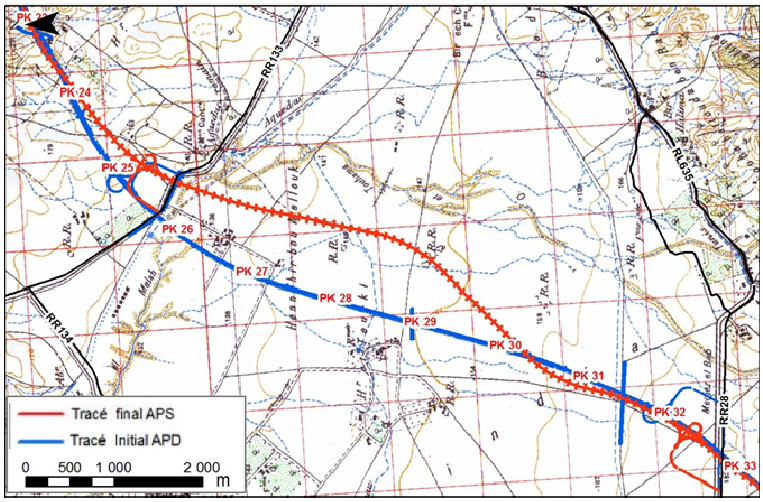
Le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 traversait un site archéologique, puis croisait le réseau gaz de 20 pouces à plusieurs reprises. Le tracé a donc été décalé de 400 m vers l'ouest entre les PK10 et PK13 afin de respecter le site archéologique, puis de 30 m vers l'ouest entre les PK13 et PK14, et entre les PK15 et PK16 afin d'éviter ces deux croisements, comme le montre la **Carte 70** suivante.



Carte 70 : Ripages du tracé vers l'ouest entre les PK10 et PK16

6.2.2.1.1.3 Les modifications apportées entre les PK24 et PK32

Entre la RR133 et la RR26, le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 traversait une nouvelle zone industrielle est en cours de construction, obligeant à détruire des installations non encore achevées. Le tracé a donc été décalé d'environ 800 m vers l'est afin d'éviter ces installations jusqu'au PK30, puis vers l'ouest jusqu'au PK32 pour optimiser la géométrie du tracé, comme le montre la **Carte 71** suivante.

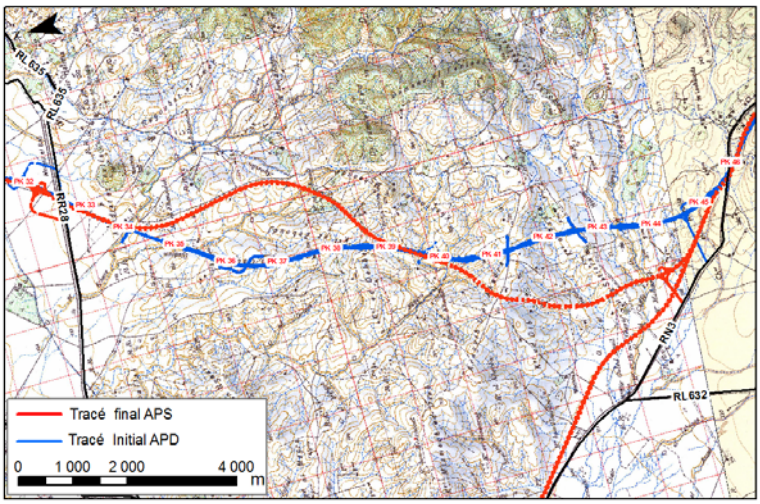


Carte 71 : Ripages du tracé vers l'est entre les PK24 et PK30 et vers l'ouest entre les PK30 et PK32

6.2.2.1.1.4 Les modifications apportées entre les PK34 et PK46

Entre la RR28 et la RN3, le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 traversait une zone à la topographie marquée entre les PK34 et PK47, en formant un S très marqué. Il a donc été revu comme le montre la **Carte 72** suivante, avec un tracé plus rectiligne grâce à un ripage vers l'ouest entre les PK34 et PK39, puis un ripage vers l'est entre les PK40 et PK46 afin :

- de réduire au maximum la difficulté du relief traversé, et
- de diminuer la longueur de la section concernée.

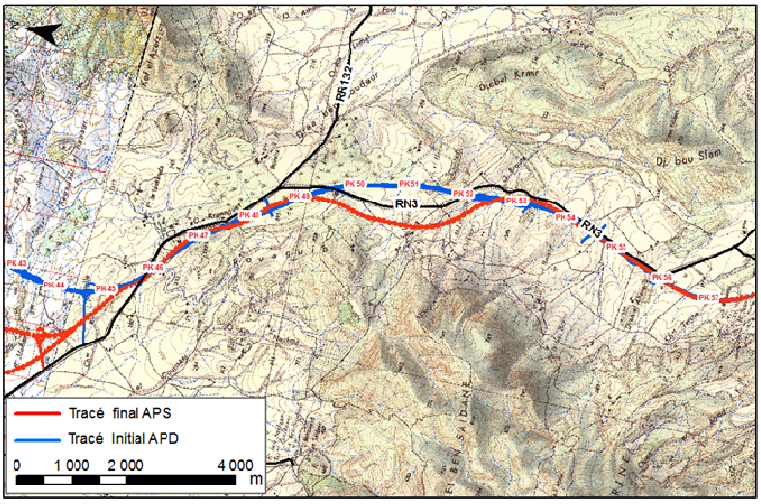


Carte 72 : Ripage du tracé vers l'ouest entre les PK34 et PK39 et vers l'est entre les PK40 et PK46

6.2.2.1.1.5 La modification apportée entre les PK49 et PK53

Au niveau de Draa Ben Jouder sur la RN3, le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 restait parallèle à la RN3 entre les PK49 et PK53, ce qui l'amenait à couper au travers d'un périmètre public irrigué. Le CRDA de Zaghouan a donc exigé que le tracé évite la traversée de ce PPI.

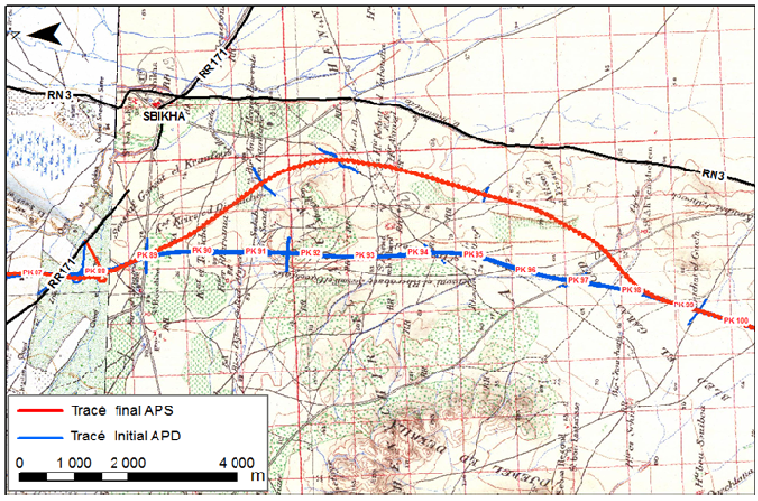
Comme le montre la **Carte 73** suivante, le tracé ainsi modifié évite désormais ce périmètre, mais en traversant la RN3 à deux reprises consécutives.



Carte 73 : Ripage du tracé vers l'est entre les PK49 et PK53

6.2.2.1.1.6 La modification apportée entre les PK89 et PK98

Au sud de la ville de Sbikha, le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 traversait entre les PK49 et PK53 une zone très fertile en termes d'agriculture. Le tracé a été ainsi ripé d'environ 1.600 m vers l'ouest pour éviter de traverser cette zone, comme le montre la **Carte 74** suivante.

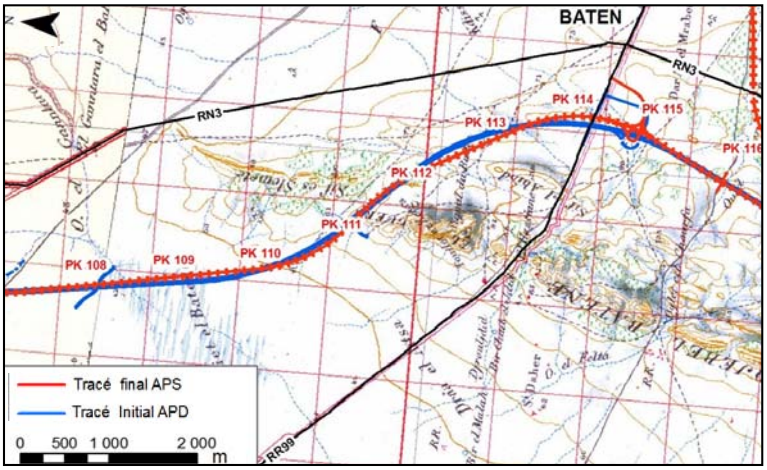


Carte 74 : Ripage du tracé vers l'ouest entre les PK89 et PK98

6.2.2.1.1.7 Les modifications apportées entre les PK 108 et PK116

Au niveau de la ville d'El Baten, le tracé initialement retenu pour l'axe du couloir 2 traversait entre les PK 108 et PK116 plusieurs carrières de sable en cours d'exploitation. Il a donc été affiné par deux

légers ripages vers l'ouest et deux légers ripages vers l'est comme le montre la **Carte 75** suivante, afin d'éviter de traverser ces carrières et de s'éloigner également des zones agricoles les plus riches de la plaine de Kairouan.



Carte 75 : Ripages du tracé vers l'est et vers l'ouest entre les PK108 et PK116

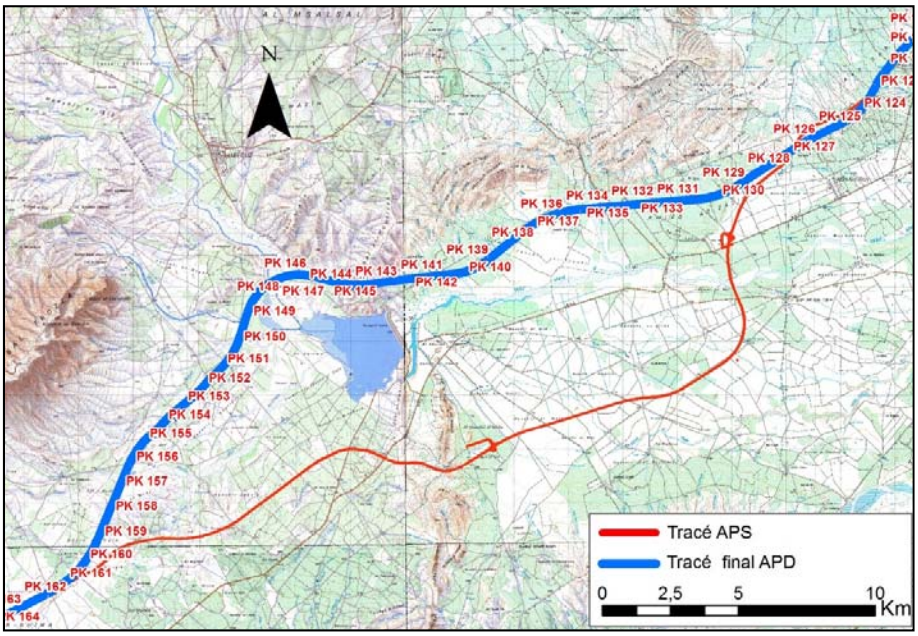
6.2.2.1.2 - Les modifications apportées au tracé de l'axe du couloir C entre Kairouan et Jelma

Le nouveau contournement de la retenue du barrage El Haouareb constitue une modification majeure du tracé retenu pour la combinaison de couloirs 2C.

En effet, le tracé retenu pour l'axe du couloir C traversait à partir de Chbika entre les PK127 et PK132 la plaine de Marguellil qui contient les périmètres irrigués privés les plus riches du gouvernorat de Kairouan. Par ailleurs, lors des Consultations publiques menés dans le gouvernorat de Kairouan, les citoyens des délégations de Haffouz et d'Ouslatia s'étaient plaint de la mauvaise desserte de leur sous-région.

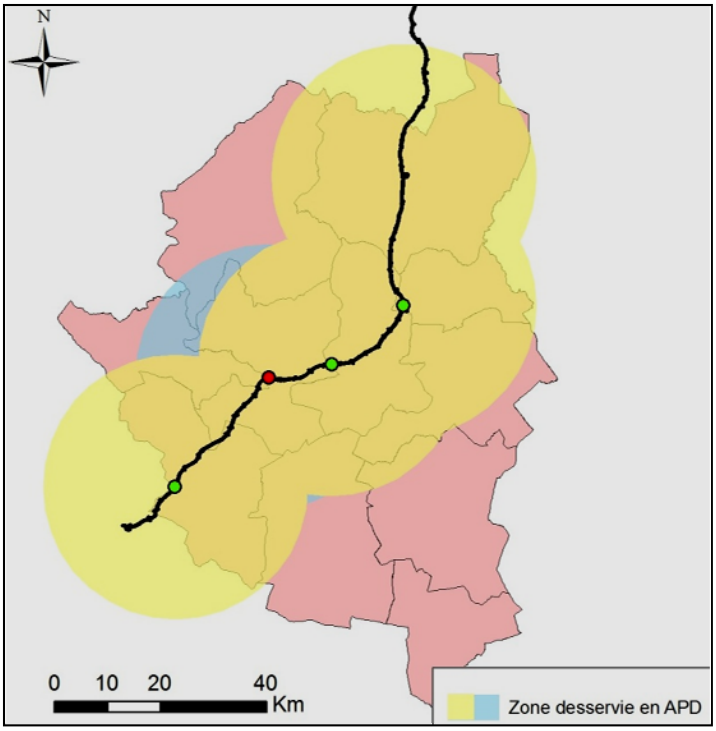
6.2.2.1.2.1 - Les modifications apportées entre les PK 123 et PK162

Le groupement a donc essayé de trouver un autre tracé qui évite au maximum ces périmètres, tout en desservant plus correctement cette partie Nord-Ouest du gouvernorat. Le contournement de la retenue du barrage El Haouareb par le nord s'est donc imposé comme une évidence, pour rejoindre le tracé retenu au niveau d'Errhima, soit un changement d'environ 35 km entre les PK127 et PK162 par rapport au tracé de l'APS, comme le montre la **Carte 76** suivante.



Carte 76 : Contournement de la retenue du barrage El Haouareb par le nord entre les PK123 et PK162

Cette alternative a été discutée avec la DG/PC, la Direction Régionale de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable de Kairouan, le CRDA de Kairouan et la Direction des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques du Ministère de l'Agriculture et a été approuvée par ces différents organismes. En conséquence, les zones du gouvernorat de Kairouan desservies directement par la nouvelle infrastructure aytoroutière ont évolué comme le montre la **Carte 77** suivante.

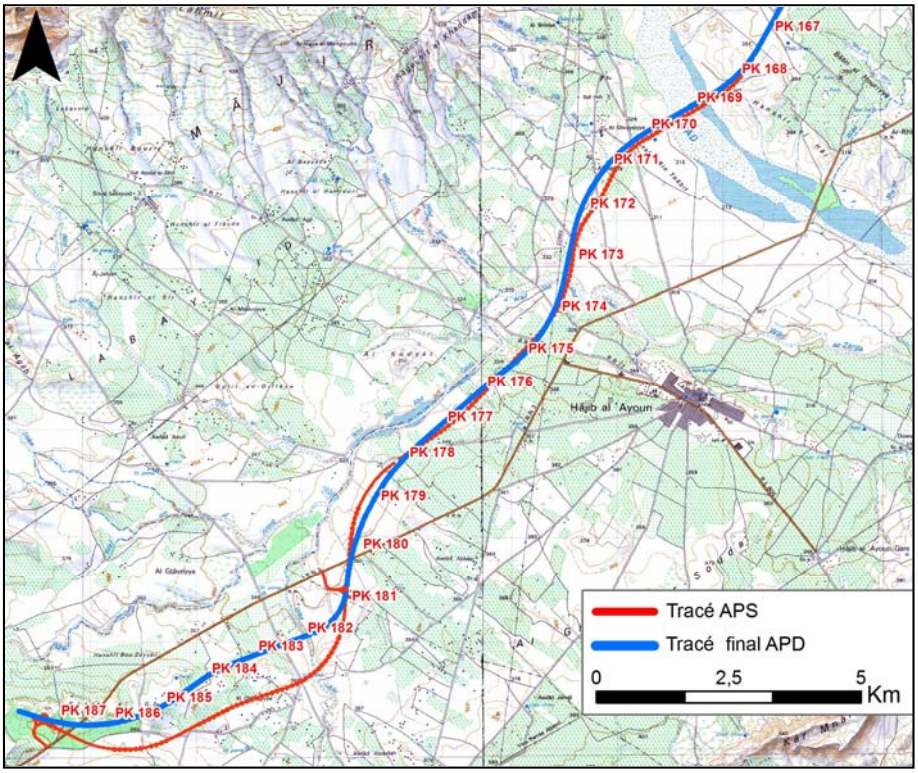


Carte 77 : Ajout d'un échangeur pour améliorer la desserte de la partie Nord-Ouest du gouvernorat de Kairouan

Ce tracé a alors été communiqué à l'INP et aux différents concessionnaires pour identifier les contraintes qui pouvaient y être rencontrées.

6.2.2.1.2.2 Les modifications apportées entre les PK168 et PK187

Le tracé a ensuite été recrtifié par des ripages de 100m à 1 km vers le nord-ouuest et le sud-est entre les PK168 et PK187 pour régulariser sa géométrie.



Carte 78 : Ripages du tracé vers l'est et vers l'ouest entre les PK168 et PK187

6.2.2.1.3 Le récapitulatif des optimisations de l'axe du tracé au démarrage de la phase d'APD

Finalement, toutes ces optimisations ont touché de nombreux tronçons couvrant 111,5 km du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, comme le montre le **Tableau 172** suivant.

Tableau 172 : Causes des corrections de sous-tronçons du tronçon prioritaire Tunis- Jelma au démarrage de l'étude d'APD

Tronçons du Type d'optimisation	PK1 au PK7+500	PK10 au PK16	PK24 au PK32	PK34 au PK47	PK49 au PK53	PK89 au PK98	PK 108 au PK116	PK123 au PK162	PK168 au PK187	Nbre de ripages	Kms des ripages
Amélioration de la topographie				PK40 au PK47						1	7,0
Respect de sites archéologiques		PK10 au PK13								1	3,0
Respect des réseaux de concessionnaires	PK1 à PK7+500	PK13-14 & PK15-16								2	5,0
Amélioration de la géométrie			PK30 au PK32	PK34 au PK39		PK89 au PK98			PK168 au PK187	7	35,0
Traversée de zones nautrelles	PK6 au PK7+500									1	1,5
Traversée de zones fertiles et PPI					PK49 au PK53	PK89 au PK98		PK123 au PK132		2	22,0
Respect de carrières de sable							PK 108 au PK116			1	8,0
Respect zones urbaines, militaires et industrielles	PK1 à PK3		PK24 au PK30							2	8,0
Desserte de zones intérieures								PK127 au PK162		1	35,0
Nombre de ripages	**3**	**3**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**13**	**106,5**

On voit que cette révision préalable du tracé a concerné 106,5 km des 192,9 km du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, soit 55,2% du tracé.

6.2.3 - L'OPTIMISATION ULTERIEURE DU TRACE REALISEE EN APD

6.2.3.1 L'optimisation des traversées d'oued

La **Carte 79** suivante présente le réseau hydrographique intercepté par le couloir 2C entre Tunis et Jelma après ces rectifications initiales du tracé d'APS du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 79 : Réseau hydrographique intercepté par le tracé du tronçon prioritaire après les rectifications initiales

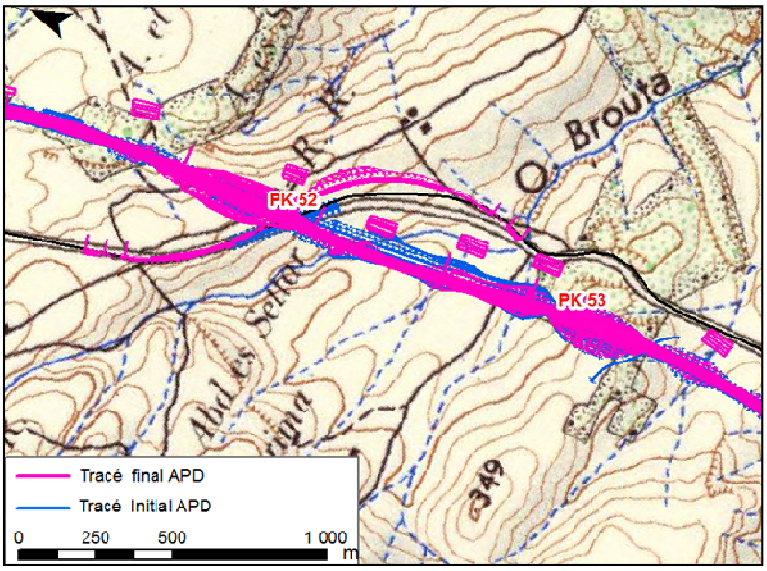
Observées dans le détail, certaines traversées d'écoulement prévues se sont révélées non optimales, car :

- la traversée ne s'effectue pas perpendiculairement au lit, ou encore
- la traversée s'effectue au niveau d'un lit trop large ou trop peu marqué, etc …

Certaines d'entre elles ont du faire l'objet d'une optimisation. Ces diverses révisions sont présentées ci-après.

6.2.3.1.1 L'optimisation du tronçon allant du pK 52 au pK 53 en APD

L'oued Brouta a été traversé légèrement plus perpendiculairement et en amont au niveau d'un lit mieux marqué, grâce à un léger ripage de 30 m vers l'ouest du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre le pK 52 et le pK 53, comme le montre la **Carte 80** suivante.

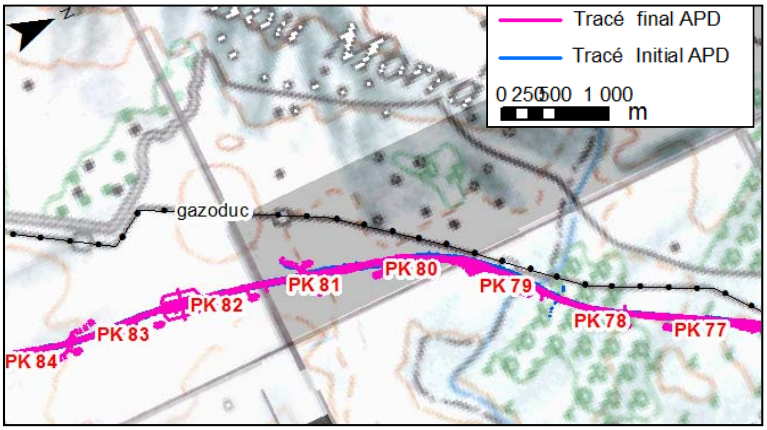


Carte 80 : Ripage vers l'ouest du tracé entre les PK 52 et 53

On voit aussi que l'ouvrage de rétablissement du PK52 a été rendu plus perpendiculaire au tracé de l'autoroute.

6.2.3.1.2 L'optimisation du tronçon allant du PK78 au PK81 en APD

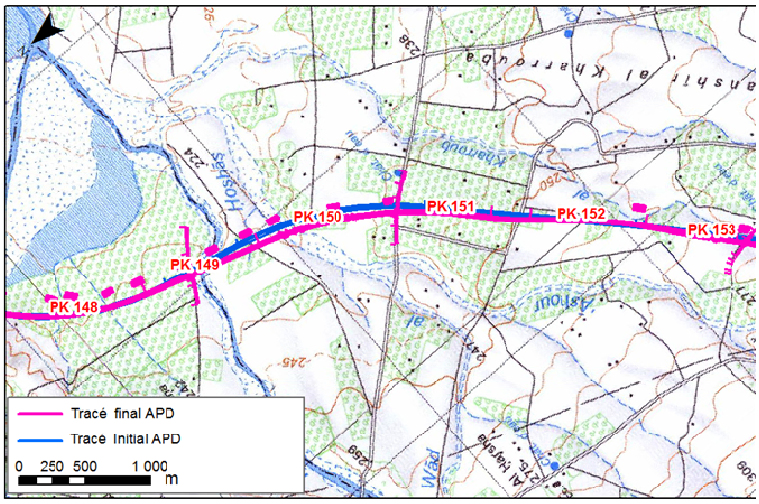
La largeur de l'ouvrage de franchissement de l'oued Nebhana a été réduite grâce à un léger ripage de 50 m vers l'est du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre les PK78+500 et PK81. On a profité de cette modification pour démarrer ce ripage vers l'est à partir du PK78, pour éviter également d'un site archéologique classé « Henchir El Ourezela » situé au PK 78, comme le montre la **Carte 81** suivante.



Carte 81 : Ripage vers l'est du tracé entre les PK 78 et 81

6.2.3.1.3 L'optimisation du tronçon allant du PK149 au PK152 en APD

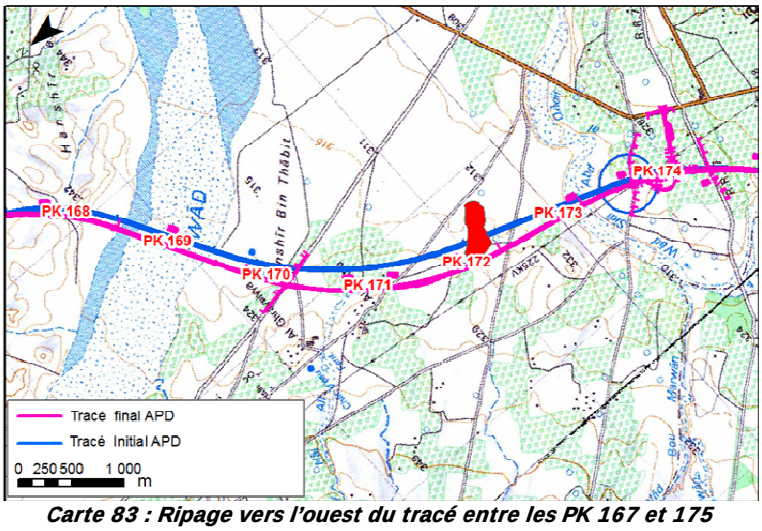
L'oued Hammam a été traversé plus perpendiculairement après le PK149 grâce à un léger ripage de 100 m vers l'ouest du tracé de l'axe de la plateforme autoroutière entre les PK149 et PK152, comme le montre la **Carte 82** suivante.



Carte 82 : Ripage vers l'ouest du tracé entre les PK 149 et 152

6.2.3.1.4 L'optimisation du tronçon allant du PK167 au PK174 en APD

La largeur de l'ouvrage de franchissement du PK 168+400 de l'oued El Hathob en amont du barrage de Sidi Saâd a été réduite grâce à un ripage de 250 m vers l'ouest du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre le pK 167 et le pK 174, comme le montre la **Carte 83** suivante.



Carte 83 : Ripage vers l'ouest du tracé entre les PK 167 et 175

On voit que ce ripage a aussi permis d'épargner un site archéologique recensé par l'INP au PK172.

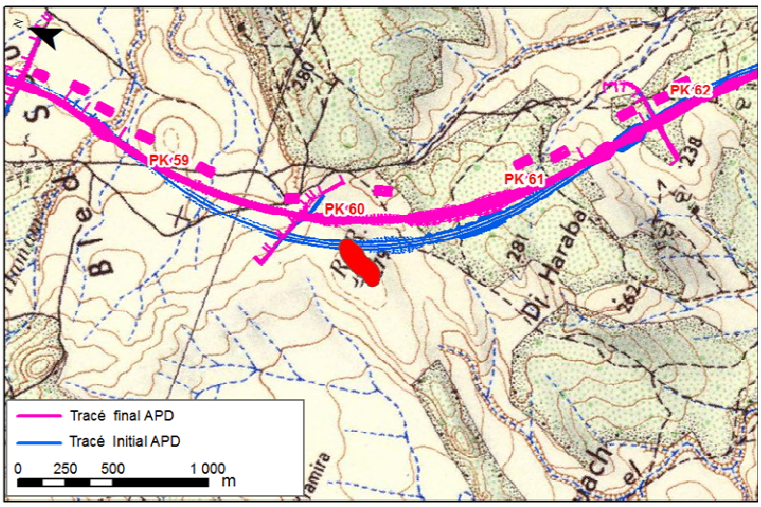
6.2.3.2 Le respect de sites archéologiques

La de la page présente l'ensemble des sites archéologiques avoisinés par le du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Observés dans le détail, certains tronçons du couloir autoroutier proposé à la fin de l'étude d'APS au voisinage de quelques sites archéologiques et historiques déjà recensés se sont révélés amputer une partie de ces sites. Certains d'entre eux ont alors dûs faire l'objet d'une optimisation pour qu'ils les épargnent, et ces diverses révisions sont présentées ci-après.

6.2.3.2.1 L'optimisation du tronçon allant du PK59 au PK61+500 en APD

La traversée d'un site archéologique classé « huilerie romaine » a été évitée grâce à un ripage de 125 m vers l'est du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre les PK59 et PK61+500, comme le montre la **Carte 84** suivante.

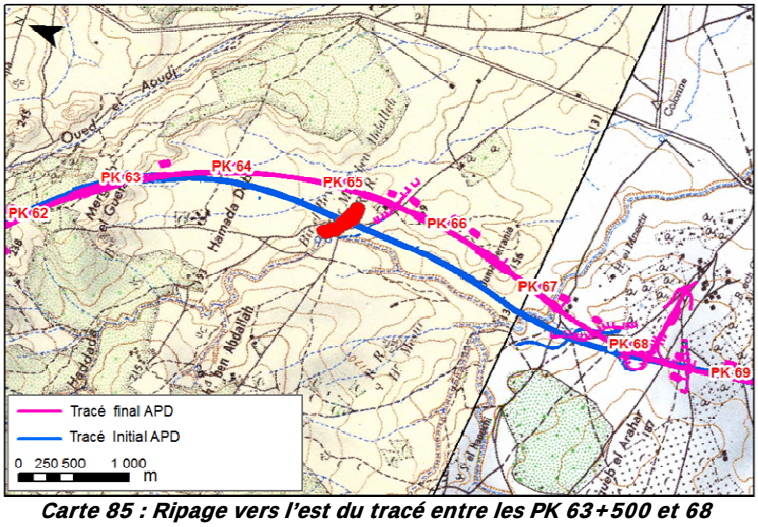


Carte 84 : Ripage vers l'est du tracé entre les PK 59 et 61+500

On voit que ce ripage permet également une légère diminution de la longueur de la section autoroutière concernée, de l'ordre de 100 m.

6.2.3.2.2 L'optimisation du tronçon allant du PK63+500 au PK68 en APD

La traversée d'un site archéologique classé « Henchir Mohamed Ben Abdallah » a été évitée grâce à un ripage de 300 m vers l'est du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre les PK63+500 et PK66. On a profité de cette modification pour prolonger ce ripage vers l'est jusqu'au pK 68, pour éviter également le méandre de l'oued situé au PK 67+300, comme le montre la **Carte 85** suivante.



Carte 85 : Ripage vers l'est du tracé entre les PK 63+500 et 68

On voit par contre que ces deux ripages entraînent une légère augmentation de la longueur de la section autoroutière concernée, de l'ordre de 100 m.

6.2.3.2.3 L'optimisation du tronçon allant du pK 78 au pK 80 en APD

La traversée d'un site archéologique classé « Henchir El Ourezela » situé au PK67 a été évitée grâce au léger ripage de 50 m vers l'est du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre les pK78 et pK80 que montre la **Carte 81** de la page 348, qui avait déjà permis de diminuer la taille de l'ouvrage de franchissement de l'oued Nebhana situé au PK79.

6.2.3.2.4 L'optimisation du tronçon allant du pK 167 au pK 174 en APD

On a vu que le ripage de 250 m vers l'ouest du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière pour diminuer la largeur de l'ouvrage de franchissement du PK168+400 de l'oued El Hathob en amont du barrage de Sidi Saâd a permis d'épargner un site archéologique classé situé au PK172 que montre la **Carte 83** de la page 349.

6.2.3.3 - La protection de réseaux de concessionnaire

La combinaison de couloirs 2C avoisine plusieurs réseaux de concessionnaires, SONEDE, SNCFT, Gazoduc Algéro-Italien. Observés dans le détail après ces rectifications initiales du tracé d'APS, certains tronçons autoroutiers se sont révélées intersecter certains réseaux. Certains d'entre eux ont alors dû faire l'objet d'une optimisation pour qu'ils ne les intersectent plus. Ces diverses révisions sont présentées ci-après.

6.2.3.3.1 L'optimisation du tronçon allant du pK 78 au pK 80 en APD

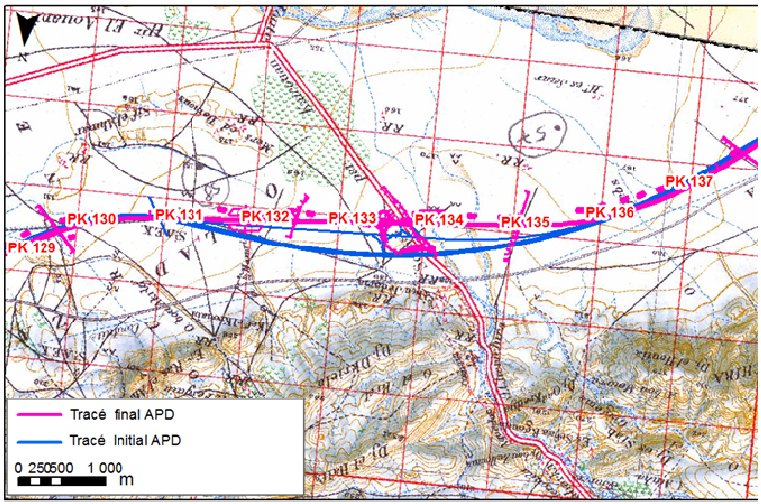
La traversée à plusieurs reprises de la conduite du gazoduc Algéro-Italien a été évitée grâce au léger ripage de 50 m vers l'est du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre le pK 78 et le pK 80 que montre la **Carte 81** de la page 348, qui avait déjà permis de diminuer la taille de l'ouvrage de franchissement de l'oued Nebhana situé au pK 79 et d'éviter le site archéologique classé « Henchir El Ourezela » situé au PK 67.

Le nouveau tracé optimisé ne traverse désormais plus qu'une seule fois la conduite du gazoduc Algéro-Italien.

6.2.3.3.2 L'optimisation du tronçon allant du pK 131 au pK 136,5 en APD

Alors que la SONEDE a installé durant l'été 2013 une nouvelle station de traitement à Znatir pour renforcer l'alimentation des régions du Sahel de Sousse à partir des eaux de l'oued Nebhana, le tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière détruisait au niveau du pK 133 un réservoir utilisé pour l'approvisionnement de Kairouannais et du Sahel.

Cette destruction a été évitée grâce à un ripage de 500 m vers le sud du tracé initial de l'axe de la plateforme autoroutière entre le pK 131 et le pK 136,5, qui avait aussi pour contrainte de conserver un franchissement parfaitement perpendiculaire du lit de l'oued Cherichira situé au pK 134,5, comme le montre la **Carte 86** suivante.



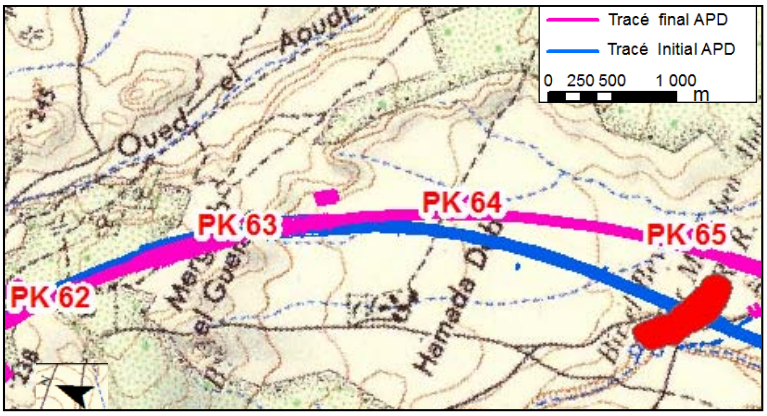
Carte 86 : Ripage vers le sud du tracé entre les PK 131 et 136+500

6.2.3.4 - L'optimisation des caractéristiques géométriques de la plateforme et de se annexes en APD

6.2.3.4.1 - L'optimisation des caractéristiques géométriques du tronçon

Certaines des modifications de tracé précédement effectuées pour protéger deux sites archéologiques ont rendu un tronçon adjacent non modifié géométriquement non acceptable, ce qui a conduit à envisager un léger ripage pour optimiser ses caractéristiques géométriques.

Intercalé entre les deux tronçons situés entre les PK59 et PK61+500 et entre les PK63 et PK69 modifiés par deux ripages vers l'est conçus pour épargner deux sites archéologiques classés, le tronçon entre les PK61+500 et PK63 a fait l'objet d'un léger ripage de 50 m vers l'ouest, comme le montre la **Carte 87** suivante.

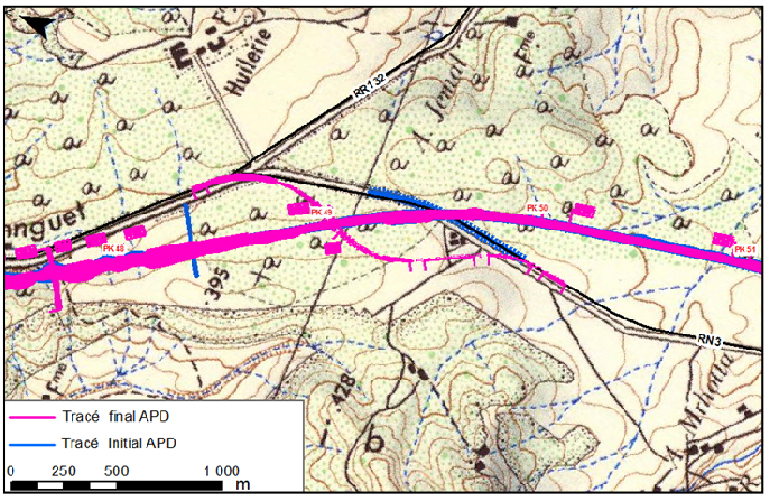


Carte 87 : Ripage vers l'ouest du tracé entre les PK 61+500 et 63

6.2.3.5 - L'optimisation du positionnement de certaines annexes de la plateforme en APD

6.2.3.5.1 - L'optimisation des caractéristiques géométriques de l'ouvrage de rétablissement du pK 49

Le rétablissement de la RN3 présentait un biais très prononcé au niveau de l'ouvrage du pK49, ce qui rendait l'ouvrage à projeter assez complexe. Ce biais a donc été redressé par un léger ripage vers le nord pour avoir un ouvrage standard, comme le montre la **Carte 88** suivante.



Carte 88 : Ripage vers le nord de l'ouvrage de rétablissement au PK 49

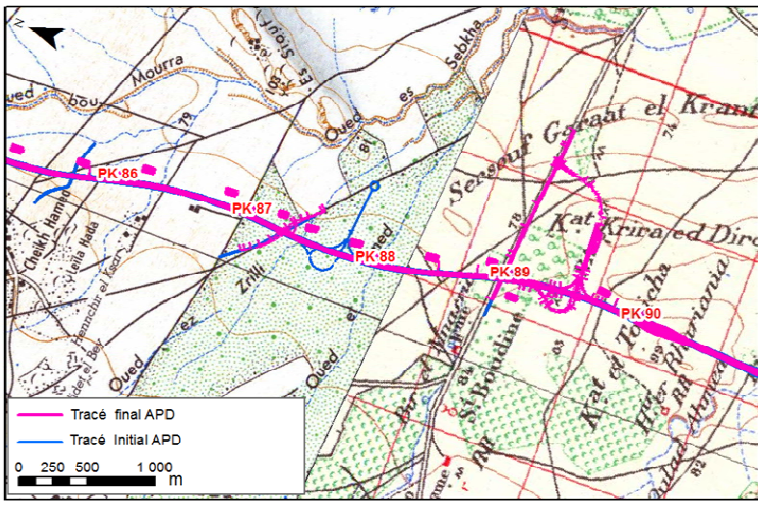
6.2.3.5.2 L'optimisation des caractéristiques géométriques de l'ouvrage de rétablissement du pK 52

Le rétablissement de la RN3 présentait un biais très prononcé au niveau de l'ouvrage du PK52, ce qui rendait l'ouvrage à projeter assez complexe. Ce biais a donc été redressé par un léger ripage vers le nord pour avoir un ouvrage plus standard, comme le montre la **Carte 80** de la page 340.

6.2.3.5.3 - L'optimisation du positionnement de l'échangeur de Sbikha au pK 89+500

L'échangeur de Sbikha avait été initialement situé dans une zone inondable que la section courante traverse à la perpendiculaire, pour se connecter directement à la RR71. Or, un échangeur avec toutes ses bretelles et gare de péages ne peut pas être implanté dans une telle zone.

De ce fait, cet échangeur a été ripé vers le sud, ce qui a obligé à changer sa connexion : il se connecte désormais sur une route non classée qui rejoint la RR71, comme le montre la **Carte 89** suivante.



Carte 89 : Ripage vers le sud de l'échangeur de Sbikha au PK 89+500

6.2.3.5.4 - L'optimisation du positionnement de la gare de péage de Kairouan-ouest au pK 114+500

La gare de péage de Kairouan-ouest avait été initialement instalée en expropriant un logement. Pour éviter cette expropriation inutile, cette gare de péage a été ripée vers l'est, comme le montre l'image satellite de la **Figure 89** suivante.

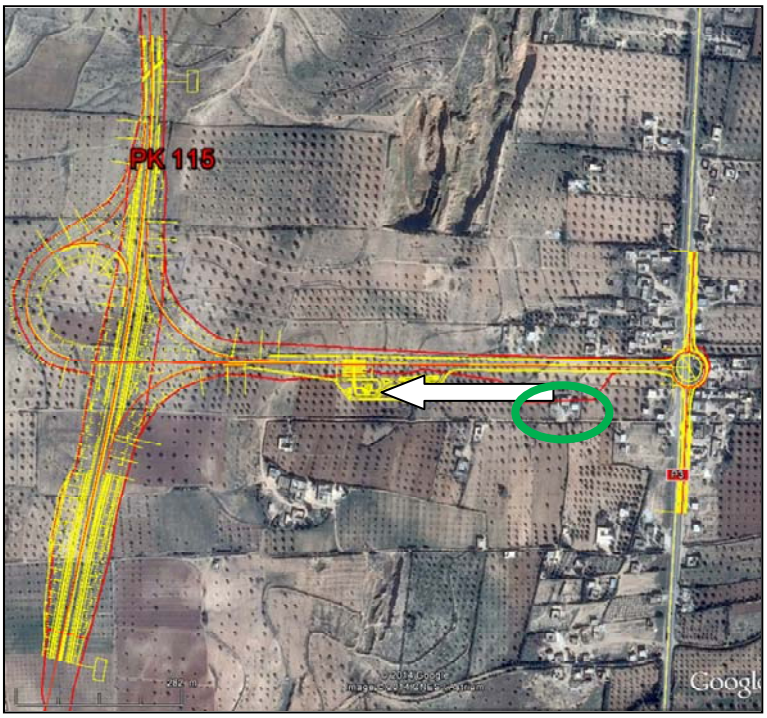


Figure 89 : Ripage de la gare de péage de Kairouan-ouest vers l'ouest au PK 115+500

6.2.3.6 - Le récapitulatif des principales optimisations du tracé au cours de l'étude d'APD

Finalement, toutes ces optimisations ont touché de nombreuses portions du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, comme le montre le **Tableau 173** suivant.

Tableau 173 : Sous-tronçons du tronçon prioritaire Tunis-Jelma corrigés durant l'étude d'APD

Tronçons du Type d'optimisation	PK52 au PK53	PK59 au PK68	PK78 au PK81	PK131 au PK136+500	PK149 au PK152	PK167 au PK174	Nbre de ripages	Kms de ripages
Optimisation de traversée d'oued	PK52 au PK53		PK78 au PK81		PK149 au PK152	PK167 au PK174	**4**	**14,0**
Respect de sites archéologiques		PK59 au PK61+500 & PK63+500 au PK68					**2**	**7,0**
Respect des réseaux de concessionnaires			PK78 au PK80	PK131 au PK136+500			**2**	**7,5**
Amélioration de la géométrie de la plateforme		PK61+500 au PK63					**1**	**1,5**
Nombre de ripages	**1**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**8**	**28,5**

On voit que cette révision finale du tracé a concerné 28,5 km des 176,2 km de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma, soit 16,2% de la longueur totale du tracé d'APD initial.

6.2.4 - LE RÉCAPITULATIF DES OPTIMISATIONS DU TRACÉ TOUT AU LONG DE L'ÉTUDE D'APD

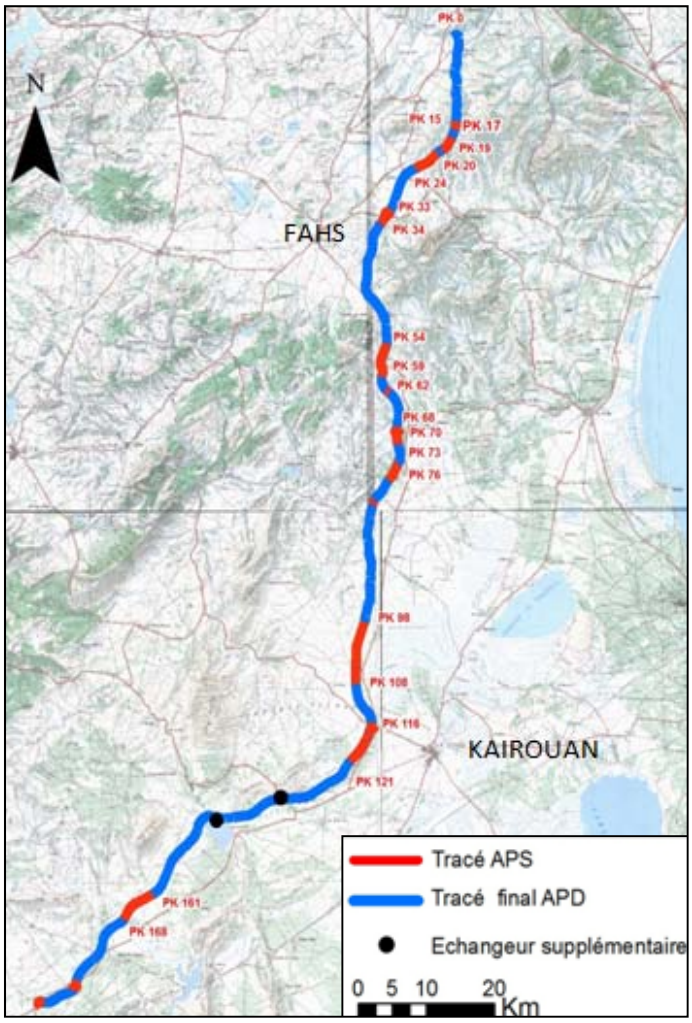
Finalement, toutes ces optimisations ont touché de nombreux tronçons du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, comme le montre le **Tableau 174** suivant.

Tableau 174 : Sous-tronçons du tronçon prioritaire Tunis-Jelma corrigés au cours de l'étude d'APD

Tronçons corrigés au début de la phase d'APD	Tronçons affinés au cours de la phase d'APD	Longueur (km)
du PK1 au PK7+500		6,5
du PK10 au PK14		4,0
du PK15 au PK16		1,0
du PK24 au PK32		8,0
du PK34 au PK39		5,0
du PK40 au PK46		6,0
du PK49 au PK53	du PK52 au PK53	4,0
	du PK59 au PK68	9,0
	du PK78 au PK81	3,0
du PK89 au PK98		9,0
du PK 108 au PK116		8,0
du PK127 au PK162	du PK131 au PK136+500 du PK149 au PK152	35,0
Du PK168 au PK187	du PK168 au PK174	19,0
106,5 km	**28,5 km**	**119,5**

Ajoutés aux 88,5 km du tracé de l'étude d'APS optimisés au démarrage de la phase d'APD, On voit que cette révision du tracé en phase d'APD a concerné au final 119,5 km des 187,2 km de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma, soit 63,8% du tracé de l'APS.

La **Carte 90** suivante permet de visualiser l'importance de tous les tronçons du tracé de la combinaison de couloirs 2C qui ont finalement été modifiés au cours de ce travail d'optimisation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa en phase d'APD.



Carte 90 : Modifications du tracé de la combinaison de couloirs 2 C en phase d'APD

Finalement, toutes ces modifications entre tracés finaux d'APS et d'APD ont permis de réduire de 5,70 km la longueur du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, suivant le détail indiqué dans le **Tableau 175** suivant.

Tableau 175 : Longueur des sous-sections modifiées en fin d'APS et en fin d'APD

Longueurs Modification	APS (km)	APD (km)	Différence APD-APS (m)
PK1 à PK7+500	6,36	6,12	-260
PK10 à PK16	4,13	4,01	-120
PK24 à PK 32	8,36	7,80	-560
PK34 à PK46	13,05	11,52	-1.530
PK49 à PK54	5,19	4,82	-370
PK89 à PK98	11,01	9,77	-1.240
PK108 à PK116	8,11	8,08	-30
PK123 à PK162	41,72	40,31	-1.410
PK168 à PK187	20,72	20,52	-200
ENSEMBLE	**118,65**	**112,95**	**-5.700**

On voit que toutes ces modifications ont entraîné une réduction de la longueur de la sous-section concerné du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et qu'en final sa longueur totale depuis la rocade de Tunis husqu'à l'échangeur de Jelma s'est réduite de 192,900 à 187,200 km, soit une diminution de 3,0%. Cette diminution se traduira :

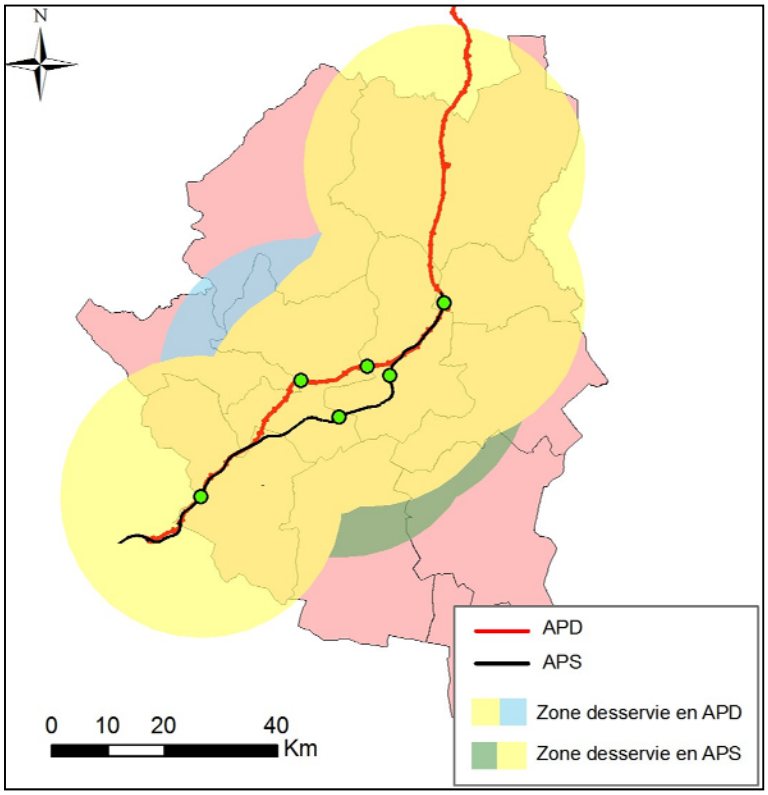
- avant la mise en service par une diminution des coûts et des impacts négatifs des travaux, et
- après la mise en service par une diminution de 3,0% des consommations, émissions, accidents et usure des véhicules empruntant la nouvelle infrastructure.

6.2.5 – L'AJOUT D'UN ÉCHANGEUR POUR MIEUX DESSERVIR HAFFOUZ ET LA PARTIE NORD-OUEST DU GOUVERNORAT DE KAIROUAN

Lors des Consultations publiques menés dans le gouvernorat de Kairouan pour présenter les résultats de l'étude d'APS, on a pu constater que les citoyens des délégations de Haffouz et d'Ouslatia s'étaient plaint de la mauvaise desserte vers Tunis de leur sous-région par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Comme le groupement avait déjà proposé le contournement de la retenue du barrage El Haouareb pour éviter les zones agricoles riches de la plaine de Kairouan autour de Chbika, l'ajout d'un échangeur sur ce tronçon a alors permis d'améliorer nettement la liaison directe de cette partie Nord-Ouest du gouvernorat avec l'agglomération tunisoise.

La **Carte 91** suivante montre comment l'implantation d'un échangeur au point le plus proche de la ville d'Haffouz a permis d'améliorer sensiblement la desserte de cette zone.



Carte 91 : Amélioration de la desserte de la partie Nord-Ouest du gouvernorat de Kairouan

6.3 – L'optimisation des ouvrages hydrauliques du Projet

Pour que le Projet ne perturbe pas l'hydrologie des bassins versants intersectés par l'emprise, des ouvrages hydrauliques ont été installés au niveau de tous les écoulements pour que ceux-ci puissent traverser l'emprise. Ils ont été conçus et dimensionnés de façon à pouvoir empêcher, sous réserve d'un entretien satisfaisant, tout risque d'inondation à l'amont en cas de crue centenale.

6.3.1 - LA RÉALISATION D'OUVRAGES HYDRAULIQUES CAPABLES D'ÉVACUER LA CRUE CENTENALE

Conformément aux pratiques internationales en matière de mise hors eau d'une infrastructure autorutière, ces ouvrages hydrauliques ont été dimensionnés pour être capables d'évacuer la crue centenale de l'écoulement concerné.

6.3.1.1 - La méthodologie de calcul des débits centenaux

Pour la plupart des oueds de la zone d'étude, il n'existe pas de stations hydrométriques. Les données disponibles pour les grands oueds ainsi que les débits laminés par les barrages sont présentés au niveau du § 5.1.7 qui présente l'hydrologie de la zone d'influence du Projet. En l'absence de mesures hydrométriques, les calculs sont élaborés à partir des méthodes en usage en Tunisie.

Rappelons que la période de retour retenue pour le dimensionnement des ouvrages de franchissement d'une infrastructure autoroutière est T=100 ans.

Les débits estimés par les différentes méthodes de calcul, ainsi que les débits retenus, sont donnés dans l'étude hydrologique du Projet. Les débits retenus sont ceux calculés par la méthode des débits spécifiques pour les bassins versants qui ont une superficie inférieure à 0,1 km² et la méthode rationnelle pour les bassins versants dont la superficie est comprise entre 1 et 8 km².

Pour les grands bassins versants, plusieurs méthodes d'évaluation des apports ont été comparées. Nous avons retenu la méthode « SPEED » développée en 1996 dans le cadre du projet National de protection contre les inondations pour plusieurs raisons :

- La méthode de Ghorbel a tendance à trop sous-estimer les débits ;
- La méthode de Kallel date des années 70, soit quelques années après les crues historiques de 1969 et de 1973, et ses paramètres restent donc trop influencés par ces crues et les tailles assez peu exhaustives des séries de crues qui ont servi pour leur calage ;
- La méthode régionale présente l'avantage d'avoir des fondements théoriques conformes aux connaissances actuelles de l'hydrologie, notamment :
  - ✓ la théorie de l'hydrogramme unitaire,
  - ✓ la méthode du gradex pour l'extrapolation des séries de débits à partir des séries de pluies extrêmes, et
  - ✓ la séparation des séries de crues de deux populations : des crues « ordinaires » et des crues « exceptionnelles ». Cette théorie est en adéquation avec les connaissances actuelles de la Tunisie.

6.3.1.2 – La détermination des caractéristiques physiques des différents bassins versants

Les limites des différents bassins versants intéressant les différents tracés de la desserte autoroutière

ont été déterminé à l'aide des cartes d'État Major au 1/50.000 et au 1/200.000. En se basant sur ces cartes d'État Major, nous avons pu ensuite déterminer les caractéristiques suivantes des bassins versants :

- superficie S ;
- périmètre P ;
- indice de Compacité Ic du B.V. : $Ic = \frac{0,282}{\sqrt{S}}$;
- longueur de l'écoulement L ;
- pente moyenne du B.V. (en %) ;

Nous déterminons ensuite le coefficient de ruissellement Kr de chaque bassin versant sur la base de ses caractéristiques géomorphologiques. Toutes ces caractéristiques sont données en annexe du rapport hydrologique d'APD.

6.3.1.3 - Le calcul des débits de pointe des divers bassins versants selon leur taille

6.3.1.3.1 - Le calcul des débits de pointe des micro-bassins par la méthode des débits spécifiques

L'application des formules citées ci-dessous à des bassins versants très réduits conduit souvent à des valeurs très divergentes. Sous réserve de l'examen de cas particuliers, nous avons adopté un débit spécifique de 12 m^3 /s /km^2 pour les bassins de superficie inférieure à 0,10 km².

6.3.1.3.2 - Le calcul des débits de pointe des petits bassins par la méthode rationnelle

Cette méthode est applicable à des petits bassins versants de superficie comprise entre 1 et 8 km², sous les conditions de validité des considérations théoriques qui ont permis d'élaborer cette méthode.

On démontre ainsi que pour une averse homogène dans le temps et dans l'espace, d'intensité I, le débit maximum Q est atteint si la durée de l'averse est au moins égale au temps de concentration du bassin versant.

L'intensité I de l'averse étant exprimée en mm/h, la superficie S du bassin en km2 et le débit Q en m3/s ; la formule s'écrit :

$$Q = K_r * S \frac{I(tc)}{3,6}$$

où :

- K_r : coefficient de ruissellement qu'on suppose uniforme sur le petit bassin considéré et pendant la durée de l'averse. Pour la zone du projet, nous avons considéré un coefficient variable en fonction de la pente du bassin :
  - ✓ 45% des bassins à pente faible (inférieure à 1%)
  - ✓ 50% des bassins à pente moyenne (comprise entre 1 et 10%)
  - ✓ 60% des bassins à pente forte (supérieure à 10%)
- I(tc) : intensité de la pluie pour le temps de concentration (tc) qui est déterminé par la formule de KIRPICH :

$$tc = \frac{1}{52} \times \frac{L1,15}{H0,38}$$

✓ où :

- *tc : temps de concentration en minutes,*
- *L : distance en mètres entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin,*
- *H : dénivelé en mètres entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin.*

✓ L'intensité de la pluie est déterminée à l'aide des courbes intensités - durée - fréquence.

- $I(tc) = a_{(T)}\ tc^{b(T)}$
- *I = intensité en (mm/h)*
- *T = période de retour (en an)*
- *tc = durée de la pluie (en mn)*

Pour différentes périodes de retour, les valeurs a et b sont celles de :

- la station de Tunis-Manoubia pour les bassins versants au nord de la Dorsale
- la station de Haffouz pour les bassins versants au sud de la Dorsale et jusqu'à Jelma.

Le **Tableau 176** suivant présente les valeurs qui ont été publiées par la DG/RE en 2007.

Tableau 176 : Intensité de la pluie pour T=100 ans

Nom Station	Coefficients de Montana		Intensité		
	a	b	t=15 mn	t=30 mn	t=60 mn
Tunis Manoubia	564,.8	0,599	112 mm /h	74 mm /h	49 mm /h
Haffouz	726,2	0,654	124 mm /h	79 mm /h	50 mm /h

6.3.1.3.3 - Le calcul des débits de pointe des grands bassins par la méthode SPEED

Cette méthode SPEED, qui a été développée par le groupement SOGREAH-SERAH dans le cadre du projet National de protection contre les inondations élaboré pour le compte du Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du territoire (1996), a été retenue pour les bassins versants de surface supérieure à 8 km². Les débits de pointe de crue y sont calculés par la formule :

$$QT = \frac{P_T - P_0}{12} S^{0,75}$$

où :

- S : superficie du bassin versant en km² ;
- P_T : pluie journalière de période de retour T (en mm) ;
- P_0 : seuil de ruissellement (en mm) ;
- $Q_{100} = A*S^{0,75}$ avec $A = \frac{P_{100} - P_0}{12}$

La détermination du débit de pointe passe donc par la détermination de la pluie centennale P_{100} et du seuil de ruissellement P_0. La valeur A qui a été adoptée pour la présent étude est A=20.

Le **Tableau 139** de la page 258 présente les caractéristiques du lit au droit de la plateforme autoroutière des grands oueds de la zone du Tell et des ouvrages hydrauliques qui y ont été implanté.

De la même manière, le **Tableau 140** de la page 261 présente celles et ceux des grands oueds de la plaine de Kairouan et le **Tableau 142** de la page 264 celles et ceux des grands oueds des basses steppes.

6.3.2 - LA SUBSTITUTION DE QUATRE GRANDS OUVRAGES HYDRAULIQUES PAR UN ENSEMBLE DE DALOTS

L'étude spécifique des ouvrages d'art à prévoir sur les principaux écoulements intersectés par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a cherché à vérifier l'opportunité de réaliser un pont, ouvrage coûteux mais à la maintenance aisée, par rapport à des dalots, ouvrages peu coûteux, mais facilement obstruables en cas de maintenance relâchée.

Il s'est avéré que les contraintes géométriques du tracé ont conduit ce dernier à traverser plusieurs grands écoulements en diagonale. Les **Figure 90** à **Figure 93** suivantes montrent les conditions de l'intersection de ces quatre écoulement par le tracé final retenu par l'étude d'APD en fonction des autres contraintes du tracé en plan.



Figure 90 : Intersection en diagonale de l'oued Hériet el Batene par l'emprise de l'autoroute au PK 108+920

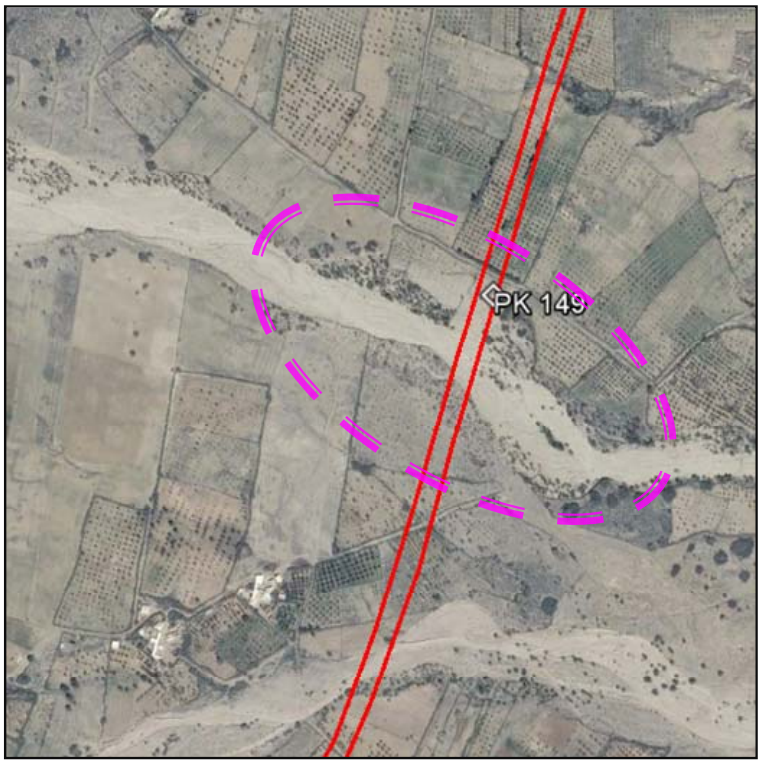


Figure 91 : Intersection en diagonale de l'oued El Hammem par l'emprise de l'autoroute au PK 149+120

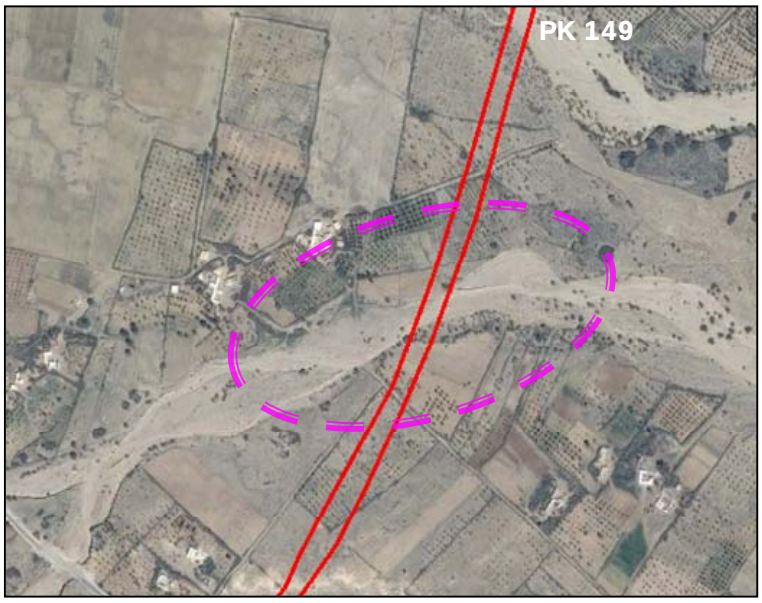


Figure 92 : Intersection en diagonale de l'oued Hosbas par l'emprise de l'autoroute au PK 149+760

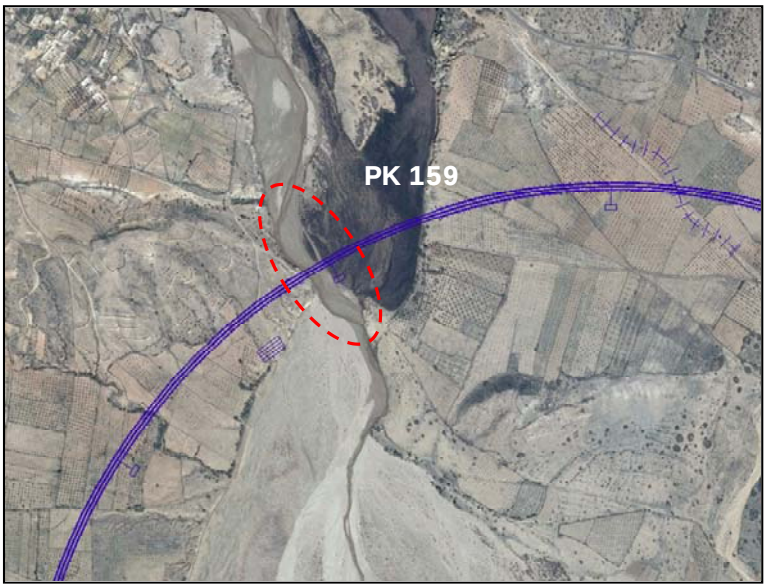


Figure 93 : Intersection d'un oued par l'emprise de l'autoroute au PK 159+100

Cette situation présente deux inconvénients majeurs :

- la longueur du pont, et donc son coût, augmente comme l'hypothénuse d'un triangle par rapport à son grand côté ;
- les piles du pont ne sont pas orientées dans le sens de l'écoulement, et vont donc faire barrage aux crues en donnant à celles-ci l'opportunité d'éroder la semelle de ces ouvrages.

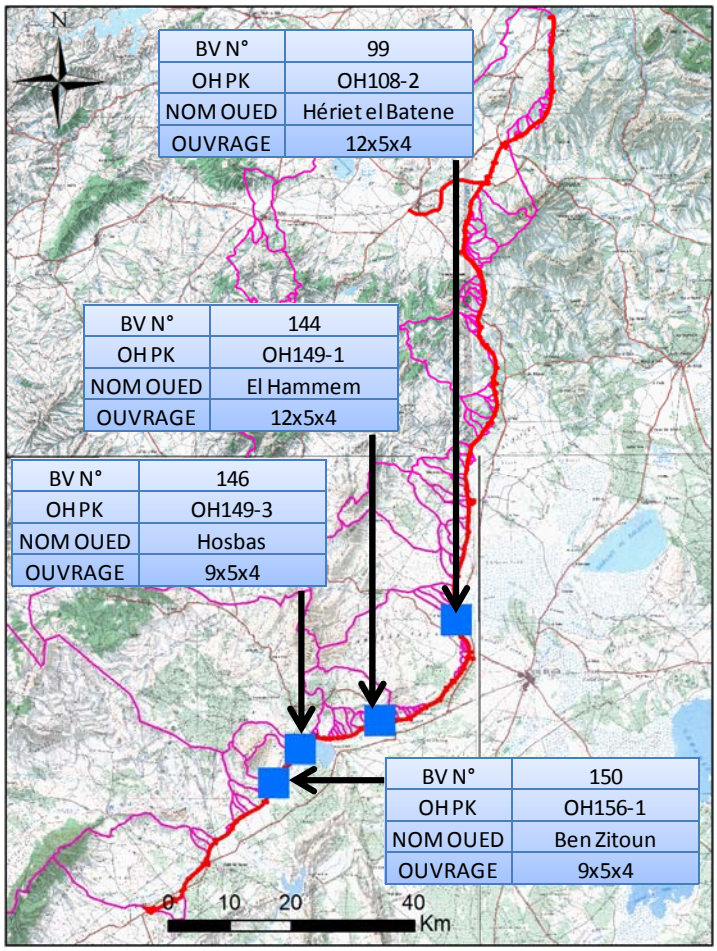
A partir de cette analyse comparative, il a été possible de substituer quatre ensemble de dalots de grandes dimensions (5,00 x 4,00 m) aux quatre grands ouvrages hydrauliques initialement prévus, qui sont indiqués dans le **Tableau 177** suivant.

Tableau 177 : Ensemble de dalots proposés en substitution à quatre ponts du Projet

Nom de l'oued	PK	Pont initialement proposé			Dalot
		Variante proposée	Longeur (m)	Schéma statique	Schéma statique
Tronçon Tunis-Kairouan					
Hériet el Batene	108+920	Poutres BA /PRAD	100	5x20m / 4x25m	12 x (5x4m)
Tronçon Kairouan-Jelma					
El Hammem	149+120	Poutres BA /PRAD	100	5x20m / 4x25m	12 x (5x4m)
Hosbas	149+760	Poutres BA /PRAD	80	4x20m	9 x (5x4m)
	159+100	Caisson poussé	200	8x25m	9 x (5x4m)

Tous ces dalots ont bien sûr eux aussi été conçus pour fonctionner hors d'eau. Pour ce faire, il sera tenu compte lors du calage de ces ouvrages d'une hauteur libre minimale de 1,00 m à dégager entre le dessous de l'intrados supérieur des dalots et la cote PHE des plus hautes eaux.

La **Carte 92** suivante permet de visualiser en final la position au sein de la nouvelle infrastructure de ces grands écoulements intersectés dont les ouvrages de franchissement seront constitués par un ensemble de dalots de grande taille.



Carte 92 : Position des ensembles de dalots pour le franchissement de grands écoulements

Ces optimisations ont par ailleurs permis de réduire les coûts du Projet pour les lots 5 et 7 de l'allotissement par section de tracé, et pour les lots 2 et 3 de l'allotissement par type de travaux. Mais elle nécessiteront durant l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière un surcroît de vigilance de la part du concessionnaire quant à leur entretien après passage de crues importantes.

6.3.3 – L'OPTIMISATION DU DIMENSIONNEMENT DE TOUS LES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le franchissement de cours d'eau par la desserte autoroutière nécessite l'implantation d'un certain nombre d'ouvrages hydrauliques capables d'évacuer les débits de crues aux différents exutoires.nLa conception de ces ouvrages dépend de trois facteurs :

- le débit de crue de ces oueds, précédemment calculés ;
- la morphologie du lit de l'oued et son fonctionnement hydraulique
- le profil en long de l'infrastructure autoroutière au droit du franchissement.

Ainsi, pour un même débit de crue, l'ouverture et le type de structure pourront être très différents selon que le lit est marqué ou non, qu'il y a possibilité ou non de stockage des pointes de crue, ou encore que la plate-forme de l'infrastructure autoroutière est proche du terrain naturel ou surmonte

un grand remblai.

6.3.3.1 - Les deux méthodes de calcul hydraulique utilisées

Nous avons distingué deux méthodes de calcul :

- le calcul en déversoir, qui concerne les ouvrages en cadre fermé (dalot) et les conduites circulaires (buses) pour des débits relativement faibles et dans le cas où l'écoulement se fait en situation sans Projet sur une grande largeur et une faible lame d'eau
- le calcul en écoulement uniforme par la méthode de Manning Strickler, qui concerne les ouvrages en cadres ou à travées multiples, pour les débits moyens ou importants, lorsque le lit est bien marqué.

6.3.3.1.1 - La méthode de calcul en déversoir

Ce calcul est valable lorsque l'ouvrage projeté ne cadre pas avec un écoulement généralement peu marqué, se faisant sur une grande largeur et sous une faible lame d'eau. L'ouvrage est alors assimilé à un déversoir à seuil épais placé à l'aval d'un réservoir (vitesses d'approche quasi-nulles).

L'apparition de cette singularité dans l'écoulement (le déversoir) fait passer la ligne d'énergie ($E=h+v^2/2g$) par un minimum ou un maximum local ($dE/dh=0$) ce qui entraîne l'apparition d'une section critique qui permet de faire transiter le débit maximal. Le calcul classique en section critique montre que :

$$Q^2L/gS^3 = 1$$

où :

- L est la largeur superficielle de la section et S la section mouillée en prenant :
  - ✓ $S = hc \times L$, et
  - ✓ $Q = S \times vc$,

il vient d'après :

- (1) $hc = vc^2/g$, et
- en écrivant BERNOUILLI : $H + V_0^2/2g = hc + vc^2/2g$:

$$(2) \text{ fi } \quad H + V_0^2/2g = 3/2\ h_C$$

et en supposant que $v_0 = 0$ fi $H = \frac{3}{2} h_C$ ou $h_C = \frac{2}{3} H$, par suite :

$$Q = S \times vc = h_C \times L \times \sqrt{h_C \times g} = hc^{3/2} L \sqrt{g} = L H^{3/2} (2/3)^{3/2} \sqrt{g} = 1{,}7\ L H^{3/2}$$

Ce calcul montre que l'écoulement à l'intérieur du dalot peut être torrentiel (à la limite du critique), mais qu'à son aval le régime d'écoulement redevient fluvial. Ce passage d'un régime à un autre s'accompagne d'une dissipation d'énergie s'effectuant sous forme de création d'un ressaut qui peut mettre en péril l'ouvrage si une protection suffisante n'est pas prévue.

Pour tenir compte des pertes de charges dues à l'entonnement dans l'ouvrage, on a adopté la formule :

$$Q = 1{,}6\ L H^{3/2}$$

6.3.3.1.2 Le calcul en écoulement uniforme

Ce calcul est valable dans le cas où l'ouvrage encadre parfaitement un lit bien marqué pouvant faire transiter sans débordements la crue de projet. On admet alors que le régime est uniforme dans l'ouvrage et on utilise la formule de MANNING- STRICKLER :

$$Q = K\ R_h^{2/3}\ S_m\ I^{1/2}$$

où

- K est le coefficient de rugosité de STRICKLER ;
- Rh le rayon hydraulique = Sm/Pm où :
  - ✓ Sm est la section mouillée, et
  - ✓ Pm est le périmètre mouillé ;
- I est la pente du lit de l'écoulement.

Les dimensions retenues pour les différents ouvrages de franchissement projetés sont présentées en annexe du rapport hydraulique de l'étude d'APD. Signalons qu'en cas de communication entre bassins versants, les ouvrages implantés dans la zone la basse ont été surdimensionnés pour tenir compte des fuites en provenance des autres bassins.

6.3.3.2 – L'optimisation des dix Grands Ouvrages Hydrauliques

6.3.3.2.1 - Le choix de la structure des dix Grands Ouvrages Hydrauliques

Quatre variantes de structure ont été envisagées pour les grands ouvrages hydraulique de ce Projet, dont la note technique n°5 a fait l'étude comparative : des ponts à poutres isostatiques en béton armé, à poutres précontraintes par post-tension (VIPP), à poutres précontraintes par fils adhérents (PRAD) et en caissons poussés.

Cette étude comparative a permis de relever que chacune des solutions envisagées présente des avantages et des inconvénients l'une par rapport à l'autre. Le **Tableau 178** suivant récapitule ces avantages et ces inconvénients.

Tableau 178 : Avantages et inconvénients des quatre structures de pont possibles

Type de GOH	Avantages	Inconvénients
Pont à poutres en béton armé	- Coût assez intéressant - Simplicité de la technique de construction : une simple grue et une main d'œuvre peu qualifiée suffisent pour la mise en place des poutres - Rapidité d'exécution	- Portée de 20 m très limitée : on est amené à multiplier les travées afin de dégager la largeur totale de l'écoulement - Fonctionnement hydraulique très moyen du fait du nombre très élevé des appuis dans le lit de l'oued - Coût d'entretien important du fait du nombre très élevé de joints de chaussées et d'appareil d'appui **➔ Cette variante a été préconisée pour les ouvrages de longueur inférieure ou égale à 150m**
Pont à poutres en béton précontraint par post-tension (VIPP)	- Nombre de travées réduit, presque de moitié par rapport à un tablier à poutres en béton armé	- Nécessite des moyens assez importants : lanceur de poutre au lieu de la grue, matériel de mise en tension et de suivi des câbles, et une main d'œuvre plus qualifiée
Pont à poutres précontraintes par fils adhérents (PRAD)	- Solution nécessitant le moins de matériel et de personnel spécialisé, du fait d'une manutention et d'une pose aisées (du moins pour les travées accessibles à sec) de poutres préfabriquées, prêtes à la pose et de poids réduit - Qualité des matériaux mis en œuvre nettement améliorée du fait de la préfabrication en usine - Délai d'exécution réduit du fait de la préfabrication en usine	- Portée de 24 m est limitée : on est amené à multiplier les travées afin de dégager la largeur totale de l'écoulement - Fonctionnement hydraulique moyen du fait du nombre élevé des appuis dans le lit de l'oued - Coût d'entretien assez important du fait du du nombre très élevé de joints de chaussées et d'appareil d'appui
Pont en caisson poussé	- Délai d'exécution très réduit - Bonne esthétique d'ensemble - Bon fonctionnement hydraulique du fait du nombre très réduit d'appuis dans le lit de l'oued - Coût d'entretien minimum du fait du nombre très réduit de joints de chaussées et d'appareil d'appui	- Nécessite un personnel très qualifié, du fait de la nécessité d'un respect strict des tolérances d'exécution pour l'intrados du tablier et d'un contrôle rigoureux des phases de poussage **➔ Cette variante a été préconisée pour les ouvrages de grande longueur , sur les oueds Zéroud et Marguellil)**

6.3.3.2.2 – Le dimensionnement des dix Grands Ouvrages Hydrauliques

A partir de cette analyse comparative et après utilisation de la méthode de calcul en écoulement uniforme de Manning Strickler, il a été possible d'optimiser les dix grands ouvrages avec les caractéristiques présentées dans le **Tableau 119** de la page 208.

6.3.3.3 – L'optimisation des petits ouvrages hydrauliques

6.3.3.3.1 - La justification du choix des dalots pour les petits ouvrages hydrauliques

Les dalots sont des ouvrages très rustiques, dont l'exécution relativement facile ne nécessite pas de très grands moyens :

- coffrages simples,
- étaiement de faible hauteur, et
- ferraillages peu denses.

Quand la hauteur de remblai au-dessus de l'ouvrage est faible ou moyenne, ils sont donc plus compétitifs que les buses métalliques :

- qui demandent une certaine technique de montage,

- qui nécessitent des remblais latéraux et sous-jacents très soigneusement réalisés en matériaux sélectionnés, et
- qui exigent un traitement anticorrosion et une protection intérieure.

6.3.3.3.2 – Le dimensionnement des petits Ouvrages Hydrauliques

Après utilisation de la méthode de calcul en déversoir, il a été possible d'optimiser tous les petits ouvrages à installer au long de l'emprise du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, avec les caractéristiques présentées dans l'annexe du rapport hydraulique de l'étude d'APD.

6.4 - L'élimination de l'effet de coupure de la plateforme autoroutière

La future emprise est actuellement fréquemment traversée par les troupeaux en transhumance entre les zones agricoles des basses steppes et les zones pastorales et forestières des hautes steppes etde la Dorsale tunisienne. De plus, on a vu dans la présentation des sites de protection de la nature situés dans le Tell qu'existe une faune sauvage caractéristique des zones sylvo-pastorales situées à l'ouest de la nouvelle infrasructure autoroutière et des agro-écosystèmes situés de part et d'autre de la nouvelle infrasructure autoroutière.

Malgré la présence d'ouvrages de rétablissement des communications tous les 2,5 km au maximum, de 10 ponts et de 109 dalots d'au moins 2,00 m de hauteur et 3,00 m de largeur, la présence de cette plateforme autoroutière pourrait conduire par endroit à l'apparition d'un phénomène de coupure trop marquée :

- entre les troupeaux et leur zones de parcours, ce qui pourrait générer un surpâturage effréné des parcours naturels et forestiers restés accessibles ;
- entre les populations d'animaux sauvages dont les gîtes sont situés de part et d'autre de la nouvelle infrasructure, en conduisant à un appauvrissement génétique des deux sous-populations désormais séparées.

D'un autre côté, la tentation de traverser directement cette plateforme autoroutière pourrait quant à elle multiplier les accidents de la route pour les usagers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- avec les troupeaux transhumants entre vallées et hauteurs du Tell, et entre basses et hautes steppes ;
- avec la sauvagine en quête de nourriture ou de partenaire.

6.4.1 - LE CLÔTURAGE DES TRONÇONS EN REMBLAIS PEU ÉLEVÉS

Pour éviter les risques de collision avec la circulation automobile autoroutière en cas de traversée intempestive des chaussées par du cheptel ou de la sauvagine, il est recommandé d'installer des clôtures le long du tronçon prioritaire Tunis-Jelma sur tous les tronçons où la traversée serait facile, ce qui correspond aux zones de remblai peu élevé.

Outre l'impossibilité our les animaux de traverser ces sections dangereuses, l'érection de cette clôture devra aussi avoir pour but de canaliser la sauvagine et les troupeaux en transhumance vers les passages aériens ou souterrains les plus proches où ils pourront franchir en toute sécurité la plateforme autoroutière.

6.4.2 – L'INSTALLATION DE PASSAGES À FAUNE SPÉCIFIQUES

Les passages à faune spécifiques sont des ponts ou tunnels pour animaux aménagés de façon à permettre le passage en toute sécurité des animaux à travers l'obstacle artificiel que représente toute plateforme autoroutière.

6.4.2.1 - Les divers types de passages à faune spécifiques

La conception de ces passages diffèrent nettement en fonction des espèces visées :

- les petits animaux, comme les amphibiens, se contentent de petites canalisations sous les routes (crapauduc ou batrachoduc), comme le montre la photo de la figure suivante ;



Figure 94 : Batrachoduc installé dans une buse d'évacuation en résine polyester renforcé de fibres de verre (PRV)

- les grande et petite faunes utilisent plus facilement des passerelles végétalisées pour traverser les autoroutes.

Les photos de la **Figure 95** suivante montre qu'un passage de faune végétalisé est facile à concevoir ans les sections en déblai d'une autoroute.



Pont à gibier dans le bois de Grünhaut (Belgique)	*Un des 25 ponts à faune du Banff National Park, Alberta, Canada*

Figure 95 : Exemples de passage de faune végétalisés installés dans les sections en déblai d'une autoroute

Les photos de la **Figure 96** suivante montre qu'un passage est à l'inverse plus compliqué et plus spécifique lorsqu'il est construit dans les zones planes du tracé.



Un autre des 25 ponts à faune du Banff National Park, Alberta, Canada	*Pont à crabes, Floride, USA*

Figure 96 : Exemples de passage de faune installés dans les sections en déblai d'une autoroute

L'installation de tels équipements d'un coût élevé nécessite une implantation qui s'appuie sur les résultats d'études de suivi des déplacements de la faune sauvage dans le couloir du tracé sur une durée d'au moins une année, comportant des surveillances nocturnes. En effet, les deux photos de la **Figure 97** suivante montre que c'est la nuit que la sauvagine emprunte le plus volontiers des équipements installés par l'Homme.



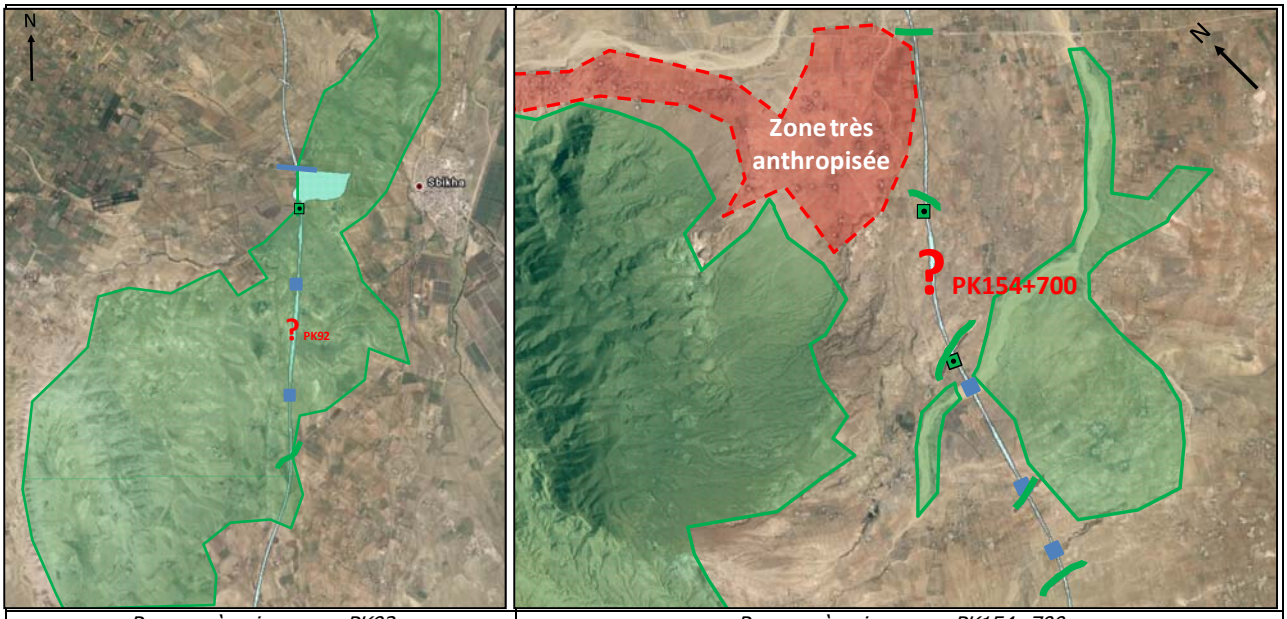
Cerf méfiant en pleine journée devant un des 25 ponts à faune du Banff National Park, Alberta, Canada	*Passages nocturnes de loutres et visons d'Europe entre le marais de Rochefort et le fleuve Charente, France*

Figure 97 : Passage en journée et de nuit de la sauvagine

6.4.2.2 – La localisation de deux passages spécifiques utiles pour limiter l'effet de coupure

Le raprochement entre passages utilisables par la faune et écosystèmes naturels a permis de repérer deux zones où les écosystèmes naturels seront, dans l'une divisés et dans l'autre séparés par la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. La **Figure 98** suivante présente :

- les parcours forestiers très dégradés qui vont être divisés par la plateforme autoroutière autour du PK92, juste après l'échangeur de Sbikha;
- les parcours forestiers très dégradés et les parcours naturels qui vont être séparés par la plateforme autoroutière autour du PK154+700, entre les échangeurs de Haffouz et de Hajeb El Ayoun.



Passage à animaux au PK92	*Passage à animaux au PK154+700*

Figure 98 : Position des deux hypothétiques passages à animaux à prévoir

6.4.3 – L'UTILISATION DE TOUS LES OUVRAGES D'ART COMME PASSAGES À FAUNE MIXTES

En attendant que des études de suivi des déplacements de la faune sauvage dans le couloir du tracé puissent faire l'objet de mémoires de Mastère d'étudiants des facultés des Sciences ou des Ecoles Supérieures d'Agronomie tunisiennes, il apparaît souhaitable d'utiliser tous les ouvrages de franchissement d'oueds ou de rétablissements de routes et de pistes implantés tout au long du tracé comme passages mixtes.

Ces ouvrages vont ainsi faciliter la traversée de la plateforme autoroutière par les grande et petite faunes. Il faudra toutefois prévoir :

- pour faciliter le passage de la grande faune par les petits dalots, leur rehaussement à 2,0 m ;
- pour faciliter le passage des troupeaux par ces mêmes petits dalots, leur élargissement à 3,0 m ;
- pour éviter que le passage des troupeaux ne gêne la circulation sur les ouvrages de rétablissement de routes assez fréquentées (RN et RR), un élargissement de leurs trottoirs.

6.4.3.1 -L'élargissement des trottoirs des ouvrages de rétablissement assez fréquentés

Parmi les 66 passages supérieurs et 21 passages inférieurs qui ont été prévus tout au long de la platefome du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, certains concernent des RN ou des RR où le trafic automobile est conséquent. des trottoirs des ouvrages de rétablissement très fréquentés

Le **Tableau 179** suivant présente pour les huit lots par section de tracé le nombre d'ouvrages de rétablissement de RN ou de RR du tronçon prioritaire Tunis-Jelma qui vont nécessiter l'élargissement de leurs trottoirs pour que la circulation des véhicules empruntant ces ouvrages ne soit pas dérangée par le passage des animaux et surtout du cheptel.

Tableau 179 : Nombre d'ouvrages de rétablissement très fréquentés dans les huit lots par section de tracé

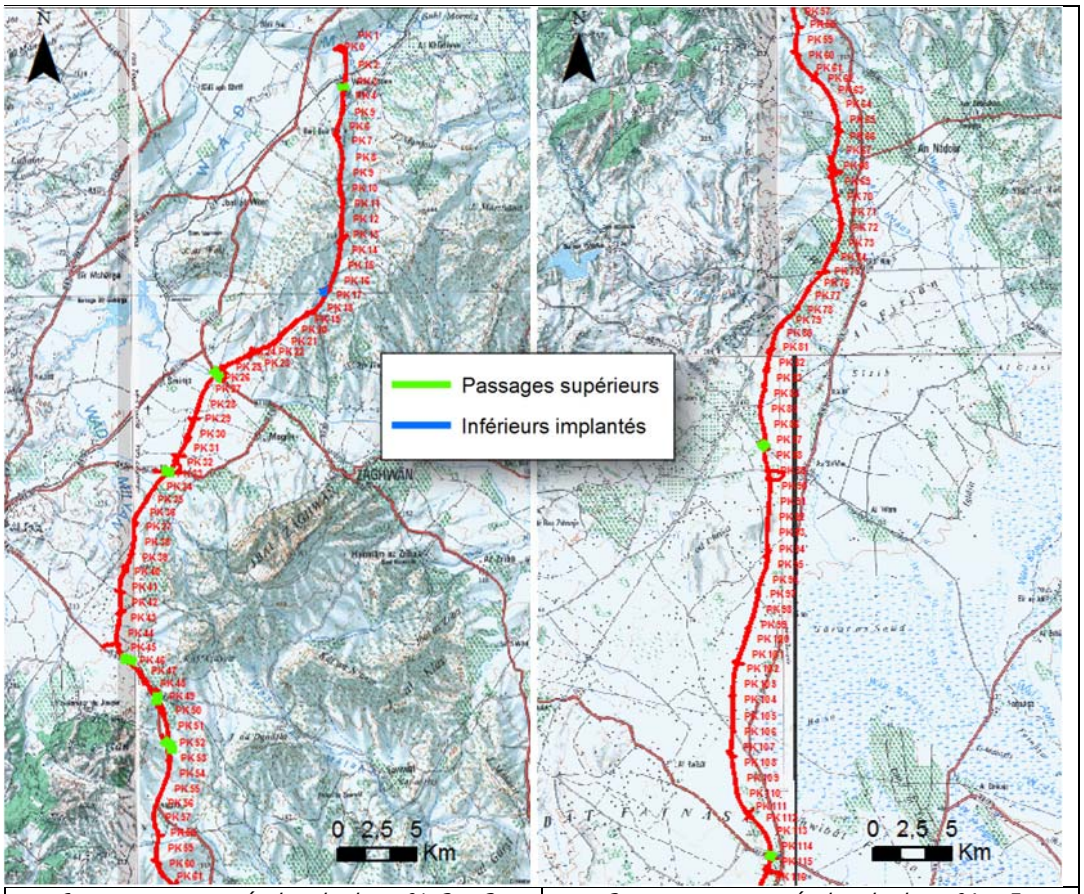
TRONÇON	N	Lots	Passages supérieurs	Passages inférieurs	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1	1	**2**
	2	Zaghouan - Al Fahs	1	0	**1**
	3	El Fahs - Ennadhour	1	2	**3**
	4	Ennadhour - Sbikha	2	0	**2**
	5	Sbikha - Kairouan	1	0	**1**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**6**	**3**	**9**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	1	0	**1**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1	0	**1**
	8	Oued Zéroud - Jelma	3	0	**3**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5**	**0**	**5**
Total lot prioritaire			**11**	**3**	**14**

A partir de ce **Tableau 179**, le **Tableau 180** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux le nombre d'ouvrages de rétablissement de RN ou de RR du tronçon prioritaire Tunis-Jelma qui vont nécessiter l'élargissement de leurs trottoirs.

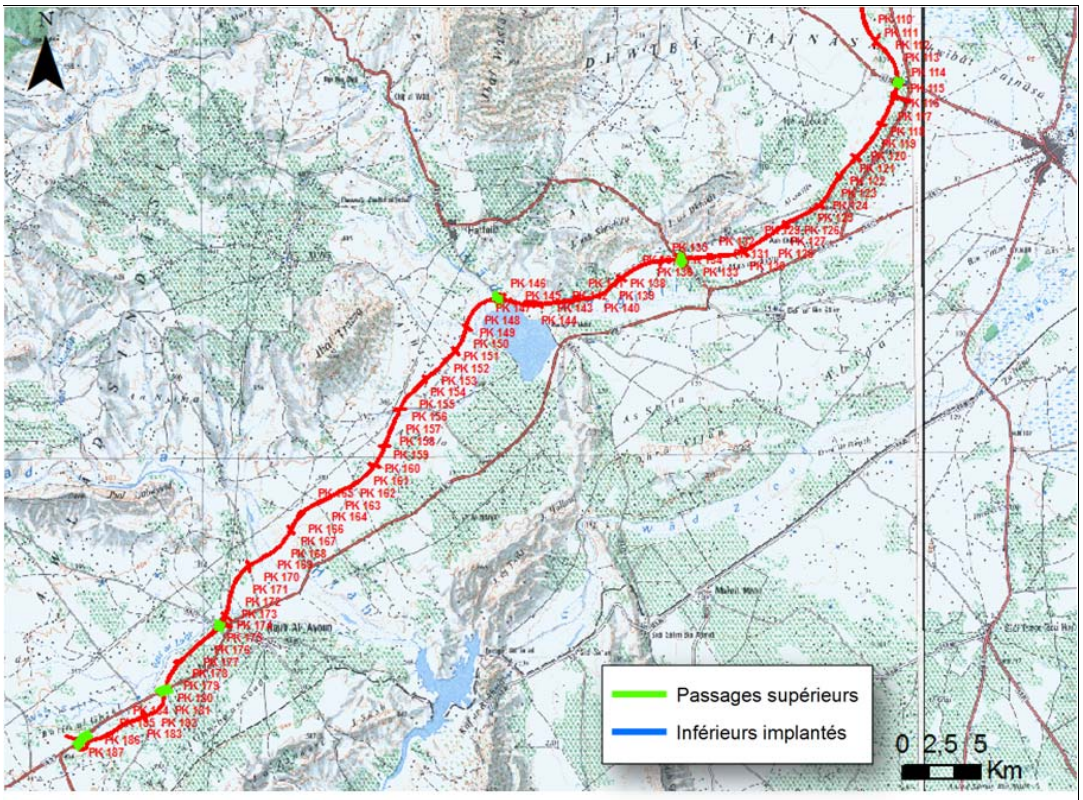
Tableau 180 : Nombre d'ouvrages de rétablissement très fréquentés dans les trois lots de terrassement par type de travaux

TRONÇON	N	Lots	Passages supérieurs	Passages inférieurs	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	3	3	**6**
	A2	Ennadhour - Kairouan	3	0	**3**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**6**	**3**	**9**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	5	0	**5**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**5**	**0**	**5**
Total lot prioritaire			**11**	**3**	**14**

La **Figure 99** suivante permet de localiser ces 14 ouvrages de rétablissement de RN ou de RR qui vont nécessiter l'élargissement de leurs trottoirs dans les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



6 ouvrages concernés dans les lots n°1, 2 et 3 | *2 ouvrages concernés dans les lots n°4 et 5*



6 ouvrages concernés dans les lots n°6, 7 et 8

Figure 99 : Localisation des 14 ouvrages très fréquentés le long du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Pour que la traversée des troupeaux sur ces 14 passages supérieurs très fréquentés ne cause aucune perturbation au trafic automobile empruntant ces ouvrages, il a été recommandé de prévoir l'élargissement de leur partie piétonne par rapport aux standards habituels.

C'est ainsi que la largeur proposées pour les trottoirs de ces ouvrages de franchissement sera portée à 2,00 m de part et d'autre de la chaussée, pour permettre leur traversée diurne par les troupeaux des riverains, mais également pour sécuriser leur utilisation plutôt nocturne par la sauvagine.

6.4.3.2 - Des ouvrages hydrauliques rendus utilisables par la faune pour traverser la plateforme

On a vu que le Projet a prévu la construction de 11 ponts, de 137 dalots d'au moins 3,00 m de largeur et 2,00 m de hauteur, de 51 dalots plus petits et de 28 buses de Ø 1.000 pour le franchissement de tous les écoulements intersectés par la plateforme autoroutière, comme le montrent les **Carte 17** à **Carte 20** des pages 106 à 107.

Leur dimensionnement hydraulique selon le débit des crues centenales pour pouvoir l'évacuer avait conduit à se contenter pour de nombreux dalots d'une hauteur de 1,50 m seulement et d'une largeur de 2,00 m ou moins. Mais cette faible hauteur ne permettent pas d'assurer un passage "confortable" à la macrofaune et aux ouvriers chargés des opérations de curage pour leur maintenance, et ces faibles largeurs rendent difficile le passage des troupeaux, même sous une hauteur de 2,00 m.

Tous les dalots dont le dimensionnement hydraulique a abouti à une hauteur de 1,50 m ont donc été rehaussés à 2,00 m de hauteur, et tous les dalots dont le dimensionnement hydraulique a abouti à

une largeur de 2,00 m ou moins ont donc été élargis à 2,00 m de hauteur. Le **Tableau 181** suivant présente pour les huit lots par section de tracé la répartition de ces dalots agrandis pour limiter l'effet de coupure de la plateforme autoroutière le nombre et les dimensions des dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma qui vont être élargis et/ou rehaussés pour facilietr le passage des ouvriers d'entretien, de la macrofaune sauvage ou des cheptels des riverains.

Tableau 181 : Nombre et type de dalots agrandis dans les huit lots par section de tracé

TRON-ÇON	N	Lots	Etude hydrologique						Après PGES	
			2x2 m	4x1,5 m	3x1,5 m	2x1,5 m	1,5x1 m	1x1 m	3x2 m	4x2 m
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	0	0	0	2	8	1	12	0
	2	Zaghouan - Al Fahs	0	0	0	0	1	0	1	0
	3	El Fahs - Ennadhour	0	0	0	0	10	1	12	0
	4	Ennadhour - Sbikha	1	1	1	1	1	0	3	1
	5	Sbikha - Kairouan	3	3	3	2	1	0	6	3
	Sous-total Tunis - Kairouan		**4**	**4**	**4**	**5**	**21**	**2**	**34**	**4**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	1	1	1	3	2	0	6	1
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0	0	0	3	2	0	5	0
	8	Oued Zéroud - Jelma	0	0	0	0	1	0	1	0
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1**	**1**	**1**	**6**	**5**	**0**	**12**	**1**
Total lot prioritaire			**5**	**5**	**5**	**11**	**26**	**2**	**46**	**5**

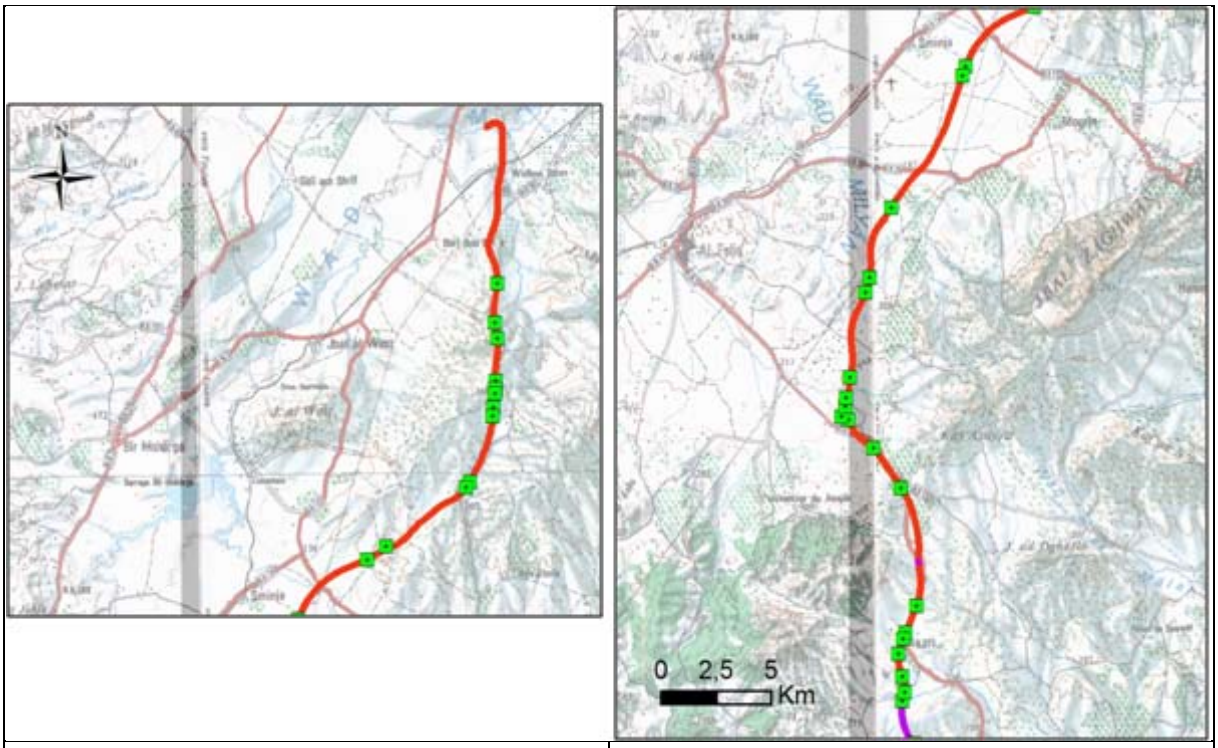
A partir du **Tableau 181**, le **Tableau 182** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux le nombre et les dimensions des dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma qui vont être élargis et/ou rehaussés.

Tableau 182 : Nombre et type de dalots agrandis dans les trois lots de terrassement par type de travaux

TRON-ÇON	N	Lots	Etude hydrologique						Après PGES	
			4x1,5 m	3x1,5 m	4x1,5 m	3x1,5 m	4x1,5 m	3x1,5 m	4x1,5 m	3x1,5 m
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	0	0	0	2	19	2	25	0
	A2	Ennadhour - Kairouan	4	4	4	3	2	0	9	4
	Sous-total Tunis - Kairouan		**4**	**4**	**4**	**5**	**21**	**2**	**34**	**4**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1	1	1	6	5	0	12	1
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1**	**1**	**1**	**6**	**5**	**0**	**12**	**1**
Total lot prioritaire			**5**	**5**	**5**	**11**	**26**	**2**	**46**	**5**

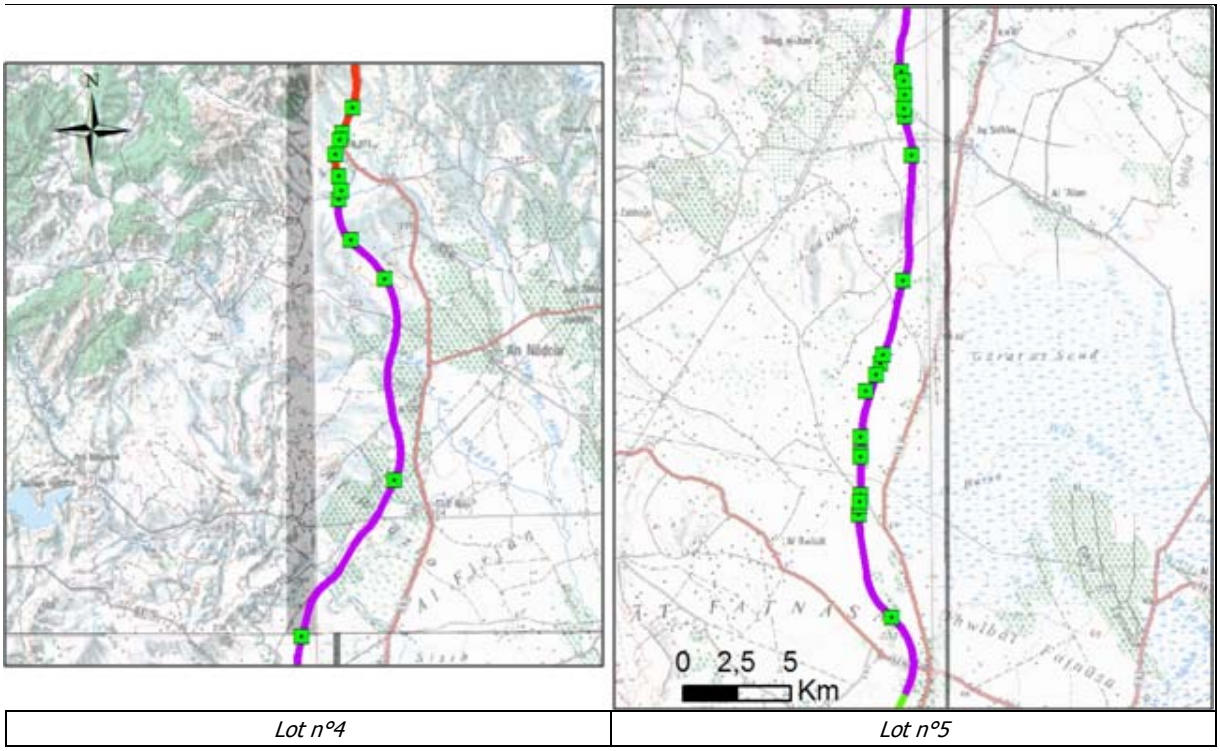
5

Ils pourront donc être empruntés en dehors des périodes de pluie et de crue par tous les animaux, faune et cheptels. Les **Carte 93** à **Carte 95** suivantes permettent de localiser ces ouvrages agrandis pour diminuer l'effet de coupure de la plateforme autoroutière dans les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



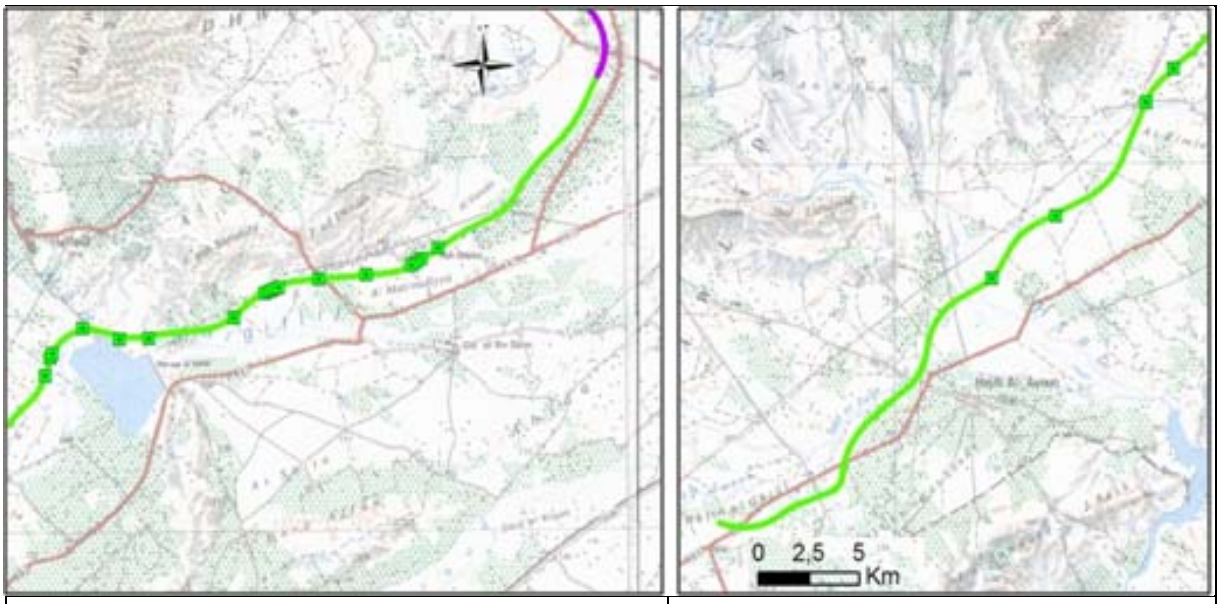
Lot n°1	*Lots n°2 et 3*

Carte 93 : Dalots agrandis le long des lots n°1, 2 et 3 par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma



Lot n°4	*Lot n°5*

Carte 94 : Dalots agrandis le long des lots n°4 et 5 par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma



Lot n°6 et 7	*Lot n°8*

Carte 95 : Dalots agrandis le long des lots n°6, 7 et 8 par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

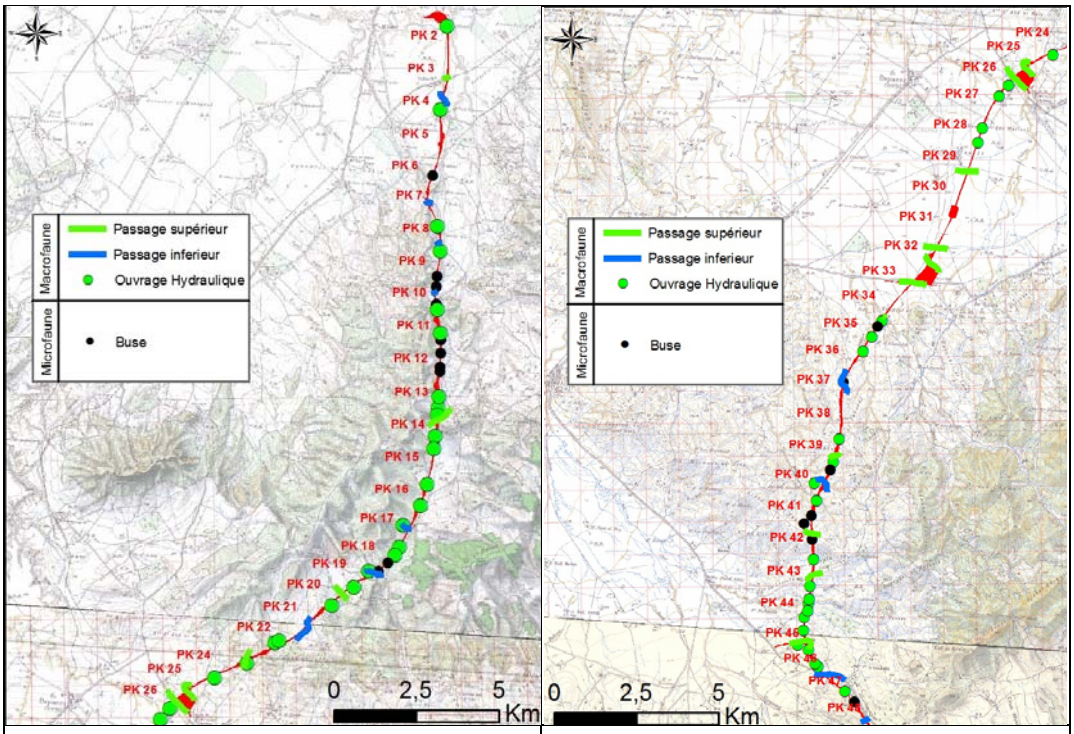
Pour que cette fonction soit jouée dans de bonnes conditions durant toute la période d'exploitation de la nouvelle infrastructure, son concessionnaire, *a priori* la STA, devra bien sûr s'engager à assurer l'entretien régulier, préventif et curatif après chaque grosse crue, de tous ces ouvrages hydrauliques pour maintenir leur débitance afin de garantir leur efficacité contre les crues centenales. Ces opérations de maintenance permettront également de conserver leur hauteur et leur largeur, ce qui garantira aussi leur praticabilité pour tous les animaux et les riverains qui les empruntent.

6.4.3.3 – Le récapitulatif des passages utilisables par la faune pour traverser la plateforme

La faune disposera ainsi de très nombreux passages utilisables pour traverser la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

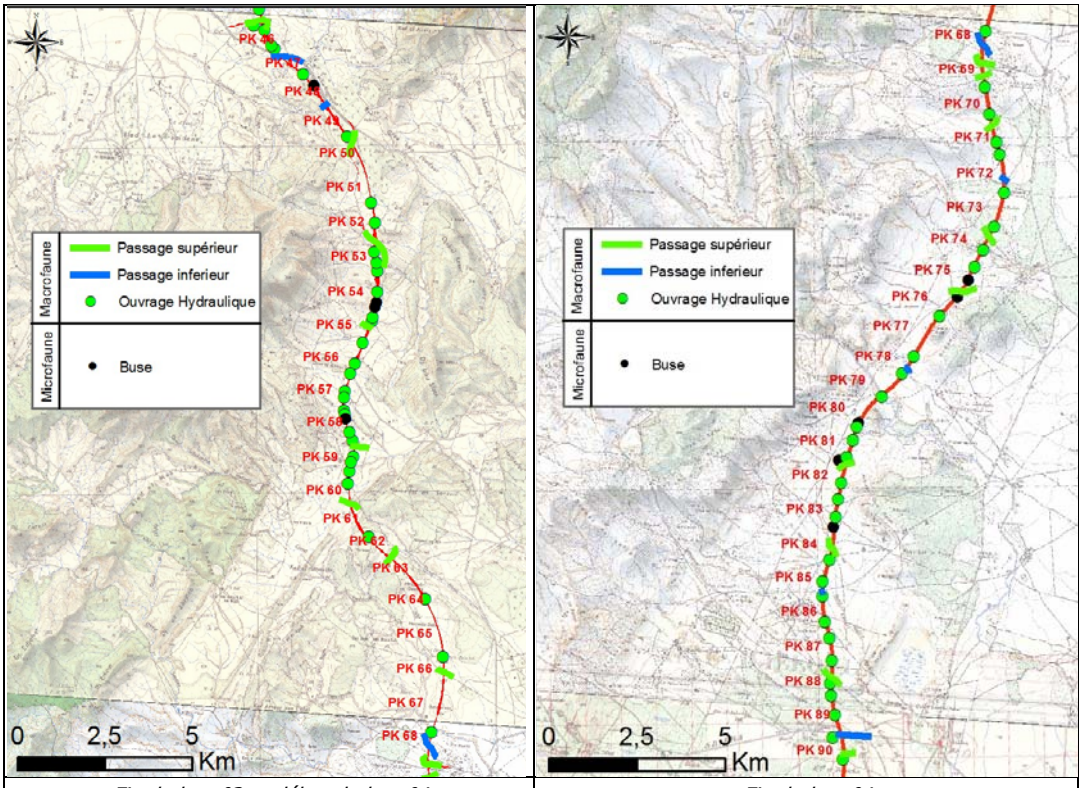
Pour que cette fonction soit jouée de façon durable durant toute la période d'exploitation de la nouvelle infrastructure, le concessionnaire du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, *a priori* la société « Tunisie Autoroutes », devra bien sûr tout au long de l'exploitation s'engager à lutter contre toute forme de braconnage qui pourrait apparaître aux deux extrémités de tous ces passages de faune spécifiques et mixtes qui « canaliseront » les déplacements des animaux.

Les **Carte 96** à **Carte 99** suivantes permettent de localiser tous ces passages de faune spécifiques et mixtes qui vont éliminer l'effet de coupure de la plateforme autoroutière dans les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



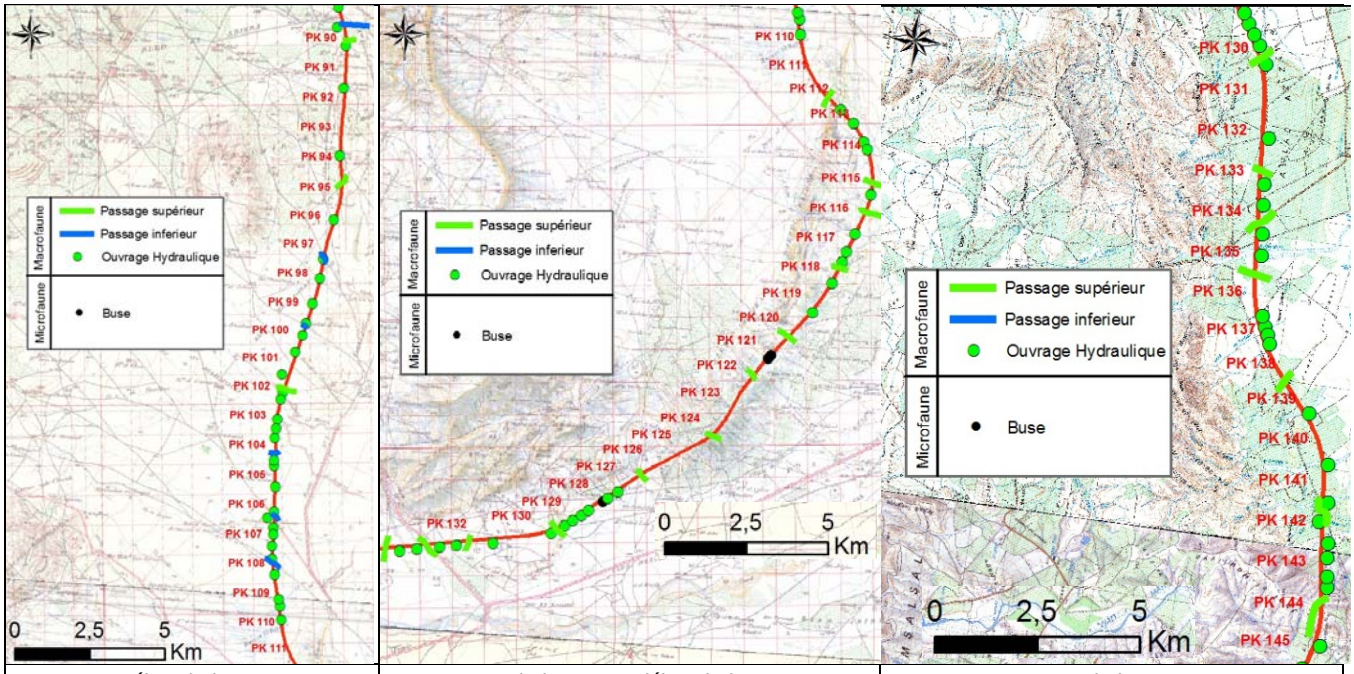
Lot n°1	*Lot n°2 et début du lot n°3*

Carte 96 : Passages de faune disponibles le long des lots n°1, 2 et 3 par section de tracé



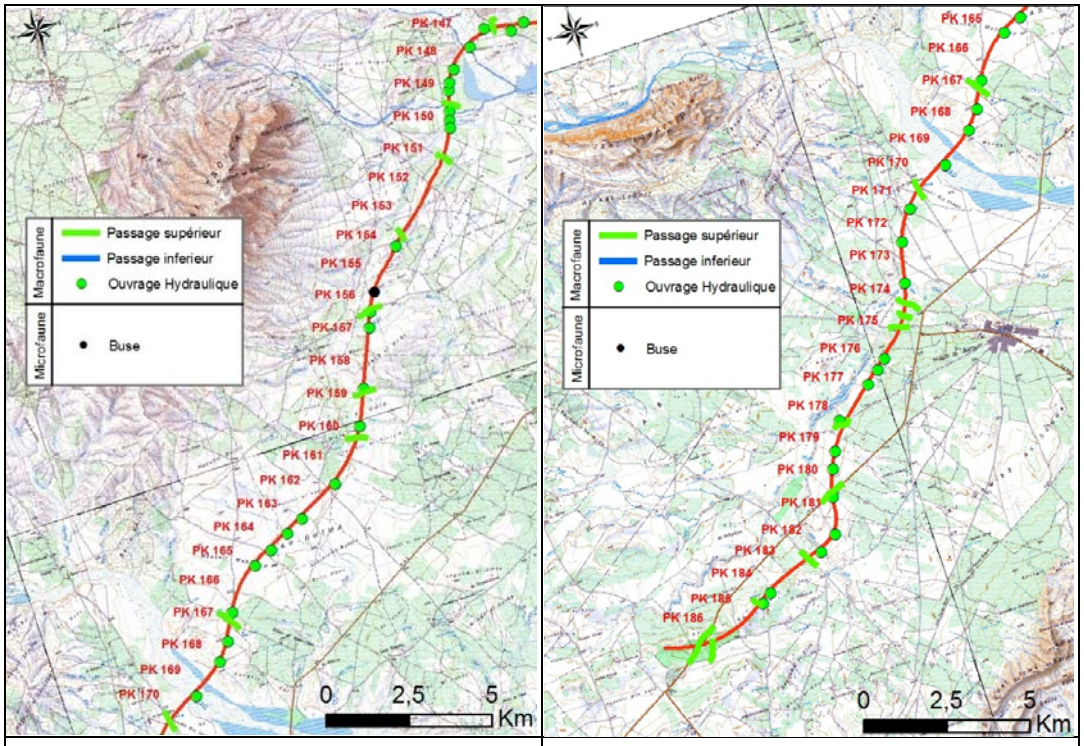
Fin du lot n°3 et début du lot n°4	*Fin du lot n°4*

Carte 97 : Passages de faune disponibles le long des lots n°3 et 4 par section de tracé



Début du lot n°5	*Fin du lot n°5 et début du lot n°6*	*Fin du lot n°6*

Carte 98 : Passages de faune disponibles le long des lots n°5 et 6 par section de tracé



Lot n°7	*Lot n°8*

Carte 99 : Passages de faune disponibles le long des lots n°7 et 8 par section de tracé

6.5 – L'installation d'équipements pour la sécurité des usagers

La signalisation et les équipements de sécurité, qui sont partie intégrante de tout projet autoroutier, constituent une mesure d'atténuation des risques d'accidents pendant l'exploitation de l'infrastructure. Leur implémentation a donc un impact socio-économique positif.

6.5.1 – LA SIGNALISATION HORIZONTALE ET VERTICALE

La signalisation prévue est conforme aux principes définis dans la réglementation française, dans les différents documents suivants :

- Les signaux routiers (D.S.C.R.[1], Novembre 2002) ;
- Instruction Interministérielle sur la signalisation routière relative à la signalisation des routes et autoroutes (version consolidée août 2009) ;
- I.C.T.A.A.L.[2] Circulaire du 12 décembre 2000 (S.E.T.R.A.[3], 2000) ;
- Les aires annexes sur autoroutes de liaison (S.E.T.R.A., 1995) ;
- L'équipement des routes interurbaines – Volume 1 (S.E.T.R.A., Décembre 1998) ;
- Aménagement des Routes Principales (S.E.T.R.A. – Août 1994) ;
- Insertion de la signalisation de bifurcation autoroutière dans les séquences de signalisation de direction. Note d'information nº 124 (S.E.T.R.A. – juillet 2002) ;
- Information et signalisation des services à l'usager sur autoroute. Annexe à la circulaire du 9 janvier 1995 ;
- Normes françaises applicables à la signalisation horizontale (NF P98-600 à NF P98-662) ;
- Normes européennes convertis en normes françaises sur produits de marquage routier
- NF P98-532-4 – Caractéristiques typologiques des panneaux directionnels, (juin 1991);
- NF P98-532-5 – Alphabets, symboles et idéogrammes des panneaux, (juin 1991) ;
- NF P98-532-7 – Dimensions et règles de composition des panneaux directionnels (juin 1991) ;
- NF P98-533 – Méthodes de mesure des dimensions, (mars 1991) ;
- XP P98-531 – Dimensions principales des panneaux de signalisation et de leurs supports, (novembre 1999) ;
- XP P98-532-0 – Catalogue des décors des panneaux de signalisation et des panonceaux, (mars 2006) ;
- XP P98-532-3 – Dimensions des décors et représentation graphique des panonceaux, (août 2004).

6.5.1.1 - La signalisation horizontale prévue

Les marques sur chaussées ont pour but d'indiquer sans ambiguïté les parties de la chaussée réservées aux différents sens de la circulation, ainsi que, dans certains cas, la conduite que doivent observer les usagers.

Un marquage au sol complet est prévu sur l'autoroute, sur les échangeurs et sur les rétablissements des communications. Ce marquage comporte les lignes de séparation des voies, les hachures à l'approche des îlots, les lignes de rives … etc.

La largeur des lignes est définie par rapport à une largeur unité "u" différente selon le type de route. On a adopté pour "u" les valeurs suivantes :

- 7,5 cm : sur l'autoroute (section courante) et sur les bretelles des échangeurs projetés,
- 6 cm : sur les routes nationales RN, et
- 5 cm : sur les routes régionales RR et les autres routes rétablies.

Les différents types de marquage projetés sont :

- pour la section courante de l'autoroute :
  - ✓ la ligne de séparation des voies est de type T1 de largeur (2u),
  - ✓ la ligne continue du côté BDG est de type T1 de largeur (3u),
  - ✓ la ligne de rive côté BAU est de type T'3 de largeur (3u), et
  - ✓ les voies d'insertion et de sortie sont séparées de la chaussée de l'autoroute par une ligne du type T2 de largeur (5u) ;
- pour les bretelles d'échangeur :
  - ✓ la ligne continue côté BDG est de type T1 de largeur (3u), et
  - ✓ la ligne de rive côté BAU est de type T'3 de largeur (3u) ;
- pour les voies de rétablissement des communications :
  - ✓ la ligne de séparation des voies est de type T1 (2u), et
  - ✓ la ligne de rive est de type T2 (3u).

6.5.1.2 – La signalisation verticale prévue

Devant être lue par les usagers pour les informer à l'avance des diverses prescriptions pour organiser le trafic et des directions qui vont s'offrir à eux plus loin sur l'autoroute, la signalisation verticale comporte des panneaux de police et des panneaux directionnels.

6.5.1.2.1 - Les panneaux de police

Les panneaux de police sont utilisés au niveau des échangeurs projetés et des rétablissements des communications et signalent les diverses prescriptions pour organiser le trafic. Les panneaux de police utilisés sont :

- de très grande gamme sur l'autoroute (section courante) ;
- de grande gamme sur les bretelles des échangeurs et sur les RN ;
- de gamme normale sur les RR, et les autres routes rétablies.

6.5.1.2.2 – Les panneaux directionnels

La signalisation de direction est assurée au moyen de "Haut-Mats", de portiques et de flèches directionnelles.

Sur autoroute, on distingue les panneaux de sortie de l'autoroute et d'entrée sur l'autoroute. Les sorties de l'autoroute sont signalées par trois indications successives, à savoir :

- un premier panneau d'avertissement de sortie du type "D51A" implanté à 2.000 m de la sortie portant la destination de sortie et la distance d'implantation, qui a pour but de mettre le conducteur en attention concentrée à l'approche de la sortie ;
- un deuxième panneau de pré signalisation du type "D41B" implanté à 1.000 m de la sortie, qui est composé de plusieurs registres de forme rectangulaire : le registre supérieur comporte le symbole de l'échangeur et la distance exprimée en m (1.000 m), et les autres registres les mentions desservies ;
- un portique de signalisation avancée constitué par un panneau du type "D31A" précisant les destinations de sortie et par un panneau du type "DA31B" précisant les destinations des voies de l'autoroute, qui sera implanté à la sortie où la surlargeur atteint 1,5 m.

Les entrées sur l'autoroute sont quant à elle signalées par un panneau de confirmation de filante du type "D61A" annonçant la prochaine sortie sera implanté à 15 secondes de parcours en aval du point où l'usager pénètre sur la voie de façon à lui laisser le temps de s'insérer dans le trafic avant de lire les mentions. Ce panneau comporte des registres portant les mentions desservies complétées par les indications de kilométrage.

Hors autoroute sur échangeur, on distingue deux types de panneaux directionnels :

- des panneaux de position du type "D21" (forme rectangulaire, terminés par une pointe de flèche), qui comportent les mentions desservies et qui sont implantés de façon à indiquer sans ambiguïté la direction à emprunter afin que l'usager puisse effectuer aisément sa manœuvre ;
- des panneaux de présignalisation type "D43" de forme rectangulaire, qui comportent des flèches qui peuvent être verticales, horizontales ou obliques et les mentions desservies qui sont implantés à environ 75 m en amont du point où l'usager effectue sa manœuvre de façon à assurer une continuité de lisibilité avec le panneau de position.

6.5.2 – LES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ

Pour la section courante, les échangeurs et les rétablissements des communications, des glissières de sécurité seront implantées au niveau des accotements, deux files de GBA au niveau du TPC de la section courante et une DBA au niveau des bretelles bidirectionnelles des échangeurs.

Le référentiel normatif de la présente étude est donné dans les documents ci-dessous, admises comme nécessaires à l'obtention du niveau de sécurité attendu.

- Traitement des obstacles latéraux sur les routes principales hors agglomération. Guide technique, 2002 ;
- I.C.T.A.A.L, Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison, (Circulaire du 12 décembre 2000) du *Service d'études techniques des routes et autoroutes,* S.E.T.R.A., France ;

- Instruction relative à l'agrément et aux conditions d'emploi des dispositifs de retenue des véhicules contre les sorties accidentelles de chaussée, (circulaire française nº 88-49 du 9 mai 1988), que se compose de quatre fascicules :
  - ✓ 1. Introduction,
  - ✓ 2. Dispositifs de retenue latéraux métalliques,
  - ✓ 3. Dispositifs de retenue latéraux en béton, et
  - ✓ 4. Dispositifs de retenue frontaux ;
- Choix d'un dispositif de retenue en bord libre d'un pont en fonction du site, (S.E.T.R.A., Février 2002), France ;
- Barrières de sécurité pour la retenue des véhicules légers, (S.E.T.R.A., 2001) qu'annule et remplace le Dossier pilote «GC.77», France ;
- L'équipement des routes interurbaines (S.E.T.R.A., Décembre 1998), France ;
- Les aires annexes sur autoroutes de liaison (S.E.T.R.A., 1995), France ;
- Aménagement des Routes Principales – Guide Technique, (S.E.T.R.A., Août 1994) ;
- Normes Européennes (European Norms - EN) :
  - ✓ EN 1317-1 : Terminologie et dispositions générales pour les méthodes d'essai, et
  - ✓ EN 1317-2 : Dispositifs de retenue.

6.5.2.1 Les équipements de sécurité en section courante d'autoroute

En section courante, des GBA seront posées au niveau du TPC et des glissières de sécurité sur accotement.

6.5.2.1.1 - Les équipements de sécurité du terre plein central

Sur l'ensemble de l'itinéraire, la largeur du terre plein central est uniforme de 5 m, par conséquent le TPC ne sera équipé de deux files de GBA séparés par la terre végétale.

6.5.2.1.2 - Les équipements de sécurité des accotements

Les glissières de sécurité seront posées au niveau:

- des ouvrages en passages supérieurs pour protéger les piles intermédiaires ;
- des ouvrages en passages inférieur et des ouvrages hydrauliques (Ponts) et des portiques de signalisation. La liaison glissière - Garde-corps ou glissière - BN4 sera assurée par un dispositif type de raccordement précisé au dossier plan ;
- dans les zones de remblai de plus de 2,5 mètres de hauteur (file de glissière en GS4) ;
- Dans les zones non clôturées de leger remblai ou déblai où la hauteur est inférieure à 1m.

Notons que les supports de glissières utilisés ont une longueur de 2 m.

6.5.2.2 - Les équipements de sécurité sur les rétablissements des communications et échangeurs

Pour les rétablissements des communications et les échangeurs, des files de glissières adoptées auront 30 mètres minimum et seront implantées :

- de part et d'autre des garde-corps de l'ouvrage ;
- dans les zones de remblais de plus de 4 mètres de haut ;
- à l'extérieur des courbes en plan de rayon inférieur au minimal normal.

La liaison glissière/Garde-corps sera assurée par un dispositif type de raccordement précisé au dossier plan.

Les glissières utilisées sont du type GS4 de support de 2 mètres de longueur.

Pour les bretelles bidirectionnelles des échangeurs, des barrières DBA seront prévues au niveau des bretelles bidirectionnelles avant la gare de péage.

6.5.2.3 - L'installation de clôtures anti-intrusion

6.5.2.3.1 – Le choix des zones d'implantation

Pour des raisons de sécurité et pour assurer le respect de péage le cas échéant, l'autoroute doit être clôturée de part et d'autre là où un danger d'entrée de voitures, personnes et animaux de grandes dimensions est risquée.

La clôture doit être installée à l'intérieur de l'emprise de l'autoroute, laissant une bande de 5 m de largeur à l'extérieur entre la clôture et les limites de l'emprise pour la réalisation des pistes latérales. Elle est raccordée aux garde-corps des passages supérieurs et passages inférieurs et accompagne les murs de tête des dalots. Des accès de service avec des portails donnant la possibilité de passage à pied, seront prévus aux droits du rétablissement des communications et des ouvrages hydrauliques.

6.5.2.3.2 – Le type de clôture proposé

Le choix du type de clôture à mettre en place a été déterminé en fonction du type de faune susceptible de la traverser, conforme à la Note d'information EEC 86 SETRA (Septembre 2008). Elle est choisie en fonction de la faune existante, qui se compose surtout de bétail : moutons et vaches.

Parmi les différents types de clôtures disponibles, le type de barrière sélectionnée est la clôture en maille soudé d'environ 2,5m de hauteur grillagé et avec maille progressive en hauteur, des poteaux métalliques en acier galvanisé à chaud de 70 millimètres de diamètre tous les 50m (les poteaux de tension) et poteaux de 50mm de diamètre tous les 4m. Cette gamme de treillis est la plus indiquée pour la grande faune. Partout où cette faune inclus des sangliers, la clôture est renforcée à la base par trois fils de ronce en barbelé. Pour assurer et renforcer les caractéristiques de soutènement des poteaux, les matériaux suivants devront être utilisés : Jambes de Force et Colliers en inox.

Tous les éléments constituant la clôture et décrits ci-dessous, sont présentés sur les plans types.

6.5.2.3.3 - Les conditions d'implantation

Les clôtures seront placées sur les deux côtés du tracé (Section courante et échangeurs) partout où existe une occupation importante aux alentours ou un risque élevé de traversée. L'implantation des clôtures sera effectuée à 5 m de la limite extérieure de l'emprise pour permettre la création des pistes latérales.

Les clôtures devront laisser un espace d'au moins trois mètres jusqu'à la limite des entrées en terre et les ouvrages linéaires de drainage.

Les extrémités des clôtures seront généralement implantées à côté des structures suivantes, extrémités de carrefours et échangeurs, raccordement aux garde-corps des ouvrages d'art, murs en aille, culées des ouvrages d'arts et des ouvrages hydrauliques. Ces points devront être aménagés de façon à assurer le meilleur raccordement à l'ouvrage existant et à s'adapter de la meilleure façon à la configuration du terrain.

L'emplacement des clôtures devra être précédé du débroussaillement et de l'abattage des arbustes et arbres pour permettre une implantation correcte des éléments.

6.5.2.3.4 – Les portails d'accès

Deux types de portails d'accès devront être installés :

- Portail d'accès de service (pour piétons) ;
- Portail d'accès de secours/service (pour voitures).

6.5.2.3.4.1 – Les portails d'accès de service pour piétons

Le placement des portails d'accès de service sera prévu, de façon à permettre l'accès au personnel responsable de l'entretien et du nettoyage. Ces portails d'accès seront placés à proximité des ouvrages d'arts et des ouvrages hydrauliques.

Chaque portail d'accès de service est constitué par un cadre tubulaire en métal, fermé, avec une hauteur de 2,00 m et une largeur de 1,10 m. Au cadre métallique devra être soudée un grillage en maille carré de 50x50 mm.

6.5.2.3.4.2 – Les portails d'accès de secours /service pour véhicules

Le placement des portails d'accès de secours a été prévu, pour permettre l'accès aux voitures de secours en cas d'urgence et aux voitures de service. Ces portails doivent être placés dans des endroits où la hauteur du remblai ou déblai est faible, et où l'accès à la chaussée est assuré aisément. La largeur de ces portails sera de 4,00 m.

Les portails d'accès de service pour voitures ont été prévus pour permettre l'accès des véhicules de secours /service aux bâtiments d'appui des gares de péage et Aires de Service. La largeur de ces portails sera donc de 6,00 m.

6.5.2.3.5 – Les grillages

La clôture admise devra avoir un grillage avec maille progressive. Cette maille devra être en fil galvanisé de classe C, avec un diamètre de 3,4 mm pour les fils horizontaux et un diamètre de 3,0 mm pour les fils verticaux. L'écartement entre les différents fils verticaux devra être de 152,4 mm. Par contre, les

inter-distances entre les fils horizontaux ne devront pas être constantes. La hauteur de la maille minimale à la base devra être de 76,2 mm, jusqu'à la maille maximale de 203,2 mm en hauteur.

La structure du grillage avec maille progressive devra être, à partir de la base, de 3x76,2 mm - 3x101,6 mm - 3x152,4 mm - 5x203,2 mm, en assurant une hauteur totale de 2,00 m.

La protection minimale de toutes les composantes sera assurée par la galvanisation au dosage minimal de 240 gr /m². L'alliage de protection se compose de 95 % de zinc et de 5 %.d'aluminium.

La clôture soudée devra présenter une ondulation en forme de « goutte » située au centre de la maille, qui formera un point de drainage des eaux de pluie et assurera une résistance à la corrosion du grillage.

6.5.2.3.5.1 – La clôture simple torsion sur talus

Le raccordement aux gardes corps des passages supérieurs et inférieurs sera fait en montant le talus avec une clôture du type souple, à mailles carrées, avec trois fils tendeurs.

6.5.2.3.5.2 – Les fils de ronce

Quand l'existence de sangliers dans la région est constatée, la clôture sera renforcée à la base avec trois fils de ronce en barbelé, pour éviter que ces animaux forcent la clôture.

Le fil de fer barbelé qui assure le scellement de la partie inférieure de la clôture, est composé de deux fils torsadés avec un diamètre de 1,70 mm chacun, de haute résistance et les ardillons de 4 embouts, espacés de 10 cm. La protection de ces fils et de leurs ardillons respectifs devrait être assurée par la galvanisation à 240 gr /m² minimum, avec un alliage composé de 95% de zinc et de 5% d'aluminium.

La résistance minimale du fil à utiliser doit être de 130 kg /mm². La fixation du fil aux mâts doit être assurée par des agrafes avec protection par galvanisation et ayant des caractéristiques semblables à celles des fils de fer barbelés.

La clôture souple sur talus, pour le raccordements des PI et PS, aura aussi les trois fils de ronce.

6.6 – Les actions sur les eaux de ruissellement

6.6.1 - LES MOYENS D'ATTÉNUER L'ÉROSION HYDRIQUE

L'érosion hydrique étant une source importante de polltion des milieux hydriques récepteurs, par dépôt de fines et transformation des qualités physico-chimiques des cours d'eau affectés, toutes les mesures qui en limiteront l'incidence permettront de protéger les eaux de surface et les eaux souterraines.

6.6.1.1 - Les moyens d'atténuer l'érosion hydrique en phase de travaux

Les zones en remblai et le stockage provisoire des déblais non réutilisables seront effectués de manière à minimiser la modification des conditions d'écoulement et des régimes hydrauliques qu'ils pourraient engendrer.

De même, les dérivations temporaires penndant l'exécution des ouvrages d'art seront réalisées de manière à limiter leur sensibilité aux processus d'érosion.

6.6.1.2 - Les moyens d'atténuer l'érosion hydrique en phase d'exploitation

Après étude poussée des conditions hydrologiques et hydrauliques dans la zone sous l'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, on a vu que la conception technique de son terre-plein, de ses ouvrages hydrauliques de franchissement et de ses ouvrages de drainage latéral a cherché à éviter que l'érosion hydrique ne menace la nouvelle infrastructure elle-même.

Ce faisant, cette conception technique protège également le milieu hydraulique récepteur. Les mesures de protection suivantes ont donc été prises en compte et leur coût inclus dans le coût du Projet :

- l'utilisation de moyens de stabilisation des terrains vulnérables à l'érosion, telles que des techniques de stabilisation des cours d'eau utilisant des ouvrages en gabions ;
- l'installation de dispositifs de guidage des écoulements jusqu'au pied du talus du type bordures ou goulottes de descente, dès que la pente du profil en long dépasse 5%.

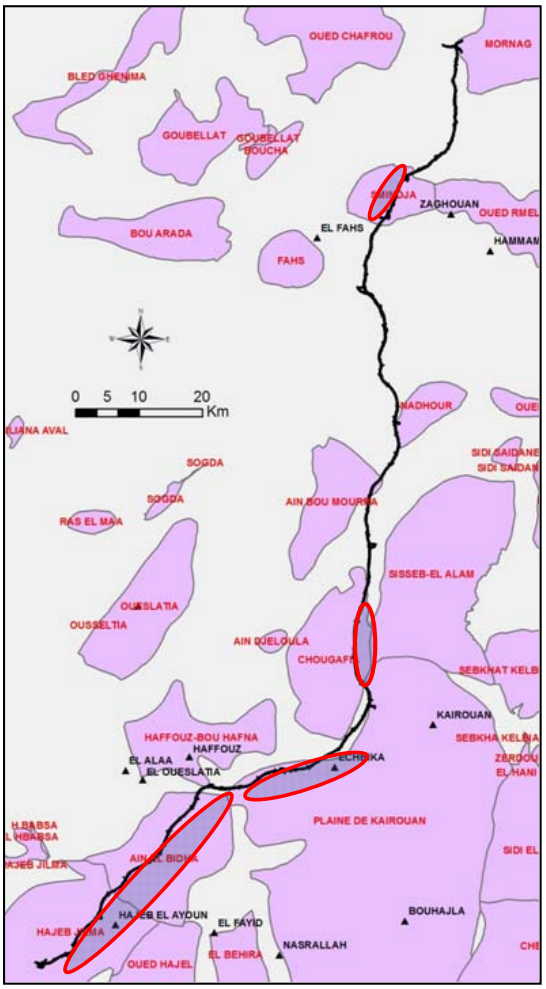
6.6.2 - LE TRAITEMENT PRIMAIRE DES EAUX DE RUISSELLEMENT DU PROJET

6.6.2.1 – La vulnérabilité des ressources en eaux de la zone d'influence directe

Les oueds intermittents qui caractérisent toute la zone d'influence du Projet n'ont pas d'utilisation directe. Ils servent à recharger les nappes d'underflow de leur lit, et à remplir les retenues de grandds barrages construits par la DG/BGTH du ministère en charge de l'Agriculture pour protéger contre les inondations les zones situées à leur aval et/ou y développer l'agriculture irriguée.

6.6.2.1.1 – La vulnérabilité des ressources en eaux souterraines

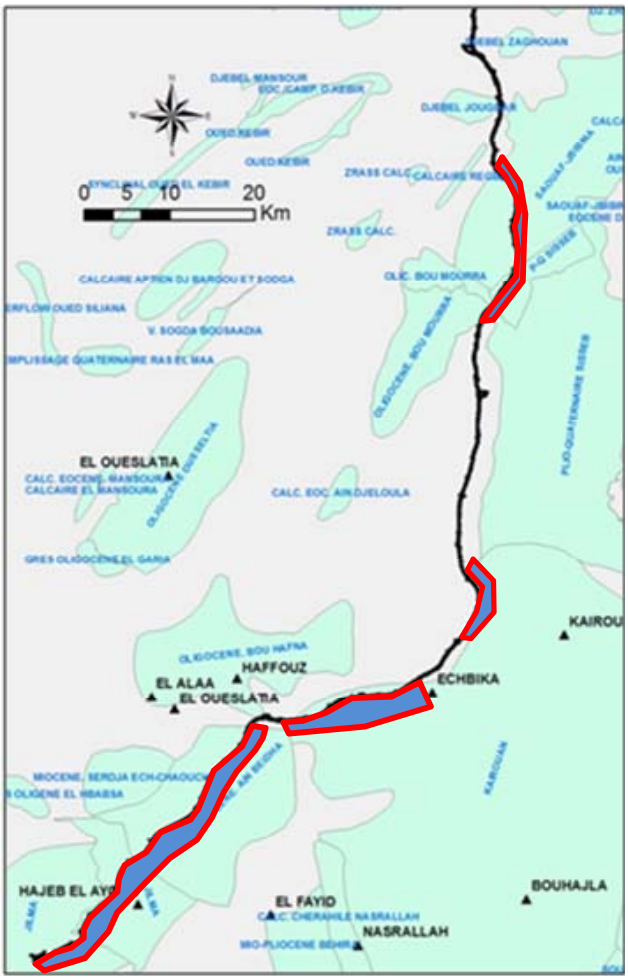
La **Carte 100** suivante les zones d'infiltration potentielle dans les nappes phréatiques des eaux de ruissellement ayant lessivé les chaussées du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 100 : Position des nappes phréatiques très vulnérables

Vu leur profondeur inférieure à 50 m, ces nappes phréatiques peuvent présenter par endroit une certaine vulnérabilité à la pollution par les infiltrations des eaux de ruissellement ayant lessivé les chaussées du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

De la même manière, la **Carte 101** présente les zones d'infiltration potentielle dans les nappes phréatiques des eaux de ruissellement ayant lessivé les chaussées du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



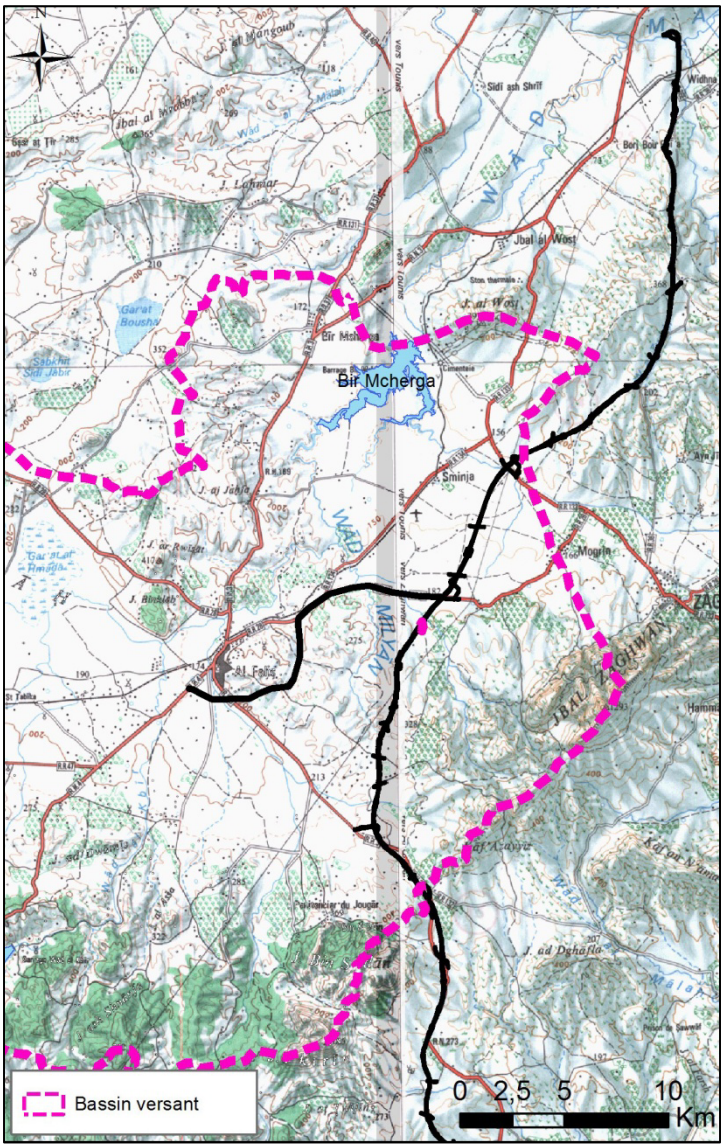
Carte 101 : Position des nappes profondes peu vulnérables

Vu leur profondeur supérieure à 50 m, ces nappes profondes présentent une très faible vulnérabilité à la pollution par les infiltrations des eaux de ruissellement ayant lessivé les chaussées du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

6.6.2.1.2 – La vulnérabilité des retenues de barrage

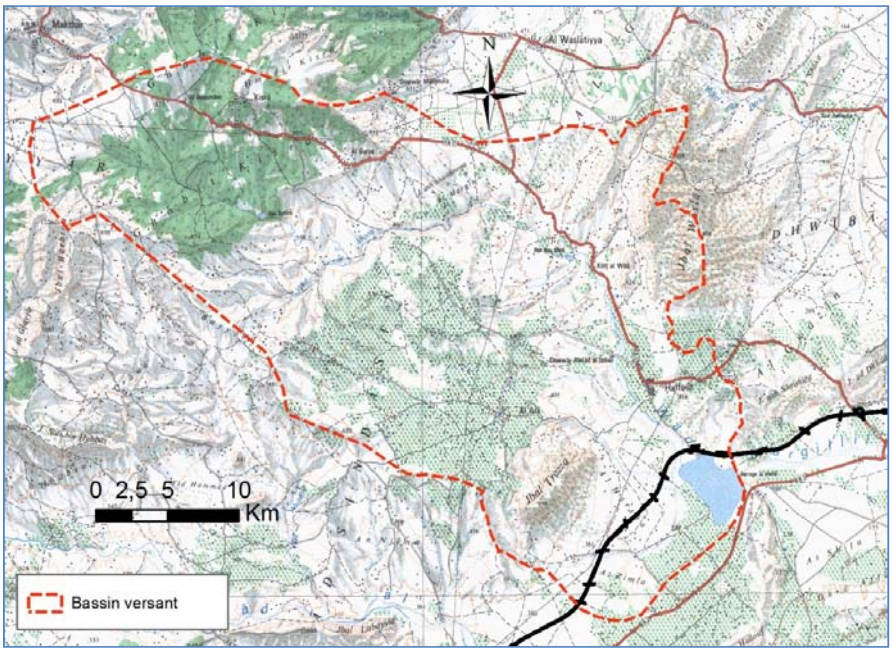
Trois retenues de barrage sont situées à l'aval du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, à savoir les barrages Bir M'Cherga, El Haouareb et Sidi Saâd. Les eaux de ruissellement ayant lessivé les chaussées de la section intersectant leur bassin versant peuvent donc y accumuler progressivement les matériaux en suspension pollués qu'elles ont entraînés.

La **Carte 101** suivante présente l'intersection du PK26 au PK43 du bassin versant amont du barrage Bir M'Cherga par la chaussée du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa



Vu sa distance à la plateforme autoroutière, cette retenue présente une faible vulnérabilité à la pollution par les eaux ayant lessivé les chaussées du PK26 au PK43 de la plateforme et ruissellant dans la partie de son bassin versant situé à l'aval du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

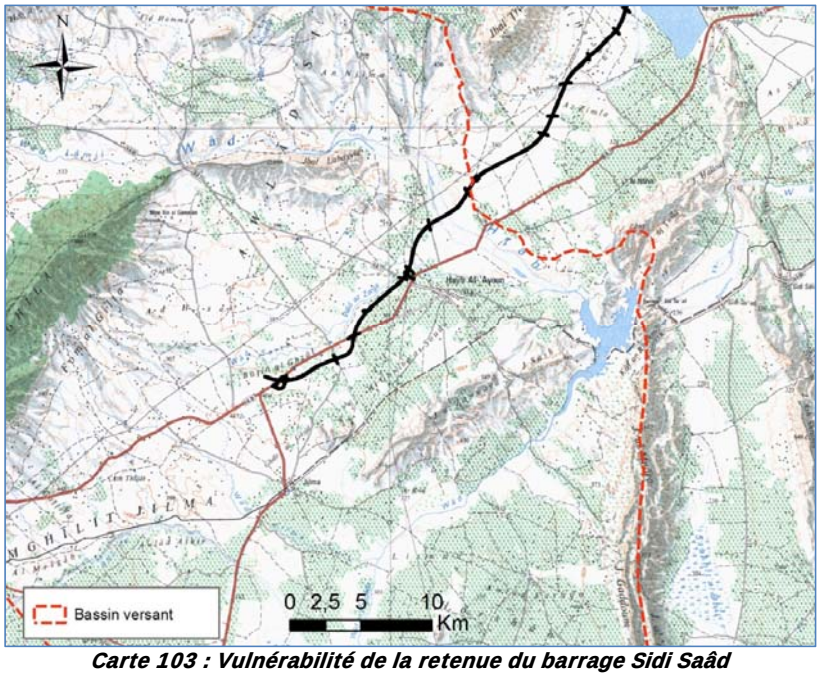
La **Carte 101** suivante présente de la même manière l'intersection PK145 au PK162 du bassin versant amont du barrage El Haouareb par la chaussée du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 102 : Vulnérabilité de la retenue du barrage El Haouareb

Vu sa proximité immédiate à l'aval de la plateforme autoroutière, cette retenue présente une réelle vulnérabilité à la pollution par les eaux ayant lessivé les chaussées du PK145 au PK162 de la plateforme et ruissellant dans la partie de son bassin versant situé à l'aval du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

La **Carte 101** suivante présente de la même manière l'intersection PK145 au PK162 du bassin versant amont du barrage Sidi Saâd par la chaussée du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



Carte 103 : Vulnérabilité de la retenue du barrage Sidi Saâd

Vu sa proximité immédiate à l'aval de la plateforme autoroutière, cette retenue présente une réelle vulnérabilité à la pollution par les eaux ayant lessivé les chaussées du PK145 au PK162 de la plateforme et ruissellant dans la partie de son bassin versant situé à l'aval du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

6.6.2.2 - Le traitement primaire des eaux de ruissellement en phase de travaux

Pendant les chantiers, plusieurs activités peuvent entraîner une pollution des eaux de ruissellement:

- le décapage des sols lors de la réalisation des déblais et des emprunts et le creusement de dérivations temporaires d'oueds pour édifier les ouvrages d'art, fragilisent les sols face à la force érosive des pluies : il peut en résulter des dépôts de fines dans les cours d'eau;
- l'utilisation de liants hydrauliques, l'entretien des véhicules de chantier, la présence de centrales à béton et de centrales de noirs peuvent entraîner des changements de la qualité physico-chimique des eaux de surface.

6.6.2.3 - Le traitement primaire des eaux de ruissellement des chaussées

La pollution chronique est constituée de dépôts directs de résidus sur les chaussées et les surfaces avoisinantes par le trafic automobile. Ces résidus de carburants, d'huiles, d'usure des plaquettes de frein, d'usure de pneus, de corrosion des véhicules, d'usure de la chaussée et des équipements routiers se fixent sur des matières qui sont ensuite véhiculées en suspension par les eaux de ruissellement lessivant ces chaussées et surfaces avoisinantes.

Toutes les mesures envisagées auparavant pour limiter les émissions atmosphériques vont donc automatiquement réduire les retombées de polluants sur les sols. Mais plusieurs tronçons où il peut y avoir des concentrations élevées devront être équipées de bassins de décantation :

- toutes les zones où les véhicules accélèrent et décélèrent :
  - ✓ la gare de péage de début de tronçon,
  - ✓ les gares de péage des dix échangeurs,
  - ✓ les quatre stations-services et des quatre aires de repos, et
  - ✓ les tronçons en montée de pente supérieure à 2% ;
- le long des zones vulnérables du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :
  - ✓ le long du PPI du Mornag,
  - ✓ le long des nappes phréatiques situées à l'aval immédiat de la plateforme, et
  - ✓ le long du tronçon de 16,0 kilomètres environ passant dans le bassin versant de la retenue du barrage El Haouareb.

Des bassins de décantation couplés avec un déshuileur sont des ouvrages à installer à l'aval de la plateforme autoroutière le long des zones vulnérables afin de collecter les eaux d'écoulement qui proviennent de la chaussée afin qu'elles y soient traitées et filtrées avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

La photo de la **Figure 100** suivante montre l'un des bassins de décantation installés tous les deux kilomètres le long de l'autoroute française A39 qui traverse le massif du Jura.



Figure 100 : Bassin de décantation situé le long de l'autoroute française A39

Dans le cas de cette autoroute A9, ces bassins étanches, souvent colonisés en bordure par les joncs et les roseaux, permettent de traiter les eaux de ruissellement qui y sont apportées par les fossés de drainage installés tout le long des chaussées, qui sont enherbés en forme de cuvette pour agir comme de véritables filtres naturels. Dans ces ces bassins étanches, il se produit un processus de décantation passive et de séparation des hydrocarbures, avant que ces eaux soient restituées en bonne qualité au milieu naturel. Ces bassins utilisent des techniques biologiques de traitement faisant appel aux capacités d'épuration naturelle des plantes et des bactéries et permettent un traitement naturel des eaux de ruissellement, tout en diminuant leur impact sur le milieu naturel.

Le curage de ces bassins produit des boues, qui pourraient faire l'objet dans leur grande majorité d'un épandage. Les filières de traitement utilisées aujourd'hui sont le dépôt en décharge ou le traitement en station d'épuration.

Un décanteur-déshuileur fait subir aux eaux sortant du bassin un déshuilage et une décantation afin qu'elles soient débarrassées des poussières et hydrocarbures avant d'être restituées dans le milieu naturel. Cet équipement a été installé après le bassin, au niveau de l'ouvrage en béton, pour éviter de le surdimensionner. La **Figure 101** suivante présente la coupe en travers d'un modèle horizontal de ces décanteurs-déshuileurs.



Figure 101 : Coupe en travers d'un décanteur-déshuileur d'eau de ruissellement à la sortie d'un bassin

Sur le tronçon situé à l'amont de de la retenue du barrage El Haouareb, cette mesure permettra d'assister le pouvoir auto-épurateur des 218 hm^3 d'eau de cette retenue. En effet, ces eaux riches en espèces animales et végétales pourront éliminer naturellement les polluants qui seraient encore présents dans les eaux rejetés par les décanteurs-déshuileurs des bassins installés tous les 2 km le long de la chaussée autoroutière située dans le bassin versant de cette retenue.

L'installation de déshuileurs-décanteurs a aussi été prise en compte en tant que mesure de protection en fin du réseau de collecte des eaux pluviales des onze gares de péage, des quatre stations-services et des quatre aires de repos, et leur coût a été inclus dans le coût du Projet.

6.6.3 - LE CONFINEMENT DES RUISSELLEMENT EN CAS D'ACCIDENT D'UN CAMION DE TRANSPORT DE PRODUITS TOXIQUES

Par contre, un impact important à craindre pendant la phase d'exploitation pour les ressources en eau de la zone sous influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est le risque d'une pollution accidentelle après un accident qui impliquerait un véhicule de transport de produits toxiques.

Même s'il s'agit en fait d'un déplacement de cette pollution des emprises de la RN3, de l'A1 et de la RN2 vers l'emprise autoroutière, il est clair que la société « Tunisie Autoroutes » doit envisager plusieurs mesures de réduction de ce type de risque lorsque le tracé traverse des zones vulnérables. Or, la collecte des eaux de ruissellement de l'autoroute assurée par les bassins de décantation installés dans ces zones permettra aussi de maîtriser des pollutions accidentelles : en cas de déversement de substances dangereuses sur la chaussée, par un camion accidenté par exemple, les risques de pollution sont réduits et le traitement efficace.

En effet, les substances dangereuses sont récoltées dans les bassins de décantation. A ce moment, la vanne de rejet vers le décnateur-déshuileur sera fermée pour contenir les polluants dans le bassin. Lorsque tous les produits dangereux ont été piégés dans le bassin, la vanne d'entrée dans le bassin est fermée afin d'empêcher les eaux de ruissellement d'entrer dans le bassin, et la vanne de contournement est alors ouverte pour que les eaux de ruissellement collectées contourne le bassin de décantation.

Les substances dangereuses seront ensuite récupérées par une entreprise de traitement pour être neutralisées ou stockées en tant que déchets dangereux dans le Centre de Jradou. Avant sa remise en service, le bassin de décantation incriminé sera entièrement nettoyé.

Comme elle l'a déjà réalisé sur les tronçons Tunis-Sfax, Tunis-Bizerte et Tunis-Oued Zarga dont elle assure la gestion, elle doit :

- réaliser une étude des conditions de transfert d'une éventuelle pollution ;
- mettre au point d'un plan d'intervention après accident ;
- installer des dispositifs de protection complémentaire, tels que l'implantation de glissières de sécurité renforcées de part et d'autre des chaussées pour garantir le maintien sur la chaussée autoroutière de camions de transport en perdition, etc …

6.7 - Le traitement des nuisances sonores provoquées par l'exploitation de la nouvelle infrastructure

Le calcul des niveaux de bruit générés par le trafic empruntant le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été réalisé pour les années 2018 et 2037 au moyen d'une modélisation acoustique en extérieur utilisant le *software* de Cadna A pour prévoir a été réalisée, dont les résultats détaillés sont présentés dans l'annexe acoustique au présent document.

6.7.1 LES RÉSULTATS SUR LES NIVEAUX SONORES FUTURS DE LA MODELISATION ACOUSTIQUE EN EXTERIEUR

Le trafic inter-régional qui va emprunter le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va générer un bruit de circulation dans des zones rurales auparavant uniquement desservies par des pistes et quelques routes bitumées pré-existantes. Les caractéristiques de ce trafic qui vont déterminer les niveaux sonores futurs le long de la nouvelle ingfastructure autoroutière sont rappelées dans le **Tableau 183** suivant.

Tableau 183 : Données du trafic autoroutier

Caractéristiques du trafic	Vitesse Moyenne		Proportion de		Trafic Moyen Horaire (TMH)			
	[km/h]		poids lourds		diurne	nocturne	diurne	nocturne
Sections / Années	2018	2037	2018	2037	2018	2018	2037	2037
Tunis-Zaghouan	108	104	19%	20%	747	264	1 684	594
Zaghouan-Fahs Est	109	106	19%	20%	528	186	1 250	441
Fahs Est-Fahs Sud	109	107	19%	19%	432	152	1 044	368
Fahs Sud-Ennadhour	109	107	23%	24%	474	167	1 143	403
Ennadhour-Sbikha	109	107	24%	24%	435	153	1 064	376
Sbikha-El Bathen	109	107	23%	23%	467	165	1 137	401
El Bathen-Chbika	109	108	24%	24%	353	125	874	308
Chbika-Jelma	109	107	22%	23%	458	162	1 063	375

Outre ces données de l'étude de trafic considérant le scénario moyen avec un taux de croissance du PIB de 4%, les autres données de base de la modélisation des niveaux sonores futurs ont consisté en :

- une cartographie 3D de la voie et de la zone enveloppante, effectuée dans le cadre des études d'APD ;
- des valeurs standard pour les autres variables ayant une influence sur le niveau de bruit, notamment la considération d'une chaussée bitumineuse normale et 100% de probabilité d'occurrence de conditions favorables à la propagation du son dans toutes les directions, pendant la période nocturne.

6.7.2 – L'ATTÉNUATION ACOUSTIQUE DES BRUITS DU TRAFIC

Comparées aux limites acoustiques définies par la législation tunisienne pour la sensibilité au bruit des bâtiments d'habitation, cette modélisation a permis de définir 63 situations où l'installation de

barrières acoustiques permettant une réduction jusqu'à 20 dB[24] devra être réalisée avant 2037, dès que les niveaux sonores y dépasseront d'au moins de 5 dB ces limites. Le long de la nouvelle infrastructure, l'atténuation préventive de cette nuisance définitive fera l'objet d'évaluation au cas par cas, pour trouver un consensus au niveau des techniques à utiliser et et du coût unitaire par logement protégé.

6.7.2.1 L'utilisation de murs anti-bruits

En effet les murs anti-bruits bloquent et réfléchissent le son essentiellement par leur masse, raison pour laquelle le béton a longtemps été utilisé. Mais celui-ci, outre son coût élevé et son manque d'élégance, donne naissance à des phénomènes de réflexion sonore qui peuvent devenir gênants, et même incommodants pour les usagers de la voie, ou pour les riverains habitant en hauteur de l'autre côté de la voie, face au mur-anti bruit. C'est pourquoi:

- leur partie supérieure (panneaux transparents par exemple) est généralement inclinée vers la source pour limiter cet effet et pour augmenter la portée de l'affaiblissement acoustique du mur ;
- ils font souvent l'objet d'une végétalisation qui présente surtout d'autres avantages car elle n'a pour ainsi dire aucun effet d'affaiblissement acoustique du fait du temps que prend son installation, sauf si la végétation a été fixée surr une laine minérale, et qu'elle nécessite une entretien soigneux :
  - ✓ elle améliore l'esthétique du mur, et
  - ✓ les végétaux choisis participent à l'épuration de l'air pour certains polluants atmosphériques émis par les véhicules.

6.7.2.2 L'utilisation d'autres techniques

L'analyse des coûts et du confort acoustiquement pour les automobilistes et les riverains suggère d'utiliser plutôt, là où c'est possible, des terrassements sous la forme de buttes de terre végétalisée. Depuis quelques années des sociétés spécialisées dans la végétalisation de surface ont ainsi développé en Europe de nouvelles techniques permettant une isolation efficace contre les nuisances sonores, grâce à la sphaigne (substrat utilisé dans la construction des murs végétaux sur des laines minérales irriguées). En effet ce matériau qui offre une bonne capacité de rétention des liquides, s'avère particulièrement efficace quant à l'absorption du bruit.

6.7.3 - LES 18 BARRIÈRES ACOUSTIQUES À INSTALLER PENDANT LES TRAVAUX

Parmi ces 63 situations où l'installation de barrières acoustiques permettant une réduction jusqu'à 20 dB[25] devra être réalisée avant 2037 pour pouvoir respecter les limites acoustiques définies par la législation tunisienne pour la sensibilité au bruit des bâtiments d'habitation, la modélisation a permis de définir 18 situations où l'installation de telles barrières acoustiques devra être intégrée en tant que composante du Projet, car les niveaux sonores prévus dépasseront d'au moins de 5 dB ces limites dès

---

[24] *Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio – More than one insertion loss, throughout the day, fore the same outdoor noise barrier. ICSV18, Rio de Janeiro, 2011*

[25] *Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio – More than one insertion loss, throughout the day, fore the same outdoor noise barrier. ICSV18, Rio de Janeiro, 2011*

la mise en service du tronçon prioritaire. Ces installations permettront d'ailleurs également de protéger ces bâtiments des bruits des chantiers.

Le **Tableau 184** suivant présente ces 18 logements ou groupe de logements dont la protection acoustique sera de la responsabilité des Entreprises adjudicataires des marchés de travaux.

Tableau 184 : 18 barrières acoustiques à mettre en placependant les travaux

N° identification	Récepteur	PK	Identification des logements à protéger	Distance à l'axe [m]	Côté
6	R003	10+856	Petit village, habitations et installations agricoles	38	Gauche
7	R006	16+620	Ferme, installations agricoles et habitation	65	Droit
20	R011	18+757	Habitation isolée	85	Gauche
19	R013	18+867	Habitation isolée	69	Droit
24	R017	20+093	Ferme, installations agricoles et habitation	49	Gauche
26	R019	21+000	Habitation isolée	52	Gauche
54	R037	45+705	Ferme, installations agricoles et habitation	46	Gauche
95	R066	70+154	Ferme, installations agricoles et habitation	62	Gauche
101 102 103	R070	70+762	Ferme, installations agricoles et habitation 4 habitations Habitation isolée	47	Gauche
107	R074	71+136	5 habitations	43	Droit
136 137	R096	86+865	Ferme, installations agricoles et habitation Ferme, installations agricoles et habitation	46	Gauche
162	R112	101+494	Ferme, installations agricoles et habitation	64	Gauche
180	R123	121+596	Habitation isolée	53	Gauche
198 199	R135	124+470	Habitation Habitation	53	Gauche
233	R160	141+209	Ferme, installations agricoles et habitation	53	Droit
235	R162	141+592	Ferme, installations agricoles et habitation	22	Gauche
279	R185	172+567	Petit village (habitations	39	Droit
290	R193	175+228	Habitation isolée	61	Gauche

La valeur maximale de niveau sonore déterminée par l'étude (pour le cas du récepteur R162) dépasse de 15 dB la valeur légale. En conséquence la barrière acoustique prévue permettra de respecter les limites définis pour tous les récepteurs.

Pour permettre une réduction jusqu'à 20 dB, ces barrières acoustiques devront avoir les caractéristiques minimales suivantes :

- Caractéristiques mécaniques de sécurité : en accord avec les normes EN 1794-1 de 2011 et EN 1794-2 de 2011 ;
- Réduction sonore : $DL_R \geq 20$ dB (Catégorie B2, d'accord avec la norme EN 1793-2 de2012) ;
- Absorption sonore : $DL_\alpha \geq 8$ dB (Catégorie A3, d'accord avec la norme EN 1793-1 de 2012).

6.8 - Le traitement paysager de la nouvelle infrastructure

6.8.1 - L'ATTÉNUATION DES IMPACTS DE L' INFRASTRUCTURE ET DE SES CHANTIERS SUR LE PAYSAGE

Des mesures de mitigation des impacts que les chantiers ou que la présence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa auraient pu provoquer sur les

paysages qu'il traverse ont été incluses dans sa conception même et dans le le CCTP du DAO des Entreprises, pour promouvoir son intégration dans le milieu environnant, ainsi que sa valorisation. On peut recommander plusieurs mesures de caractère général suivantes selon la phase du Projet.

6.8.1.1 - L'atténuation des impacts du Projet sur le paysage

6.8.1.1.1 - L'atténuation des impacts sur le paysage incluse dans la conception du tracé

On a pu recommander plusieurs mesures de caractère général qui ont été appliquées pendant la conception du tracé en phase d'APD pour aboutir à :

- une minimisation des volumes des terrassements dans les sous-unités paysagères de sensibilité forte, qui passe par :
  - ✓ des excavations et des remblais aux dimensions et
  - ✓ et des zones de remblais d'étendues plus réduites ;
- une affectation prédominante des volumes des terrassements dans les sous-unités paysagères de sensibilité inférieure ;
- la promotion des continuités paysagère et écologique dans le franchissement de systèmes humides au moyen d'ouvrages hydrauliques aptes à évacuer les crues centenales des écoulements qui les alimentent, ce qui facilitera le maintien de la situation préexistante, notamment en termes de végétation hydrophile.

6.8.1.1.2 - L'atténuation des impacts sur le paysage pendant les travaux

L'étude technique d'APD a recommandé plusieurs mesures de caractère général qui devront être intégrées dans le CCTP du DAO des Entreprises, pour qu'elles les mettent en œuvre pendant les travaux, afin de :

- chercher à établir une continuité avec le terrain naturel, par :
  - ✓ la modélisation des surfaces des endroits sujets à terrassements en adoptant des pentes douces, notamment pour les talus et l'intérieur des échangeurs, et
  - ✓ la revégétalisation de ces zones terrassées en continuité avec la couverture végétale avoisinante ;
- concevoir des pentes de talus avec des rapports V/H inférieurs à 1/2 lorsque les études géotechniques le permettent, ce qui facilitera leur recouvrement ultérieur avec de la terre végétale, et donc :
  - ✓ la mise en place initiale de la végétation arborée ou arborescente artificielle par les Entreprises pendant l'opération de végétalisation des talus et
  - ✓ leur colonisation ultérieure par la végétation herbacée naturelle environnante.

6.8.1.1.3 - L'atténuation des impacts sur le paysage de la fin de chantiers

On a pu recommander plusieurs mesures de caractère général qui devront être intégrées dans le CCTP du DAO des Entreprises, pour qu'elles les mettent en œuvre pendant la remise en état des emprises provisoires de chantier à la fin des travaux. Elles devront alors chercher à compléter l'intégration du tracé dans le paysage en atténuant les impacts visuels et en augmentant la capacité

d'absorption des zones franchies par le revêtement végétal de toutes les surfaces de terrain non imperméabilisées et des talus :

- résultant de l'implantation du projet, ou directement ou indirectement affectées par celui-ci ;
- en termes spatiaux et en termes d'espèces à utiliser, le choix de ceux-ci devant être fait selon les caractéristiques du lieu où ils seront implantés parmi les espèces végétales présentes dans la région traversée.

6.8.1.2 – La bonification des impacts du Projet sur le paysage

Les traitements paysagers envisagés vont contribuer à améliorer la sécurité et le confort visuel des usagers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Ils passent par :

- la révélation par le tracé des vues panoramiques dignes d'intérêt, puis
- leur mise en valeur et leur valorisation dans la mesure du possible, moyennant des stratégies de disposition de la végétation et de mise en place de la signalétique appropriée.

6.8.2 - LE TRAITEMENT ARCHITECTURAL DES OUVRAGES D'ART DU PROJET

Pour échapper à la routine architecturale observées sur les sections autoroutières tunisiennes existantes, le groupement COBA /SCET-Tunisie a prévu le recours au cabinet architectural « Emna Latiri et Partenaires » pour effectuer une conception plus soignée des ouvrages d'art qui parsèment le trajet, à avoir :

- 10 ponts sur des écoulements importants interceptés par la nouvelle infrastructure autoroutière,
- 66 passages supérieurs pour le rétablissement des communications, et
- 21 passages inférieurs pour le rétablissement des communications.

6.8.2.1 - Le traitement architectural des ponts autoroutiers

Jusqu'à présent, les sections aménagés en Tunisie, que ce soit celles de l'autoroute transmaghrébine ou de l'autoroute Tunis-Bizerte, ont tous été équipés d'ouvrages d'art standardisés et identiques, qui ont conduit à une grande uniformité visuelle de toutes ces infrastructures autoroutières.

6.8.2.1.1 - Le traitement architectural habituel des ponts autoroutiers

La **Figure 102** suivante présente les principales caractéristiques visuelles d'un pont en structure caisson du type de ceux qui ont été construits sur les sections de l'autoroute transmaghrébine de Oued Zarga à Sfax et ceux qui ont été construits sur les sections de l'autoroute Tunis-Bizerte.



Vue en plan longitudinale

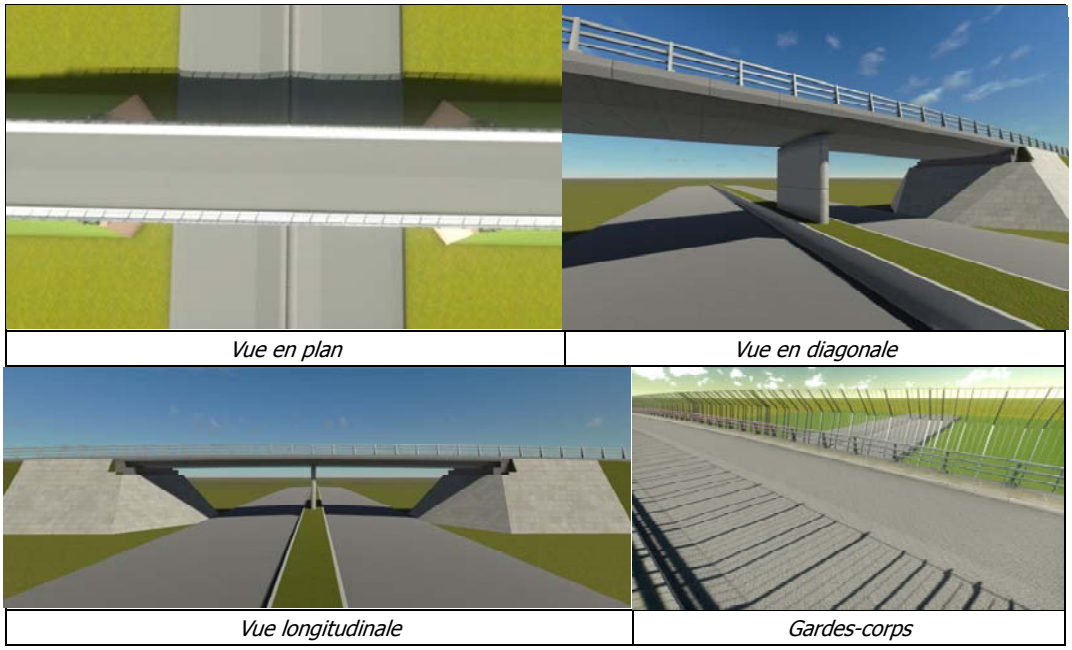


Vue en diagonale	*Coupe transversale*

Figure 102 : Principales caractéristiques visuelles d'un pont en structure caisson tel que construit jusqu'à présent

6.8.2.1.2 - Le traitement architectural habituel des passages supérieurs et inférieurs autoroutiers

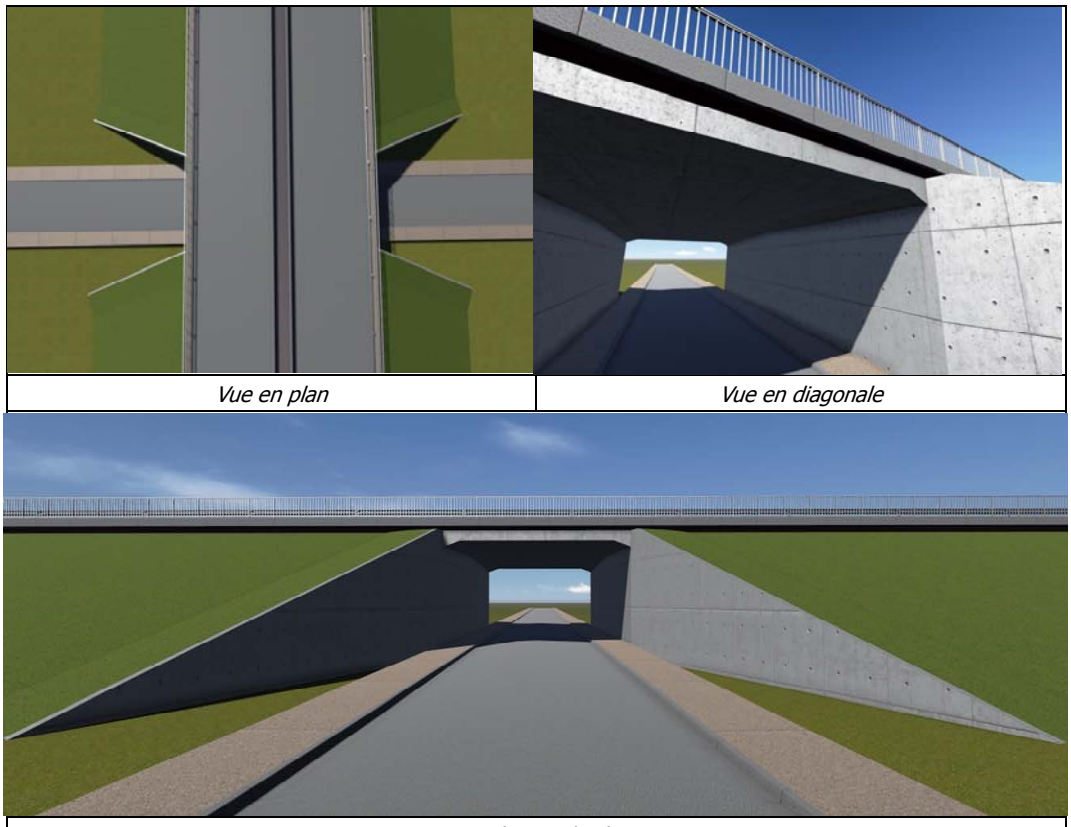
Généralement jusqu'à présent, les tronçons autoroutiers ont été équipés d'ouvrages d'art identiques. La **Figure 103** suivante présente les principales caractéristiques visuelles des passages supérieurs qui ont été construits sur les sections de l'autoroute transmaghrébine de Oued Zarga à Sfax et ceux qui ont été construits sur les sections de l'autoroute Tunis-Bizerte.



Vue en plan	*Vue en diagonale*
Vue longitudinale	*Gardes-corps*

Figure 103 : Principales caractéristiques visuelles d'un passage supérieur tel que construit jusqu'à présent

La **Figure 104** suivante présente quant à elle les principales caractéristiques visuelles des passages inférieurs qui ont été construits ou sont en cours de construction pour les sections de l'autoroute transmaghrébine de Bou Salem à Gabès et ceux qui ont été construits pour les sections de l'autoroute Tunis-Bizerte.



Vue en plan | *Vue en diagonale*

Vue longitudinale

Figure 104 : Principales caractéristiques visuelles d'un passage inférieur tel que construit jusqu'à présent

6.8.2.2 Le traitement architectural appliqué aux ouvrages hydrauliques de ce Projet

L'approche méthodologique retenue pour éviter la monotonie paysagère des ouvrages d'art érigés tout au long de la nouvelle infrastructure a été de rechercher des thèmes d'habillage spécifiques qui permettraient de singulariser ces ouvrages d'art. Deux thèmes de spécificité ont finalement été proposés :

- un thème géographique, à savoir le gouvernorat où est situé l'ouvrage ;
- un thème culturel, à savoir le concept le plus caractéristique de ce gouvernorat parmi les quatre concepts suivants :
  - ✓ ses ressources archéologiques,
  - ✓ la civilisation berbéro-musulmane,
  - ✓ la mémoire de la Révolution de 2011, et
  - ✓ ses spécificités artisanales.

La **Figure 105** suivante présente le croisement des thèmes géographiques et culturels retenus pour individualiser l'habillage des ouvrages d'art du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

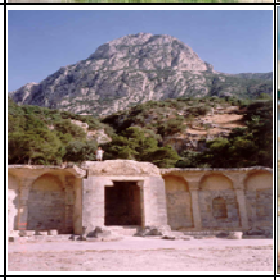
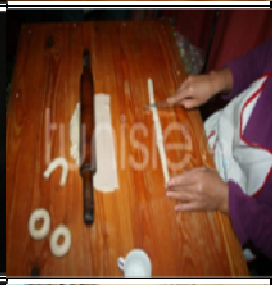
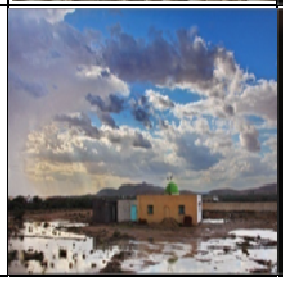
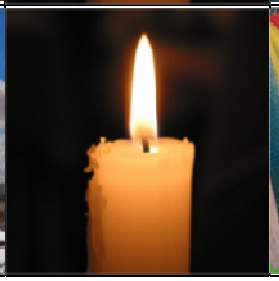
Thème Gouvernorat	Archéologie	Arabo-Musulman	Mémoire	Artisanat
Ben Arous				
Zaghouan				
Kairouan				
Sidi Bouzid				

Figure 105 : Croisement des thèmes géographiques et culturels retenus pour individualiser le traitement architectural des ouvrages d'art

Un consensus s'est dégagé entre les membres de l'équipe du groupement COBA /SCET-Tunisie pour individualiser l'habillage des ouvrages d'art du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa en retenant les quatre thèmes culturels par gouvernorat présentés dans la **Figure 106** suivante.

Gouvernorat	Ben Arous et Zaghouan	Kairouan	Sidi Bouzid
Thème			
	Archéologie	Arabo-Musulman	Mémoire

Figure 106 : Thèmes culturels retenus par gouvernorat pour individualiser le s ouvrages d'art du Projet

6.8.2.2.1 - Le traitement architectural des deux grands ponts du Projet

Les deux plus grands ouvrages hydrauliques du Projet sont :

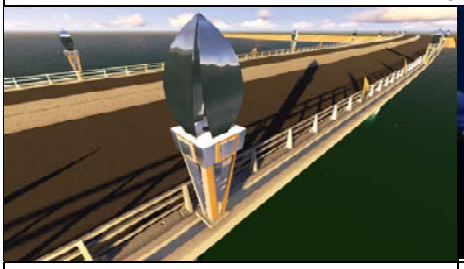
- le pont de 520 m de long sur l'oued Marguellil, qui est situé dans le gouvernorat de Kairouan, et
- le pont de 1.000 m de long sur l'oued Zéroud, qui est situé dans le gouvernorat de Sidi Bouzid.

6.8.2.2.1.1 - Le traitement architectural du pont sur l'oued Marguellil

Comme il est situé dans le gouvernorat de Kairouan, l'habillage proposé pour le pont assurant le franchissement de l'oued Marguellil aurait pu être basé sur le thème de la civilisation arabo-musulmane. Commeil s'agitdu premier très grand ouvrage sur cette autoroute, il a été choisi de le traiter avec le thème de la mémoire de la Révolution de 2011. La **Figure 107** suivante présente les caractéristiques visuelles spécifiques proposées pour ce pont sur l'oued Marguellil.



Vue longitudinale



Vue en diagonale



Luminaires

Figure 107 : Traitement architectural du pont sur l'oued Marguellil sur le thème de la mémoire de la Révolution de 2011

6.8.2.2.1.2 - Le traitement architectural du pont sur l'oued Zéroud

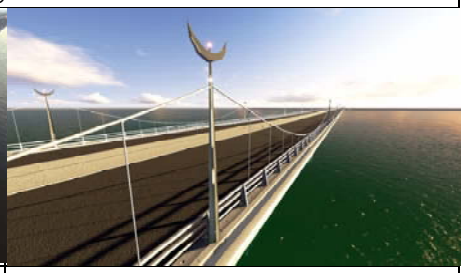
Comme il est situé dans le gouvernorat de Kairouan, l'habillage proposé pour le pont assurant le franchissement de l'oued Zéroud est basé sur le thème de la civilisation arabo-musulmane La **Figure 108** suivante présente les caractéristiques visuelles spécifiques proposées pour ce pont sur l'oued Zéroud.



Vue longitudinale



Vue en diagonale



Luminaires

Figure 108 : Traitement architectural du pont sur l'oued Zéroud sur le thème de la civilisation arabo-musulmane

6.8.2.2.2 - Le traitement architectural des passages supérieurs et inférieurs du Projet

6.8.2.2.2.1 - Le traitement architectural des ouvrages de franchissement dans les gouvernorats de Ben Arous et Zaghouan

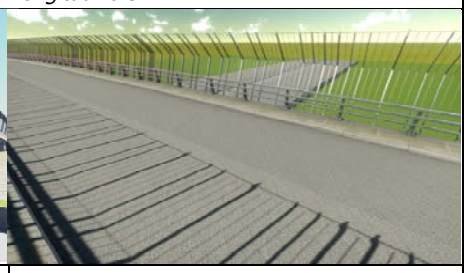
On a vu que l'habillage des ouvrages de franchissement dans les gouvernorats de Ben Arous et de Zaghouan est basé sur le thème des ressources archéologiques de ces deux gouvernorats. La **Figure 109** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages supérieurs situés dans ces gouvernorats.



Vue en plan longitudinale



Vue en diagonale



Gardes-corps

Figure 109 : Traitement architectural des passages supérieurs situés dans les gouvernorats de Ben Arous et de Zaghouan

De la même manière, la **Figure 110** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages inférieurs situés dans les gouvernorats de Ben Arous et de Zaghouan.



Vue longitudinale



Vue en diagonale

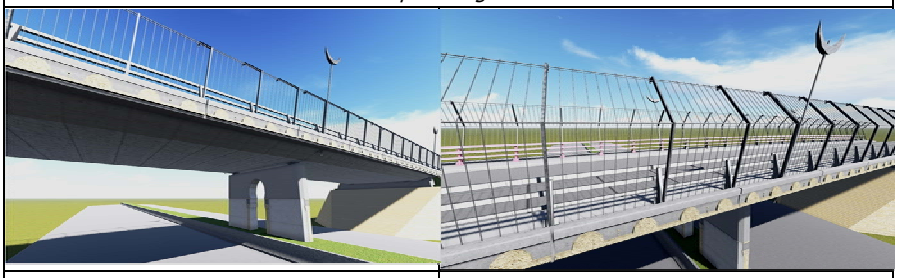
Figure 110 : Traitement architectural des passages inférieurs situés dans les gouvernorats de Ben Arous et de Zaghouan

6.8.2.2.2.2 - Le traitement architectural des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Kairouan

On a vu que l'habillage des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Kairouan est basé sur le thème de la civilisation berbéro-musulmane. La **Figure 111** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages supérieurs situés dans ce gouvernorat.



Vue en plan longitudinale



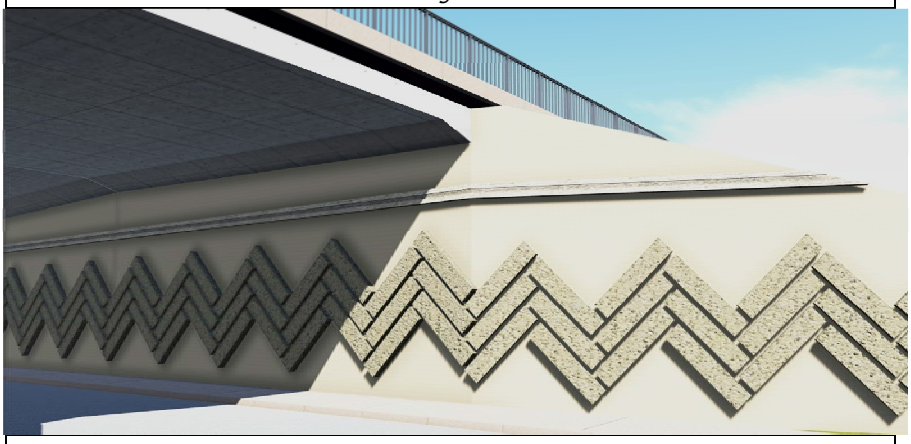
Vue en diagonale | *Gardes-corps*

Figure 111 : Traitement architectural des passages supérieurs situés dans le gouvernorat de Kairouan

De la même manière, la **Figure 112** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Kairouan.



Vue longitudinale



Vue en diagonale

Figure 112 : Traitement architectural des passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Kairouan

6.8.2.2.2.3 Le traitement architectural des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Kasserine

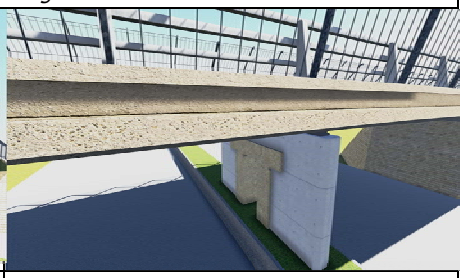
On a vu que l'habillage des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Kasserine est basé sur le thème des ressources archéologiques de ce gouvernorat. La **Figure 113** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages supérieurs situés dans ce gouvernorat.



Vue en plan longitudinale



Vue en diagonale



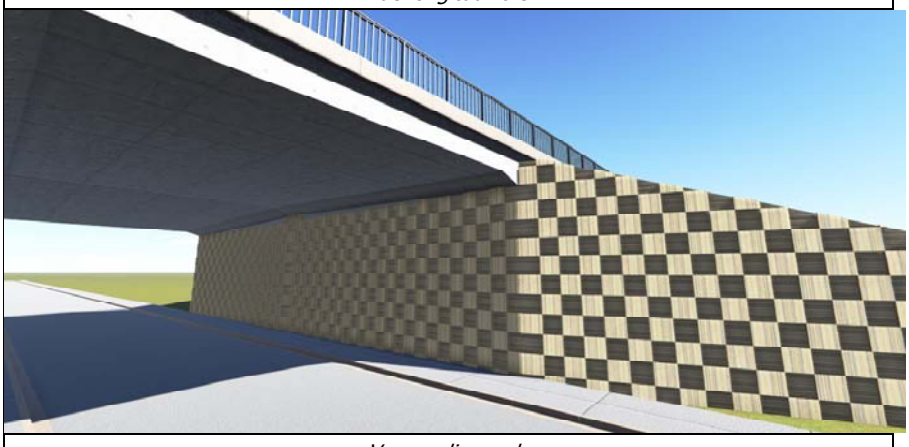
Gardes-corps

Figure 113 : Traitement architectural des passages supérieurs situés dans le gouvernorat de Kasserine

De la même manière, la **Figure 114** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Kasserine.



Vue longitudinale



Vue en diagonale

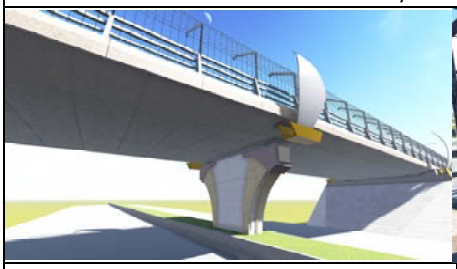
Figure 114 : Traitement architectural des passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Kasserine

6.8.2.2.2.4 Le traitement architectural des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Sidi Bouzid

On a vu que l'habillage des ouvrages de franchissement dans le gouvernorat de Sidi Bouzid est basé sur le thème de la mémoire de la Révolution de 2011 née dans ce gouvernorat. La **Figure 115** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages supérieurs situés dans ce gouvernorat.



Vue en plan longitudinale



Vue en diagonale



Gardes-corps

Figure 115 : Traitement architectural des passages supérieurs situés dans le gouvernorat de Sidi Bouzid

De la même manière, la **Figure 116** suivante présente les principales caractéristiques visuelles proposées sur ce thème pour les passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Sidi Bouzid.



Vue longitudinale



Vue en diagonale

Figure 116 : Traitement architectural des passages inférieurs situés dans le gouvernorat de Sidi Bouzid

6.9 Les procédures atténuatrices à inscrire dans le CCTP du DAO

Le Cahier des Clauses techniques particulières (CCTP) des Dossiers d'Appel d'Offres (DAO) devra obliger les Entreprises à prévoir de réaliser des procédures atténuatrices de certains impacts définitifs du Projet. Ces procédures seront conçues pour que les Entreprises mènent à bien les tâches suivantes :

- l'utilisation des zones d'emprunt en tant que gîtes de dépôt ;
- le bon repli des chantiers en fin de travaux, avec :
  - ✓ nettoyage de toutes les zones de travaux provisoires, et
  - ✓ mise en forme définitive (végétalisation, plantations d'ornement, etc …) des zones de travaux définitifs.

6.9.1 - L'UTILISATION DES ZONES D'EMPRUNT EN TANT QUE GÎTES DE DÉPÔT

6.9.1.1 - Les procédures d'utilisation des zones d'emprunts en tant que gîtes de dépôt

Le CCTP des DAO devra recommander l'utilisation prioritaire des zones d'emprunts en tant que gîtes de dépôt, ce qui permettra de les remblayer dans toute la mesure du possible à l'aide des matériaux non réutilisés en remblais. Cette procédure aura deux avantages:

- elle facilitera le remodelage de des zones d'emprunts, et
- elle diminuer les surfaces à consacrer à l'ouverture de nouveaux gîtes de dépôt.

6.9.1.2 - Les surfaces de zones d'emprunt utilisables comme gîtes de dépôt

Avec l'hypothèse d'une épaisseur moyenne à exploiter de 2,00 m pour réhabiliter les zones d'emprunt et un foisonnement de 20%, la connaissance des volumes les déblais non réutilisés pour le remblaiement de la plateforme autoroutière et de ses annexes a permis de calculer la surface à mobiliser pour l'ouverture de gîtes de dépôt selon le type de structure de chaussée choisi, qui sont les suivantes :

- 261,6 ha pour la solution de base en GC,
- 266,5 ha (soit +1,9%%) pour la variante en EME, et
- 268,5 ha (soit +2,6%) pour la variante en GB.

Mais les **Tableau 218** et **Tableau 219** de la page 441 montrent qu'avec l'hypothèse d'une épaisseur moyenne exploitée de 2,00 m, la connaissance des volumes d'emprunts à prélever pour le remblaiement de la plateforme autoroutière et de ses annexes a permis de calculer la surface des zones d'emprunt qui ont été ouvertes selon le type de structure de chaussée choisie, qui sont les suivantes :

- 670,9 ha pour la solution de base en GC,
- 610,3 ha (soit -9,0%) pour la variante en EME, et
- 589,3 ha (soit -12,2%) pour la variante en GB.

En conséquence, le **Tableau 185** suivant présente la profondeur moyenne utilisée pour stocker les déblais non réutilisés dans des zones d'emprunt réutilisées en tant que gîtes de dépôt le long des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 185 : Profondeur des dépôts en zones d'emprunt pour les 8 lots par section de tracé (m)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1,23	1,49	2,00
	2	Zaghouan - Al Fahs	0,09	0,09	0,10
	3	Al Fahs - Ennadhour	2,00	2,00	2,00
	4	Ennadhour - Sbikha	0,86	0,96	1,01
	5	Sbikha - Kairouan	0,36	0,39	0,41
	Sous-total Tunis - Kairouan		**0,99**	**1,12**	**1,34**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	0,89	1,00	1,05
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0,15	0,16	0,17
	8	Oued Zéroud - Jelma	0,27	0,31	0,33
	Sous-total Kairouan - Jelma		**0,43**	**0,48**	**0,50**
Total lot prioritaire			**0,78**	**0,87**	**0,91**

A partir de ce **Tableau 185**, on a pu dresser le **Tableau 186** suivant qui présente la profondeur moyenne utilisée pour stocker les déblais non réutilisés dans des zones d'emprunt réutilisées en tant que gîtes de dépôt situés le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 186 : Profondeur des dépôts en zones d'emprunt pour les 3 lots par type de travaux (m)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	1,52	1,79	2,00
	A2	Ennadhour - Kairouan	0,54	0,60	0,62
	Sous-total Tunis - Kairouan		**0,99**	**1,12**	**1,34**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	0,43	0,48	0,50
	Sous-total Kairouan - Jelma		**0,43**	**0,48**	**0,50**
Total lot prioritaire			**0,78**	**0,87**	**0,91**

On voit que les deux variantes de structure de chaussée en EME et en GB nécessitent dans tous les lots une profondeur légèrement plus forte que la variante de base de structure de chaussée en GC, ce qui représente globalement respectivement +11,9% et +27,2%.

Toutes ces surfaces de zones d'emprunt auront ainsi été remises en état par les Entreprises adjudicataires des travaux grâce à leur utilisation en tant que gîtes de dépôt avant la fin des chantiers.

6.9.2 – DE BONNES PROCÉDURES DE REPLI DES CHANTIERS

Le CCTP des DAO devra prévoir les procédures de repli des chantiers en fin de travaux. Ces procédures seront conçues pour que les Entreprises mènent à bien les tâches suivantes selon les instructions de l'Ingénieur avant la réception définitive des travaux :

- le nettoyage de toutes les zones de travaux provisoires, et
- la mise en forme définitive (végétalisation, plantations d'ornement, etc …) des zones de travaux définitifs.

6.9.2.1 - La remise en place de la terre végétale décapée

Le CCTP des DAO devra prévoir les procédures de décapage provisoire de la terre végétale des zones d'emprunt, des gîtes de dépôt et de la future emprise à leurs alentours immédiats. En effet, le déplacement des matériaux de terrassement et les passages répétés des lourds engins de chantier vont entraîner un tassement du sol, qui va perturber la structure et la texture de leurs horizons de surface.

La remise en place de cette terre végétale provisoirement décapée permettra en effet une fois achevés l'utilisation de la zone d'emprunt ou du gîte de dépôt et la mise en place de la plateforme :

- la revégétalisation des sols de ses sites provisoires de chantier, pour y permettre la repousse de la végétation, et récupérer leur usage agro-pastoral initial :
- la réalisation de plantations de reboisement pour améliorer l'aspect paysager des alentours immédiats du couloir autoroutier pour ses usagers et pour ses riverains.

6.9.2.2 - Une bonne remise en état des sites de chantier

6.9.2.2.1 - Les surfaces de talus de la plateforme et de ses annexes à revégétaliser

Les surfaces de talus de la plateforme et de ses annexes qui seront revégétalisés par les emprises à la fin des travaux d'aménagement de la plateforme autoroutière, de ses annexes et de la RR28 desservant la ville du Fahs, représentent au total 644,5 ha répartis entre :

- 505,0 ha pour la plateforme autoroutière, et
- 139,6 ha pour ses annexes, qui comprennent pour les lots 2 et A1 le doublement de la RR28.

Le **Tableau 187** suivant présente la surface des talus à revégétaliser le long de la plateforme autoroutière et des annexes des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 187 : Surfaces de talus à revégétaliser pour les 8 lots par section de tracé du tronçon prioritaire (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Echangeur	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	97,2	24,9	**122,0**
	2	Zaghouan - Al Fahs	10,3	24,0	**34,3**
	3	Al Fahs - Ennadhour	99,9	21,7	**121,5**
	4	Ennadhour - Sbikha	75,6	11,6	**87,2**
	5	Sbikha - Kairouan	74,3	17,1	**91,4**
		Sous-total Tunis - Kairouan	**348,4**	**108,1**	**456,4**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	78,3	11,8	**90,1**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	40,2	8,8	**48,9**
	8	Oued Zéroud - Jelma	37,4	11,6	**49,0**
		Sous-total Kairouan - Jelma	**155,5**	**32,6**	**188,1**
		Total lot prioritaire	**505,0**	**139,6**	**644,5**

A partir de ce **Tableau 187**, on a pu dresser le **Tableau 188** suivant qui présente la surface des talus à revégétaliser le long de la plateforme autoroutière et des annexes des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 188 : Surfaces de talus à revégétaliser pour les 3 lots par type de travaux du tronçon prioritaire (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Echangeur	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	197,6	80,3	**277,9**
	A2	Ennadhour - Kairouan	149,8	28,8	**178,6**
		Sous-total Tunis - Kairouan	**348,4**	**108,1**	**456,4**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	155,5	32,6	**188,1**
		Sous-total Kairouan - Jelma	**155,5**	**32,6**	**188,1**
		Total lot prioritaire	**505,0**	**139,6**	**644,5**

7 - L'IDENTIFICATION ET L'ÉVALUATION DES IMPACTS DU PROJET

L'étude des impacts environnementaux et sociaux de l'aménagement et de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va maintenant pouvoir être effectuée sur cette conception technique optimisée. Elle va consister à identifier les principaux impacts négatifs et positifs, directs et indirects, susceptibles d'être générés par l'aménagement et de l'exploitation de ce tronçon prioritaire, leur étendue et les composantes de l'environnement à étudier.

7.1 - La méthodologie pour l'identification et l'évaluation des impacts

7.1.1 - L'IDENTIFICATION DES IMPACTS PAR LA MÉTHODE MATRICIELLE DE LÉOPOLD

On a mis en exergue tout au long du chapitre IV les diverses sources d'impacts :

- du trafic automobile sur le réseau routier pré-existant en l'absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- de l'installation des chantiers et des travaux d'aménagement de ce tronçon prioritaire ;
- du trafic automobile sur le réseau routier pré-existant et sur ce tronçon prioritaire après sa mise en service.

On a également mis en exergue tout au long du chapitre V les composantes des cadres naturel et humain de sa zone d'influence qui vont être affectées de façon plus ou moins importante du fait de l'implantation, de la construction et/ou de l'exploitation de cette nouvelle infrastructure, qui constituent les principaux enjeux environnementaux et sociaux du Projet.

Pour identifier toutes les impacts provisoires et définitifs générés par le Projet autoroutier sur ses cadres naturel et humain, toutes ces activités sources d'impacts de l'implantation, de la construction et/ou de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont maintenant être croisées selon la méthode matricielle de Léopold avec tous les enjeux environnementaux et sociaux de sa zone d'influence.

Le **Tableau 189** de la page 415 présente cette matrice de Léopold pour l'identification des impacts des deux phases d'installation des chantiers et de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, où l'intensité des couleurs exprime l'intensité de l'impact généré par le facteur d'impact sur la composante affectée ou bonifiée.

Le **Tableau 190** de la page 416 présente quant à lui la matrice de Léopold pour l'identification des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, où l'intensité des couleurs exprime encore une fois l'intensité de l'impact généré par le facteur d'impact sur la composante affectée ou bonifiée.

On y voit que l'exploitation de cette infrastructure devrait générer des impacts positifs et négatifs liés au trafic automobile qui l'empruntera, mais aussi permettre de réduire tous les impacts positifs et négatifs que génère actuellement le trafic automobile sans Projet sur les RN3, A1 et RN2 entre Tunis et Jelma.

7.1.2 - L'EVALUATION DES IMPACTS PAR LA GRILLE DE MARTIN FECTEAU

Les impacts provisoires et définitifs que génèrent l'implantation, la construction et/ou l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont donc identifiés. Le croisement entre la gravité des impacts générés et la sensibilité des principales composantes environnementales et sociales affectées ou bonifiées va maintenant permettre d'évaluer l'importance de ces impacts après rapprochement entre :

- d'une part la force de la perturbation ou de l'avantage généré par la source d'impact, et
- d'autre part l'état actuel, la sensibilité ou la fragilité à la perturbation de la composante affectée ou avantagée.

Les cadres naturel et humain du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont être modifiés de façon plus ou moins importante du fait de l'implantation, de la construction puis de l'exploitation de cette nouvelle infrastructure.

Pour les autres critères, cette évaluation peut s'appuyer sur trois types de critères, à savoir :

- des critères scientifiques, tels que la rareté, l'originalité, la diversité ou la capacité de résistance de cette composante environnementale ou sociale affectée, ou encore la réversibilité et la probabilité d'occurence de l'impact ou encore la possibilité de gestion du risque encouru ;
- des critères règlementaires, tels que les mesures de protection de monuments ou de sites naturels, les normes de rejets dans le milieu naturel, etc … qui traduisent la reconnaissance de la valeur des enjeux qu'elles sauvegardent ;
- des critères sociétaux, tels que le caractère non renouvelable de certaines ressources, la qualité du cadre de vie, etc … qui rejoignent tous les réflexions sur le caractère durable du développement à préconiser.

L'importance relative d'un impact environnemental ou social peut être majeure, moyenne, mineure ou négligeable, ce qui permet d'appréhender les conséquences du projet sur la composante environnementale ou sociale affectée ou bonifiée. La grille de Martin Fecteau pour l'évaluation de l'importance relative d'un impact passe par la détermination préalable de son importance absolue, qui passe elle-même par la détermination préalable de son ampleur.

7.1.2.1 - Les facteurs d'évaluation de l'ampleur d'un impact environnemental et social

Afin de caractériser l'importance relative des impacts environnementaux et sociaux de ce Projet, le premier critère utilisé est l'ampleur de l'impact, qui définit le degré de perturbation que l'impact apporte à la composante affectée ou bonifiée en fonction de :

- **l'intensité de l'impact**, qui est divisée en trois classes :
  - ✓ Haute : l'activité affecte ou bonifie sensiblement l'intégrité de la composante ou son utilisation et compromet ou consolide sa pérennité ;
  - ✓ Moyenne : l'activité affecte ou bonifie sensiblement l'intégrité de la composante ou son utilisation sans compromettre ou consolider sa pérennité ;
  - ✓ Basse : l'activité affecte ou bonifie peu l'intégrité de la composante ou son utilisation.

Tableau 189 : Matrice d'identification des impacts de l'installation et des travaux du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Milieux / Composantes environnementales et sociales	physique					biologique			humain					socio-économique		
	Climat global	*Air*	*Sol*	*Eau de surface*	*Eau souterraine*	*Flore*	*Faune*	*Ecosystèmes*	*Santé*	*Sécurité*	*Population et vie en communauté*	*Gêne acoustique*	*Qualité de vie*	*Emplois /Revenus*	*Activités agro-pastorales*	*Autres activités économiques*
Activité sources d'impact — Type d'impact	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Installation des bases-vie et des bases-chantier																
Exploitation de carrières rocheuses																
Ouverture et exploitation de sites d'emprunt																
Ouverture et exploitation de gites de dépôt																
Dégagement des emprises																
Transport des agrégats des carrières aux chantiers																
Transport des emprunts et des déblais non réutilisés																
Travaux de terrassement de la plateforme																
Implantation d'ouvrages hydrauliques																
Assainissement latéral et sous chaussée																
Revêtement des chaussées																
Installation de la signalisation																
Présence de main d'œuvre																
Entretien des engins et véhicules																
Approvisionnement en hydrocarbures et lubrifiants																
Trafic routier ralenti par les chantiers																

Tableau 190 : Matrice d'identification des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Milieux		physique					biologique			humain						socio-économique		
Composantes environnementales et sociales / Activités sources d'impact	Type d'impact	*Climat global*	*Air*	*Sol*	*Eau de surface*	*Eau souterraine*	*Flore*	*Faune*	*Ecosystèmes*	*Santé*	*Sécurité*	*Population et vie en communauté*	*Gêne acoustique*	*Qualité de vie*	Type d'impact	*Emplois /Revenus*	*Activités agro-pastorales*	*Autres activités économiques*
Trafic autoroutier sur la nouvelle infrastructure	-														+			
Trafic routier diminué sur le réseau pré-existant	+														-			
Activité sources d'impact	Type d'impact	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		+	+	+
Présence de main d'œuvre dans les gares de péages, stations-service, aires de repos, etc …																		

- **des caractéristiques de la composante affectée ou bonifiée**, à savoir :
  - ✓ sa valeur règlementaire, qui correspond à son degré de sensibilité ou de vulnérabilité, et
  - ✓ sa valeur d'usage, qui correspond à la valeur que les populations riveraines lui accordent.

Le **Tableau 191** suivant présente la clef de combinaisons des critères de l'intensité de l'impact négatif ou positif et des valeurs règlementaire et d'usage de la composante affectée ou bonifiée utilisée qui permet d'évaluer l'ampleur de chaque impact, négatif ou positif, qui est divisée en quatre classes : Haute, Moyenne, Basse ou Négligeable.

Tableau 191 : Qualification et symbolisme des différents paramètres de caractérisation de l'ampleur d'un impact

Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur
Haute	Haute	Haute	**Haute**
		Moyenne	**Haute**
		Basse	**Moyenne**
	Moyenne	Haute	**Haute**
		Moyenne	**Moyenne**
		Basse	**Moyenne**
	Basse	Haute	**Haute**
		Moyenne	**Moyenne**
		Basse	**Basse**
Moyenne	Haute	Haute	**Haute**
		Moyenne	**Moyenne**
		Basse	**Moyenne**
	Moyenne	Haute	**Moyenne**
		Moyenne	**Moyenne**
		Basse	**Moyenne**
	Basse	Haute	**Moyenne**
		Moyenne	**Moyenne**
		Basse	**Basse**
Basse	Haute	Haute	**Moyenne**
		Moyenne	**Basse**
		Basse	**Basse**
	Moyenne	Haute	**Moyenne**
		Moyenne	**Basse**
		Basse	**Négligeable**
	Basse	Haute	**Basse**
		Moyenne	**Négligeable**
		Basse	**Négligeable**

7.1.2.2 L'évaluation de l'importance absolue d'un impact environnemental et social

L'importance absolue d'un impact d'ampleur non négligeable sur la composante environnementale ou sociale qu'il affecte ou bonifie peut être hiérarchisée au regard :

- d'un référentiel spatial : l'importance absolue d'un impact s'accroît selon qu'il affecte ou bonifie un enjeu limité à un échelon local jusqu'à un enjeu global, en passant par les échelons communal, gouvernoral, régional, national et international ;

- d'un référentiel temporel : l'importance absolue d'un impact s'accroît d'un enjeu affecté ou bonifié de façon limitée dans le temps et à très court terme jusqu'à un enjeu affecté ou bonifié de façon permanente de long terme.

C'est pourquoi la méthode de Martin FECTEAU combine avec l'ampleur de chaque impact du Projet, positif et négatif, deux autres paramètres pour déterminer son importance absolue :

- **l'étendue** ou la portée de l'impact : elle donne une idée de la dimension spatiale de l'impact, et correspond de fait à la zone d'influence du facteur d'impact qui le génère, qui a été divisée en trois classes :
  - ✓ Généralisée, qui regroupe les enjeux internationaux et nationaux,
  - ✓ Régionale, qui regroupe les enjeux régionaux et à l'échelle d'un gouvernorat, ou
  - ✓ Localisée, qui regroupe les enjeux communaux, locaux et ponctuels ;
- **la durée** : elle indique la manifestation de l'impact dans le temps, et a été divisée en trois classes :
  - ✓ Court terme : quand l'impact se manifeste uniquement pendant les chantiers de construction de la nouvelle infrastructure ;
  - ✓ Moyen terme : quand l'impact dure encore quelques mois à deux ans après la fin de l'exécution des travaux ;
  - ✓ Long terme : quand l'impact se manifeste pendant toute la durée de l'exploitation de l'infrastructure ou plus encore.

Le **Tableau 192** suivant présente la clef des combinaisons des trois critères qui ont été utilisés pour évaluer l'importance absolue de chaque impact environnemental ou social qui est divisée en quatre classes : Haute, Moyenne, Basse ou Négligeable.

Tableau 192 : Clef des combinaisons des différents critères pour juger de l'importance absolue d'un impact ou effet

Ampleur	Etendue ou portée	Durée	Importance absolue
Haute	Généralisée	Long terme	**Majeure**
		Moyen terme	**Majeure**
		Court terme	**Moyenne**
	Régionale	Long terme	**Majeure**
		Moyen terme	**Moyenne**
		Court terme	**Moyenne**
	Localisée	Long terme	**Majeure**
		Moyen terme	**Moyenne**
		Court terme	**Mineure**
Moyenne	Généralisée	Long terme	**Majeure**
		Moyen terme	**Moyenne**
		Court terme	**Moyenne**
	Régionale	Long terme	**Moyenne**
		Moyen terme	**Moyenne**
		Court terme	**Moyenne**
	Localisée	Long terme	**Moyenne**
		Moyen terme	**Moyenne**
		Court terme	**Mineure**
Basse	Généralisée	Long terme	**Moyenne**
		Moyen terme	**Mineure**
		Court terme	**Mineure**
	Régionale	Long terme	**Mineure**
		Moyen terme	**Mineure**
		Court terme	**Négligeable**
	Localisée	Long terme	**Mineure**
		Moyen terme	**Négligeable**
		Court terme	**Négligeable**

7.1.2.3 L'évaluation de l'importance relative d'un impact environnemental et social

A partir de l'importance absolue d'un impact sur la composante environnementale ou sociale qu'il affecte ou bonifie, l'évaluation de l'importance relative de cet impact peut être assez facilement hiérarchisée au regard :

- d'un référentiel probabiliste : l'importance relative d'un impact s'accroît avec la certitude de sa survenue ;
- d'un référentiel temporel : l'importance relative d'un impact s'accroît d'un enjeu affecté ou bonifié de façon temporaire du fait de sa réversibilité jusqu'à un enjeu affecté ou bonifié de façon permanente du fait de son irréversibilité.

C'est pourquoi la méthode de Martin FECTEAU prend finalement en compte deux derniers paramètres pour déterminer l'importance relative de chaque impact : son occurrence et sa réversibilité.

- **L'occurrence** exprime les chances qu'un impact se réalise : l'impact peut ainsi être certain, probable ou peu probable ;

- **La réversibilité** décrit la possibilité qu'un impact disparaisse au cours du temps : elle mesure donc à la fois la capacité de résistance de la composante affectée, et l'efficacité des mesures atténuatrices qui pourront être proposées. Trois classes ont été retenues :
  - ✓ Réversible, pour indiquer que l'impact a plus de 50% de chance d'être réversible ou que la mesure d'atténuation qui a été proposée est efficace à plus de 50% ;
  - ✓ Peu réversible, pour indiquer que l'impact a moins de 50% de chance d'être réversible ou que les d'atténuation qui a été proposée est efficace à moins de 50% ;
  - ✓ Irréversible, pour indiquer que l'impact est irréversible et qu'aucune mesure d'atténuation ne peut le faire disparaître.

Le **Tableau 193** suivant présente la clef qui permet de caractériser l'importance relative des impacts environnementaux et sociaux en combinant leur importance absolue avec ces deux critères qui est divisée en quatre classes : Haute, Moyenne, Basse ou Négligeable.

Tableau 193 : Clef des combinaisons des différents critères pour juger de l'importance relative d'un impact

Importance absolue	Probabilité d'occurrence	Réversibilité	Importance relative
Majeure	Certain	Irréversible	**Majeure**
		Peu Réversible	**Majeure**
		Réversible	**Moyenne**
	Probable	Irréversible	**Majeure**
		Peu Réversible	**Moyenne**
		Réversible	**Moyenne**
	Peu probable	Irréversible	**Majeure**
		Peu Réversible	**Moyenne**
		Réversible	**Mineure**
Moyenne	Certain	Irréversible	**Majeure**
		Peu Réversible	**Moyenne**
		Réversible	**Moyenne**
	Probable	Irréversible	**Moyenne**
		Peu Réversible	**Moyenne**
		Réversible	**Moyenne**
	Peu probable	Irréversible	**Moyenne**
		Peu Réversible	**Moyenne**
		Réversible	**Mineure**
Mineure	Certain	Irréversible	**Moyenne**
		Peu Réversible	**Mineure**
		Réversible	**Mineure**
	Probable	Irréversible	**Moyenne**
		Peu Réversible	**Mineure**
		Réversible	**Négligeable**
	Peu probable	Irréversible	**Mineure**
		Peu Réversible	**Négligeable**
		Réversible	**Négligeable**

7.2 - L'identification et l'évaluation des impacts de la situation sans projet

7.2.1 – LA JUSTIFICATION INITIALE DU TRAJET : LA CROISSANCE DES TEMPS DE TRAJET ENTRE TUNIS ET JELMA D'ICI 2037 EN SITUATION DE RÉFÉRENCE

C'est le risque de saturation progressive des trafics empruntant les divers axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma qui a poussé les Autorités tunisiennes à envisager la création d'un tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

En effet, cette saturation va se traduire par une augmentation continue entre 2018 et 2037 de la durée nécessaire pour effectuer un trajet routier entre Tunis et Jelma, phénomène qui risquerait de nuire grandement au potentiel de développement régional des quatre gouvernorats intérieurs traversés ou desservis qui constituent la zone d'influence indirecte de ce Projet.

7.2.1.1 – Une forte croissance des temps de trajet des véhicules légers d'ici 2037

A partir de l'évolution des vitesses des trafics de véhicules légers entre 2018 et 2037 et de la longueur de chaque section du réseau préexistant, autoroute A1, RN3 et RN2, le **Tableau 287** suivant présente les tendances évolutives entre 2018 et 2037 des temps de trajet Tunis-Jelma des véhicules légers empruntant les sections des axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma dans les trois situations sans Projet, à savoir :

- avec doublement en cours de la RN3 jusqu'à Kairouan,
- avec prolongement du doublement de la RN3 jusqu'à Jelma, et
- en utilisant un itinéraire alternatif par l'autoroute A1 et la RN2 jusqu'à la rocade de Kairouan.

Tableau 194 : Evolution d'ici 2037 des temps de trajet Tunis-Jelma des véhicules légers en situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	177,0	185,1	207,5	242,7	287,1	+62,2%
Réseau pré-existant	178,6	186,7	208,8	243,6	287,3	+60,9%
Itinéraire alternatif préexistant	196,8	207,5	233,0	271,0	318,3	+61,7%

On voit que la non-mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour faire face à la croissance importante attendue du trafic automobile de Tunis Jelma depuis entraînera entre 2018 et 2037 une nette dégradation des temps de trajet Tunis-Jelma des véhicules légers qui passeront :

- de 2h59' en 2018 à 4h47' en 2037, soit +60,9%, sur la RN3 en situation de référence ;
- de 2h47' en 2018 à 4h47' en 2037, soit +62,2%, sur la RN3 après doublement complémentaire entre Kairouan et Jelma ;
- de 3h17' en 2018 à 5h18' en 2037, soit +61,7%, sur l'itinéraire alternatif par Enfidha et l'autoroute A1 et la RN2/RN3.

La **Figure 118** suivante permet de comparer visuellement ces trois tendances évolutives d'ici 2037 des temps de trajet entre Tunis et Jelma pour les véhicules légers en l'absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

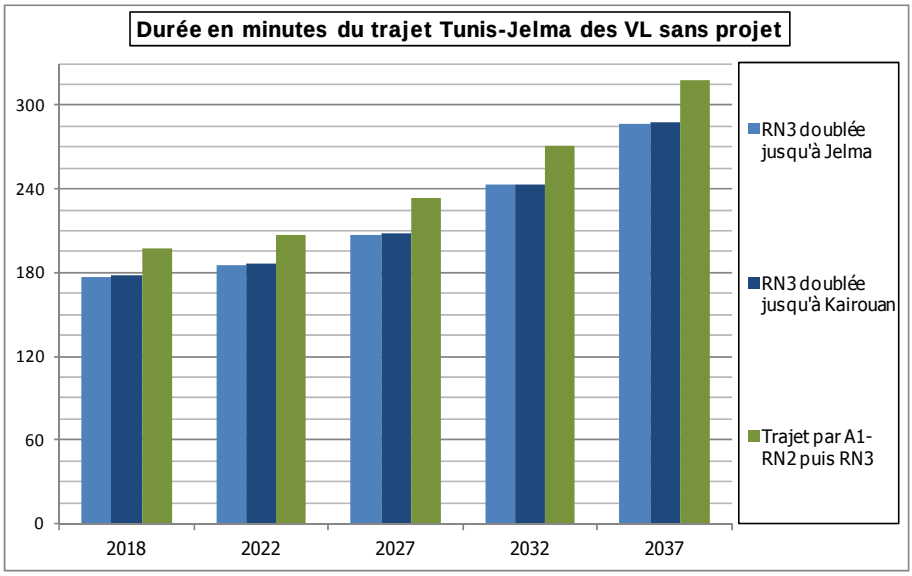


Figure 117 : Evolution entre 2018 et 2037 des temps de trajet des véhicules légers entre Tunis et Jelma sans Projet

La **Figure 118** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces trois tendances évolutives d'ici 2037 des temps de trajet entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma pour les véhicules légers en l'absence de mise en service de ce tronçon prioritaire.

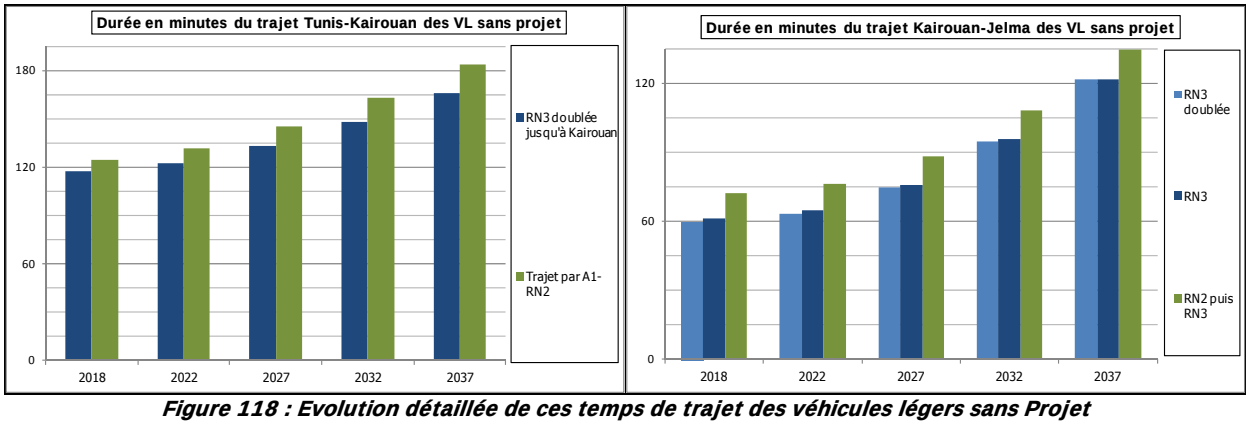


Figure 118 : Evolution détaillée de ces temps de trajet des véhicules légers sans Projet

On voit que la non-mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à un ralentissement progressif du trafic de véhicules légers empruntant le réseau routier existant, et ce que la RN3 soit ou non dédoublée.

Quant au trafic de véhicules légers qui emprunterait le tracé alternatif par Enfidha (autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis RN2 dédoublée jusqu'à Kairouan, puis RN2 jusqu'à Chbika), la saturation progressives des sections autoroutières de Tunis à Enfidha y conduira à un ralentissement progressif aussi rapide.

7.2.1.2 – Une forte croissance des temps de trajet des poids lourds d'ici 2037

A partir de l'évolution des vitesses des trafics de véhicules légers entre 2018 et 2037 et de la longueur de chaque section du réseau préexistant, autoroute A1, RN3 et RN2, le **Tableau 287** suivant présente les tendances évolutives d'ici 2037 des temps de trajet entre Tunis et Jelma pour les véhicules légers empruntant les sections des axes du réseau routier pré-existant dans les trois situations sans Projet, à savoir :

- avec doublement en cours de la RN3 jusqu'à Kairouan,
- avec prolongement du doublement de la RN3 jusqu'à Jelma, et
- en utilisant un itinéraire alternatif par l'autoroute A1 et la RN2 jusqu'à la rocade de Kairouan.sans Projet.

Tableau 195 : Evolution d'ici 2037 des temps de trajet Tunis-Jelma des poids lourds en situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	177,0	185,1	207,5	242,7	287,1	+62,2%
Réseau pré-existant	178,6	186,7	208,8	243,6	287,3	+60,9%
Itinéraire alternatif préexistant	196,8	207,5	233,0	271,0	318,3	+61,7%

On voit que la non-mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pour faire face à la croissance importante attendue du trafic de poids lourds entre Tunis et Jelma entraînera entre 2018 et 2037 une nette dégradation des temps de trajet Tunis-Jelma des poids lourds qui passeront :

- de 2h59' en 2018 à 4h47' en 2037, soit +60,9%, sur la RN3 en situation de référence ;
- de 2h47' en 2018 à 4h47' en 2037, soit +62,2%, sur la RN3 après doublement complémentaire entre Kairouan et Jelma ;
- de 3h17' en 2018 à 5h18' en 2037, soit +61,7%, sur l'itinéraire alternatif par Enfidha et l'autoroute A1 et la RN2/RN3.

La **Figure 120** suivante permet de comparer visuellement les trois tendances évolutives entre 2018 et 2037 des temps de trajet entre Tunis et Jelma des poids lourds pour les trois itinéraires possibles en l'absence de mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

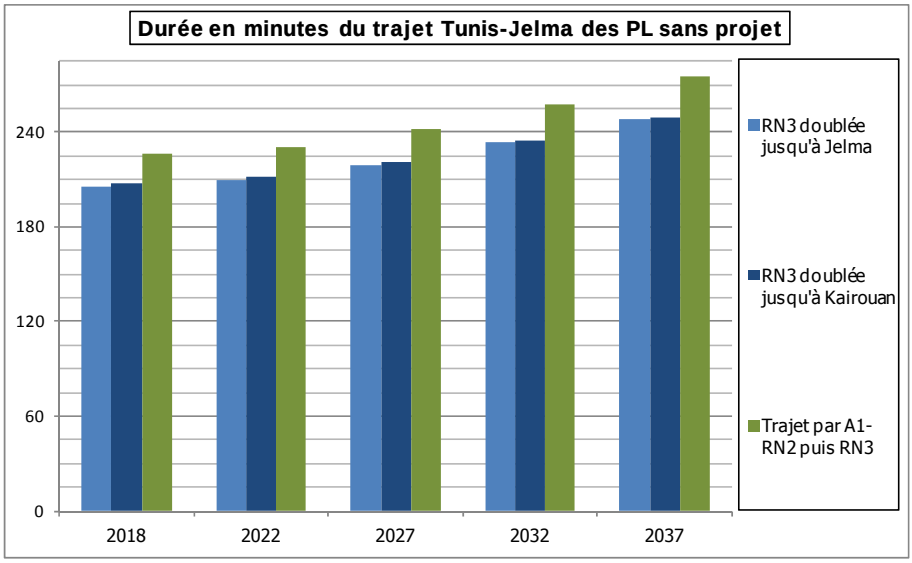


Figure 119 : Evolution d'ici 2037 des temps de trajet des poids lourds entre Tunis et Jelma sans Projet

La **Figure 118** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces trois tendances évolutives entre 2018 et 2037 des temps de trajet des poids lourds entre Tunis et Kairouan pour les deux itinéraires

possibles et entre Kairouan et Jelma pour les trois itinéraires possibles en l'absence de mise en service de ce tronçon prioritaire.

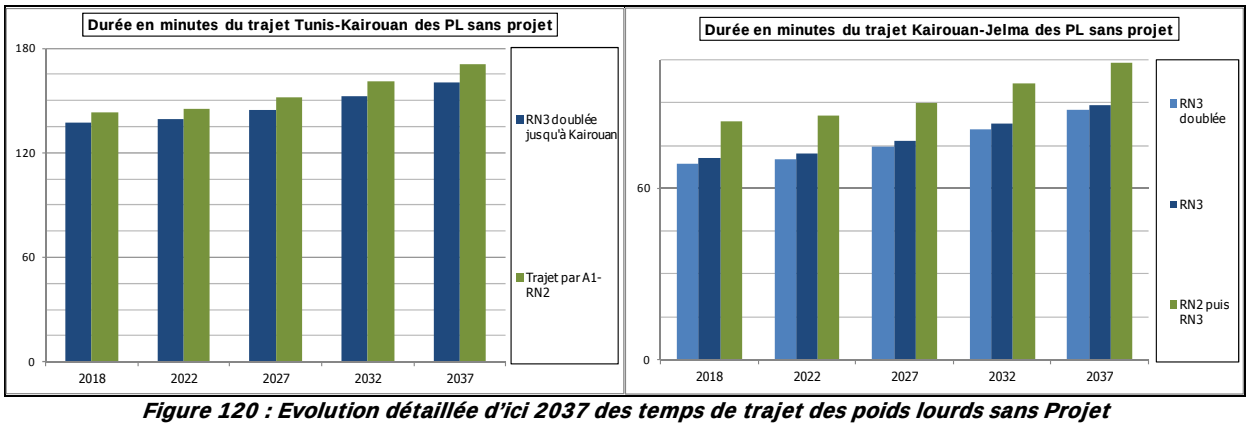


Figure 120 : Evolution détaillée d'ici 2037 des temps de trajet des poids lourds sans Projet

On voit que, même si une partie de ce trafic poids lourds peut être reporté sur les heures creuses nocturnes, la non-mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à un ralentissement progressif du trafic de poids lourds empruntant le réseau routier existant pour, et ce que la RN3 soit ou non dédoublée.

Quant au trafic de poids lourds qui emprunterait le tracé alternatif par Enfidha (autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis RN2 dédoublée jusqu'à Kairouan, puis RN3 jusqu'à Jelma), la saturation progressives des sections autoroutières de Tunis à Enfidha y conduira à un ralentissement progressif aussi rapide.

7.2.2 – LES IMPACTS DE LA SITUATION SANS PROJET SUR LE MILIEU NATUREL

Ce ralentissement progressif des trafics empruntant les divers axes du réseau routier pré-existant va aussi engendrer une augmentation des émissions des polluants atmosphériques, comme on l'a vu au § **4.2.2.2.3** à partir de la page 123 :

- une augmentation des émissions unitaires au km ;
- une explosion des émissions unitaires à la seconde.

Par contre, on a vu que le progrès technologique sur les moteurs à combustion interne et les systèmes annexes (filtres à particules, ...) se traduisait régulièrement par la baisse des émissions unitaires de polluants gazeux et de particules des véhicules neufs.

L'effet antagoniste de ces deux facteurs va être évalué pour deux types de section routières :

- les sections situées en milieu rural, très peu peuplées et où les émissions des moteurs à explosion de ces trafics automobiles constituent la principale source de dégradation de la qualité chimique de l'air ;
- les sections situées en milieu urbain, peuplées et où les émissions des moteurs à explosion de ces trafics automobiles ne font que s'ajouter aux autres sources de dégradation de la qualité chimique de l'air : unités industrielles et artisanales, foyers domestiques, STEP, ...

7.2.2.1 – Une participation croissante du trafic Tunis-Jelma au réchauffement climatique global

Le **Tableau 196** suivant présente l'évolution des émissions atmosphériques de CO_2 entre 2018 et 2037 du trafic automobile empruntant les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 196 : Evolution d'ici 2037 des émissions atmosphériques de CO_2 en situation sans Projet

Axes \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections A1, RN et RR de Tunis à Kairouan	499 605	518 754	578 550	665 869	797 182	+59,6%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	74 376	79 708	95 700	114 181	144 484	+94,3%
Total des accidents sans projets	**573 981**	**598 462**	**674 250**	**780 050**	**941 666**	**+64,1%**

On voit que, malgré la baisse des émissions unitaires de CO_2 des véhicules du parc automobile tunisien, la situation de référence se traduira par une augmentation de 64,1% entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de CO_2 du trafic automobile entre Tunis et Jelma du fait de la croissance du nombre de véhicules circulant sur les sections de l'autoroute A1 entre Tunis et Enfidha et sur les routes nationales et régionales.

Cette évolution des émissions atmosphériques de CO_2 entre 2018 et 2037 en situation de référence va être comparée dans le § 7.5.1.1 à partir de la page 506 à l'évolution des mêmes émissions :

- en situation avec Projet, quand une partie du trafic inter-régional obligé aujourd'hui d'emprunter ces axes se sera reporté sur les nouvelles sections autoroutières ;
- après la simple prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

7.2.2.2 – Des évolutions contradictoires des émissions de polluants gazeux le long des axes entre Tunis et Jelma

La combinaison entre la diminution des émissions unitaires de polluants gazeux des véhicules du parc automobile tunisien et la diminution de la vitesse du trafic automobile empruntant les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation de référence liée à l'augmentation des TJMAs va se traduire par des évolutions contrastées entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques de polluants gazeux.

7.2.2.2.1 – Des émissions croissantes de CO entre 2018 et 2027 par le trafic entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 197** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de CO du trafic automobile empruntant les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 197 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales et urbaines de CO en situation sans Projet

Axes \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections rurales A1, RN et RR de Tunis à Kairouan	2 089 950	1 758 957	1 729 305	1 948 108	2 370 808	+13,4%
Sections rurales RN et RR de Kairouan à Jelma	286 510	269 814	314 910	401 207	527 295	+84,0%
Total des émissions en milieu rural	**2 376 460**	**2 028 772**	**2 044 215**	**2 349 315**	**2 898 104**	**+22,0%**
Sections urbaines RN et RR de Tunis à Kairouan	71 475	68 133	81 675	106 782	144 822	+102,6%
Sections urbaines RN et RR de Kairouan à Jelma	10 683	10 689	12 939	16 241	20 695	+93,7%
Total des émissions en milieu urbain	**82 158**	**78 823**	**94 614**	**123 023**	**165 516**	**+101,5%**

On voit que, du fait de la croissance du nombre de véhicules circulant entre Tunis et Jelma sur les axes du réseau pré-existant et malgré la baisse des émissions unitaires de CO des véhicules du parc automobile tunisien, la situation de référence se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de CO de ce trafic automobile :

- de 22,0% en milieu rural, et surtout
- de 101,5% en milieu urbain.

Ces évolutions entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de CO en milieu rural et en milieu urbain entre Tunis et Jelma en situation de référence vont elles aussi être comparées dans le § 7.5.1.2 à partir de la page 510 à l'évolution des mêmes émissions :

- en situation avec Projet, quand une partie du trafic inter-régional obligé aujourd'hui d'emprunter ces axes se sera reporté sur le nouveau tronçon autoroutier ;
- après la simple prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

7.2.2.2.2 – Des émissions décroissantes de NO_x entre 2018 et 2027 par le trafic entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 198** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de NO_x du trafic automobile empruntant les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 198 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales et urbaines de NO_x en situation sans Projet

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections rurales A1, RN et RR de Tunis à Kairouan	1 038 422	679 491	493 426	406 398	425 544	-59,0%
Sections rurales RN et RR de Kairouan à Jelma	161 570	113 636	87 177	74 408	81 933	-49,3%
Total des émissions en milieu rural	**1 199 992**	**793 127**	**580 602**	**480 806**	**507 477**	**-57,7%**
Sections urbaines RN et RR de Tunis à Kairouan	40 820	29 308	23 049	19 762	21 588	-47,1%
Sections urbaines RN et RR de Kairouan à Jelma	5 429	4 054	3 127	2 608	2 756	-49,2%
Total des émissions en milieu urbain	**46 249**	**33 362**	**26 176**	**22 371**	**24 344**	**-47,4%**

On voit que, du fait de la très forte baisse des émissions unitaires des véhicules du parc automobile tunisien et malgré la croissance du nombre de véhicules circulant entre Tunis et Jelma sur les axes du réseau pré-existant, la situation de référence se traduira par une diminution entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de NO_x de ce trafic automobile :

- de -47,4% en milieu urbain, et surtout
- de -57,7% en milieu rural.

Ces évolutions entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de NO_x en milieu rural et en milieu urbain entre Tunis et Jelma en situation de référence vont encore une fois être comparées dans le § 7.5.1.2 à partir de la page 510 à l'évolution des mêmes émissions :

- en situation avec Projet, quand une partie du trafic inter-régional obligé aujourd'hui d'emprunter ces axes se sera reporté sur le nouveau tronçon autoroutier ;
- après la simple prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

7.2.2.3 – Des émissions décroissantes de PM_{10} le long des axes entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 199** suivant présente l'évolution des émissions atmosphériques de PM_{10} du trafic automobile empruntant les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 199 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales et urbaines de PM_{10} en situation sans Projet

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections rurales A1, RN et RR de Tunis à Kairouan	87 575	41 194	44 970	28 530	33 498	-61,7%
Sections rurales RN et RR de Kairouan à Jelma	7 917	4 611	5 626	4 611	5 883	-25,7%
Total des émissions en milieu rural	**95 491**	**45 805**	**50 596**	**33 142**	**39 381**	**-58,8%**
Sections urbaines RN et RR de Tunis à Kairouan	2 044	1 236	1 516	1 209	1 480	-27,6%
Sections urbaines RN et RR de Kairouan à Jelma	283	185	217	167	192	-31,9%
Total des émissions en milieu urbain	**2 326**	**1 421**	**1 733**	**1 376**	**1 673**	**-28,1%**

On voit que, du fait de la très forte baisse des émissions unitaires des véhicules du parc automobile tunisien existant et malgré la croissance du nombre de véhicules circulant sur les axes du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma, la situation de référence se traduira par une diminution entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de PM_{10} de ce trafic automobile :

- de -28,1% en milieu urbain, et surtout
- de -58,8% en milieu rural.

Cette évolution entre 2018 et 2037 des émissions atmosphériques de PM_{10} en milieu rural et en milieu urbain entre Tunis et Jelma en situation de référence va elle aussi être comparée dans le §7.5.1.2 à partir de la page 510 à l'évolution des mêmes émissions :

- en situation avec Projet, quand une partie du trafic inter-régional obligé aujourd'hui d'emprunter ces axes se sera reporté sur le nouveau tronçon autoroutier ;
- après la simple prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

7.2.2.4 – Le récapitulatif des impacts de la situation de référence sur le mileu naturel

Le **Tableau 200** suivant récapitule l'ensemble des impacts générés sur le milieu naturel alentour par la croissance des trafics automobiles empruntant les axes du réseau préexistant entre Tunis et Jelma en situation de référence, c'est-à-dire en l'absence de réalisation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, dont le **Tableau 201** de la page 429 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 200 : Matrice de caractérisation des impacts de la situation sans Projet sur le milieu naturel

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Ralentissement du trafic automobile empruntant les diverses sections rurales et urbaines des axes du réseau routier pré-existant	Emissions atmosphériques croissantes de GES le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Participation au phénomène de changement climatique global	
	Emissions atmosphériques croissantes de CO le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Baisse de la qualité de l'air ambiant, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
	Emissions atmosphériques croissantes de métaux lourds le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Retombées de métaux lourds sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	
	Pertes croissantes de lubrifiants par les véhicules en mauvais état sur les divers axes du réseau routier pré-existant	Dépôts de lubrifiants sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	Transport de résidus de lubrifiants par les eaux de ruissellement vers l'aval des axes du réseau routier pré-existant
	Augmentation des activités commerciales dans les stations-service et aires commerciales des zones urbaines traversées	Production de déchets ménagers	Dégradation despaysages aux alentours de ces infrastructures de service en l'absence de systèmes de collecte et de transfert v ers une décharge contrôlée
Progrès technologiques sur les émissions unitaires des moteurs à combusion interne	Emissions atmosphériques décroissantes de NO_x le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Amélioration de la qualité de l'air ambiant, en particulier dans les sections urbaoines du réseau pré-existant	
	Diminution des émissions atmosphériques de particules le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Diminution des retombées de particules sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	Diminution des quantités de particules transportées par les eaux de ruissellement vers l'aval des axes du réseau routier pré-existant
Utilisation d'eau domestique dans les stations-service	Production d'eaux usées par ces infrastructures de service	Risque de pollution des eaux de surface à l'aval de ces stations-service	Risque de pollution des nappes phréatiques à l'aval de ces stations-service
Entretien et approvisionnement des véhicules au niveau des stations services	Pertes croissantes de carburants par les stations-service	Risque de pollution des sols aux alentours de ces stations-service	Risque de pollution des eaux de surface à l'aval de ces stations-service
	Collecte croissante d'huiles usagées dans les stations-service	Risque de pollution des sols aux alentours de ces stations-service	Risque de pollution des eaux de surface à l'aval de ces stations-service

Tableau 201 : Matrice d'évaluation des impacts de la situation sans Projet sur le cadre naturel du Projet

Activités sources d'impact	Composantes principales du cadre naturel affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Augmentation des émissions de GES le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Climat	Augmentation de la participation au changement climatique global	SPN-1	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Maj**	Cert	Rév	**Moy**
Augmentation des émissions atmosphériques de métaux lourds le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Air	Baisse de la qualité de l'air ambiant	SPN-2	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Maj**	Cert	Rév	**Moy**
	Sols	Pollution des sols par les toxiques adsorbés par la fraction argileuse	SPN-3	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Peu rév	**Min**
	Eaux de surface	Pollution des eaux de surface par ruissellement	SPN-4	-	I	Bas	Haute	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
Augmentation des émissions de CO le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Air	Baisse de la qualité de l'air ambiant	SPN-5	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
Diminution des émissions de NO_x le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Air	Amélioration de la qualité de l'air ambiant	SPN-6	+	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
Diminution des émissions atmosphériques de PM_{10} le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Air	Amélioration de la qualité de l'air ambiant	SPN-7	+	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
Augmentation des pertes de lubrifiants par les véhicules en mauvais état sur les divers axes du réseau routier pré-existant	Sols	Augmentation des dépôts de lubrifiants sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	SPN-8	-	I	Bas	Bas	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Prob	Peu rév	**Négl**
	Eaux de surface	Augmentation de la présence de lubrifiants dans l'eau dles oueds interceptés par les axes du réseau routier pré-existant	SPN-9	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Min**
Augmentation des activités commerciales dans les stations-service	Sols	Augmentation de la collecte d'huiles usagées dans les stations-service	SPN-10	-	I	Bas	Bas	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Paysages	Augmentation de la production de déchets ménagers	SPN-11	-	I	Bas	Bas	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Augmentation des activités commerciales dans les zones urbaines traversées	Paysages	Augmentation de la production de déchets ménagers	SPN-12	-	I	Moy	Bas	Moy	**Bas**	Rég	Lg t	**Moy**	Pro	Rév	**Min**

7.2.3 – LES AUTRES IMPACTS DE LA SITUATION SANS PROJET SUR LE MILIEU HUMAIN

7.2.3.1 – Une forte croissance de la consommation de carburants entre Tunis et Jelma d'ici 2037

Ce ralentissement progressif des trafics empruntant les divers axes du réseau routier pré-existant va aussi se traduire par une consommation croissante de carburants, essence pour 80% des voitures particulières et gas-oil pour tous les autres types de véhicules, entre 2018 et 2037. Comme la balance énergétique de la Tunisie est déficitaire, cette situation est économiquement défavorable. Ces évolutions vont être comparées dans le § 7.5.4.1 à partir de la page 538 aux mêmes évolutions entre 2018 et 2037de la consommation de carburants entre Tunis et Jelma :

- en situation avec Projet, quand une partie du trafic inter-régional obligé aujourd'hui d'emprunter ces axes se sera reporté sur les nouvelles sections autoroutières ;
- après la simple prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

7.2.3.1.1 L'évolution de la consommation d'essence entre Tunis et Jelma d'ici 2037

Avec l'hypothèse que l'essence est le carburant de 80% des voitures particulières, le **Tableau 202** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 de la consommation d'essence sur les sections routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 202 : Evolution d'ici 2037 de la consommation d'essence en situation sans Projet (000 l)

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections RN et RR de Tunis à Kairouan	64 709	67 918	75 185	90 565	105 816	+63,5%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	7 104	7 662	8 863	11 029	13 977	+96,7%
Total des consommations sans projets	**71 813**	**75 580**	**84 048**	**101 595**	**119 792**	**+66,8%**

On voit que, du fait de l'évolution des TJMAs sur les routes nationales et régionales que ne compense pas totalement la baisse des consommations unitaires des véhicules essence du fait du progrès technologique, la situation de référence se traduira par une augmentation de 66,8% entre 2018 et 2037 de la consommation d'essence entre Tunis et Jelma.

7.2.3.1.2 L'évolution de la consommation de gas-oil entre Tunis et Jelma d'ici 2037

Avec l'hypothèse que le gas-oil est le carburant de 20% des voitures particulières et de tous les autres types de véhicules, le **Tableau 203** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 de la consommation de gas-oil sur les sections routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet.

Tableau 203 : Evolution d'ici 2037 de la consommation de gas-oil en situation sans Projet (000 l)

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections RN et RR de Tunis à Kairouan	134 275	139 054	155 536	178 544	215 410	+60,4%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	21 818	23 338	28 324	33 382	42 221	+93,5%
Total des consommations sans projets	**156 093**	**162 393**	**183 860**	**211 925**	**257 631**	**+65,0%**

On voit que, du fait de l'évolution des TJMAs sur les routes nationales et régionales que ne compense pas la baisse des consommations unitaires des véhicules diesel du fait du progrès technologique, la situation de référence se traduira par une augmentation de +65,0% entre 2018 et 2037 de la consommation de gas-oil entre Tunis et Jelma.

7.2.3.2 – Une forte croissance d'ici 2037 de l'accidentologie routière entre Tunis et Jelma

L'évolution des trafics empruntant le réseau pré-existant entre Tunis et Jelma (autoroute A1, RN dédoublées et RN-RR à circulations croisées) dans la situation sans Projet ont été présentées dans les **Tableau 57** à **Tableau 60** de la page 141 à 142. L'évolution entre 2108 et 2037 des accidentologies sur les sections de ce réseau routier pré-existant ont quant à elles été présentées dans le **Tableau 66** de la page 147.

Malgré la diminution de l'accidentologie par million de véhicules-kilomètres, cette augmentation progressive des trafics empruntant ces axes du réseau routier pré-existant va donc engendrer une augmentation des nombres d'accidents, de tués et de blessés entre 2018 et 2037. Deux situations sans Projet ont été analysées, vu l'impact du doublement d'une route nationale sur l'accidentologie, à savoir la situation sans Projet :

- de base, sur le réseau routier pré-existant, avec doublement de la RN3 jusqu'à El Baten et de la RN2 jusqu'à Kairouan ;
- améliorée, après la prolongation du doublement de la RN3 jusquà Jelma.

Ces évolutions entre 2018 et 2037 seront par la suite comparées dans le § 7.5.4.1 à partir de la page 538 aux mêmes évolutions des nombres d'accidents, de tués et de blessés entre Tunis et Jelma en situation avec Projet.

7.2.3.2.1 - L'évolution d'ici 2037 du nombre d'accidents entre Tunis et Jelma en situation sans Projet

7.2.3.2.1.1 - L'évolution d'ici 2037 du nombre d'accidents entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base, il a été possible de dresser le **Tableau 204** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 de l'accidentologie sur ces sections dans cette situation de base.

Tableau 204 : Evolution d'ici 2037 du nombre d'accidents en situation sans Projet de base

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	245	244	263	283	282	+15,2%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	165	228	278	341	417	+153,5%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	72	83	100	119	142	+98,8%
Total des accidents sans projet de base	**481**	**556**	**642**	**742**	**841**	**+75,0%**

On voit que la situation sans Projet de base se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 75,0% du nombre des accidents de la route entre Tunis et Jelma, essentiellement du fait de l'évolution du nombre des accidents sur les routes nationales et régionales.

7.2.3.2.1.2 - L'évolution d'ici 2037 du nombre d'accidents entre Tunis et Jelma en situation améliorée

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet améliorée par le doublement de la RN3 entr'El Baten et Jelma, il a été possible de dresser le **Tableau 205** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 de l'accidentologie sur ces sections dans cette situation améliorée.

Tableau 205 : Evolution d'ici 2037 du nombre d'accidents en situation sans Projet améliorée

Axes \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	245	244	263	283	282	+15,2%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	165	228	278	341	417	+153,5%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	63	72	86	102	121	+93,2%
Total des accidents sans projet améliorée	**472**	**545**	**628**	**725**	**820**	**+73,8%**

On voit que la situation sans Projet améliorée se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 73,8% du nombre des accidents de la route entre Tunis et Jelma, essentiellement du fait de l'évolution du nombre des accidents sur les routes nationales et régionales.

La comparaison des données de ce **Tableau 205** avec celles du **Tableau 204** précédent permet aussi de constater que la poursuite du doublement de la RN3 jusqu'à Jelma génèrera une diminution en 2037 de 21 accidents sur la RN3 entre Kairouan et Jelma par rapport à la situation de base.

7.2.3.2.2 - L'évolution d'ici 2037 du nombre de tués entre Tunis et Jelma en situation sans Projet

7.2.3.2.2.1 - L'évolution d'ici 2037 du nombre de tués entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base, il a aussi été possible de dresser le **Tableau 206** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur ces sections dans cette situation de base.

Tableau 206 : Evolution d'ici 2037 du nombre de tués sur les routes en situation sans Projet de base

Axes \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	326	402	488	590	740	+127,0%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	385	454	568	686	845	+119,5%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma	166	195	237	286	346	+108,0%
Total des tués sans projet de base	**877**	**1 052**	**1 293**	**1 562**	**1 931**	**+120,1%**

On voit que la situation sans Projet de base se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 120,1% de tués sur les routes entre Tunis et Jelma, surtout du fait de l'évolution du nombre de tués sur les sections autoroutières de l'autoroute A1.

7.2.3.2.2.2 - L'évolution d'ici 2037 du nombre de tués entre Tunis et Jelma en situation améliorée

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet améliorée, il a aussi été possible de dresser le **Tableau 207** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur ces sections dans cette situation améliorée.

Tableau 207 : Evolution d'ici 2037 du nombre de tués sur les routes en situation sans Projet améliorée

Axes \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	326	402	488	590	740	+127,0%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	385	454	568	686	845	+119,5%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma avec RN3 doublée	149	174	210	253	304	+104,5%
Total des tués sans projet améliorée	**860**	**1 030**	**1 266**	**1 528**	**1 889**	**+119,8%**

On voit que la situation sans Projet améliorée se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 119,8% du nombre tués sur les routes entre Tunis et Jelma, surtout du fait de l'évolution du nombre de tués sur les sections autoroutières de l'autoroute A1.

La comparaison des données de ce **Tableau 207** avec celles du **Tableau 206** précédent permet aussi de constater que la poursuite du doublement de la RN3 jusqu'à Jelma génèrera une diminution en 2037 de 42 tués sur les routes entre Kairouan et Jelma par rapport à la situation de base à cette date.

7.2.3.2.3 - L'évolution d'ici 2037du nombre de blessés entre Tunis et Jelma en situation sans Projet

7.2.3.2.3.1 - L'évolution d'ici 2037 du nombre de blessés entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet de base, il a été possible de dresser le **Tableau 208** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur ces sections dans cette situation de base.

Tableau 208 : Evolution d'ici 2037 du nombre de blessés sur les routes en situation sans Projet de base

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	3 654	3 963	4 527	5 165	5 748	+57,3%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1 727	2 043	2 516	3 106	3 837	+122,2%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma avec RN3 doublée	450	528	641	775	937	+108,0%
Total des blessés sans projet de base	**5 831**	**6 535**	**7 684**	**9 045**	**10 521**	**+80,4%**

On voit que la situation sans Projet de base se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 80,4% du nombre des blessés sur les routes entre Tunis et Jelma, croissance essentiellement due aux accidents sur les routes nationales et régionales.

7.2.3.2.3.2 - L'évolution d'ici 2037 du nombre de blessés entre Tunis et Jelma en situation améliorée

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet améliorée, il a enfin été possible de dresser le **Tableau 209** suivant présente l'évolution entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur ces sections dans cette situation améliorée.

Tableau 209 : Evolution d'ici 2037 du nombre de blessés sur les routes en situation sans Projet de base

Horizons / Axes	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Sections autoroutières A1 Tunis-péage Enfidha	3 654	3 963	4 527	5 165	5 748	+57,3%
Sections RN et RR avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1 727	2 043	2 516	3 106	3 837	+122,2%
Sections RN et RR de Kairouan à Jelma avec RN3 doublée	587	689	836	1 009	1 218	+107,3%
Total des blessés sans projet améliorée	**5 968**	**6 696**	**7 879**	**9 280**	**10 802**	**+81,0%**

On voit que la situation sans Projet améliorée se traduira par une augmentation entre 2018 et 2037 de 81,0% du nombre des blessés sur les routes entre Tunis et Jelma, croissance essentiellement due aux accidents sur les routes nationales et régionales.

La comparaison des données de ce **Tableau 209** avec celles du **Tableau 208** précédent permet aussi de constater que la poursuite du doublement de la RN3 jusqu'à Jelma génèrera une augmentation en 2037 de 281 blessés sur les routes entre Kairouan et Jelma par rapport à la situation de base à cette date.

7.2.3.3 - Les impacts sur les activités économiques le long des axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma

On peut distinguer deux grands types d'activités économiques pratiquées le long des divers axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma :

- des activités commerciales et artisanales installées dans les zones urbanisées traversées, ;
- les gargottes installées à l'entrée et à la sortie des agglomérations et de certains villages spécialisés, pour fournir du méchoui d'agneau aux automobilistes de passage.

Ces activités profiteront certes de ces trafics routiers croissants et de ces temps de parcours allongés qui emprunteraient ces axes en cas de non-mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, car ces phénomènes leur fourniraient des chalands potentiels de plus en plus nombreux.

Mais ces activités souffriraient alors également du ralentissement des trafics sur les axes régionaux, pour leur approvisionnement en intrants et marchandises.

7.2.3.4 – Une part décroissante des deux gouvernorats traversés dans la population tunisienne

L'enclavement relatif des deux gouvernorats desservis se traduit dans l'évolution ralentie des effectifs des populations qui y résident, et dans les faibles taux d'urbanisation qui les caractérisent encore.

7.2.3.4.1 - L'évolution entre 1984 et 2004 de la population du gouvernorat de Zaghouan

Le **Tableau 210** suivant présente l'évolution de la population recensée dans le gouvernorat de Zaghouan au cours des trois derniers Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat.

Tableau 210 : Evolution de 1984 à 2004 de la population recensée dans le gouvernorat de Zaghouan

		Effectifs recensés lors des RGPH			Taux de croissance	
Populations		**1984**	**1994**	**2004**	**1984/1994**	***1994/2004***
Communale		29 831	48 515	60 414	+ 4,98%	***+ 2,22%***
Non communale		88 912	94 422	100 549	+ 0,60%	***+ 0,63%***
Total gouvernorat Zaghouan		118 743	**142 937**	**160 963**	**+ 1,87%**	***+ 1,20%***
Total national		6 966 173	**8 785 711**	**9 910 872**	**+ 2,35%**	***+ 1,21%***
Proportion communale	Zaghouan	25,1%	33,9%	37,5%	+ 3,04%	***+ 1,00 %***
	Tunisie	52,8%	61,0%	64,9%	+ 1,45%	***+ 0,62 %***
Proportion non communale	Zaghouan	74,9%	66,1%	62,5%	- 1,24%	***- 0,55 %***
	Tunisie	***47,2 %***	***39,0 %***	***35,1 %***	***- 1,88 %***	***- 1,04 %***

On voit que la population du gouvernorat de Zaghouan a régressé de 1,7% à 1,6% de la population du pays entre 1984 et 1994, puis est resté à 1,6% entre 1994 et 2004, car le taux de croissance de la population du gouvernorat s'est rapproché du taux national après 1994. La proximité de l'agglomération tunisoise permet au gouvernorat de Zaghouan de moins ressentir les effets de sa mauvaise desserte routière.

On observe toutefois une nette dichotomie entre une population communale dont le taux de croissance reste élevé, même s'il décroît de 4,98% à 2,22%, et une population non communale dont le taux de

croissance ne représente que 0,60%, puis 0,63%. Il faut d'ailleurs souligner que le taux d'urbanisation du gouvernorat de Zaghouan est encore très inférieur au tau observé pour l'ensemble de la Tunisie.

7.2.3.4.2 L'évolution entre 1984 et 2004 de la population du gouvernorat de Kairouan

Le **Tableau 211** suivant présente de même l'évolution de la population recensée dans le gouvernorat de Kairouan au cours des trois derniers Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat.

Tableau 211 : Evolution de 1984 à 2004 de la population recensée dans le gouvernorat de Kairouan

Populations		Effectifs recensés lors des RGPH			Taux de croissance	
		1984	1994	2004	1984/1994	***1994/2004***
Communale		103 041	155 220	173 608	+ 4,18%	***+ 1,13%***
Non communale		318 566	375 505	372 601	+ 1,66%	***- 0,08%***
Total gouvernorat Kairouan		**421 607**	**530 725**	**546 209**	**+ 2,33%**	***+ 0,29%***
Total national		**6 966 173**	**8 785 711**	**9 910 872**	**+ 2,35%**	***+ 1,21%***
Proportion communale	Kairouan	24,4%	29,2%	31,8%	+ 1,80%	***+ 0,84%***
	Tunisie	52,8%	61,0%	64,9%	+ 1,45%	***+ 0,62%***
Proportion non communale	Kairouan	75,6%	70,8%	68,2%	- 0,65%	***- 0,37%***
	Tunisie	***47,2%***	***39,0%***	***35,1%***	***- 1,88%***	***- 1,04%***

On voit que la population du gouvernorat de Kairouan est passée de 6,1 à 6,0% de la population du pays entre 1984 et 1994, puis de 6,0 à 5,5% entre 1994 et 2004, car le taux de croissance de la population du gouvernorat a toujours été inférieur au taux national depuis 1984. Il a plus fortement diminué entre les deux dernières décennies 1984-1994 et 1994-2004 que dans l'ensemble du pays, puisqu'il est passé globalement de 2,33% à 0,29%, avec une nette dichotomie entre :

- la population communale, dont le taux de croissance reste positif, même s'il décroît fortement en passant de 4,18% à 1,13% sans création de nouvelles communes ;
- la population non communale, dont le taux de croissance est passé de 1,66% à … -0,08% et qui reste donc stable aux environs de 370.000 habitants depuis 1990.

Il faut d'ailleurs souligner que le taux d'urbanisation du gouvernorat de Kairouan est encore très inférieur au tau observé pour l'ensemble de la Tunisie.

7.2.3.4.3 – Les risques quant à l'évolution future des populations de la zone d'influence du Projet

Les temps de parcours de plus en plus longs pour rejoindre Tunis pour les trafics qui emprunteraient ces axes en cas de non-mise en service des nouvelles sections autoroutières ne peut avoir qu'un effet négatif sur le développement économique de ces deux gouvernorats de Zaghouan et de Kairouan, et des deux gouvernorats de Sidi Bouzid et de Kasserine.

Ce désavantage sera plus marqué en fonction de la durée de parcours, et touchera plus nettement les gouvernorats de Sidi Bouzid et de Kasserine que le gouvernorat de Kairouan, et ce dernier plus que le gouvernorat de Zaghouan.

7.2.3.5 – Le récapitulatif des impacts de la situation de référence sur le cadre humain

Le **Tableau 212** suivant récapitule l'ensemble des impacts générés sur le cadre humain du Projet par la croissance des trafics automobiles empruntant les axes du réseau préexistant entre Tunis et Jelma en situation de référence, c'est-à-dire en l'absence de réalisation du tronçon prioritaire de la desserte

autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, dont le **Tableau 213** de la page 438 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 212 : Matrice de caractérisation des impacts de la situation sans Projet sur le cadre humain du Projet

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Ralentissement du trafic automobile empruntant les diverses sections rurales et urbaines des axes du réseau routier pré-existant	Augmentation de la consommation de carburants sur les divers axes du réseau routier pré-existant	Croissance des importations de carburants raffinés	
	Augmentation des émissions de CO le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Augmentation des risques de maladies cardiaques et respiratoires, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
	Augmentation des émissions de particule PM_{10} le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Augmentation des risques de maladies respiratoires et de cancer, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
	Augmentation des émissions atmosphériques de métaux lourds le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Augmentation des risques de cancer, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
Progrès technologiques sur les émissions unitaires des moteurs à combusion interne	Diminution des émissions de NO_x le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Diminution des risques de maladies cardiaques et respiratoires, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
	Diminution des émissions de particule PM_{10} le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Diminution des risques de maladies respiratoires et de cancer, en particulier à proximité des tronçons où le trafic est saturé	
Augmentation des TJMAs sur les diverses sections des axes du réseau routier pré-existant	Augmentation continue des temps de trajet entre Tunis et Jelma	Isolement de la zone d'influence du Projet	Retard dans le développement économique de la zone d'influence du Projet
	Augmentation de l'accidentologie	Augmentation continue du nombre de tués et de blesssés	
	Génération d'activités économiques le long des principaux axes du réseau routier pré-existant	Création de sources de revenus	

Tableau 213 : Matrice d'évaluation des impacts de la situation sans Projet sur le cadre humain du Projet

Activités sources d'impact	Composantes principales du cadre humain affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur réglementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Augmentation des temps de trajet entre Tunis et Jelma	Activités économiques	Ralentissement du développement économique de la zone d'influence indirecte	SPH-1	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
	Emplois	Manque de création d'emplois dans la zone d'influence indirecte	SPH-2	-	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
	Revenus	Déficit de la croissance des sources de revenus dans la zone d'influence indirecte	SPH-3	-	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
Augmentation de la consommation de carburants sur les divers axes du réseau routier pré-existant	Balance des paiements	Croissance des importations de carburants raffinés	SPH-4	-	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Génér	Lg t	**Maj**	Cert	Rév	**Moy**
Augmentation des émissions de métaux lourds le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Santé humaine	Bio-accumulation de résidus toxiques dans les tissus adipeux et dans le foie le long des divers axes routiers pré-existants	SPH-5	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Irrév	**Min**
Augmentation des émissions de CO et de NO_x le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Santé humaine	Risque accru de maladies cardiaques et respiratoires le long des divers axes routiers pré-existants	SPH-6	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Augmentation des émissions de PM_{10} le long des divers axes du réseau routier pré-existant	Santé humaine	Risque accru de cancers pulmonaires et de maladies respiratoires le long des divers axes routiers pré-existants	SPH-7	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Augmentation des activités commerciales dans les stations-service	Emplois	Création d'emplois	SPH-8	+	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
	Revenus	Création de sources de revenus dans la zone d'influence directe	SPH-9	+	I	Bas	Moy	Moy	Bas	Loc	Lg t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
Augmentation des activités commerciales dans les zones urbaines traversées	Emplois	Création d'emploi commerciaux	SPH-10	+	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Min**
	Revenus	Création de sources de revenus dans la zone d'influence indirecte	SPH-11	+	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Min**
Augmentation des activités artisanales dans les zones urbaines traversées	Emplois	Création d'emplois artisanaux	SPH-12	+	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
	Revenus	Création de sources de revenus dans la zone d'influence indirecte	SPH-13	+	I	Moy	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**

7.3 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par l'installation des chantiers du Projet

Les impacts de l'installation des chantiers en vue du démarrage de l'aménagement des diverses sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa concernent la zone d'influence directe de ce Projet. Ils sont pour la plupart négatifs, en particulier en ce qui concerne le milieu naturel et le milieu agro-pastoral.

Seuls les recrutements réalisés au niveau des Entreprises chargées de réaliser cette infrastructure autoroutière peut engendrer des effets positifs, qui concerneront le milieu humain de la zone indirecte.

7.3.1 - LES IMPACTS DE L'INSTALLATION SUR LE CADRE NATUREL DU PROJET

Tous ces impacts de l'installation sont négatifs dans la mesure où l'installation des chantiers de l'autoroute va venir perturber les fragiles équilibres des biotopes constituant la zone d'influence directe du projet.

7.3.1.1 - Les surfaces mobilisées définitivement avec remise en état en fin de travaux

7.3.1.1.1 - Les surfaces mobilisées définitivement pour l'emprise de la plateforme et de ses annexes

Les surfaces qui seront définitivement occupées par les emprises de la plateforme autoroutière, de ses annexes et de la RR28 desservant la ville du Fahs, représentent au total 1.214,36 ha répartis entre :

- 951,38 ha pour la plateforme autoroutière,
- 241,01 ha pour ses annexes, et
- 21,97 ha pour le doublement de la RR28.

Le **Tableau 214** suivant répartit les 1.214,36 ha qui seront définitivement occupés par la plateforme autoroutière et ses annexes entre les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 214 : Surface de l'emprise autoroutière pour les 8 lots par section de tracé de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Annexes	RN doublée	Total
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	155,41	39,74		195,16
	2	Zaghouan - Al Fahs	28,22	43,93	21,97	94,12
	3	Al Fahs - Ennadhour	163,36	35,47		198,82
	4	Ennadhour - Sbikha	140,23	21,48		161,72
	5	Sbikha - Kairouan	143,32	33,01		176,33
	Sous-total Tunis - Kairouan		**630,55**	**173,63**	**21,97**	**826,15**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	151,10	22,85		173,95
	7	Haffouz - Oued Zéroud	89,83	19,62		109,45
	8	Oued Zéroud - Jelma	79,91	24,91		104,82
	Sous-total Kairouan - Jelma		**320,83**	**67,38**	**0,00**	**388,21**
Total lot prioritaire			**951,38**	**241,01**	**21,97**	**1 214,36**

A partir de ce **Tableau 214**, on a pu dresser le **Tableau 215** suivant qui répartit les 1.214,36 ha qui seront définitivement occupés par la plateforme autoroutière et ses annexes entre les trois lots de

terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 215 : Surface de l'emprise autoroutière pour les 3 lots par type de travaux de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Annexes	RN doublée	Total
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	346,99	119,14	21,97	488,10
	A2	Ennadhour - Kairouan	283,56	54,49	0,00	338,04
	Sous-total Tunis - Kairouan		**630,55**	**173,63**	**21,97**	**826,15**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	320,83	67,38	0,00	388,21
	Sous-total Kairouan - Jelma		**320,83**	**67,38**	**0,00**	**388,21**
		Total lot prioritaire	**951,38**	**241,01**	**21,97**	**1 214,36**

Ces 1.214,36 ha sont bien sûr définitivement perdus pour le milieu naturel, même si les talus et les ronds-points des échangeurs vont être revégétalisés.

7.3.1.1.2 - Les surfaces des talus et ronds-points des échangeurs revégétalisées en fin de travaux

Les surfaces des talus long de la plateforme autoroutière et des ronds-points des échangeurs qui vont être revégétalisés en fin de travaux représentent 644,55 ha ha pour les trois types de structure de chaussée choisi et les deux types d'allotissement, répartis entre :

- 488,37 ha pour la plateforme autoroutière,
- 150,04 ha pour ses annexes, et
- 6,14 ha pour le doublement de la RR28.

Le **Tableau 216** suivant répartit ces 644,55 ha qui vont être revégétalisés en fin de travaux le long de la plateforme autoroutière et de ses annexes entre les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 216 : Surface des talus et ronds-points des échangeurs revégétalisées pour les 8 lots par section de tracé (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Annexes	RN doublée	Total
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	95,78	26,26		122,04
	2	Zaghouan - Al Fahs	9,75	18,41	6,14	34,30
	3	Al Fahs - Ennadhour	98,29	23,25		121,55
	4	Ennadhour - Sbikha	72,83	14,33		87,16
	5	Sbikha - Kairouan	69,00	22,40		91,40
	Sous-total Tunis - Kairouan		**345,66**	**104,65**	**6,14**	**456,45**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	74,79	15,34		90,13
	7	Haffouz - Oued Zéroud	35,55	13,40		48,95
	8	Oued Zéroud - Jelma	32,37	16,65		49,02
	Sous-total Kairouan - Jelma		**142,71**	**45,39**	**0,00**	**188,10**
		Total lot prioritaire	**488,37**	**150,04**	**6,14**	**644,55**

A partir de ce **Tableau 216**, on a pu dresser le **Tableau 217** suivant qui répartit ces 644,55 ha qui vont être revégétalisés en fin de travaux le long de la plateforme autoroutière et de ses annexes entre les trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 217 : Surface des talus et ronds-points des échangeurs revégétalisées pour les 3 lots par type de travaux (ha)

TRONÇON	N	Lots	Autoroute	Annexes	RN doublée	Total
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	203,82	67,93	6,14	277,89
	A2	Ennadhour - Kairouan	141,83	36,73	0,00	178,56
	Sous-total Tunis - Kairouan		**345,66**	**104,65**	**6,14**	**456,45**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	142,71	45,39	0,00	188,10
	Sous-total Kairouan - Jelma		**142,71**	**45,39**	**0,00**	**188,10**
	Total lot prioritaire		**488,37**	**150,04**	**6,14**	**644,55**

7.3.1.1.3 - Les surfaces mobilisées pour les zones d'emprunt remises en état en fin de travaux

Avec l'hypothèse d'une épaisseur moyenne exploitée de 2,00 m, la connaissance des volumes d'emprunts à prélever pour le remblaiement de la plateforme autoroutière et de ses annexes a permis de calculer la surface à mobiliser pour l'ouverture de zones d'emprunt, qui sont les suivantes selon le type de structure de chaussée choisi :

- 1 254,9 ha pour la solution de base en GC,
- 1 141,6 ha (soit -9,0%) pour la variante en EME, et
- 1 007,3 ha (soit -19,7%) pour la variante en GB.

Le **Tableau 218** suivant présente la surface moyenne exploitée pour extraire les volumes de remblais nécessaire à l'édification de la plateforme des zones d'emprunt situées le long des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 218 : Surface des zones d'emprunt à ouvrir pour les 8 lots par section de tracé de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	104,2	87,4	36,6
	2	Zaghouan - Al Fahs	68,9	66,7	65,7
	3	Al Fahs - Ennadhour	17,0	10,1	7,2
	4	Ennadhour - Sbikha	82,1	74,9	72,0
	5	Sbikha - Kairouan	143,6	135,2	131,7
	Sous-total Tunis - Kairouan		**415,8**	**374,3**	**313,2**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	97,9	92,0	89,8
	7	Haffouz - Oued Zéroud	70,3	65,0	62,8
	8	Oued Zéroud - Jelma	670,9	610,3	541,5
	Sous-total Kairouan - Jelma		**839,0**	**767,3**	**694,1**
	Total lot prioritaire		**1 254,9**	**1 141,6**	**1 007,3**
	Proportion GC / 8 lots		*100,0%*	*91,0%*	*80,3%*

A partir de ce **Tableau 218**, on a pu dresser le **Tableau 219** suivant qui présente la surface moyenne expoitée pour extraire les volumes de remblais nécessaire à l'édification de la plateforme dans les zones d'emprunt situées le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 219 : Surface des zones d'emprunt à ouvrir pour les 3 lots par type de travaux de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	190,2	164,2	109,6
	A2	Ennadhour - Kairouan	225,7	210,1	203,7
	Sous-total Tunis - Kairouan		**415,8**	**374,3**	**313,2**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	839,0	767,3	694,1
	Sous-total Kairouan - Jelma		**839,0**	**767,3**	**694,1**
		Total lot prioritaire	**1 254,9**	**1 141,6**	**1 007,3**
		Proportion GC / 8 lots	*100,0%*	*91,0%*	*80,3%*

On voit que la variante de base (GC) nécessite dans tous les lots des surfaces plus importantes que les deux variantes EME et GB.

Toutes ces surfaces de zones d'emprunt devront bien sûr être remises en état au fur et à mesure des chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux en utilisant les déblais non réutilisés, recouverts par la terre végétale provisoirement décapée.

7.3.1.1.4 - Les surfaces mobilisées pour quelques gîtes de dépôt remis en état en fin de travaux

On a vu que la plupart des surfaces de zones d'emprunt seront remises en état au fur et à mesure des chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux leurs déblais non réutilisés, en y déposant sur les épaisseurs présentées dans les **Tableau 185** et **Tableau 186** de la page 410.

Toutefois, une fois toutes les zones d'emprunt remplies avec des déblais non réutilisés, il restera encore des volumes de déblais non réutilisés à déposer le long des lots n°1 et 3 par section de tracé et le lot de terrassement n°A1 par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Avec l'hypothèse d'une épaisseur moyenne exploitée de 4,00 m, la connaissance des volumes de déblais non réutilisés dans l'édification de la plateforme et non déposés pour la remise en état des zones d'emprunt a permis de calculer la surface à mobiliser pour l'ouverture de nouveaux gîtes de dépôt, qui sont les suivantes selon le type de structure de chaussée choisi :

- 30,34 ha pour la solution de base en GC,
- 34,40 ha (soit +28,9%%) pour la variante en EME, et
- 49,81 ha (soit +36,3%) pour la variante en GB.

Le **Tableau 220** suivant répartit ces surfaces à mobiliser pour l'ouverture de nouveaux gîtes de dépôt des déblais non réutilisés pour l'édification de la plateforme entre les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 220 : Surface des gîtes de dépôt à ouvrir pour les 8 lots par section de tracé de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	0,00	0,00	13,73
	2	Zaghouan - Al Fahs	0,00	0,00	0,00
	3	Al Fahs - Ennadhour	30,34	34,40	36,08
	4	Ennadhour - Sbikha	0,00	0,00	0,00
	5	Sbikha - Kairouan	0,00	0,00	0,00
	Sous-total Tunis - Kairouan		**30,34**	**34,40**	**49,81**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	0,00	0,00	0,00
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0,00	0,00	0,00
	8	Oued Zéroud - Jelma	0,00	0,00	0,00
	Sous-total Kairouan - Jelma		**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Total lot prioritaire		**30,34**	**34,40**	**49,81**
	Proportion GC / 8 lots		*100,0%*	*113,4%*	*164,2%*

A partir de ce **Tableau 220**, on a pu dresser le **Tableau 221** suivant qui répartit ces surfaces à mobiliser pour l'ouverture de nouveaux gîtes de dépôt des déblais non réutilisés pour l'édification de la plateforme entre les trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 221 : Surface des gîtes de dépôt à ouvrir pour les 3 lots par type de travaux de la liaison Tunis-Jelma (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	30,34	34,40	49,81
	A2	Ennadhour - Kairouan	0,00	0,00	0,00
	Sous-total Tunis - Kairouan		**30,34**	**34,40**	**49,81**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	0,00	0,00	0,00
	Sous-total Kairouan - Jelma		**0,00**	**0,00**	**0,00**
	Total lot prioritaire		**30,34**	**34,40**	**49,81**
	Proportion GC / 8 lots		*100,0%*	*113,4%*	*164,2%*

On voit que la variante de base (GC) nécessite dans les lots n°1 et 3 par section de tracé et dans le lot de terrassement n°A1 par type de travaux des surfaces de gîtes de dépôt moins importantes que les deux variantes EME et surtout GB.

Toutes ces surfaces de gîtes de dépôt seront bien sûr remises en état au fur et à mesure des chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux par l'utilisation des déblais non réutilisés.

7.3.1.2 - Les surfaces mobilisées provisoirement pour les sites de chantier

7.3.1.2.1 - Les surfaces mobilisées provisoirement pour les bases-chantier

Pour calculer les surfaces mobilisées provisoirement pour les bases-chantier, il suffit de considérer que chaque lot de travaux fera l'objet de l'instatlation d'une base-chantier :

- le type de structure de chaussée choisi n'influera donc pas ces surfaces, alors que
- l'allotissement les influera.

la connaissance des volumes de déblais non réutilisés dans l'édification de la plateforme et non déposés pour la remise en état des zones d'emprunt a permis de calculer la surface à mobiliser pour l'ouverture de nouveaux gîtes de dépôt, qui sont les suivantes :

- 40,6 ha pour la solution de base en GC,
- 52,3 ha (soit +28,9%%) pour la variante en EME, et
- 55,4 ha (soit +36,3%) pour la variante en GB.

Toutes ces surfaces de gîtes de dépôt auront bien sûr être remises en état au fur et à mesure des chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux par l'utilisation des déblais non réutilisés.

7.3.1.2.2 - Les surfaces mobilisées provisoirement pour les manœuvres des véhicules des Entreprises et à remettre en état

Se rajoutent à ces surfaces d'emprise effective de l'autoroute et de ses annexes, des bases-chantiers, des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt des surfaces provisoirement occupées par les Entreprises pour faciliter les manœuvres de leurs véhicules autour de ces divers sites de chantier, surfaces qui devront bien sûr elle aussi être remises en état à la fin des travaux par les Entreprises adjudicataires de ces travaux.

Avec l'hypothèse d'un besoin de 10% d'emprise supplémentaire pour faciliter les manœuvres des véhicules, la connaissance de la surface de l'emprise de ces divers sites de chantier a permis de calculer ces surfaces supplémentaires à mobiliser, qui sont les suivantes selon le type de structure de chaussée choisi :

- 209,0 ha pour la solution de base en GC,
- 201,1 ha (soit -3,8%) pour la variante en EME, et
- 198,3 ha (soit -5,1%) pour la variante en GB.

Le **Tableau 222** suivant présente la surface supplémentaire à mobiliser pour faciliter les manœuvres des véhicules autour des divers sites de chantier pour les huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 222 : Surface supplémentaire à mobiliser pour faciliter les manœuvres pour les 8 lots par section de tracé (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	26,1	25,4	25,3
	2	Zaghouan - Al Fahs	12,1	11,9	11,8
	3	Al Fahs - Ennadhour	21,7	22,1	22,3
	4	Ennadhour - Sbikha	21,9	21,3	21,0
	5	Sbikha - Kairouan	32,5	31,8	31,5
		Sous-total Tunis - Kairouan	**114,2**	**112,4**	**111,9**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	24,9	24,4	24,2
	7	Haffouz - Oued Zéroud	16,1	15,6	15,4
	8	Oued Zéroud - Jelma	53,9	48,6	46,8
		Sous-total Kairouan - Jelma	**94,8**	**88,6**	**86,4**
		Total lot prioritaire	**209,0**	**201,1**	**198,3**
		Proportion GC / 8 lots	*100,0%*	*96,2%*	*94,9%*

De la même manière, le **Tableau 223** suivant qui présente la surface moyenne exploitée pour extraire les volumes de remblais nécessaire à l'édification de la plateforme dans les zones d'emprunt situées le long des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 223 : Surface supplémentaire à mobiliser pour faciliter les manœuvres pour les 3 lots par type de travaux (ha)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	59,6	59,2	59,2
	A2	Ennadhour - Kairouan	54,8	53,5	52,9
	Sous-total Tunis - Kairouan		**114,5**	**112,7**	**112,1**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	93,9	87,7	85,5
	Sous-total Kairouan - Jelma		**93,9**	**87,7**	**85,5**
		Total lot prioritaire	**208,4**	**200,4**	**197,7**
		Proportion GC / 8 lots	*99,7%*	*95,9%*	*94,6%*

On voit que la variante de base (GC) nécessite dans tous les lots des surfaces légèrement plus importantes que les deux variantes EME et GB.

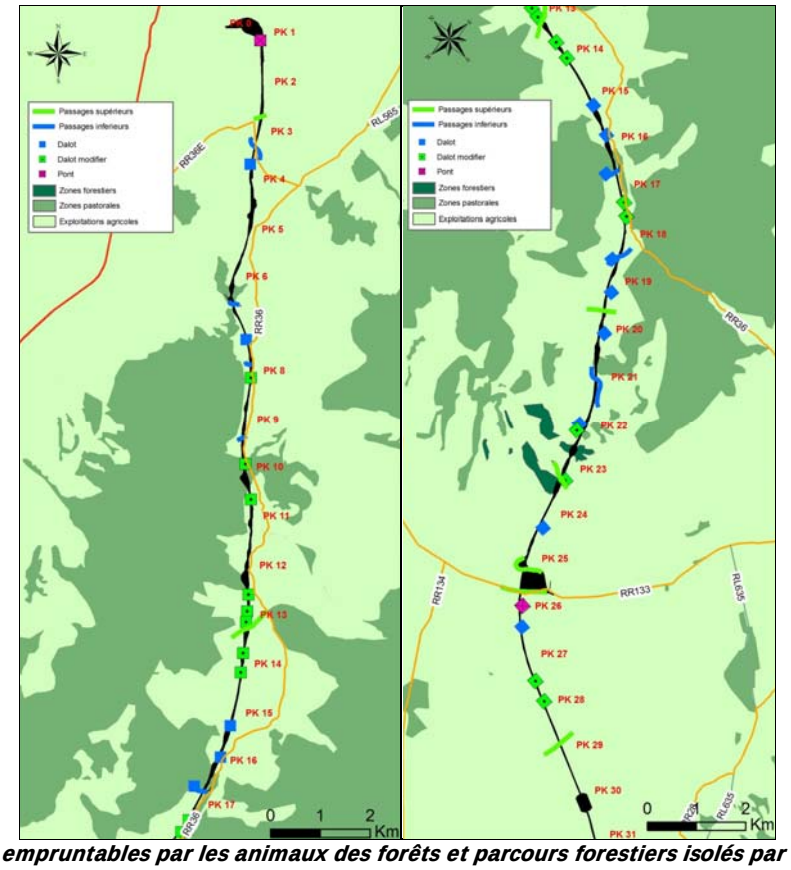
Toutes ces surfaces de zones provisoirement expropriées pour faciliter les manœuvres des véhicules autour des divers sites de chantier auront bien sûr être remises en état au fur et à mesure de la fin desdits chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux par revégétalisation à l'aide de la terre végétale provisoirement décapée.

7.3.1.3 - La coupure de domaines forestiers et pastoraux

La macrofaune fuyant en général la présence humaine, a trouvé refuge dans les zones non cultivées de la zone d'influence indirecte primaire. Or, un certain nombre de ces zones vont être avoisinées, et parfois même traversées par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Les **Carte 104** à **Carte 107** suivantes présentent pour les huit lots par section de tracé ces zones pastorales de forêts et surtout de parcours forestiers dont les populations animales risquent désormais d'être isolées les unes des autres par la présence du plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et par ses annexes.

La **Carte 104** de la page suivante présente cet effet de coupure pour les écosystèmes naturels des lots 1 et 2, tandis que la **Carte 105** de la page 447 le présente pour les écosystèmes naturels des lots 3 et 4, la **Carte 106** de la page 448 pour les écosystèmes naturels des lots 5 et 6 et la **Carte 107** de la page 449 pour les écosystèmes naturels des lots 7 et 8.



Carte 104 : Passages empruntables par les animaux des forêts et parcours forestiers isolés par l'emprise des lots 1 et 2

On voit d'abord que l'effet de coupure par l'emprise des lots 1 et 2 peut être ressenti par la faune sauvage entre les PK6 et PK24 et entre les PK 27 et PK 29.

On voit aussi qu'on peut dénombrer 29 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK6 et PK24 sur la section de tracé n°1, à savoir :

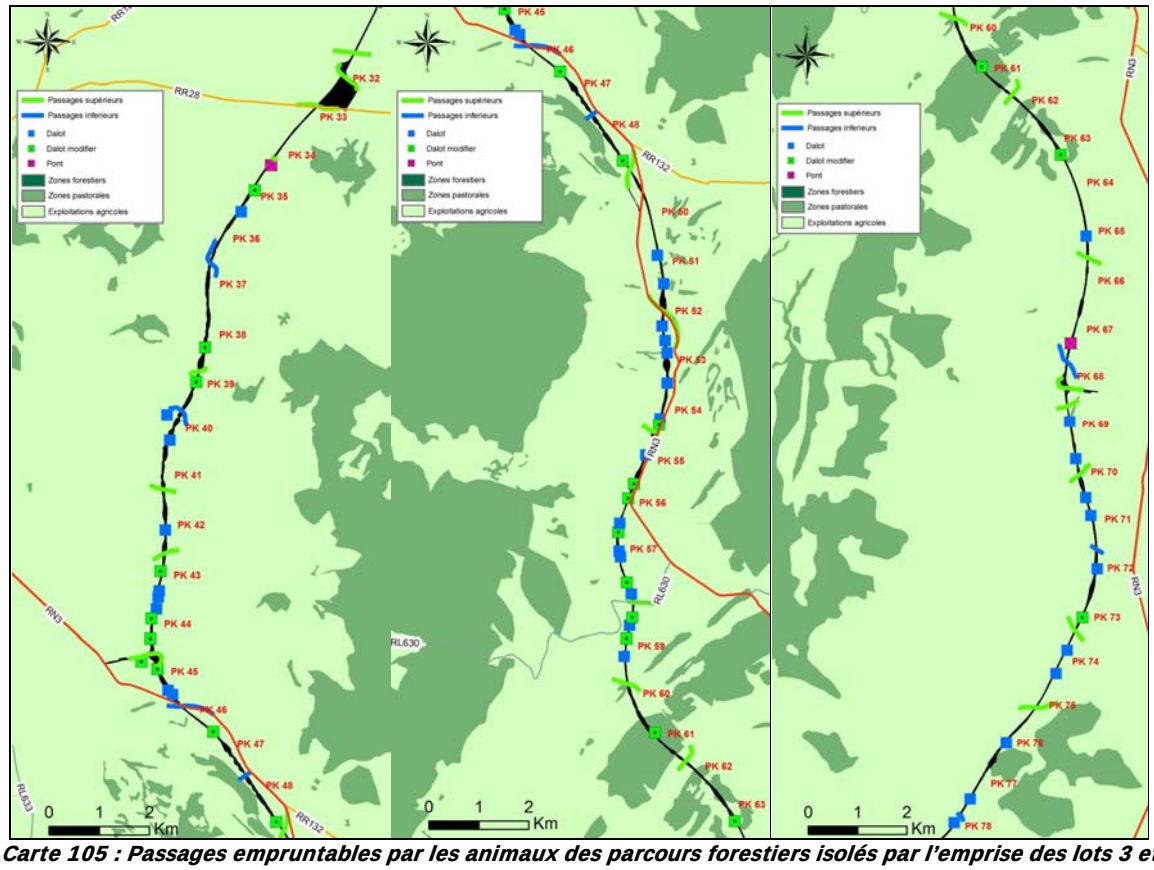
- 10 ouvrages de franchissement, dont 4 passages supérieurs et 6 passages inférieurs, et
- 19 ouvrages hydrauliques, dont 8 dalots et 11 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 620 m avec une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion de la section de tracé n°1.

On voit enfin qu'on peut dénombrer 3 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK27 et PK29 sur la section de tracé n°2, à savoir :

- 1 ouvrage de franchissement sous la forme d'un passage supérieur, et
- 2 ouvrages hydrauliques, sous la forme de 2 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 670 m avec une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion de la section de tracé n°2.



Carte 105 : Passages empruntables par les animaux des parcours forestiers isolés par l'emprise des lots 3 et 4

On voit d'abord que l'effet de coupure par l'emprise des lots 3 et 4 peut être ressenti par la faune sauvage entre les PK36 et PK39 et entre les PK45 et PK64.

On voit ensuite qu'on peut dénombrer 5 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK36 et PK39 sur la section de tracé n°3, à savoir :

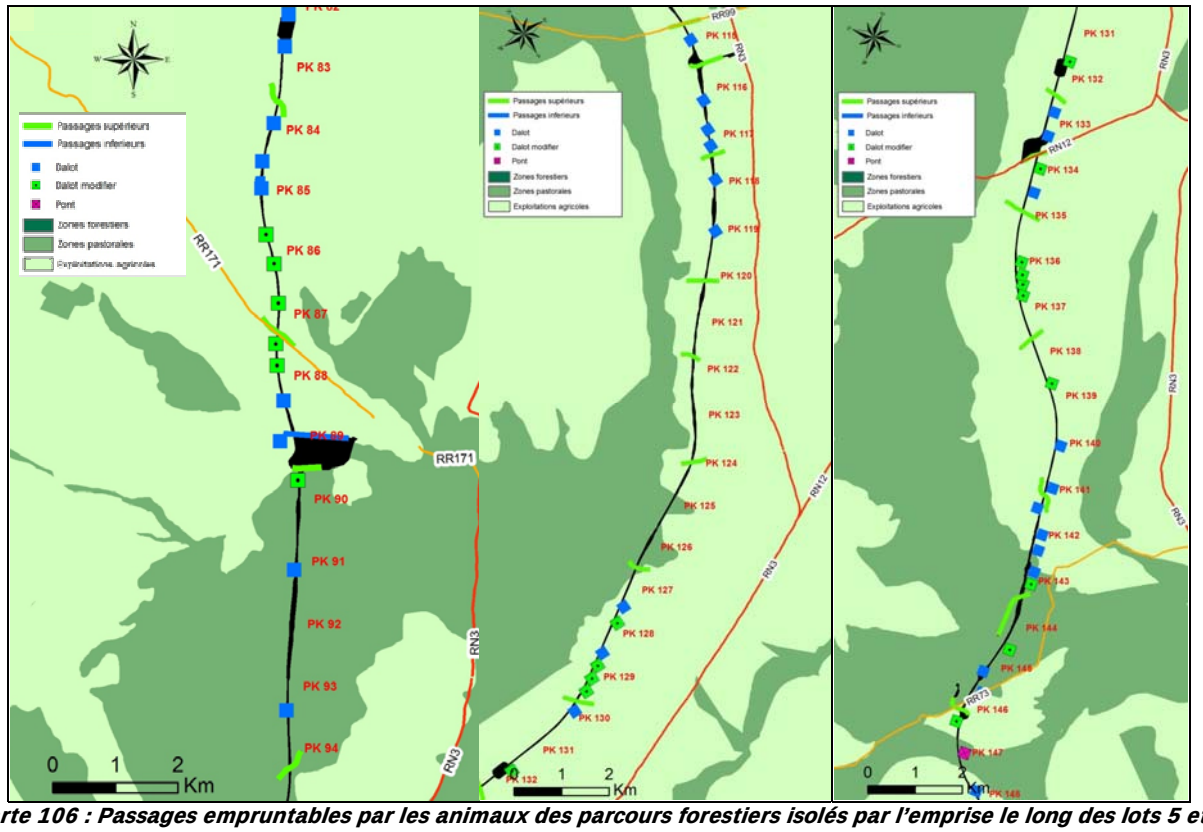
- 2 ouvrages de franchissement, dont 1 passage supérieur et 1 passage inférieur, et
- 3 ouvrages hydrauliques, à savoir 3 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 600 m avec une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion de la section de tracé n°3.

On voit enfin qu'on peut dénombrer 36 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK45 et PK64 sur les deux sections de tracé n°3 et 4 :

- 10 ouvrages de franchissement, dont 4 passages supérieurs et 3 passages inférieurs, et
- 26 ouvrages hydrauliques, dont 15 dalots et 11 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 580 m et une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion des deux sections de tracé n°3 et 4.



Carte 106 : Passages empruntables par les animaux des parcours forestiers isolés par l'emprise le long des lots 5 et 6

On voit d'abord que l'effet de coupure par l'emprise des lots 5 et 6 peut être ressenti par la faune sauvage entre les PK86 et PK95 et entre les PK125 et PK146.

On voit ensuite qu'on peut dénombrer 13 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK86 et PK95 sur la section de tracé n°5, à savoir :

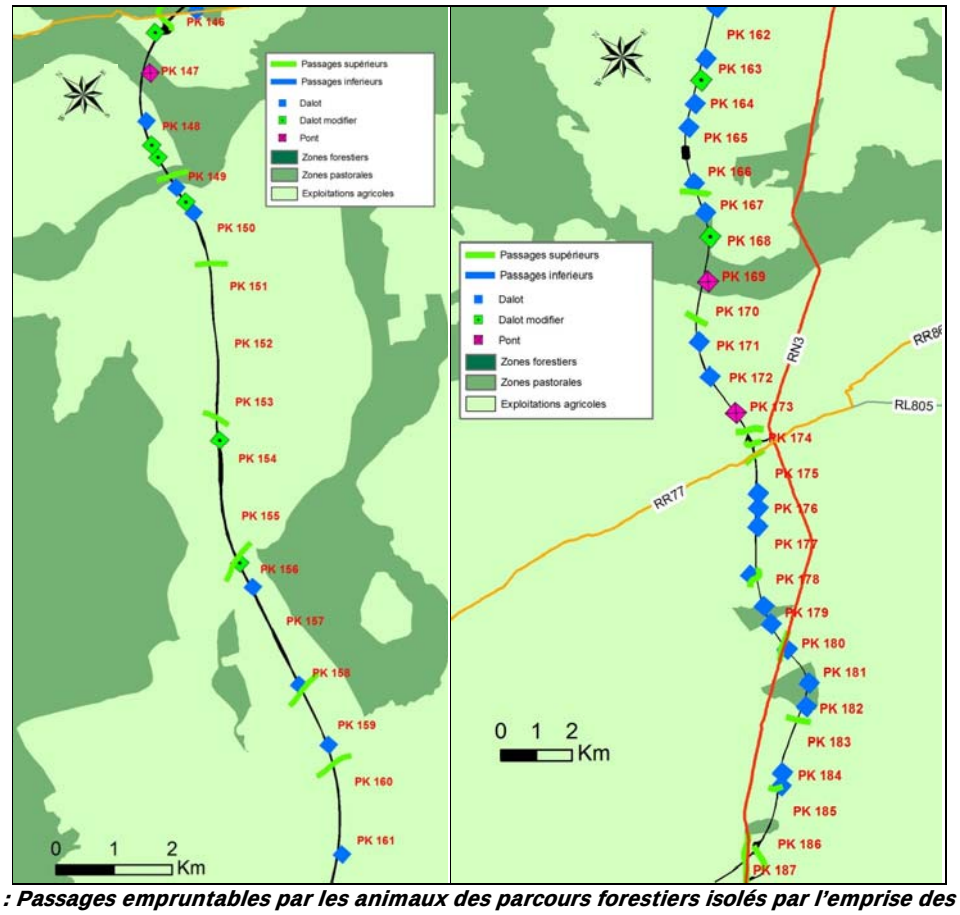
- 4 ouvrages de franchissement, dont 3 passages supérieurs et 1 passage inférieur, et
- 9 ouvrages hydrauliques, à savoir 4 dalots et 5 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Si on observe en moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 690 m, il faudra peut-être installer quand même un passage spécifique pour animaux sur cette portion du lot n°5 par section de tracé, car les deux dalots utilisables entre les PK91+150 et PK93+350 sont quand même distants de 2,2 km. Pour cela, il faudra vérifier, pendant la phase d'expropriation avant les travaux, si on observe des traversées d'animaux sur la portion de l'emprise située autour du PK92.

On voit enfin qu'on peut dénombrer 34 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK125 et PK146 sur la section de tracé n°6 :

- 8 ouvrages de franchissement sous forme de passages supérieurs, et
- 26 ouvrages hydrauliques, dont 13 dalots et 13 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 620 m et une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion de la section de tracé n°6.



Carte 107 : Passages empruntables par les animaux des parcours forestiers isolés par l'emprise des lots 7 et 8

On voit d'abord que l'effet de coupure par l'emprise des lots 7 et 8 peut être ressenti par la faune sauvage entre les PK146+500 et PK171 et entre les PK178+500 et PK182.

On voit ensuite qu'on peut dénombrer 30 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK146+500 et PK171 sur les deux sections de tracé, à savoir :

- 9 ouvrages de franchissement sous la forme de 9 passages supérieurs, et
- 21 ouvrages hydrauliques, dont 3 ponts, 10 dalots et 8 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Si on observe en moyenne un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 820 m, il faudra peut-être quand même installer un passage spécifique pour animaux entre les PK153+680 et PK155+750 du lot n°7 par section de tracé entre les échangeurs de Haffouz et Hajeb El Ayoun, car le dalot et le passage supérieur utilisables y sont distants de 2,1 km. Pour cela, il faudra vérifier, pendant la phase d'expropriation avant les travaux, si on observe des traversées d'animaux sur la portion de l'emprise située autour du PK154+700.

Par contre, même si les deux passages supérieurs utilisables des PK150+600 et PK153+300 sont distants de 2,7 km, la zone agricole y est trop fortement anthropisée, avec la présence de nombreux logements, pour y prévoir un passage spécifique pour animaux.

Tableau 224 : Récapitulatif des impacts de l'installation sur le cadre naturel du Projet

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Mobilisation définitive des 1.400 ha l'emprise de la future plateforme de l'autoroute et de ses annexes	Pertes d'écosystèmes peu anthropisés		
Ouverture de zones d'emprunt et de gîtes de dépôt	Pertes d'écosystèmes peu anthropisés		
Mobilisation des emprises provisoires des chantiers	Diminution provisoire de la surface d'écosystèmes peu anthropisés	Transformation définitive en écosystèmes anthropisés	
Déplacement des camions de transport de matériels sur les pistes et routes reliant les sites de chantier	Emissions atmosphériques de GES	Activation meilleure des phénomènes de photosythèse le long des pistes et routes reliant les sites de chantier	
	Envols de poussières	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières le long des pistes et routes reliant les sites de chantier	
	Risque de collision de la faune sauvage avec les véhicules de transport des matériels le long des pistes et routes reliant les sites de chantier		

Tableau 225 : Matrice d'évaluation des impacts de l'installation sur le cadre naturel du Projet

Activités sources d'impact	Composantes principales du cadre naturel affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Implantation de l'emprise autoroutière	Ecosystèmes	Pertes d'écosystèmes peu anthropisés	I-B1	-	D	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Irrév	**Moy**
	Ecosystèmes	Coupure d'écosystèmes peu anthropisés	I-B2	-	D	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Irrév	**Moy**
Ouverture de zones d'emprunt et de gîtes de dépôt	Ecosystèmes	Pertes d'écosystèmes peu anthropisés	I-B3	-	D	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Mobilisation des emprises provisoires des chantiers	Ecosystèmes	Transformation provisoire en écosystèmes anthropisés	I-B4	-	D	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Utilisation des véhicules de transport	Végétation	Activation meilleure des phénomènes de photosythèse grâce aux émissions de GES le long des pistes et routes reliant les sites de chantier	I-B5	+	I	Bas	Bas	Moy	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Végétation	Diminution des phénomènes de photosythèse à cause des envols de poussières le long des pistes et routes reliant les sites de chantier	I-B6	-	I	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
	Faune sauvage	Risque de collision avec les véhicules de transport	I-B7	-	D	Bas	Moy	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**

On voit enfin qu'on peut dénombrer 13 ouvrages utilisables par les animaux entre les PK178+500 et PK186 sur la section de tracé n°8 :

- 5 ouvrages de franchissement sous forme de 5 passages supérieur, et
- 8 ouvrages hydrauliques sous forme de 8 petits dalots surélevés à 2 m de hauteur.

Avec une moyenne d'un ouvrage pouvant servir au passage des animaux tous les 650 m et une succession assez régulière, il ne semble pas utile de prévoir un passage spécifique pour animaux sur cette portion de la section de tracé n°8.

7.3.1.4 – Le récapitulatif des impacts de l'installation et des chantiers du Projet sur le mileu naturel

Le **Tableau 224** de la page 450 récapitule l'ensemble des impacts générés par l'installation des chantiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu naturel alentours : installations provisoires de chantier, carrières, sites d'emprunt, gîtes de dépôt et pistes les reliant, dont le **Tableau 225** précédent présente ensuite l'évaluation.

7.3.2 - LES IMPACTS DE L'INSTALLATION SUR LE CADRE HUMAIN DU PROJET

Les impacts de l'installation des chantiers de l'autoroute sur la zone d'influence directe sont des impacts négatifs pour la population rurale, dont certaines exploitations auront été dépecées ou désorganisées.

Le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été établie en cherchant à éviter au maximum de bouleverser les aménagements hydro-agricoles, même si la traversée du PPI du Mornag au début du tronçon s'est avérée impossible à éviter pour se rattacher à la Rocade X30 qui le traverse elle-même d'Est en Ouest.

Hormis le PPI du Mornag situé dans le gouvernorat de Ben Arous et traversé à l'entrée du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, les principales zones d'agriculture intensive traversées correspondent en général à des oliveraies, ressource végétale majeure des trois gouvernorats intérieurs traversées par ce tronçon prioritaire, à savoir Zaghouan, Kairouan et Sidi Bouzid.

7.3.2.1 - L'expropriation partielle de nombreux agro-pasteurs

On a vu que, dans cette zone d'influence directe concernée par les bioclimats méditerranéen semi-aride à aride, le régime foncier associé à la valeur agronomique des terres joue un rôle capital dans la disparition de la rentabilité des exploitations résiduelles non expropriées. En effet, la traversée d'exploitations :

- de taille et de valeur agronomique suffisantes crée de part et d'autre de l'emprise deux exploitations de taille plus réduite, mais encore parfaitement viables;
- de taille et/ou de valeur à peine suffisante conduit à des deux parcelles résiduelles absolument non viables.

La réalisation d'une infrastructure linéaire peut par ailleurs entraîner la disparition du logement qui joue aussi le rôle de siège de l'exploitation, ce qui risque d'induire des conséquences importantes pour son fonctionnement futur. La relocalisation éventuelle du logement doit être conçue pour ne pas modifier sensiblement la cohérence de l'exploitation entre celui-ci et les parcelles.

Certaines exploitations peuvent aussi se trouver amputées de tout ou partie de leurs bâtiments d'exploitation (hangars ou bâtiments d'élevage), parfois même avant la fin de leur amortissement, ce qui est susceptible de remettre en cause l'équilibre financier de l'exploitation.

Enfin, la ponction foncière qu'induit ce projet d'infrastructure va entraîner une demande en surface de remplacement qui peut provoquer un renchérissement du prix du foncier, d'autant plus pénalisant que la période actuelle se caractérise par une hausse constante du prix des terres agricoles.

7.3.2.1.1 – La détermination du nombre d'agro-pasteurs expropriés par classe de SAT

Pour pouvoir déterminer par classe de SAT le nombre d'exploitations agricoles qui vont être touchées par l'expropriation dans la zone d'influence directe du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, il a été nécessaire d'établir des hypothèses de SAT moyenne pour les quatre modèles d'exploitation que présente le **Tableau 226** suivant.

Tableau 226 : SAT moyenne des quatre modèles d'exploitation dans les quatre gouvernorats traversés

Modèles d'exploitation Gouvernorats	M1 micro	M2 petites	M3 moyennes	M4 grandes
Ben Arous	3,5	7,5	15,0	25,0
Zaghouan	3,5	7,5	15,0	30,0
Kairouan	3,5	7,5	15,0	35,0
Sidi Bouzid	3,5	7,5	15,0	40,0

En utilisant les données par modèle d'exploitation du **Tableau 226** précédent et du **Tableau 72** de la page 155 sur la proportion de SAT perdue, on peut établir à partir des données du **Tableau 74** de la page 160 sur la répartition entre ces quatre modèles d'exploitation de la SAT expropriée pour libérer l'emprise de l'autoroute et de ses annexes le **Tableau 227** suivant, qui répartit par modèle d'exploitation et par gouvernorat :

- les effectifs d'exploitants de type M1 qui vont connaître une expropriation totale, et
- les effectifs d'exploitants de types M2, M3 et M4 qui vont connaître une expropriation partielle.

Tableau 227 : Nombre d'exploitations expropriées en partie par modèle dans les quatre gouvernorats traversés

Type d'expropriation	Totale	Partielle			TOTAL
Modèles d'exploitation Gouvernorats	M1 micro	M2 petites	M3 moyennes	M4 grandes	
Ben Arous	0	0	38	812	**850**
Zaghouan	1 125	533	918	2 093	**4 669**
Kairouan	1 450	3 152	954	370	**5 926**
Sidi Bouzid	153	0	0	240	**393**
TOTAL	**2 728**	**3 685**	**1 910**	**3 515**	**11 838**

La **Figure 121** suivante permet de visualiser la répartition globale entre les quatre classes d'exploitation de ces 11.838 agro-pasteurs qui vont être touchés par une expropriation définitive pour libérer l'emprise de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et de ses annexes.

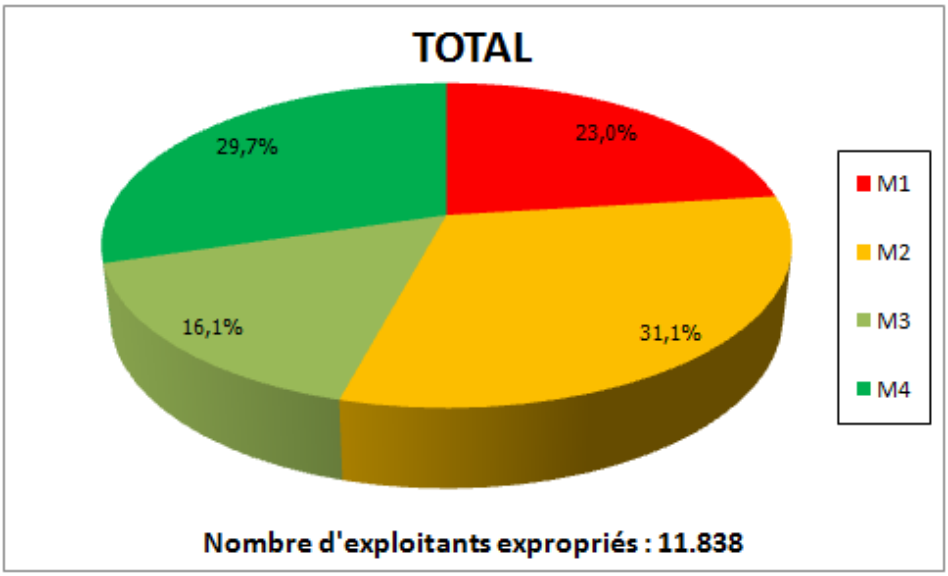


Figure 121 : Répartition des exploitants en partie expropriés pour libérer l'emprise du tronçon prioritaire

On voit que 23,0% des agro-pasteurs expropriés exploitent des micro-exploitations déjà difficilement viables avant expropriation. Les grands exploitants qui devraient quant à eux ne connaître que des problèmes d'éloignement d'une de leurs deux parcelles résiduelle représentent quant à eux 29,7% des agro-pasteurs expropriés.

Pour éclairer l'importance respective de la tâche des quatre Commissions Régionales de Conciliation, la **Figure 47** suivante permet quant à elle de visualiser par gouvernorat cette répartition des effectifs d'agro-pasteurs expropriés entre les quatre classes d'exploitation.

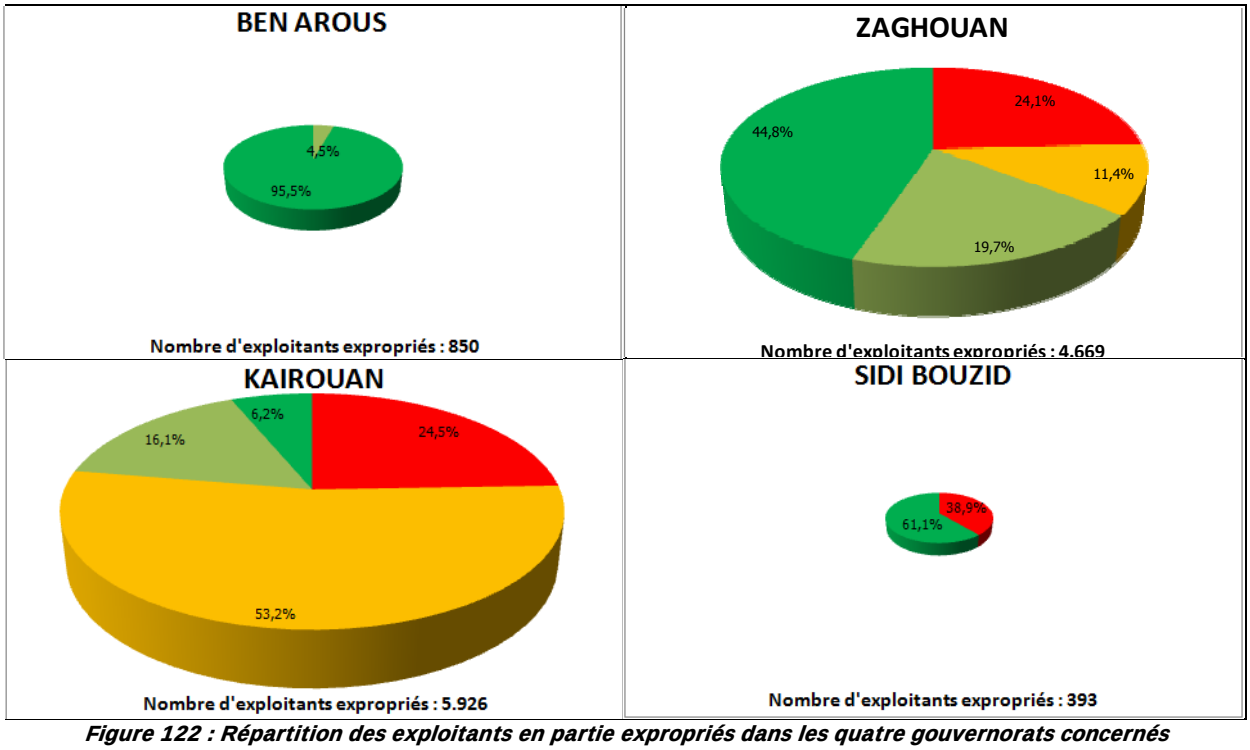


Figure 122 : Répartition des exploitants en partie expropriés dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que l'expropriation délicate des micro-exploitations ne concernera pas le gouvernorat de Ben Arous, mais risque par contre de poser de sérieux problèmes dans le gouvernorat de Sidi Bouzid.

On voit aussi que les grands exploitants dont l'expropriation partielle ne devrait poser que peu de difficultés sont quasiment absents du gouvernorat de Kairouan et omniprésents dans le gouvernorat de Ben Arous.

7.3.2.2 - Les pertes de revenus nets agro-pastoraux liées à l'expropriation

Mais les prélèvements de terrains nécessités par le Projet seront aussi d'autant plus pénalisants pour les exploitants concernés qu'ils interviendront sur des parcelles qui procurent à leurs exploitants un fort revenu agricole à l'hectare :

- plantations fruitières irriguées, et
- cultures maraîchères.

Le **Tableau 228** suivant présente les revenus nets moyens dégagés dans chaque gouvernorat sur les terres expropriées pour libérer l'emprise de l'autoroute et de ses annexes.

Tableau 228 : Revenus nets agro-pastoraux annuels moyens des terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Gouvernorats	Grandes régions agricoles	Terres nues irriguées	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts
Ben Arous	Dorsale tunisienne nord	5 500	9 000	1 200	1 750	375	800
Zaghouan	Dorsale tunisienne sud	5 000	7 500	1 150	1 700	350	750
Kairouan	Plaine de Kairouan	5 500	8 000	950	1 500	300	600
Sidi Bouzid	Basses Steppes	4 500	7 000	750	1 250	200	400

A partir des données u **Tableau 75** de la page 162 et de ce **Tableau 228**, le **Tableau 229** suivant évalue les pertes de revenu net agro-pastoral par grand type de production en pluvial et en irrigué par délégation et par gouvernorat.

Tableau 229 : Répartition des revenus nets agro-pastoraux des terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	Terre nue irriguée	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts	ENSEMBLE
Mohamedia	104 964	0	53 240	6 991	835	0	**166 030**
Mornag	148 134	0	933	1 949	4 137	0	**155 153**
BEN AROUS	**253 098**	**0**	**54 173**	**8 940**	**4 972**	**0**	**321 183**
Bir M'cherga	14 005	0	147 630	19 907	10 472	0	**192 014**
El Fahs	53 530	0	52 280	46 833	19 498	56	**172 198**
En-Nadhour	47 164	200 898	46 256	63 818	4 146	0	**362 281**
Saouaf	0	15 207	3 641	6 179	5 519	0	**30 546**
Zaghouan	38 970	0	51 638	11 255	1 396	0	**103 259**
ZAGHOUAN	**153 670**	**216 105**	**301 444**	**147 992**	**41 031**	**56**	**860 298**
Alaa	0	0	2 409	7 316	0	0	**9 724**
Chbika	11 678	30 113	57 680	58 970	11 051	0	**169 493**
Haffouz	14 466	23 651	36 734	79 081	4 453	0	**158 385**
Hajeb El Ayoun	1 244	20 263	45 912	49 709	4 440	0	**121 567**
Kairouan Nord	24 986	0	5 970	33 937	0	0	**64 893**
Sbikha	100 776	598 994	75 977	43 506	0	90	**819 343**
KAIROUAN	**153 150**	**673 021**	**224 682**	**272 518**	**19 944**	**90**	**1 343 404**
Jelma	0	15 835	15 027	9 290	964	0	**41 116**
SIDI BOUZID	**0**	**15 835**	**15 027**	**9 290**	**964**	**0**	**41 116**
TOTAL	**559 917**	**904 961**	**595 326**	**438 739**	**66 911**	**146**	**2 566 001**

On voit que les pertes de revenu net agro-pastoral représentent 0,6% du revenu agro-pastoral global, dont 1,3% pour le gouvernorat de Zaghouan et 1,0% pour le gouvernorat de Kairouan.

La **Figure 123** suivante permet de comparer les pertes globales de revenu net agro-pastoral du fait de l'expropriation définitive de l'emprise de la future plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

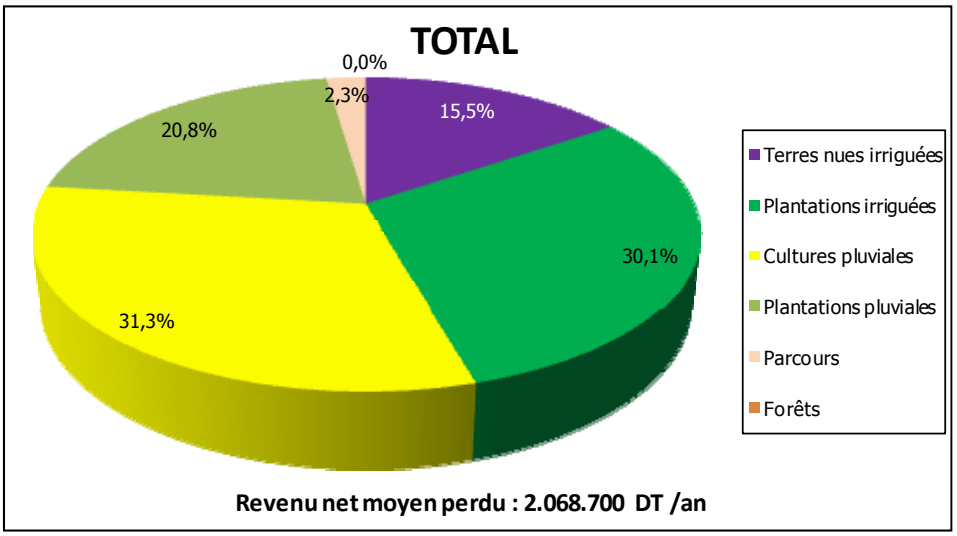


Figure 123 : Répartition des pertes de revenu net annuel agro-pastoral du fait des expropriations définitives

On voit que les pertes de revenu net agro-pastoral se répartissent sur l'ensemble de l'emprise de façon assez équilibrée entre les quatre grands types de culture. La **Figure 124** suivante permet de répartir dans les quatre gouvenorats concernés par cette expropriation définitive ces pertes de revenu net agro-pastoral entre les grands types de productions agro-pastorales.

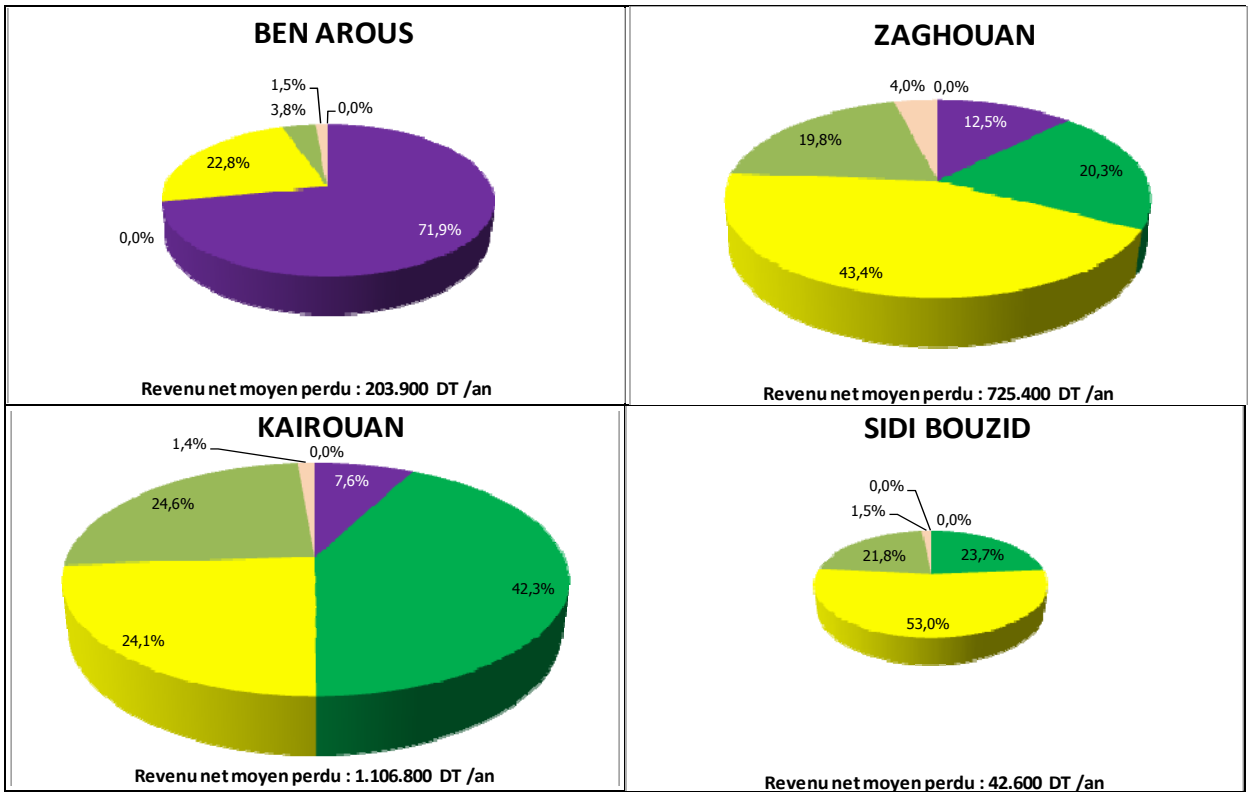


Figure 124 : Répartition des pertes de revenu net annuel agro-pastoral dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que les pertes de revenu net agro-pastoral ne se répartissent pas de façon équilibrée entre les quatre grands types de culture dans chaque gouvernorat, le gouvernorat de Ben Arous privilégiant les cultures annuelles irriguées, les gouvernorats de Zaghouan et de Sidi Bouzid les cultures annuelles pluviales et le gouvernorat de Kairouan privilégiant les plantations irriguées.

7.3.2.3 - Les pertes d'emplois agro-pastoraux liées à l'expropriation

Mais les prélèvements de terrains nécessités par le Projet seront aussi d'autant plus pénalisants pour les ruraux concernés qu'ils interviendront sur des parcelles cultivées intensivement qui demandent de nombreusews journées de travail agricole à l'hectare :

- plantations fruitières irriguées, et
- cultures maraîchères.

Le **Tableau 230** suivant présente les besoins en main d'oeuvre nets moyens nécessaires dans chaque gouvernorat sur les terres expropriées pour libérer l'emprise de l'autoroute et de ses annexes.

Tableau 230 : Pertes de journées de travail agro-pastoral sur les terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Gouvernorats	Grandes régions agricoles	Terres nues irriguées	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts
Ben Arous	Dorsale tunisienne nord	220	225	16	29	3,8	16
Zaghouan	Dorsale tunisienne sud	208	208	15	28	3,6	15
Kairouan	Plaine de Kairouan	220	211	13	26	3,2	13
Sidi Bouzid	Basses Steppes	196	200	11	23	2,2	9

A partir des données du **Tableau 75** de la page 162 et de ce **Tableau 230**, le **Tableau 231** suivant évalue les pertes de journées de travail agro-pastoral par grand type de production en pluvial et en irrigué par délégation et par gouvernorat.

Tableau 231 : Répartition des journées de travail agro-pastoral sur les terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	Terre nue irriguée	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts	ENSEMBLE
Mohamedia	1 215	0	608	101	5	0	**1 930**
Mornag	1 715	0	11	28	26	0	**1 780**
BEN AROUS	**2 931**	**0**	**619**	**130**	**31**	**0**	**3 711**
Bir M'cherga	343	0	2 013	319	75	0	**2 750**
El Fahs	1 310	0	713	749	140	1	**2 914**
En-Nadhour	1 154	3 799	631	1 021	30	0	**6 635**
Saouaf	0	288	50	99	40	0	**476**
Zaghouan	954	0	704	180	10	0	**1 848**
ZAGHOUAN	**3 760**	**4 086**	**4 111**	**2 368**	**295**	**1**	**14 622**
Alaa	0	0	39	127	0	0	**166**
Chbika	257	553	937	1 022	88	0	**2 857**
Haffouz	318	434	597	1 371	36	0	**2 755**
Hajeb El Ayoun	0	1 196	508	824	36	0	**2 563**
Kairouan Nord	550	0	97	588	0	0	**1 235**
Sbikha	2 217	10 990	1 235	754	0	2	**15 198**
KAIROUAN	**3 342**	**13 172**	**3 413**	**4 686**	**160**	**2**	**24 774**
Jelma	0	288	331	171	7	0	**797**
SIDI BOUZID	**0**	**288**	**331**	**171**	**7**	**0**	**797**
TOTAL	**10 033**	**17 546**	**8 474**	**7 354**	**494**	**3**	**43 904**

On voit que les pertes de journées de travail agro-pastoral représentent en global 200 équivalents emplois permanents à 220 journées par an, dont plus de la moitié concerne le gouvernorat de Kairouan.

La **Figure 125** suivante permet de comparer les pertes globales de journées de travail agro-pastoral du fait de l'expropriation définitive de l'emprise de la future plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

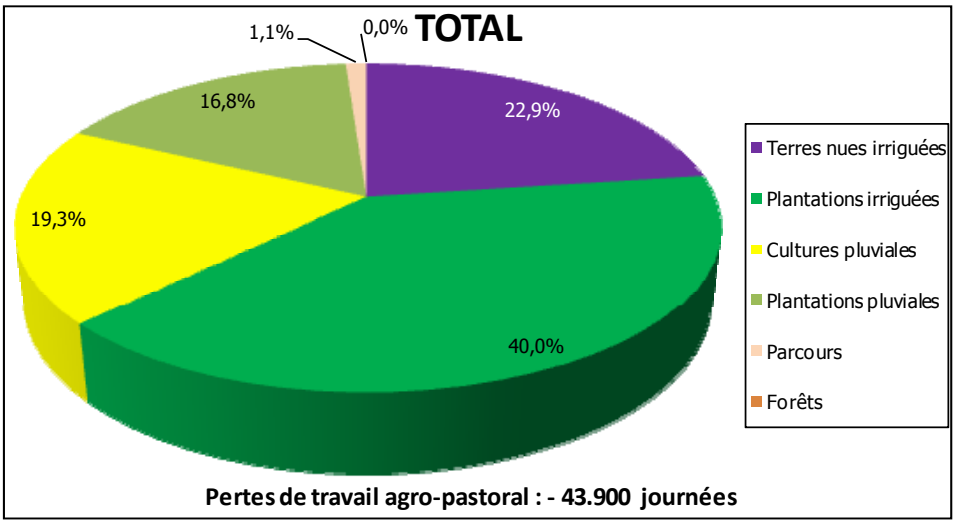


Figure 125 : Répartition des pertes de journées de travail agro-pastoral du fait des expropriations définitives

On voit que les pertes de journées de travail agro-pastoral concernent à 62,9% les cultures irriguées sur l'ensemble de l'emprise de façon assez équilibrée entre les quatre grands types de culture. La **Figure 126** suivante permet de répartir dans les quatre gouvenorats concernés par cette expropriation définitive ces pertes de journées de travail agro-pastoral entre les grands types de productions agro-pastorales.

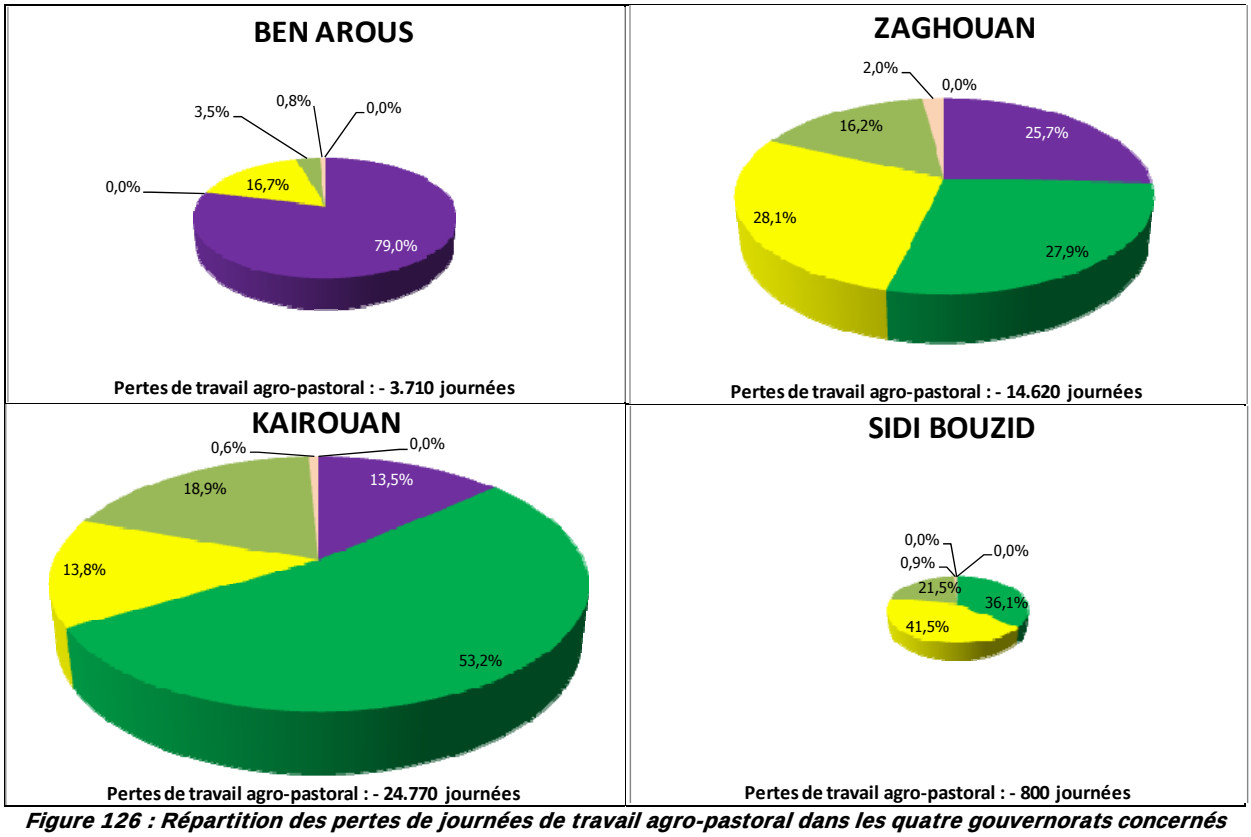


Figure 126 : Répartition des pertes de journées de travail agro-pastoral dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que les pertes de revenu net agro-pastoral ne se répartissent pas de façon équilibrée entre les quatre grands types de culture dans chaque gouvernorat, le gouvernorat de Ben Arous privilégiant les

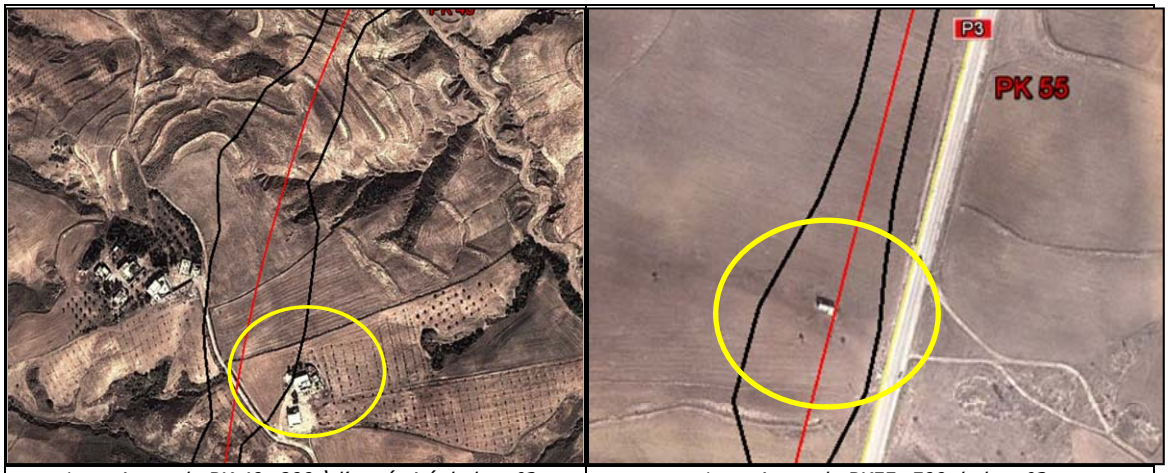
grandes cultures irriguées, le gouvernorat de Zaghouan l'ensemble des cultures irriguées, le gouvernorat de Kairouan les plantations irriguées et le gouvernorat de Sidi Bouzid les cultures annuelles pluviales.

7.3.2.4 - Une destruction réduite d'habitations

Le tracé retenu a été conçu pour limiter la destruction d'habitations :

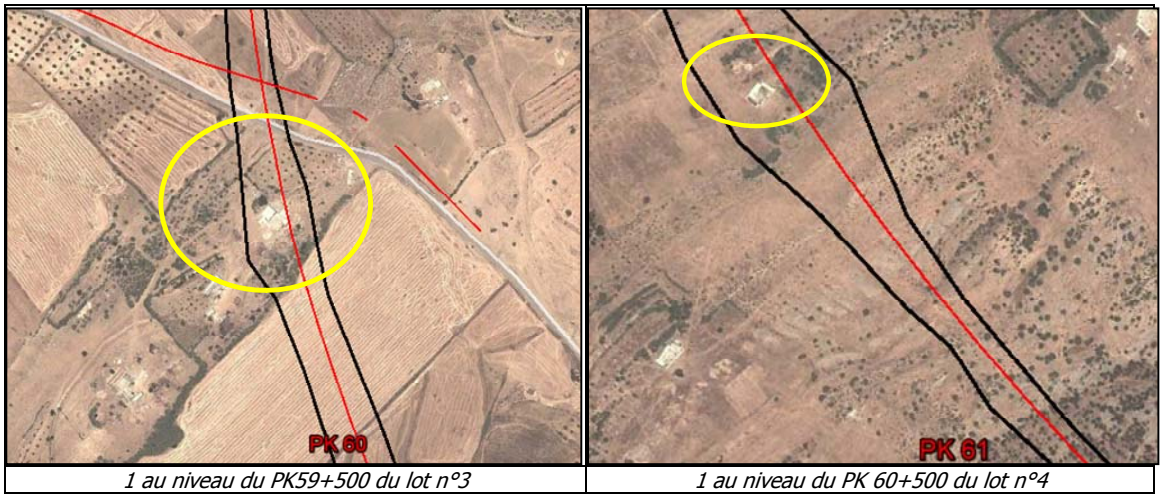
- en contournant toutes les zones urbaines de la moyenne vallée de l'oued Mejerdah à une distance au moins égale à 280 m, ce qui permet de ne jamais générer de gêne sonore au niveau de ces agglomérations.
- en limitant au maximum dans les zones rurales traversées la destruction de logements et de bâtiments d'exploitation.

Les quatre montages de images satellite des Figure 127 **à** Figure 134 suivantes présentent les divers bâtiments à exproprier avant d'entamer les travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.



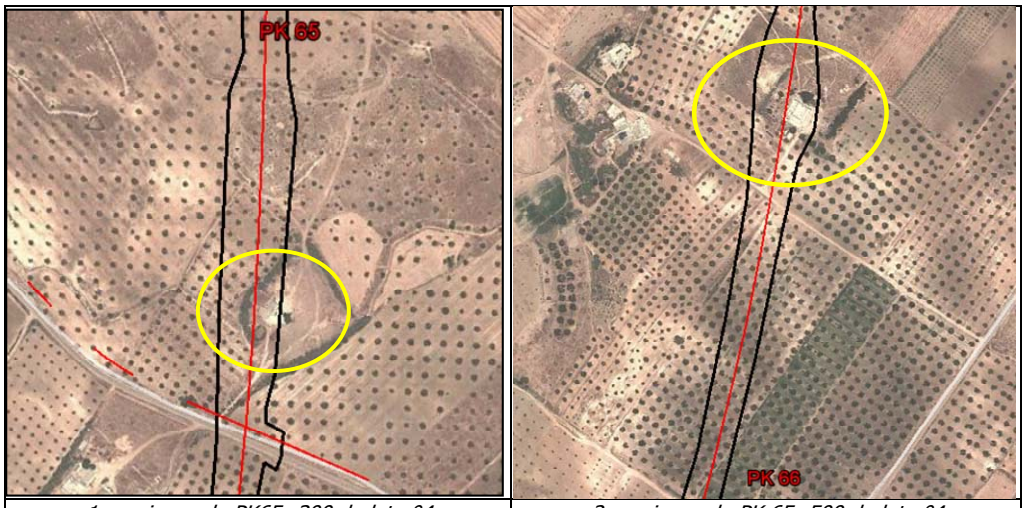
1 au niveau du PK 40+800 à l'extrémité du lot n°2 | *1 au niveau du PK55+500 du lot n°3*

Figure 127 : Deux premiers bâtiments à exproprier entre les PK40 et PK56



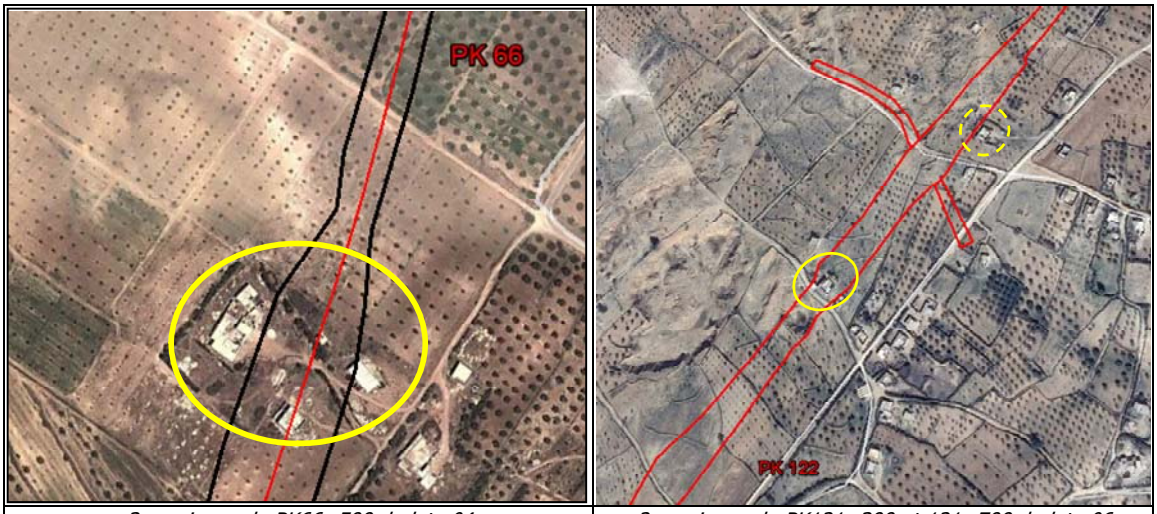
1 au niveau du PK59+500 du lot n°3 | *1 au niveau du PK 60+500 du lot n°4*

Figure 128 : Deux bâtiments à exproprier entre les PK59 et PK61



1 au niveau du PK65+300 du lot n°4	2 au niveau du PK 65+500 du lot n°4

Figure 129 : Trois bâtiments à exproprier au lot n°4 entre les PK65 et PK66



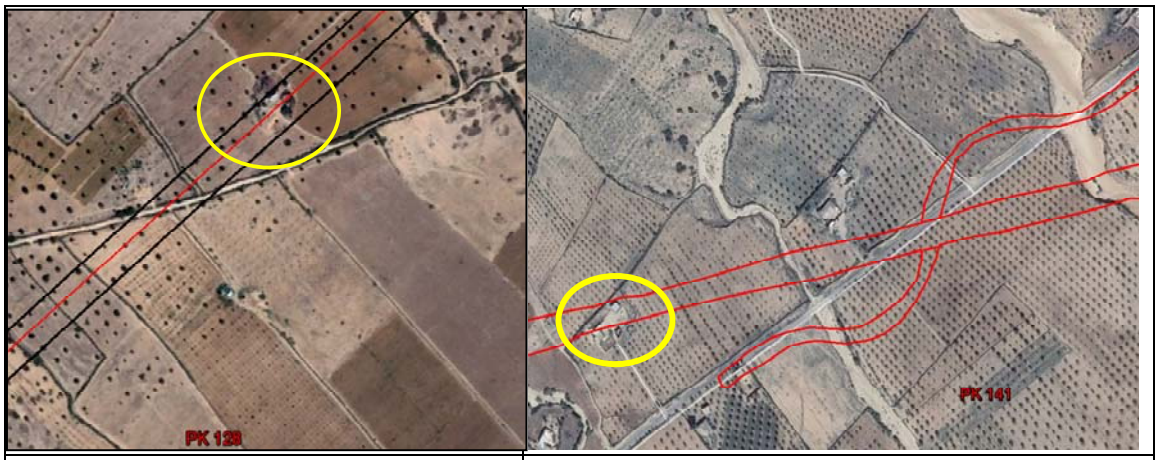
3 au niveau du PK66+500 du lot n°4	2 au niveau du PK121+300 et 121+700 du lot n°6

Figure 130 : Cinq bâtiments à exproprier entre les PK66 et PK122



2 au niveau du PK123+500 du lot n°6	1 ou 3 au niveau du PK126+500 du lot n°6

Figure 131 : Trois ou cinq bâtiments à exproprier entre les PK123 et PK127

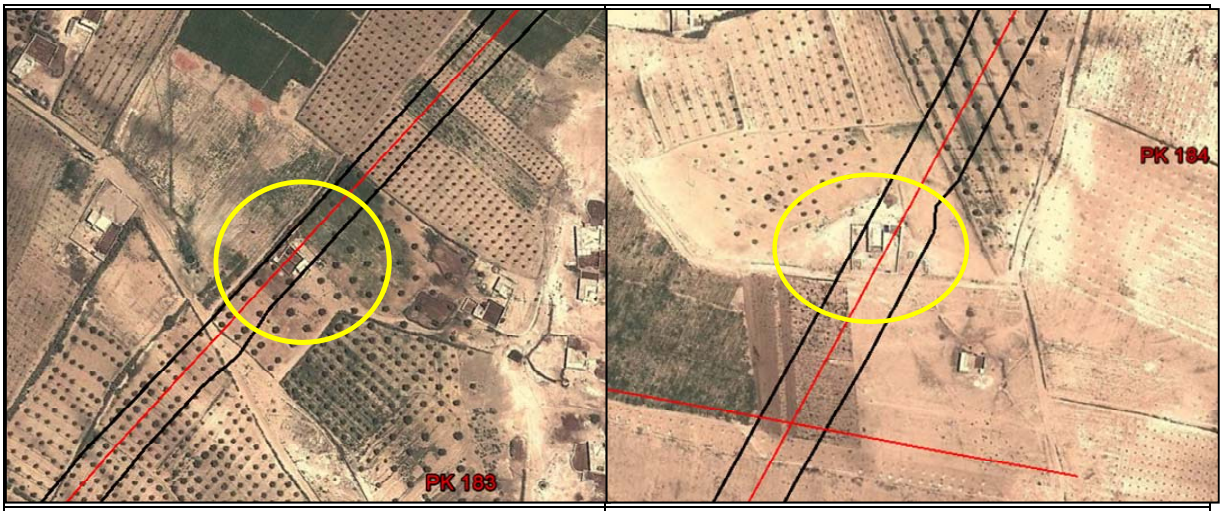


1 au niveau du PK 127+500 du lot n°6	*3 au niveau du PK141+500 du lot n°6*

Figure 132 : Deux bâtiments à exproprier entre les PK127 et PK142



Figure 133 : Trois bâtiments à exproprier au PK170+800 du lot n°8



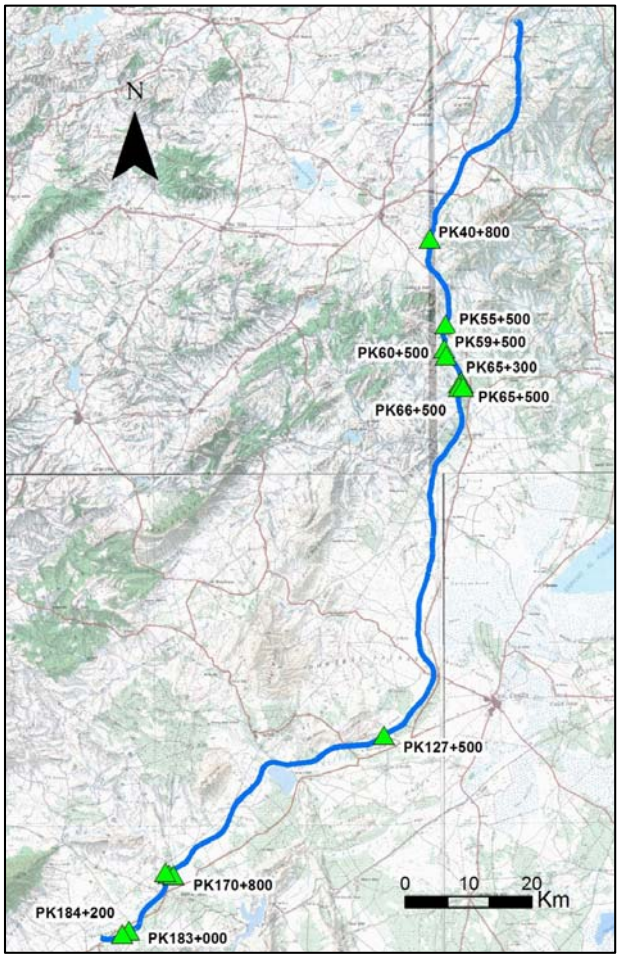
3 au niveau du PK183+000 du lot n°8	*1 au niveau du PK 184+200 du lot n°8*

Figure 134 : Deux derniers bâtiments à exproprier entre les PK183 et PK184 du lot n°8

Les habitants de ces quelques logements ruraux à exproprier vont bénéficier des travaux de la « Commission régionale de reconnaissance et de conciliation » *ad-hoc*, qui déterminera une indemnité suffisante pour qu'ils puissent se reloger dans des conditions au moins identiques.

La BEI souhaitant intégrer au Projet un Plan d'Action de Réinstallation, des propositions seront faites par cette Commission à ces Personnes Affectées par le Projet (PAP) en vue d'une réinstallation consensuelle. Lorsqu'il s'agit du siège d'une exploitation agricole, ce relogement devra être facilité sur une des parcelles résiduelles de l'exploitation, tout en valorisant au prix du marché le terrain ainsi mobilisé.

Finalement, la **Carte 108** suivante synthétise l'ensemble des bâtiments situés dans ou en toute bordure de l'emprise lors de la campagne de photos aériennes effectuée en 2012 et qui devront être expropriés.



Carte 108 : Ensemble des bâtiments à exproprier le long du tronçon prioritaire

7.3.2.5 - Le respect du patrimoine culturel

Fort de ces informations de l'INP collationnées dans le **Tableau 153** de la page 300 et dans la **Carte 63** de la page 300, nous avons pu chercher à finaliser au cours de l'étude d'APD un tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa avec l'objectif de limiter les empiétements sur les sites archéologiques et historiques aujourd'hui répertoriés dans la base de données de l'Institut National du Patrimoine.

7.3.2.5.1 - Les sites recensés avoisinés à une distance suffisante après ripage du tracé initial

La **Figure 135** suivante présente les neuf sites inventoriés qui ont ainsi pu être avoisinés à une distance de sécurité suffisante après un léger ripage du tracé initial.

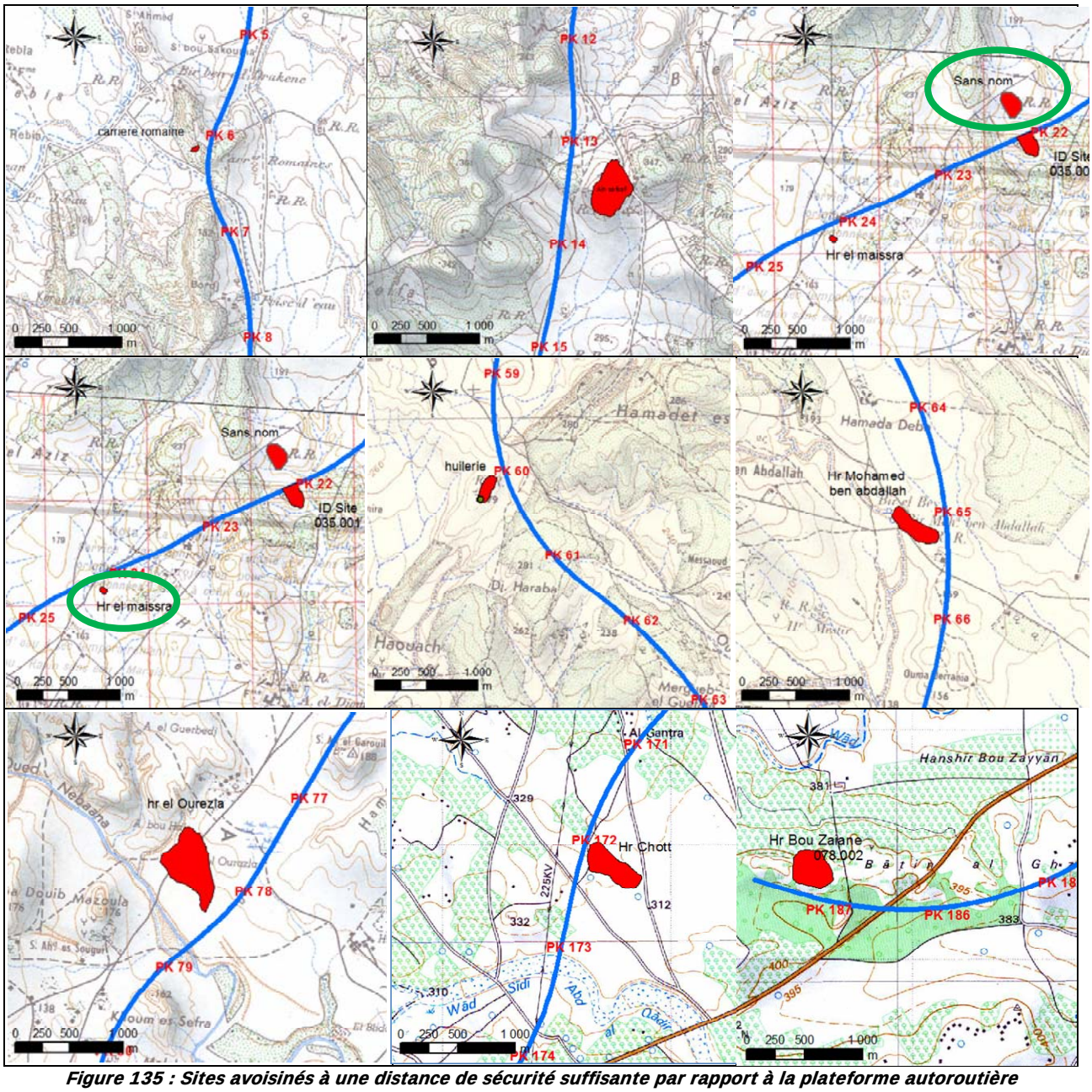


Figure 135 : Sites avoisinés à une distance de sécurité suffisante par rapport à la plateforme autoroutière

7.3.2.5.2 - Les sites recensés touchés par le tracé final

Par contre, la **Figure 136** suivante présente les deux sites inventoriés qui sont situés en partie dans l'emprise de la plateforme autoroutière du fait de contraintes qui ont empêché le déplacement de l'axe du tracé à une distance de sécurité suffisante.

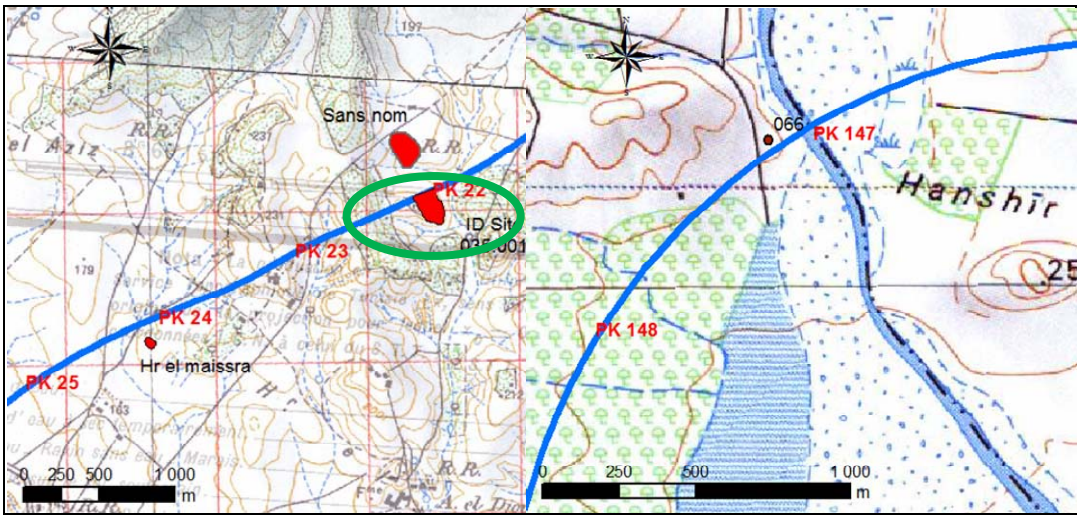


Figure 136 : Deux sites situés à proximité immédiate de l'emprise de la plateforme autoroutière

On voit les contraintes qui ont empêché le déplacement de l'axe du tracé à une distance de sécurité suffisante pour ces sites inventoriés:

- pour le premier site 035.001 avoisiné au PK22+100 qui correspondrait à une nécropole romaine, un ripage de l'axe vers le nord aurait conduit à toucher le site sans nom qui semble plus important ;
- pour le second site 066 avoisiné au PK 147+200, la colline sur le glacis duquel il se situe empêche tout ripage vers le nord, et le lit de l'oued Marguellil et les exigences de protection de la retenue du barrage Haouareb tout ripage vers le sud.

Bien sûr, un budget de fouilles préventives devra être prévu pour ces deux sites. Ces opérations pouroont être menées sereinement en parallèle à la mise en oeuvre du Plan d'Action de Réinstallation (PAR) des Personnes Affectées par le Projet (PAP).

Il a également été proposé l'affectation d'un budget idoine à l'Institut National du Patrimoine (INP), pour réaliser la fouille préalable des sites non répertoriés qui pourraient être inclus dans l'emprise du tracé. De plus, il est clair que les responsables de l'INP seront prévenus en cas de découverte de site encore non répertorié sous les tractopelles et les bulldozers en train d'installer les bases vie et les bases chantier ou de dégager la couche de fondation de l'emprise.

Un budget inscrit au PGES sera alors alloué par le Projet pour permettre la réalisation en urgence d'une campagne de reconnaissance, tandis que la base concernée sera repositionnée ailleurs et le chantier de dégagement des fondations transporté plus loin.

7.3.2.6 - Le récapitulatif des impacts de l'installation du Projet sur les populations riveraines

Le **Tableau 232** suivant récapitule l'ensemble des impacts des chantiers du Projet d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les populations riveraines résidant aux alentours de la future emprise autoroutière, des carrières, des zones d'emprunt, des gîtes de dépôt et des routes et pistes les reliant, dont le **Tableau 233** de la page 467 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 232 : Récapitulatif des impacts de l'installation des chantiers sur les populations riveraines

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Expropriations définitives de la plateforme autoroutière et de ses annexes	Perte de 2,1 M.DT de revenu agro-pastoral net annuel	Réinstallation des 1.749 agro-pasteurs expropriés	Réinstallation étudiée avec attention des 887 micro-exploitants expropriés
	Destruction de logements et de bâtiments d'exploitation	Indemnisation pour la réinstallation des résidents expropriés	
	Division définitive du parcellaire de certaines exploitations limitrophes	Recomposition définitive du système agro-pastoral le long de la plateforme et de ses annexes, avec pertes de production	
	Perte de sites préhistoriques ou archéologiques non recensés		
Expropriations des emprises provisoires des divers sites de chantier	Division provisoire du parcellaire de certaines exploitations limitrophes	Recomposition provisoire du système agro-pastoral autour des sites de chantier provisoires	
Perturbation des travaux de CES intersectés	Perte d'efficacité de ces aménagements de CES	Manque d'eau pour les cultures pratiquées et les parcours situés en inter-banquettes	Augmentation des transports de MES vers les lits d'oueds intersectés, et en final dans les retenues des barrages R'mel et El Haouareb
Implantation de l'emprise autoroutière, des bases-chantier, des sites d'emprunt etdes gîtes de dépôt	Expropriation de terres agro-pastorales, de logements et de bâtiments d'exploitation	Production de déblais de bâtiments, d'installations et d'infrastructures détruits	Risque de saturation des décharges contrôlées des cinq gouvernorats traversés
	Modification des paysages	Modification de l'harmonie des sites	
Déplacement des camions de transport de matériels sur les pistes et routes desservant les zones de chantier	Recrutement de chauffeurs	Création de sources de revenu pour ces chauffeurs	Risque d'accidents du travail pour les chauffeurs
	Dégradation de la qualité de l'air ambiant le long des pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des pistes reliant les zones de chantier aux zones d'emprunt et gîtes de dépôt	
	Dégradation de l'environnement acoustique le long des pistes et routes desservant les zones de chantier	Nuisances sonores pour les riverains des pistes reliant les zones de chantier aux zones d'emprunt et gîtes de dépôt	
	Gêne aux déplacements automobiles et pédestres sur les pistes et routes desservant les zones de chantier	Risque de collisions accidentelles des véhicules de transport de matériels avec des riverains de ces pistes ou leurs véhicules	Risque de collision des engins de chantier des matériaux avec les troupeaux des riverains de ces pistes

Tableau 233 : Matrice d'évaluation des impacts de l'installation des chantiers sur le cadre humain du Projet

Activités sources d'impact	Composantes principales du cadre humain affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Expropriation définitive des emprises de la plateforme et de ses annexesr	Agro-pastoralisme	Perte définitive de sources de revenu pour les 1.749 agro-pasteurs expropriés de l'emprise de l'autoroute et de ses annexes	I-H1	-	D	Haute	Haute	Haute	**Haute**	Loc	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**
	Habitat	Destruction de logements et de bâtiments d'exploitation	I-H2	-	D	Haute	Haute	Haute	**Haute**	Loc	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**
	Biens culturels	Perte de sites préhistoriques ou archéologiques non recensés	I-H3	-	D	Bas	Haute	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	P prob	Irrév	**Moy**
	Habitat	Production de déblais de bâtiments, d'installations et d'infrastructures détruits	I-H4	-	D	Bas	Haute	Haute	**Moy**	Loc	Ct t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Services collectifs	Risque de saturation des décharges contrôlées des deux gouvernorats traversés et de la délégation de Jelma	I-H5	-	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Ct t	**Min**	Cert	Irrév	**Min**
Perte d'efficacité de ces aménagements de CES intersectés	Agro-pastoralisme	Manque d'eau pour les cultures pratiquées et les parcours situés en inter-banquettes	I-H6	-	I	Moy	Bas	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
	Agriculture irriguée	Augmentation des transports de MES vers les lits d'oueds intersectés et dans les retenues des barrages R'mel et El Haouareb	I-H7	-	I	Bas	Moy	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Expropriation provisoire des emprises des bases-chantier, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Revenus	Perte provisoire de sources de revenu pour les agro-pasteurs des zones d'emprunt et gîtes de dépôt	I-H8	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Utilisation des véhicules de transport des matériels	Environnement acoustique	Nuisances sonores pour les riverains des pistes desservant les zones de chantier	I-H9	-	I	Bas	Bas	Moy	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Santé humaine	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des pistes desservant les zones de chantier	I-H10	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Ct t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Sécurité civile	Risque de collisions accidentelles des véhicules de transport de matériels avec des riverains des pistes desservant les zones de chantier ou avec leurs véhicules	I-H11	-	I	Bas	Bas	Haute	**Bas**	Loc	Ct t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Revenus	Risque de collision des véhicules de transport avec les troupeaux des riverains des pistes desservant les zones de chantier	I-H12	-	I	Bas	Bas	Moy	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
		Création de sources de revenu pour les chauffeurs	I-H13	+	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Ct t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**

7.4 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par les chantiers du Projet

7.4.1 - LES IMPACTS DES CHANTIERS DU PROJET SUR LE MILIEU PHYSIQUE

7.4.1.1 - Un très faible impact des chantiers sur le changement climatique global

On a vu dans la **Figure 57** de la page 236 que la Tunisie émettra environ 30 millions de tonnes métriques de CO_2 à l'horizon 2018, date de réalisation des chantiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

7.4.1.1.1 – Les émissions de CO_2 des engins de chantier des Entreprises

Les quantités d'émissions des engins de chantiers sont fonction des heures de fonctionnement qui sont directement proportionnelles aux volumes respectifs :

- de matériaux de terrassement à déplacer pour constituer la plateforme autroutière, et
- de produits de carrière à déplacer pour constituer la structure de la chaussée.

Il n'y aura donc aucune différence d'impact selon le choix de l'allotissement, par section de tracé ou par type de travaux.

7.4.1.1.1.1 – Les émissions de CO_2 des engins de chantier pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 234** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions atmosphériques de CO_2 calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 234 : Émissions atmosphériques de CO_2 des engins de chantier pour le terrassement des 8 lots par section de tracé (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	546 000	78 000	**10 232**	528 724	75 532	**9 908**	526 983	75 283	**9 875**
	2	Zaghouan - Al Fahs	112 301	16 043	**2 104**	109 277	15 611	**2 048**	108 008	15 430	**2 024**
	3	El Fahs - Ennadhour	514 989	73 570	**9 651**	513 440	73 349	**9 621**	512 785	73 255	**9 609**
	4	Ennadhour - Sbikha	334 051	47 722	**6 260**	329 173	47 025	**6 168**	327 220	46 746	**6 132**
	5	Sbikha - Kairouan	357 085	51 012	**6 692**	349 011	49 859	**6 540**	345 650	49 379	**6 477**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**1 864 426**	**266 347**	**34 938**	**1 829 625**	**261 376**	**34 286**	**1 820 646**	**260 093**	**34 118**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	360 691	51 527	**6 759**	355 361	50 766	**6 659**	353 159	50 451	**6 618**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	176 653	25 236	**3 310**	170 540	24 363	**3 196**	168 257	24 037	**3 153**
	8	Oued Zéroud - Jelma	155 027	22 147	**2 905**	150 928	21 561	**2 828**	149 224	21 318	**2 796**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**692 371**	**98 910**	**12 975**	**676 829**	**96 690**	**12 683**	**670 640**	**95 806**	**12 567**
Total lot prioritaire			**2 556 797**	**365 257**	**47 912**	**2 506 454**	**358 066**	**46 969**	**2 491 286**	**355 899**	**46 685**

A partir de ce **Tableau 234**, le **Tableau 235** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions atmosphériques de CO_2 calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la

nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux de ce tronçon prioritaire.

Tableau 235 : Émissions atmosphériques de CO_2 des engins de chantier pour le terrassement des 3 lots par type de travaux (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	1 173 290	167 613	**21 987**	1 151 441	164 492	**21 577**	1 147 776	163 968	**21 508**
	A2	Ennadhour - Kairouan	691 136	98 734	**12 951**	678 184	96 884	**12 709**	672 870	96 125	**12 609**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**1 864 426**	**266 347**	**34 938**	**1 829 625**	**261 376**	**34 286**	**1 820 646**	**260 093**	**34 118**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	692 371	98 910	**12 975**	676 829	96 690	**12 683**	670 640	95 806	**12 567**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**692 371**	**98 910**	**12 975**	**676 829**	**96 690**	**12 683**	**670 640**	**95 806**	**12 567**
Total lot prioritaire			**2 556 797**	**365 257**	**47 912**	**2 506 454**	**358 066**	**46 969**	**2 491 286**	**355 899**	**46 685**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME diminuerait les émissions de CO_2 des engins de terrassement de 2,0% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix de la structure du corps de chaussée en Grave bitume de 2,6%.

7.4.1.1.1.2 – Les émissions de CO_2 des engins de chantier pour la mise en place du corps de chaussée

Le **Tableau 236** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions atmosphériques de CO_2 calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place le corps de chaussée des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 236 : Émissions atmosphériques de CO_2 des engins de chantier pour la chaussée des 8 lots par section de tracé (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	27 486	6 343	**527,5**	35 469	8 185	**680,8**	38 830	8 961	**745,3**
	2	Zaghouan - Al Fahs	21 177	4 887	**406,5**	23 452	5 412	**450,1**	24 313	5 611	**466,6**
	3	El Fahs - Ennadhour	28 303	6 532	**543,2**	36 445	8 410	**699,5**	39 301	9 069	**754,3**
	4	Ennadhour - Sbikha	25 376	5 856	**487,1**	33 377	7 702	**640,6**	36 373	8 394	**698,1**
	5	Sbikha - Kairouan	28 567	6 592	**548,3**	37 202	8 585	**714,0**	40 560	9 360	**778,5**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**130 909**	**30 210**	**2 512,6**	**165 945**	**38 294**	**3 185,0**	**179 377**	**41 395**	**3 442,8**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	28 565	6 592	**548,3**	36 934	8 523	**708,9**	40 221	9 282	**772,0**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	20 236	4 670	**388,4**	26 507	6 117	**508,8**	28 878	6 664	**554,3**
	8	Oued Zéroud - Jelma	19 235	4 439	**369,2**	24 905	5 747	**478,0**	27 144	6 264	**521,0**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**68 036**	**15 701**	**1 305,8**	**88 346**	**20 387**	**1 695,7**	**96 243**	**22 210**	**1 847,2**
Total lot prioritaire			**198 945**	**45 911**	**3 818,4**	**254 291**	**58 681**	**4 880,7**	**275 620**	**63 605**	**5 290,1**

A partir de ce **Tableau 236**, le **Tableau 237** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions atmosphériques de CO_2 calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place le corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de ce tronçon prioritaire.

Tableau 237 : Émissions atmosphériques de CO_2 des engins de chantier pour la chaussée des 3 lots par type de travaux (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	76 966	17 762	**1 477,2**	95 366	22 007	**1 830,4**	102 444	23 641	**1 966,2**
	A2	Ennadhour - Kairouan	53 943	12 448	**1 035,3**	70 579	16 287	**1 354,6**	76 933	17 754	**1 476,6**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**130 909**	**30 210**	**2 512,6**	**165 945**	**38 294**	**3 185,0**	**179 377**	**41 395**	**3 442,8**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	68 036	15 701	**1 305,8**	88 346	20 387	**1 695,7**	96 243	22 210	**1 847,2**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**68 036**	**15 701**	1 305,8	**88 346**	**20 387**	1 695,7	**96 243**	**22 210**	1 847,2
Total lot prioritaire			**198 945**	**45 911**	**3 818,4**	**254 291**	**58 681**	**4 880,7**	**275 620**	**63 605**	**5 290,1**

On voit que le choix d'une des deux variantes de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les émissions de CO_2 de 27,8% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de 38,5%.

7.4.1.1.2 - Les émissions de CO_2 des camions de transport des Entreprises

On a vu que les camions effectuant le déplacement :

- de matériaux de terrassement vont essentiellement emprunter des pistes provisoires ou définitives (le long de l'emprise) mises en place par les Entreprises pour relier gîtes de dépôt et zones d'emprunt à l'emprise du tracé ;
- de matériaux de carrière vont essentiellement emprunter la RN3 et des routes bitumées régionales ou locales, et un peu les pistes définitives mises en place par les Entreprises le long de l'emprise.

7.4.1.1.2.1 – Les émissions de CO_2 des camions de transport pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 238** suivant répartit les émissions de CO_2 des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 238 : Émissions de CO_2 des camions de transport pour le terrassement des 8 lots par section de tracé (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment		EME		Grave bitume	
			Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	2 681 437	2 293	2 569 782	2 198	2 561 061	2 190
	2	Zaghouan - Al Fahs	1 375 992	1 177	1 328 506	1 136	1 307 902	1 119
	3	El Fahs - Ennadhour	3 313 822	2 834	3 457 994	2 958	3 526 308	3 016
	4	Ennadhour - Sbikha	1 825 550	1 561	1 748 465	1 495	1 719 306	1 470
	5	Sbikha - Kairouan	3 039 973	2 600	2 859 806	2 446	2 785 898	2 383
	Ss-total Tunis - Kairouan		**12 236 774**	**10 466**	**11 964 552**	**10 233**	**11 900 474**	**10 178**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	3 405 762	2 913	3 200 953	2 738	3 119 725	2 668
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1 663 556	1 423	1 555 059	1 330	1 513 563	1 295
	8	Oued Zéroud - Jelma	2 374 054	2 030	2 188 684	1 872	2 112 503	1 807
	Ss-total Kairouan - Jelma		**7 443 371**	**6 366**	**6 944 696**	**5 940**	**6 745 791**	**5 770**
Total lot prioritaire			**19 680 145**	**16 832**	**18 909 248**	**16 173**	**18 646 076**	**15 948**

A partir de ce **Tableau 238**, le **Tableau 239** suivant répartit les émissions de CO_2 des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les sites de chantier

pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux de ce tronçon prioritaire.

Tableau 239 : Émissions de CO_2 des camions de transport pour le terrassement des 3 lots par type de travaux (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment		EME		Grave bitume	
			Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	7 368 508	**6 302**	7 355 189	**6 291**	7 396 067	**6 326**
	A2	Ennadhour - Kairouan	4 867 136	**4 163**	4 609 140	**3 942**	4 506 957	**3 855**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**12 235 644**	**10 465**	**11 964 329**	**10 233**	**11 903 024**	**10 180**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	7 442 092	**6 365**	6 944 931	**5 940**	6 746 977	**5 771**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**7 442 092**	**6 365**	**6 944 931**	**5 940**	**6 746 977**	**5 771**
Total lot prioritaire			**19 677 736**	**16 830**	**18 909 260**	**16 173**	**18 649 811**	**15 951**

On voit que le choix d'une des deux variantes de structure du corps de chaussée en EME diminuerait les émissions de CO_2 des camions de transport de matériaux de terrassement de -3,9% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de -5,3%.

7.4.1.1.2.2 – Les émissions de CO_2 des camions de transport pour la mise en place du corps de chaussée

Le **Tableau 240** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions de CO_2 calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre en place le corps de chaussée des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 240 : Émissions de CO_2 des camions de transport des matériaux de chaussée des 8 lots par section de tracé (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	318 402	623 571	**725**	410 885	804 694	**936**	449 821	880 948	**1 024**
	2	Zaghouan - Al Fahs	732 792	433 303	**812**	811 495	479 840	**899**	841 281	497 453	**932**
	3	El Fahs - Ennadhour	1 222 074	664 263	**1 304**	1 573 627	855 351	**1 680**	1 696 928	922 372	**1 811**
	4	Ennadhour - Sbikha	1 068 978	591 756	**1 150**	1 406 003	778 323	**1 513**	1 532 205	848 185	**1 648**
	5	Sbikha - Kairouan	872 448	709 132	**1 132**	1 136 159	923 479	**1 474**	1 238 723	1 006 844	**1 607**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**4 214 694**	**3 022 025**	**5 124**	**5 338 168**	**3 841 687**	**6 502**	**5 758 957**	**4 155 801**	**7 024**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	610 244	731 219	**993**	789 043	945 462	**1 284**	859 250	1 029 587	**1 398**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	488 922	412 205	**647**	640 449	539 955	**848**	697 727	588 245	**923**
	8	Oued Zéroud - Jelma	824 761	360 001	**805**	1 067 874	466 118	**1 042**	1 163 872	508 020	**1 136**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**1 923 928**	**1 503 425**	**2 445**	**2 497 366**	**1 951 535**	**3 174**	**2 720 849**	**2 125 852**	**3 457**
Total lot prioritaire			**6 138 622**	**4 525 665**	**7 569**	**7 835 534**	**5 793 500**	**9 676**	**8 479 805**	**6 281 956**	**10 481**

A partir de ce **Tableau 240**, le **Tableau 241** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre en place le corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de ce tronçon prioritaire.

Tableau 241 : Émissions de CO_2 des camions de transport des matériaux de chaussée des 3 lots par type de travaux (T)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)	Km sur routes	Km sur pistes	Emissions CO_2 (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	2 273 004	1 721 832	**2 842**	2 796 313	2 140 636	**3 515**	2 988 428	2 299 502	**3 767**
	A2	Ennadhour - Kairouan	1 941 426	1 677 214	**2 604**	2 542 162	2 194 445	**3 408**	2 770 927	2 392 010	**3 715**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**4 214 244**	**3 022 755**	**5 124**	**5 338 329**	**3 842 746**	**6 503**	**5 759 301**	**4 154 853**	**7 023**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1 924 320	1 503 631	**2 445**	2 497 457	1 951 180	**3 173**	2 720 664	2 125 564	**3 457**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**1 924 320**	**1 503 631**	**2 445**	**2 497 457**	**1 951 180**	**3 173**	**2 720 664**	**2 125 564**	**3 457**
	Total lot prioritaire		**6 138 563**	**4 526 386**	**7 569**	**7 835 787**	**5 793 926**	**9 676**	**8 479 965**	**6 280 417**	**10 480**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les émissions de CO_2 des camions de transport de produits de carrière et de graves de +27,8% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Graves-Ciment, et le choix de la variante de structure du corps de chaussée en Graves bitume de +38,5%.

7.4.1.1.2.3 – Les émissions de CO_2 pour la fabrication du ciment utilisé pour la structure de chaussée en Graves-Ciment

La fabrication de presque 100.000 tonnes de ciment utilisées pour constituer la sous-couche de fondation de la structure de chaussée en Graves-Ciment va générer des quantités significatives de CO_2, comme le montre le **Tableau 242** suivant qui présente déplacement les émissions de CO_2 calculées pour constituer le corps de chaussée des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 242 : Émissions de CO_2 pour le ciment nécessaire aux matériaux de chaussée des 8 lots par section de tracé (T)

TRONÇON	N	Lots	Graves-ciment	EME	Graves-bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	14 316	0	0
	2	Zaghouan - Al Fahs	3 813	0	0
	3	El Fahs - Ennadhour	13 293	0	0
	4	Ennadhour - Sbikha	13 195	0	0
	5	Sbikha - Kairouan	14 828	0	0
	Sous-total Tunis - Kairouan		**59 447**	**0**	**0**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	14 472	0	0
	7	Haffouz - Oued Zéroud	10 444	0	0
	8	Oued Zéroud - Jelma	9 894	0	0
	Sous-total Kairouan - Jelma		**34 809**	**0**	**0**
	Total lot prioritaire		**94 256**	**0**	**0**

A partir de ce **Tableau 242**, le **Tableau 243** suivant présente les émissions de CO_2 calculées pour constituer le corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de ce tronçon prioritaire.

Tableau 243 : Émissions de CO_2 pour le ciment nécessaire aux matériaux de chaussée des 3 lots par type de travaux (T)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	31 423	0	0
	A2	Ennadhour - Kairouan	28 024	0	0
	Sous-total Tunis - Kairouan		**59 447**	**0**	**0**
	A3	Kairouan - Jelma	34 809	0	0
	Sous-total Kairouan - Jelma		**34 809**	**0**	**0**
Total lot prioritaire			**94 256**	**0**	**0**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en Graves-Ciment est lourdement pénalisée par ses besoins en ciment en matière d'émissions de CO_2.

7.4.1.1.3 - Un très faible impact des chantiers du Projet sur le changement climatique global

Le changement climatique global va donc finalement être affecté de façon négligeable par le fonctionnement des véhicules des Entreprises nécessaires à l'aménagement de la future desserte autoroutière. La **Figure 137** suivante permet de mieux comparer les émissions atmosphériques globales de CO_2 des chantiers :

- pour les trois variantes de structure du corps de chaussée et
- pour les deux types d'allotissement des chantiers du Projet, par section de tracé ou par type de travaux.

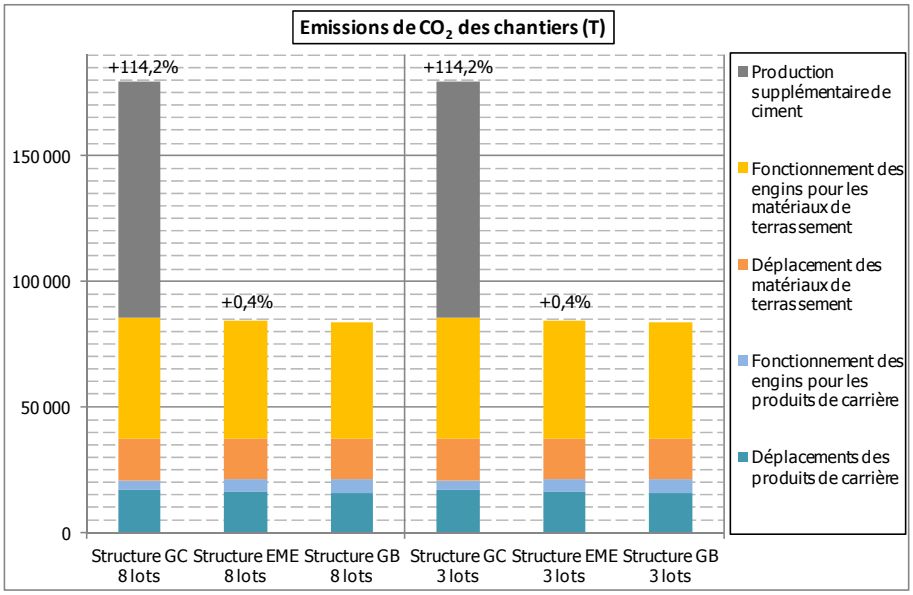


Figure 137 : Emissions atmosphériques de CO_2 des chantiers pendant les trois années de travaux

On voit que seul le choix de la structure de chaussée impacte le niveau des émissions de CO_2 des chantiers. La variante de base de la structure de chaussée est la solution qui limte les émissions de CO_2 des véhicules de chantier des Entreprises, mais ses besoins en ciment la pénalise fortement.

Finalement, la structure de chaussée en Graves-Bitume limite les émissions de CO_2 à 83.870 tonnes sur les trois années de chantier, alors que les deux variantes de la structure du corps de chaussée augmentent ces émissions :

- de 325 tonnes pour la structure de chaussée en EME, et
- de 95.460 tonnes pour la structure de chaussée en Graves-Ciment ;

Il faut relativiser l'importance de ces émissions de CO_2 des véhicules de chantier des Entreprises pendant les trois années que dureront les chantiers de chaque lot de travaux, puisque :

- les émissions minimales de 83.870 tonnes de CO_2 avec la structure de chaussée en Graves-bitume correspondent aux émissions tunisiennes annuelles de CO_2 pendant 24 heures et 29 minutes ;
- les émissions maximales de 179.650 tonnes de CO_2 avec la structure de chaussée en Graves-ciment correspondent aux émissions tunisiennes annuelles de CO_2 pendant 2 jours, 4 heures et 27 minutes.

7.4.1.2 - Les impacts des chantiers sur la qualité de l'air

L'impact du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur la qualité de l'air le plus visible en période des chantiers est constitué par les poussières dégagées lors des différents déplacement des véhicules de chantier. Mais les tonnages de polluants gazeux et de métaux lourds émis par les camions de transport et les engins de chantier constituent une autre atteinte importante de ces travaux à la qualité de l'air.

7.4.1.2.1 - Les poussières générées en milieu rural par les travaux

La qualité de l'air de des zones de chantier peut être affectée par les poussières émises lors des déplacements :

- des engins de chantier travaillant sur l'emprise et dans les carrières, les zones d'emprunt et les gîtes de dépôt ;
- des véhicules de transport ramenant les matériaux des carrières envisagées et des zones d'emprunt limitrophes aux différents sites de travaux, et transportant les déblais non réutilisés de l'emprise vers les gîtes de dépôt ;
- de trafic empruntant les déviations provisoires de la circulation sur les traversées d'emprise en cours d'aménagement.

Mais il faut noter que ces éventuels problèmes liés à la poussière vont être en grande partie limités aux personnels des Entreprises adjudicataires des travaux, car :

- on a vu que les gîtes de dépôt et les zones d'emprunt seront situés à proximité de la future emprise, et donc en rase campagne et ne recevront l'agrément de l'ANPE que si elles se situent loin des zones résidentielles ;
- l'ANPE ne donne son autorisation à l'exploitation d'une nouvelle carrière que lorsque les nuisances de son exploitation sont suffisamment limitées pour les populations les plus proches.

7.4.1.2.2 - Les émissions de polluants atmosphériques en milieu rural générées par les travaux

La qualité de l'air de des zones de chantier peut aussi être affectée par les gaz de combustion des carburants utilisés et par les métaux lourds émis par :

- les engins de chantier travaillant sur l'emprise et dans les carrières, les zones d'emprunt et les gîtes de dépôt ;

- les véhicules de transport ramenant les matériaux des carrières envisagées et des zones d'emprunt limitrophes aux différents sites de travaux, et transportant les déblais non réutilisés de l'emprise vers les gîtes de dépôt ;
- le trafic pris dans des embouteillages et des ralentissements causés par les déviations provisoires de la circulation sur les traversées d'emprise en cours d'aménagement.

7.4.1.2.2.1 – Les émissions de polluants atmosphériques des engins de chantier des Entreprises

Les quantités d'émissions des engins de chantiers sont fonction des heures de fonctionnement qui sont directement proportionneles aux volumes respectifs :

- de matériaux de terrassement à déplacer pour constituer la plateforme autroutière, et
- de produits de carrière à déplacer pour constituer la structure de la chaussée.

Il n'y aura donc aucune différence d'impact selon le choix de l'allotissement, par section de tracé ou par type de travaux.

7.4.1.2.2.1.1 – Les émissions de polluants atmosphériques des engins de chantier pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 244** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions de polluants atmosphériques et de particules calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 244 : Émissions atmosphériques de polluants des engins de chantier pour le terrassement des 8 lots (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	138 515	43 111	1 154,5	134 133	41 746	1 117,9	133 691	41 609	1 114,3
	2	Zaghouan - Al Fahs	28 490	8 867	237,4	27 723	8 628	231,1	27 401	8 528	228,4
	3	El Fahs - Ennadhour	130 648	40 662	1 088,9	130 255	40 540	1 085,6	130 089	40 488	1 084,2
	4	Ennadhour - Sbikha	84 746	26 376	706,3	83 508	25 991	696,0	83 013	25 836	691,9
	5	Sbikha - Kairouan	90 589	28 194	755,0	88 541	27 557	737,9	87 688	27 291	730,8
	Ss-total Tunis - Kairouan		**472 989**	**147 209**	**3 942,1**	**464 160**	**144 462**	**3 868,6**	**461 882**	**143 753**	**3 849,6**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	91 504	28 479	762,6	90 152	28 058	751,4	89 593	27 884	746,7
	7	Haffouz - Oued Zéroud	44 815	13 948	373,5	43 265	13 465	360,6	42 685	13 285	355,8
	8	Oued Zéroud - Jelma	39 329	12 240	327,8	38 289	11 917	319,1	37 857	11 782	315,5
	Ss-total Kairouan - Jelma		**175 648**	**54 668**	**1 463,9**	**171 706**	**53 440**	**1 431,1**	**170 136**	**52 952**	**1 418,0**
Total lot prioritaire			**648 637**	**201 877**	**5 406,1**	**635 866**	**197 902**	**5 299,6**	**632 018**	**196 704**	**5 267,6**

A partir de ce **Tableau 244**, le **Tableau 245** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions de polluants atmosphériques et de particules calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 245 : Émissions atmosphériques de polluants des engins de chantier pour le terrassement des 3 lots (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	297 653	92 639	2 480,8	292 111	90 914	2 434,6	291 181	90 625	2 426,9
	A2	Ennadhour - Kairouan	175 335	54 570	1 461,3	172 049	53 547	1 433,9	170 701	53 128	1 422,7
	Ss-total Tunis - Kairouan		**472 989**	**147 209**	**3 942,1**	**464 160**	**144 462**	**3 868,6**	**461 882**	**143 753**	**3 849,6**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	175 648	54 668	1 463,9	171 706	53 440	1 431,1	170 136	52 952	1 418,0
	Ss-total Kairouan - Jelma		**175 648**	**54 668**	**1 463,9**	**171 706**	**53 440**	**1 431,1**	**170 136**	**52 952**	**1 418,0**
Total lot prioritaire			**648 637**	**201 877**	**5 406,1**	**635 866**	**197 902**	**5 299,6**	**632 018**	**196 704**	**5 267,6**

On voit que le choix de la structure du corps de chaussée en EME diminuerait les émissions de polluants atmosphériques et de particules pendant les travaux de terrassement de -2,0% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et celui de la structure du corps de chaussée en Grave bitume de -2,6%.

7.4.1.2.2.1.2– Les émissions de polluants atmosphériques des engins de chantier pour la mise en place du corps de chaussée

Le **Tableau 246** suivant présente les émissions de polluants atmosphériques et de particules calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide le long de la nouvelle plateforme autoroutière pour mettre en place la structure de la chaussée des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 246 : Émissions atmosphériques de polluants des engins de chantier pour la chaussée des 8 lots (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	7 125	2 222	61,5	9 194	2 867	79,4	10 065	3 138	86,9
	2	Zaghouan - Al Fahs	5 489	1 712	47,4	6 079	1 895	52,5	6 302	1 965	54,4
	3	El Fahs - Ennadhour	7 337	2 288	63,4	9 447	2 946	81,6	10 187	3 176	88,0
	4	Ennadhour - Sbikha	6 578	2 051	56,8	8 652	2 698	74,7	9 428	2 940	81,4
	5	Sbikha - Kairouan	7 405	2 309	64,0	9 643	3 007	83,3	10 514	3 278	90,8
	Ss-total Tunis - Kairouan		**33 933**	**10 581**	**293,1**	**43 015**	**13 412**	**371,5**	**46 497**	**14 498**	**401,6**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	7 404	2 309	64,0	9 574	2 985	82,7	10 426	3 251	90,0
	7	Haffouz - Oued Zéroud	5 245	1 636	45,3	6 871	2 142	59,3	7 486	2 334	64,7
	8	Oued Zéroud - Jelma	4 986	1 555	43,1	6 456	2 013	55,8	7 036	2 194	60,8
	Ss-total Kairouan - Jelma		**17 636**	**5 499**	**152,3**	**22 900**	**7 140**	**197,8**	**24 947**	**7 779**	**215,5**
Total lot prioritaire			**51 569**	**16 080**	**445,4**	**65 915**	**20 553**	**569,3**	**71 444**	**22 277**	**617,1**

A partir de ce **Tableau 246**, le **Tableau 247** suivant répartit présente les émissions de polluants atmosphériques et de particules calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide le long de la nouvelle plateforme autoroutière pour mettre en place la structure de la chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 247 : Émissions atmosphériques de polluants des engins de chantier pour la chaussée des 3 lots (T)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	19 951	6 221	172,3	24 720	7 708	213,5	26 555	8 280	229,3
	A2	Ennadhour - Kairouan	13 983	4 360	120,8	18 295	5 704	158,0	19 942	6 218	172,2
	Ss-total Tunis - Kairouan		**33 933**	**10 581**	**293,1**	**43 015**	**13 412**	**371,5**	**46 497**	**14 498**	**401,6**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	17 636	5 499	152,3	22 900	7 140	197,8	24 947	7 779	215,5
	Ss-total Kairouan - Jelma		**17 636**	**5 499**	**152,3**	**22 900**	**7 140**	**197,8**	**24 947**	**7 779**	**215,5**
Total lot prioritaire			**51 569**	**16 080**	**445,4**	**65 915**	**20 553**	**569,3**	**71 444**	**22 277**	**617,1**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport de produits de carrière de +27,8% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de +38,5%.

7.4.1.2.2.2 - Les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport des Entreprises

On a vu que les camions effectuant le déplacement :

- de matériaux de terrassement vont essentiellement emprunter des pistes provisoires ou définitives (le long de l'emprise) mises en place par les Entreprises pour relier gîtes de dépôt et zones d'emprunt à l'emprise du tracé ;
- de matériaux de carrière vont essentiellement emprunter la RN3 et des routes bitumées régionales ou locales, et un peu les pistes définitives mises en place par les Entreprises le long de l'emprise.

7.4.1.2.2.2.1 – Les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 248** suivant répartit les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 248 : Émissions atmosphériques de polluants des camions de transport pour le terrassement des 8 lots (T)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	23 215	9 168	184,0	22 248	8 786	176,4	22 175	8 757	175,8
	2	Zaghouan - Al Fahs	11 913	4 704	94,4	11 502	4 542	91,2	11 323	4 472	89,8
	3	El Fahs - Ennadhour	28 690	11 330	227,4	29 938	11 823	237,3	30 519	12 052	241,9
	4	Ennadhour - Sbikha	15 805	6 241	125,3	15 137	5 978	120,0	14 890	5 880	118,0
	5	Sbikha - Kairouan	26 319	10 394	208,6	24 759	9 778	196,3	24 121	9 525	191,2
	Ss-total Tunis - Kairouan		**105 941**	**41 837**	**839,9**	**103 584**	**40 906**	**821,2**	**103 028**	**40 687**	**816,8**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	29 486	11 644	233,8	27 712	10 944	219,7	27 009	10 666	214,1
	7	Haffouz - Oued Zéroud	14 402	5 688	114,2	13 463	5 317	106,7	13 104	5 175	103,9
	8	Oued Zéroud - Jelma	20 554	8 117	162,9	18 949	7 483	150,2	18 289	7 223	145,0
	Ss-total Kairouan - Jelma		**64 442**	**25 449**	**510,9**	**60 124**	**23 744**	**476,6**	**58 402**	**23 064**	**463,0**
Total lot prioritaire			**170 382**	**67 286**	**1 350,7**	**163 708**	**64 650**	**1 297,8**	**161 430**	**63 750**	**1 279,8**

A partir de ce **Tableau 248**, le **Tableau 249** suivant répartit les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les

sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 249 : Émissions de polluants atmosphériques des camions de transport pour le terrassement des 3 lots (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	63 793	25 193	505,7	63 678	25 147	504,8	64 024	25 284	507,6
	A2	Ennadhour - Kairouan	42 138	16 641	334,1	39 904	15 758	316,3	39 025	15 411	309,4
	Ss-total Tunis - Kairouan		**105 931**	**41 833**	**839,8**	**103 582**	**40 905**	**821,2**	**103 050**	**40 695**	**816,9**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	64 430	25 444	510,8	60 126	23 744	476,7	58 412	23 068	463,1
	Ss-total Kairouan - Jelma		**64 430**	**25 444**	**510,8**	**60 126**	**23 744**	**476,7**	**58 412**	**23 068**	**463,1**
Total lot prioritaire			**170 361**	**67 277**	**1 350,6**	**163 708**	**64 650**	**1 297,8**	**161 462**	**63 763**	**1 280,0**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME diminuerait les émissions de polluants atmosphériques et de particules des camions de transport de matériaux de terrassement de -3,9% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de -5,3%.

7.4.1.2.2.2.2– Les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport pour la mise en place du corps de chaussée

Le **Tableau 250** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions de CO_2 calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre en place le corps de chaussée des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 250 : Émissions de polluants atmosphériques des camions de transport des matériaux de chaussée des 8 lots (T)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6 910	2 896	54,1	8 916	3 738	69,8	1 518	9 761	76,5
	2	Zaghouan - Al Fahs	7 229	3 241	55,8	8 005	3 589	61,8	8 299	8 299	64,0
	3	El Fahs - Ennadhour	11 550	5 205	89,0	14 873	6 703	114,6	16 038	16 038	123,6
	4	Ennadhour - Sbikha	10 196	4 590	78,6	13 410	6 037	103,4	14 614	14 614	112,7
	5	Sbikha - Kairouan	10 279	4 519	79,7	13 386	5 885	103,8	14 595	14 595	113,1
	Ss-total Tunis - Kairouan		**46 163**	**20 452**	**357,2**	**58 591**	**25 952**	**453,4**	**63 307**	**28 036**	**489,9**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	9 228	3 966	71,9	11 932	5 128	93,0	12 991	12 994	101,2
	7	Haffouz - Oued Zéroud	5 889	2 583	45,7	7 714	3 384	59,8	8 404	8 404	65,2
	8	Oued Zéroud - Jelma	7 030	3 211	54,0	9 103	4 158	69,9	9 921	9 921	76,2
	Ss-total Kairouan - Jelma		**22 147**	**9 760**	**171,6**	**28 749**	**12 669**	**222,7**	**31 319**	**13 802**	**242,6**
Total lot prioritaire			**68 311**	**30 212**	**528,8**	**87 339**	**38 621**	**676,2**	**94 626**	**41 838**	**732,6**

De la même manière, le **Tableau 251** répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les émissions de polluants atmosphériques calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre

en place le corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 251 : Émissions de polluants atmosphériques des camions de transport des matériaux de chaussée des 3 lots (I)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)	Emissions CO (T)	Emissions NO_x (T)	Emissions PM_{10} (T)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	25 693	11 344	199,0	31 802	14 033	246,3	34 089	15 037	264,0
	A2	Ennadhour - Kairouan	20 475	9 109	158,3	26 799	11 923	207,2	29 211	12 996	225,8
	Ss-total Tunis - Kairouan		**46 167**	**20 453**	**357,3**	**58 601**	**25 956**	**453,5**	**63 300**	**28 034**	**489,9**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	22 149	9 761	171,6	28 744	12 668	222,7	31 313	13 800	242,6
	Ss-total Kairouan - Jelma		**22 149**	**9 761**	**171,6**	**28 744**	**12 668**	**222,7**	**31 313**	**13 800**	**242,6**
Total lot prioritaire			**68 317**	**30 215**	**528,9**	**87 344**	**38 623**	**676,2**	**94 613**	**41 833**	**732,5**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les émissions de polluants atmosphériques des camions de transport de produits de carrière et de graves de +27,9% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix de la variante de structure du corps de chaussée en Grave bitume de +38,5%.

7.4.1.2.2.3 - Un très faible impact des chantiers du Projet sur la qualité de l'air

La qualité de l'air sera très peu affectée par les émissions de polluants atmosphériques et de particules des véhicules de chantier qui évolueront le plus souvent dans des zones rurales presque désertes, et par les émissions atmosphériques des véhicules de transport lorsqu'ils traversent ces mêmes zones rurales. On a vu que seuls les trafics des matériaux de carrière emprunteront des routes bitumées et traverseront donc quelques zones urbanisées en y émettant durant environ trois années quelques tonnes de polluants qui vont y dégrader de façon négligeable la qualité de l'air.

La **Figure 138** suivante permet de mieux comparer les émissions globales de CO des véhicules des Entreprises pour les trois variantes de structure du corps de chaussée et pour les deux types d'allotissement des chantiers du Projet, respectivement pour le, pour les NO_x et pour les PM_{10}.

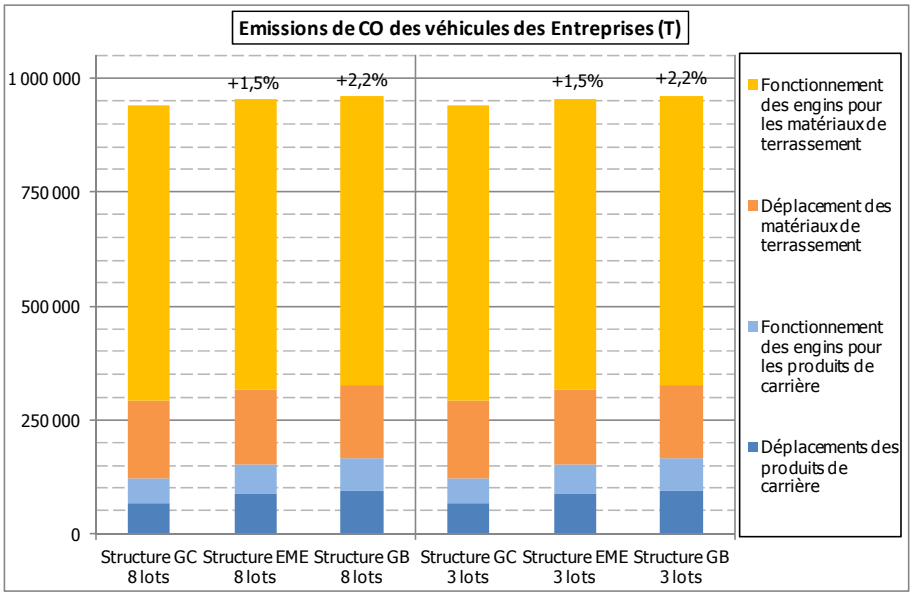


Figure 138 : Emissions de CO des véhicules des Entreprises pendant les trois années des chantiers

On voit que la variante de base de la structure de corps de chaussée de base en Graves-Ciment constitue la solution qui minimise les émissions de CO des véhicules de chantier des Entreprises à 938.900 tonnes environ, alors que les deux variantes de structure de chaussée dans cet allotissement les augmentent :

- d'environ 13.930 tonnes pour la structure de chaussée en EME, et
- d'environ 20.620 tonnes pour la structure de chaussée en Graves-Bitume ;

De la même manière, la **Figure 139** suivante permet de mieux comparer les émissions globales de NO_x des véhicules des Entreprises pour les trois variantes de structure du corps de chaussée et pour les deux types d'allotissement des chantiers du Projet.

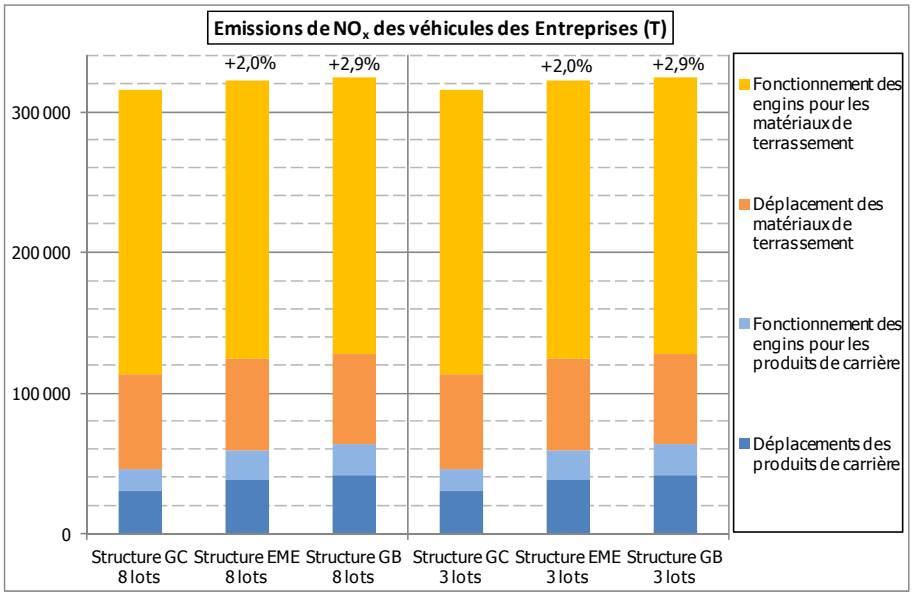


Figure 139 : Emissions atmosphériques de NO_x des véhicules des Entreprises pendant les trois années des chantiers

On voit que la variante de base de la structure de corps de chaussée en Graves-Ciment constitue la deux solutions qui minimise les émissions de NO_x des véhicules de chantier des Entreprises à 315.450 tonnes environ, alors que les deux autres variantes de structure de chaussée les augmentent :

- d'environ 6.270 tonnes pour la structure de chaussée en EME, et
- d'environ 9.120 tonnes pour la structure de chaussée en Graves-Bitume.

De la même manière encore une fois, la **Figure 140** suivante permet de mieux comparer les émissions globales de PM_{10} des véhicules des Entreprises pour les trois variantes de structure du corps de chaussée et pour les deux types d'allotissement des chantiers du Projet.

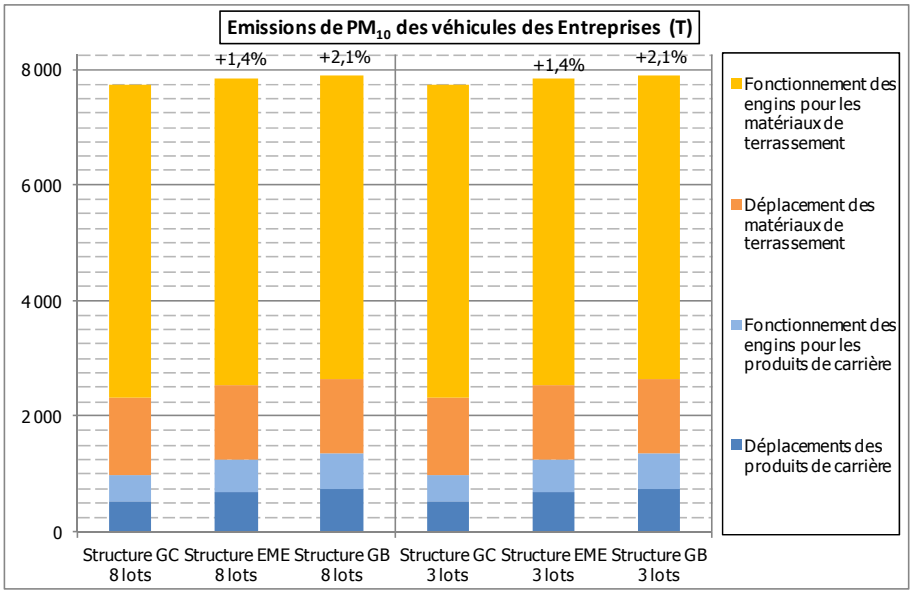


Figure 140 : Emissions atmosphériques de PM_{10} des véhicules des Entreprises pendant les trois années des chantiers

On voit que la variante de base de la structure de corps de chaussée de base en Graves- minimise les émissions de PM_{10} des véhicules de chantier des Entreprises à 5.150 tonnes environ, alors que les deux autres variantes de structure de chaussée dans cet allotissement les augmentent :

- de 112 tonnes pour la structure de chaussée en EME, et
- de 166 tonnes pour la structure de chaussée en Graves-Bitume.

7.4.1.3 - Les impacts des chantiers sur la qualité des sols

7.4.1.3.1 - Les impacts sur la structure des sols

Le passage des véhicules lourds des Entreprises, camions en charge et engins de chantier, va entraîner un tassement des sols dans les zones empruntées, qui va dégrader la structure des sols. Les sols argileux seront les plus sensibles à cete dégradation, surtout quand ils auront été empruntés en hiver lorsqu'ils sont saturés d'eau.

7.4.1.3.2 - Les impacts sur la composition chimique des sols

Les polluants qui se redéposent après leur émission, tels que les métaux lourds, les poussières et les hydrocarbures présents en phase des chantiers du fait des circulations des engins de travaux et des poids lourds, de l'usure des pneumatiques, des opérations de vidange (parfois sauvages) de ces véhicules, etc… seront à l'origine de la pollution des sols le long du tronçon autoroutier en cours d'aménagement.

De plus, les déviations provisoires de la circulation sur des itinéraires pré-existants rencontrant le chantier vont entraîner une augmentation des temps d'attente et un ralentissement pour le trafic empruntant ces axes, phénomène qui seront à l'origine d'une accentuation très provisoire de la pollution des sols le long de ces déviations.

On estime généralement qu'approximativement 40% de ces émissions non gazeuses retomberont dans une bande de quelques dizaines de mètres de part et d'autre de ces couloirs, et des routes et pistes concernées par ces trafics de chantier et de transport au cours de la phase des chantiers. Les métaux

lourds seront donc susceptibles de s'accumuler dans cette bande, mais les quantités émises sont trop faibles pour que cela puisse poser un problème : les teneurs en Zn et Cd resteront très proches du bruit de fond naturel et pourront être assimilées par les plantes de bordure.

7.4.1.4 Les impacts des chantiers sur le réseau hydrographique

7.4.1.4.1 Les impacts des chantiers sur la débitance du réseau hydrographique

La traversée par l'emprise autoroutière de nombreux écoulements concentrant les eaux de ruissellement des massifs environnants vers les lits des grands oueds ne se traduira pas par un effet de barrage pour ces eaux superficielles, car l'emprise autoroutière sera équipée par des ouvrages de franchissement permettant d'assurer les écoulements en crue centennale. Aussi, la présence de cette nouvelle plateforme autoroutière ne devrait :

- pas causer d'assèchement des garaet existant dans les zones basses et diminuer la recharge des nappes superficielles situées à son aval ;
- pas transformer durant l'hiver les vallées alluviales situées à son amont en zones marécageuses.

Toutefois, les solutions techniques employées durant les travaux de construction devront assurer que le chantier d'un ouvrage de franchissement d'un cours d'oued sera toujours conçu de manière à pouvoir laisser passer dans cet oued le débit d'une crue vingtenale pour les petits oueds, et cinquantenale pour les gros.

7.4.1.4.2 Les impacts des chantiers sur la qualité des eaux

En phase de travaux, ce sont les rejets des installations de chantiers qui constitue le principal facteur d'impact sur la qualité des eaux. En effet, il est prévu dans le cadre de ce Projet d'installer une unité de chantier par lot de travaux des nouvelles sections autoroutières.

Ces unités de chantier seront toutes susceptibles de générer des eaux résiduelles polluées, pouvant porter atteinte à la qualité des eaux de surface si aucune mesure de collecte et de maîtrise des rejets n'était prévue. En effet la pollution produite sera dans ce cas drainée par les différents oueds interceptés par l'emprise, pour être finalement déversée dans la mer Méditerrannée et les bassins endoréiques de la Tunisie centrale, ces derniers constituant un milieu hydrique très sensible à toute forme de pollution.

Il est à noter que certaines composantes du Projet vont nécessiter l'utilisation de bentonite et d'eau boueuse. Dans ce cas, il sera important de gérer le débit de ces déchets de construction afin d'éviter que leur rejet dans le milieu naturel ne porte atteinte aux conditions de ruissellement et à la qualité des eaux de surface.

7.4.1.5 – Le récapitulatif des impacts des chantiers du Projet sur le mileu physique

Le **Tableau 252** suivant récapitule l'ensemble des impacts générés par les chantiers du Projet d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu physique aux alentours, et surtout à l'aval des zones de chantier : plateforme de cette nouvelle infrastructure, installations provisoires de chantier, carrières, sites d'emprunt, gîtes de dépôt et routes et pistes les reliant, dont le **Tableau 253** de la page 484 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 252 : Récapitulatif des impacts des travaux sur le milieu physique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Exploitation des produits de carrière	Diminution du potentiel de production des carrières utilisées		
Déplacement des engins de chantier sur la future plateforme, des bases-chantier, des carrières, des sites d'emprunt, des gîtes de dépôt	Emissions atmosphériques d'environ 52.000 T de CO_2, gaz à effet de serre	Participation au changement climatique global	
	Emissions atmosphériques de plus de 700.000 T de CO, plus de 315.000 T de NO_x et plus de 5.100 T de PM_{10}	Pollution chimique des sols aux alentours de la future plateforme par les retombées	Diminution de la qualité des eaux de surface à l'aval de la future plateforme
	Envols de poussières	Augmentation des transports solides dans les eaux de surface à l'aval de ces sites de chantier	
	Pertes de carburant et de lubrifiant	Pollution chimique des sols aux alentours de ces sites de chantier par les infiltrations de ces pertes	Pollution des eaux de surface à l'aval de ces sites de chantier
Déplacement des camions de transport sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Emissions atmosphériques d'environ 26.000 T de CO_2, gaz à effet de serre	Participation au changement climatique global	
	Emissions atmosphériques de plus de 240.000 T de CO_2, plus de 97.000 T de NO_x et plus de 1.880 T de PM_{10}	Pollution chimique des sols par les retombées aux alentours de la future plateforme, des carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt et des pistes et routes les reliant	Diminution de la qualité des eaux de surface à l'aval de la future plateforme et de ces pistes et routes
	Envols de poussières	Pollution chimique des sols par les retombées aux alentours de ces pistes et routes	Augmentation des transports solides dans les eaux de surface à l'aval des chantiers
	Pertes de carburant et de lubrifiant	Pollution chimique des sols aux alentours de ces pistes et routes par les infiltrations de ces pertes	Pollution des eaux de surface à l'aval de ces pistes et routes
Opérations de terrassement au niveau des zones de déblai et de remblai de l'emprise	Décompaction des terrains travaillés et conpaction des terrains alentours	Augmentation des transports solides dans les eaux de ruissellement drainées par les écoulements à l'aval de l'emprise	
Compactage de la plateforme	Consommation de plus de 2,2 hm^3 d'eau pour le compactage	Concurrence des besoins en eau de l'agriculture irriguée	
Bitumage des chaussées	Emissions atmosphériques de COVNM	Pollution chimique des sols par les retombées aux alentours de la future plateforme	
Edification des ouvrages d'art sur les écoulements interceptés	Risque de diminution de la débitance des écoulements interceptés	Risque d'inondation à l'amont et à l'aval en cas de rupture	Risque de sous-alimentation des nappes d'underflow situées à l'aval de la plateforme
Lutte contre les poussières	Consommation en eau pour l'arrosage des pistes et des emprises	Concurrence des besoins en eau de l'agriculture irriguée	
Consommation d'eau sanitaire par les bases-chantier	Consommation en eau souterraines ar les bases-chantier	Production d'eaux usées sanitaires par les bases-chantier	Pollution des eaux des oueds et des nappes phréatiques par ces eaux usées

Tableau 253 : Matrice d'évaluation des impacts des travaux sur le milieu physique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu physique affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Exploitation des produits de carrière	Air	Pollution de l'air par les envols de poussières en carrières	T-P1	-	D	Bas	Moy	Moy	**Min**	Loc	Moy t	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
	Sols	Pollution pa les retombées de poussières	T-P2		I	Bas	Bas	Bas	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
Utilisation des engins de chantier sur la plateforme, en sites d'emprunt, en carrières et en gîtes de dépôt	Climat	Emissions d'environ 52.000 T de CO_2 en zones de chantier	T-P3	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Génér	Moy t	**Moy**	Cert	Peu rév	**Moy**
	Air	Pollution par les émissions de plus de 700.000 T de CO, plus de 315.000 T de NO_x et plus de 5.100 T de PM_{10} en zones de chantier	T-P4		D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
		Pollution par les envols de poussières en zones de chantier	T-P5	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Sols	Pollution dpar les retombées en zones de chantier	T-P6	-	I	Bas	Bas	Bas	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
		Erosion et lessivage autour des zones de chantier	T-P7	-	D	Bas	Bas	Bas	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
	Eaux de surface	Pollution par ruissellement à l'aval des zones de chantier	T-P8	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
		Diminution de la débitance des oueds pendant la confection des ouvrages hydrauliques	T-P9	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Ct t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
Utilisation des véhicules de transport de matériaux et de camions-citernes	Climat	Emissions d'environ 26.000 T de CO_2 en zones de chantier et sur les pistes les reliant	T-P10	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Génér	Moy t	**Moy**	Cert	Peu rév	**Moy**
	Air	Pollution par les émissions de plus de 240.000 T de CO_2, plus de 97.000 T de NO_x et plus de 1.880 T de PM_{10} en zones de chantier et sur les pistes les reliant	T-P11	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
		Pollution par les envols de poussières en zones de chantier et sur les pistes les reliant	T-P12	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
	Sols	Pollution par les retombées des émissions en zones de chantier et sur les pistes les reliant	T-P13	-	I	Moy	Bas	Bas	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Eaux de surface	Pollution par ruissellement à l'aval des zones de chantier et des pistes les reliant	T-P14	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
		Augmentation des MES dans les eaux à l'aval des zones de chantier et des pistes les reliant	T-P15		I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Eaux souterraines	Pollution par infiltration en zones de chantier et sur les pistes les reliant	T-P16	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
Edification des ouvrages hydrauliques		Risque de sous-alimentation des nappes d'underflow situées à l'aval de la plateforme	T-P17	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
Bitumage de la chausssée	Air	Pollution par les émissions de COVNM	T-P18	-	D	Bas	Moy	Moy	**Min**	Loc	Moy t	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
	Sols	Pollution par les retombées des émissions de COVNM	T-P19	-	D	Bas	Bas	Bas	**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**	➔ ➔ ➔ ➔ ➔		**Négl**
Consommation d'eau sanitaire en bases-chantier	Eaux souterraines	Consommation par les bases-chantier	T-P20	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
		Pollution des eaux des oueds et des nappes phréatiques	T-P21	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**

7.4.2 - LES IMPACTS DES CHANTIERS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE

L'impact du projet sur le milieu biologique est un impact faible, vu que l'emprise autoroutière retenue a soigneusement évité de s'approcher à moins de 1 km d'un site naturel reconnu, eu égard à ses caractéristiques biologiques ou écologiques, d'intérêt local, régional, national ou international.

Pendant les travaux toutefois, le passage des engins de chantier et des véhicules de transport aux alentours du couloir pourrait être dommageable en l'absence d'une gestion conservatrice des chantiers. En effet, la réalisation des chantiers va se traduire pour le ruban de l'emprise et pour les zones d'emprunt par un bouleversement des sols et la destruction de leur couvert végétal. Pendant le fonctionnement de l'autoroute, les aménagements paysagers réalisés devraient être conçus pour apporter une couverture végétale adaptée aux conditions de chaque zone intéressée.

Les sites les plus sensibles sont bien évidemment les sites aux sols les plus fragiles et ceux ou le couvert est naturel ou le résultat d'un coûteux aménagement artificiel :

- les forêts climaciques résiduelles ;
- les aménagements forestiers ;
- les garrigues et maquis implantés sur les contreforts sud de la Dorsale tunisienne dont les sols minces sont sensibles à l'érosion hydrique du fait de leur déforestation liées aux diverses activités humaines.

7.4.2.1 - Les zones forestières

La variante retenue au fil des études préliminaire, d'APS et d'APD a soigneusement évité de traverser les aménagements forestiers réalisés par la direction générale des Forêts (DG/F) du M/ARH.

7.4.2.2 - Les végétations des pentes

Les glacis des contreforts de la Dorsale tunisienne constituent les seules zones en pente rencontrées par le tracé, dans le but d'éviter les périmètres irrigués situés dans les vallées. Ils sont le plus souvent couverts de garrigues plus ou moins mises en culture, où la végétation participe à la protection de ces pentes contre l'érosion hydrique et éolienne. Le tracé va les traverser sur plusieurs kilomètres.

Le chantier allant d'abord s'y traduire par l'arrachage de cette végétation et l'interruption de banquettes de CES, la sensibilité de ces sols de pente dénudés à l'érosion hydrique doit amener ici aussi :

- à réclamer de fortes contraintes au niveau de la conduite du chantier de construction, pour en limiter au minimum la durée et éviter une extension excessive de sa surface ;
- à exiger par la suite la réalisation de travaux de CES dans toutes les pentes environnantes, qui joueront d'ailleurs un rôle dans la pérennisation de la nouvelle infrastructure autoroutière elle-même.

7.4.2.3 - Les terrains agricoles des zones planes

Les plaines rencontrées par le tracé sont le plus souvent cultivées depuis des siècles, après défrichement de la formation d'Oléo-Lentisque et des steppes climaciques. Les cultures ou même les formations cultigènes qui couvrent les terres laissées en jachères participe à la protection de ces terres contre l'érosion. Le tracé va les traverser sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Le chantier va d'abord s'y traduire par l'arrachage de cette végétation, la sensibilité à l'érosion éolienne de ces sols une fois dénudés dans cette zone de pluviométrie relativement importante doit conduire ici aussi à réclamer de fortes contraintes au niveau de la conduite du chantier de construction, pour en limiter au minimum la durée et éviter une extension excessive de sa surface.

Mais il faudra aussi exiger la réalisation de travaux d'aménagements de drainage des sols hydromorphes, pour canaliser les écoulements vers les ouvrages hydrauliques implantés dans tous les lits d'oued traversant l'emprise autoroutière.

7.4.2.4 Les impacts des chantiers du Projet sur le milieu biologique

Le **Tableau 254** suivant récapitule l'ensemble des impacts identifiés de l'installation et des chantiers du Projet d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu biologique aux alentours et surtout à l'aval des zones de chantier : l'emprise des nouvelle section autoroutière, les carrières, les zones d'emprunt, les gîtes de dépôt et les routes et pistes les reliant, dont le **Tableau 255** de la page 488 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 254 : Récapitulatif des impacts des travaux sur le milieu biologique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects
Déplacement des engins de chantier sur la plateforme, les bases-chantier, les sites d'emprunt, les gîtes de dépôt et les carrières	Emissions atmosphériques d'environ 52.000 T de CO_2, gaz à effet de serre	Hausse de la teneur en CO_2 entraînant une meilleure activité photosythètique autour des sites de chantier et des carrières utilisées
	Envols de poussières	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières autour des sites de chantier et des carrières utilisées
	Risques de collision pour la faune sauvage traversant l'emprise autoroutière	Apparition progressive d'un effet de coupure de l'emprise autoroutière pour les populations animales concernées
Déplacement des camions de transport de matériaux sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Emissions atmosphériques d'environ 26.000 T de CO_2, gaz à effet de serre	Hausse de la teneur en CO_2 entraînant une meilleure activité photosythètique le long des pistes et routes reliant les sites de chantier
	Envols de poussières	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières le long des pistes et routes reliant les sites de chantier
	Risques de collision pour la faune sauvage traversant les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Effet de coupue pour les populations animales
Edification des ouvrages d'art sur les écoulements interceptés	Diminution provisoire de la débitance des oueds au niveau de ces chantiers	Diminution des apports hydriques pour les écosystèmes humides en aval de ces chantiers
	Envols de poussières	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières autour de ces ouvrages d'art

Tableau 255 : Matrice d'évaluation des impacts des travaux sur le milieu biologique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu biologique affecté	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Déplacement des engins de chantier sur les bases-chantier, la plateforme autoroutière, les sites d'emprunt, les gîtes de dépôt et les carrière	Végétation	Meilleure activité photosythètique du fait de la hausse de la teneur en CO_2 autour des sites de chantier et des carrières utilisées	T-B1	+	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Habitat	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières autour des sites de chantier et des carrières utilisées	T-B2	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
Utilisation de véhicules de transport des matériaux et camions-citernes sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Végétation	Meilleure activité photosythètique du fait de la hausse de la teneur en CO_2 le long des pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	T-B3	+	I	Bas	Moy	Moy	**Moy**	Génér	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
		Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières le long des pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	T-B4	-	I	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cer	Rév	**Min**
	Faune sauvage	Risques de collision pour la faune sauvage traversant les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	T-B5	-	D	Bas	Moy	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Edification des ouvrages d'art sur les écoulements interceptés	Ecosystèmes	Diminution des apports hydriques pour les écosystèmes humides en aval de ces chantiers	T-B6	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Local	Ct t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Végétation	Diminution des capacités photosynthétiques de la végétation dont le feuillage est couvert par les retombées de poussières autour de ces ouvrages d'art	T-B7	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Local	Ct t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**

7.4.3 - LES IMPACTS DES CHANTIERS SUR LES POPULATIONS RIVERAINES

7.4.3.1 - Les impacts de la présence de l'emprise autoroutière, des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt

7.4.3.1.1 - Les atteintes à la sécurité des populations riveraines

L'implantation des bases-chantier au niveau de l'emprise autoroutière, des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt, leur alimentation en matières premières et la fourniture aux chantiers des produits semi-finis vont se traduire pour les populations riveraines par :

- des dangers si elles continuent à pénétrer sur les sites de chantier ;
- des difficultés pour la circulation automobile sur les routes et pistes empruntées par les camions de transport de matières premières et de produits semi-finis.

7.4.3.1.2 - La modification des paysages et de l'harmonie des sites

Pendant les travaux, l'installation au sein des paysages actuels des huit ou dix sites de chantier, et la progression du chantier autoroutier au sein de ces paysages avec utilisation de multiples zones d'emprunt pour constituer la plateforme autoroutière, de carrières pour fournir les matériaux nécessaires à l'édification des corps de chaussée et des ouvrages d'art, et de gîtes de dépôt où déposer les remblais non réutilisés va représenter des modifications provisoires des paysages concernés de la zone d'influence directe du projet, le long de la plateforme et autour des zones de chantier. Pour ces dernières, ces phénomènes néfastes devraient s'atténuer au fil des années grâce aux aménagements paysagers réalisés pour les régénérer lors de leur remise en état.

Mais l'implantation définitive dans le paysage d'une infrastructure linéaire, comme le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, constitue un impact définitif, qui présuppose :

- l'introduction dans la zone d'influence directe du projet d'un nouvel élément visuel ayant une forte présence dans le paysage et des répercussions sur la lecture actuelle de celui-ci ;
- l'élimination et le remplacement d'éléments visuels de référence du paysage ;
- la modification de la morphologie du terrain, en raison des terrassements qui entrainent l'interruption des lignes et des formes naturelles des lieux franchis, provoquant ainsi :
  - ✓ l'apparition de zones de discontinuité visuelle et fonctionnelle, et
  - ✓ des modifications de la profondeur visuelle des espaces ;
- la transformation du caractère visuel du paysage franchi, résultant de modifications au niveau de l'occupation et de la fonction actuelle de l'espace ;
- la modification des rapports entre les différents éléments du paysage : forme, texture, ligne et couleur.

La perception visuelle des espaces et, réciproquement, du tracé retenu constitue un autre facteur important d'analyse, car elle introduit la composante humaine et sensorielle dans l'évaluation de l'impact paysager. Ce paramètre est lié à la position et à la distance de l'observateur sur le terrain et à l'existence ou l'absence d'obstacles à la vision sur le paysage, qu'ils soient ou non annulables, lesquels influencent le

degré de visibilité de l'aménagement. En ayant pour base ces présuppositions, on a également eu recours, pour la détermination de l'impact visuel, aux paramètres suivants :

- perception du tracé et amplitude visuelle de l'aménagement (accessibilité visuelle à partir des espaces sociaux, routes à proximité et points éloignés);
- altération dans la morphologie du terrain (dérivée des caractéristiques du projet, en raison de la construction de remblais et déblais);
- sensibilité des unités de paysage (capacité d'intégration visuelle de l'aménagement).

Etant donné la phase des études, autrement dit phase d'APS, on a fait l'évaluation intégrée de l'impact paysager, en privilégiant la détermination de l'ampleur de l'impact, en particulier en fonction de la sensibilité du paysage des espaces concernés par les variantes, obtenu à partir des paramètres de Qualité et Fragilité Visuelle. Le **Tableau 256** suivant présente les niveaux d'impact, associés à chaque lot de terrassement par type de travaux.

Tableau 256 : Répartition de la sensibilité des paysages traversés par le tronçon prioritaire

Sensibilité du Paysage Tronçon Situation	Très Basse Très Favorable	Basse Favorable	Moyenne Neutre	Élevée Défavorable	Très Èlevée Très Défavorable
Tunis - El Fahs	5,7%	29,1%	22,4%	37,0%	5,8%
El Fahs - Kairouan	4,1%	21,3%	35,3%	34,5%	4,8%
Kairouan - Jelma	2,3%	13,0%	84,7%	0,0%	0,0%

On voit que c'est dans les lots entre Tunis et Kairouan que le tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pose le plus de problèmes en ce qui concerne l'atteinte aux paysages. Le potentiel de sensibilité paysagère de ces lots résulte essentiellement de la traversée de la la Dorsale tunisienne.

Dans les lots entre Kairouan et Jelma qui traverse la plaine de Kairouan et les Basses Steppes, la sensibilité paysagère à l'implantation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est très majoritairement neutre.

Les sites les plus sensibles sont bien évidemment les sites aux paysages les plus caractéristiques : hauteurs de la Dorsale, vallée de l'oued Méliane. De plus, les zones d'emprunt, collines calcaires pour les carrières de pierres et collines marneuses pour l'argile du remblai autoroutier, seront affectées par le Projet.

7.4.3.1.3 - La coupure de quelques routes et pistes rurales

L'avancement du chantier de l'emprise autoroutière va entraîner la coupure de quelques routes et de nombreuses pistes rurales qui traversent le tracé retenu. Pour les RNs, les RRs et les RVEs, de même que pour certaines pistes rurales, le rétablissement des liaisons routières par des passages supérieurs ou inférieurs entre les zones rurales de part et d'autre du tracé, fait partie intégrante du Projet.

Par contre, toutes les autres pistes rurales intersectées par la future plateforme autoroutière ne vont pas être rétablies, car un ouvrage de franchissement existe déjà à moins de 2,5 kilomètres de là. Le monde rural desservi par ces pistes va donc devoir commencer à se restructurer en une sous-zone située à l'amont du couloir autoroutier et une sous-zone située à l'aval.

7.4.3.2 - Le bruit et les vibrations

Les divers engins de chantier utilisés vont se traduire pendant la phase des travaux par une augmentation des bruits existants à proximité du couloir autoroutier en cours d'aménagement, des zones d'emprunt et des routes et pistes empruntées par les véhicules de transport.

7.4.3.2.1 - Le bruit et les vibrations des enginbs de chantier

Le **Tableau 257** suivant présente l'atténuation du bruit des engins de chantier selon la distance, qui correspond parfaitement au milieu rural ouvert où se situeront les sites des divers chantiers.

Tableau 257 : Atténuation avec la distance du bruit des différents engins de chantier

Type d'engins	A la source	Distance de l'engin en terrain nu (m)				
		100	200	300	400	500
Engins sur chenilles	104,0	76,6	67,6	60,7	56,1	52,7
Bouteurs sur roues, chargeuse, chargeuse-pelleteuse	101,0	73,8	64,8	57,9	53,3	49,9
Pelles	93,0	66,1	57,1	50,2	45,6	42,2
Marteau piqueur, brise-béton	114,0	86,2	77,2	70,3	65,7	62,3
Moto-compresseur	104,0	76,6	67,6	60,7	56,1	52,7
Grues, mécanisme de lavage	102,0	74,7	65,7	58,8	54,2	50,8
Groupe électrogène	102,0	74,7	65,7	58,8	54,2	50,8

On constate donc que le problème s'atténue rapidement avec la distance, les bruits respecteront les normes diurnes à une distance d'environ 300 m autour des sites de chantier pour tous les engins, sauf pour les marteaux-piqueurs gênants jusqu'à 600 m environ mais d'un usage réduit, et pour les pelles gênantes jusqu'à seulement 160 m environ. Or, à l'intérieur de cette zone affectée réside très peu de personnes.

7.4.3.2.2 - Le bruit et les vibrations des camions de transport

Pour les trafics des camions de transport qui constitue un trafic routier, c'est dans une bande de 200 m de part et d'autre des tronçons de routes et pistes reliant les sites de chantier que le problème se posera. On constate qu'un poids lourd émet du fait de sa masse plus de bruit qu'un véhicule léger, mais la rapport d'émission entre un véhicule léger et un poids lourds dépend non seulemenl de la vitesse du véhicule, mais aussi de la pente de la voie empruntée :

- sur une autoroute, un poids lourd représente acoustiquement 4 à 7 véhicules légers, ce qui signifie que 14 à 20% de poids lourds émettent autant de bruit que les 86 à 80% de véhicules légers) ;
- en milieu urbain, ce rapport atteint couramment 10 à 20, ce qui signifie que 5 à 9% de poids lourds émettent autant de bruit que les 95 à 91% de véhicules légers.

Le **Tableau 258** suivant présente les divers facteurs d'équivalence entre un poids lourd moyen et un véhicule léger selon la vitesse du véhicule et la pente de l'axe routier emprunté.

Tableau 258 : Facteurs d'équivalence entre un poids lourds moyen et un véhicule léger

Pente / Vitesse	<2%	3%	4%	5%	6%
120 km /h	1 PL = 4 VL	1 PL= 5 VL	1 PL= 5 VL	1 PL= 6 VL	1 PL = 7 VL
100 km /h	1 PL = 5 VL	1 PL= 5 VL	1 PL= 6 VL	1 PL= 6 VL	1 PL = 7 VL
80 km /h	1 PL = 7 VL	1 PL= 9 VL	1 PL= 10 VL	1 PL= 11 VL	1 PL = 12VL
50 km /h	1 PL=10 VL.	1 PL= 13 VI.	1 PL= 16 VL	1 PL= 18 VL	1 PL = 20VL

On voit que le problème se posera donc dans une bande d'une largeur :

- de 200 m de part et d'autre des tronçons de pistes reliant les sites de chantier au réseau routier, où la vitesse des camions est faible ;
- de 150 m de part et d'autre des tronçons de routes reliant les sites de chantier, où la vitesse des camions est plus élevé.

7.4.3.3 - L'impact visuel des chantiers

L'impact visuel principal en phase des chantiers de l'emprise autoroutière dont l'arrêté d'alignement délimite une bande de terrain de 45 mètres de large située de part et d'autre de l'axe du tronçon autoroutier, va concerner cette emprise, mais également :

- Les carrières et les zones d'emprunt, avec les mouvements des engins et des camions de transport qui s'y produisent ;
- les routes et pistes reliant ces carrières et ces zones d'emprunt à l'emprise autoroutière, avec les allers-retours des camions de transport qui s'y produisent ;
- les nombreuses bases-chantier, avec les mouvements des engins et des camions de transport qui s'y produisent ;
- les routes et pistes reliant l'emprise autoroutière aux gîtes de dépôt, aux centres de transfert et aux décharges contrôlées des villes desservies, avec les allers-retours des camions de transport qui s'y produisent ;
- les gîtes de dépôt des déblais et les décharges contrôlées où seront stockés les déchets de chantier, avec les mouvements des camions de transport et des engins qui s'y produisent.

7.4.3.4 - La production de déchets solides par les chantiers

Durant la phase des chantiers, la production de déchets solides lors des opérations de déblaiement pourraient conduire à une accélération de la saturation des volumes disponibles dans les décharges contrôlées de Béja et de Jendouba, dont l'ANGeD a inscrit la réalisation lors du XI^{ème} PDES. Pour éviter d'avoir à rechercher et trouver plus rapidement de nouveaux terrains pour abriter de nouvelles décharges contrôlées régionales, il sera recherché lors de la réalisation de l'étude d'APD des deux couloirs finalement retenus :

- une minimisation des destructions de bâtiments, installations et infrastructures nécessitées par le Projet ;
- une réutilisation au maximum possible de ces déblais lors des travaux de remblaiement programmés.

Les résultats de cette recherche nous permettent d'espérer quelques ces volumes supplémentaires seront négligeables par rapport à la production de déchets « de croisière » des municipalités concernées.

Tableau 259 : Récapitulatif des impacts des travaux sur les populations riveraines

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Exploitation des produits de carrière, avec utilisation d'explosifs et d'engins de chantier	Dégradation de la qualité de l'air ambiant aux alentours des carrières utilisées	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des carrières utilisées	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des carrières utilisées
	Dégradation de l'environnement acoustique autour des carrières utilisées	Nuisances sonores pour les riverains des carrières utilisées	
Exploitation des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt, avec utilisation des engins de chantier	Dégradation de la qualité de l'air ambiant aux alentours des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des zones d'emprunt et gîtes de dépôt	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des emprises des des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt
	Dégradation de l'environnement acoustique autour des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt	Nuisances sonores pour les riverains des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt	
Déplacement des camions de transport de matériaux sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Dégradation de la qualité de l'air ambiant le long des pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des pistes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt t	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des pistes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt
	Dégradation de l'environnement acoustique le long des pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Nuisances sonores pour les riverains des pistes reliant les zones de chantier aux zones d'emprunt et gîtes de dépôt	
	Gêne aux déplacements automobiles et pédestres sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Risque de collisions accidentelles des véhicules de transport des matériaux avec des riverains de ces pistes ou leurs véhicules	Risque de collision des engins de chantier des matériaux avec les troupeaux des riverains de ces pistes
Opérations de terrassement au niveau des zones de déblai et de remblai de la plateforme Compactage de la plateforme Bitumage des chaussées Edification des ouvrages d'art	Dégradation de la qualité de l'air ambiant de la plateforme autoroutière	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains de la plateforme autoroutière	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines de la future plateforme
	Dégradation de l'environnement acoustique le long de la plateforme autoroutière	Nuisances sonores pour les riverains de la plateforme autoroutière	
	Modification des paysages	Modification de l'harmonie des sites	
	Effet de coupure de la plateforme autoroutière en cours d'édification	Risque de collisions accidentelles des engins de chantier avec des riverains de la plateforme autoroutière ou leurs véhicules	Risque de collision des véhicules de transport avec les troupeaux des riverains de la plateforme autoroutière

Tableau 260 : Matrice d'évaluation des impacts des travaux sur les populations riveraines

Activités sources d'impact	Composantes principales des populations riveraines affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Exploitation des produits de carrière, avec utilisation d'explosifs et d'engins de chantier	Environnement acoustique	Nuisances sonores pour les riverains des carrières utilisées	T-R1	-	D	Moy	Bas	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Santé humaine	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des carrières	T-R2	-	I	Bas	Bas	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Revenus	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des carrières utilisées	T-R3	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Exploitation des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt, avec utilisation d'engins de chantier	Environnement acoustique	Nuisances sonores pour les riverains des zones d'emprunt et gîtes de dépôt	T-R4	-	I	Moy	Bas	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Moy**
	Santé humaine	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains des zones d'emprunt et gîtes de dépôt	T-R5			Bas	Bas	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Revenus	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des zones d'emprunt et gîtes de dépôt	T-R6			Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Utilisation des véhicules de transport des matériaux et camions-citernes sur les pistes reliant les zones de chantier aux zones d'emprunt et gîtes de dépôt	Environnement acoustique	Nuisances sonores pour les riverains des pistes reliant les zones de chantier aux zones d'emprunt et des gîtes de dépôt	T-R7	-	I	Moy	Bas	Haute	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Min**
	Santé humaine	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains de ces pistes	T-R8	-	I	Bas	Bas	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Sécurité civile	Risque de collisions accidentelles des véhicules de transport de matériaux ou des camions-citernes avec des riverains de ces pistes	T-R9	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Prob	Irrév	**Moy**
	Revenus	Risque de collision des véhicules de transport de matériaux ou des camions-citernes avec les troupeaux des riverains de ces pistes	T-R10	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Prob	Irrév	**Min**
	Revenus	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines des ces pistes	T-R11	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
Compactage de la plateforme autoroutière et bitumage des chaussées, avec utilisation d'engins de chantier et camions-citernes	Environnement acoustique	Nuisances sonores pour les riverains de la plateforme	T-R12	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Négl**
	Paysage	Modification de l'harmonie des sites le long de la plateforme	T-R13	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	Négl	→ → → → →		**Négl**
	Santé humaine	Risque d'augmentation des infections pulmonaires pour les riverains de la plateforme	T-R14	-	I	Bas	Bas	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Sécurité civile	Risque de collisions accidentelles des engins de chantier et des camions-citernes avec des riverains de la plateforme ou leur véhicule	T-R15	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Min**	Prob	Rév	**Négl**
	Revenus	Diminution de la production de biomasse des spéculations agro-pastorales riveraines de la plateforme	T-R16	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Moy t	**Négl**	→ → → → →		**Négl**

7.4.3.5 – Le récapitulatif des impacts des chantiers du Projet sur les populations riveraines

Le **Tableau 259** de la page 493 récapitule l'ensemble des impacts des chantiers de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les populations riveraines de la future emprise autoroutière, des carrières utilisées, des zones d'emprunt, des gîtes de dépôt ou encore des routes et des pistes les reliant, dont le **Tableau 260** de la page précédente présente ensuite l'évaluation.

7.4.4 - LES IMPACTS DES CHANTIERS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

7.4.4.1 – Une consommation relativement faible de gas-oil

Dans un pays dont les ressources d'énergie primaire n'arrivent pas à couvrir les consommations depuis l'an 2000 comme le montre la **Figure 80** de la page 314, le Projet va consituer un important consommateur de gas-oil pendant toute la durée de ses chantiers.

7.4.4.1.1 – Les consommations de gas-oil des engins de chantier des Entreprises

Les consommations de gas-oil des engins de chantiers sont fonction des heures de fonctionnement qui sont directement proportionneles aux volumes respectifs :

- de matériaux de terrassement à déplacer pour constituer la plateforme autroutière, et
- de produits de carrière à déplacer pour constituer la structure de la chaussée.

Il n'y aura donc aucune différence entre les consommations de gas-oil quel que soit l'allotissement choisi, par section de tracé ou par type de travaux.

7.4.4.1.1.1 – Les consommations de gas-oil des engins de chantier pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 261** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 261 : Consommations de gas-oil des engins de chantier pour le terrassement des 8 lots par section de tracé (en T)

			Grave ciment			EME			Grave bitume		
TRON-ÇON	N	Lots	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	546 000	78 000	**3 279 371**	528 724	75 532	**3 175 608**	526 983	75 283	**3 165 151**
	2	Zaghouan - Al Fahs	112 301	16 043	**674 499**	109 277	15 611	**656 337**	108 008	15 430	**648 715**
	3	El Fahs - Ennadhour	514 989	73 570	**3 093 114**	513 440	73 349	**3 083 811**	512 785	73 255	**3 079 876**
	4	Ennadhour - Sbikha	334 051	47 722	**2 006 369**	329 173	47 025	**1 977 071**	327 220	46 746	**1 965 341**
	5	Sbikha - Kairouan	357 085	51 012	**2 144 714**	349 011	49 859	**2 096 221**	345 650	49 379	**2 076 035**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**1 864 426**	**266 347**	**11 198 068**	**1 829 625**	**261 376**	**10 989 048**	**1 820 646**	**260 093**	**10 935 118**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	360 691	51 527	**2 166 373**	355 361	50 766	**2 134 360**	353 159	50 451	**2 121 134**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	176 653	25 236	**1 061 008**	170 540	24 363	**1 024 293**	168 257	24 037	**1 010 581**
	8	Oued Zéroud - Jelma	155 027	22 147	**931 120**	150 928	21 561	**906 500**	149 224	21 318	**896 266**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**692 371**	**98 910**	**4 158 501**	**676 829**	**96 690**	**4 065 153**	**670 640**	**95 806**	**4 027 981**
	Total lot prioritaire		**2 556 797**	**365 257**	**15 356 569**	**2 506 454**	**358 066**	**15 054 201**	**2 491 286**	**355 899**	**14 963 099**

A partir de ce **Tableau 261**, le **Tableau 262** répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 262 : Consommations de gas-oil des engins de chantier pour le terrassement des 3 lots par type de travaux (l)

			Grave ciment			EME			Grave bitume		
TRON-ÇON	N	Lots	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée travail (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	1 173 290	167 613	**7 046 984**	1 151 441	164 492	**6 915 756**	1 147 776	163 968	**6 893 743**
	A2	Ennadhour - Kairouan	691 136	98 734	**4 151 084**	678 184	96 884	**4 073 292**	672 870	96 125	**4 041 376**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**1 864 426**	**266 347**	**11 198 068**	**1 829 625**	**261 376**	**10 989 048**	**1 820 646**	**260 093**	**10 935 118**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	692 371	98 910	**4 158 501**	676 829	96 690	**4 065 153**	670 640	95 806	**4 027 981**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**692 371**	**98 910**	**4 158 501**	**676 829**	**96 690**	**4 065 153**	**670 640**	**95 806**	**4 027 981**
	Total lot prioritaire		**2 556 797**	**365 257**	**15 356 569**	**2 506 454**	**358 066**	**15 054 201**	**2 491 286**	**355 899**	**14 963 099**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME diminuerait la consommation de gas-oil de -2,0% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de -2,6%.

7.4.4.1.1.2 – Les consommations de gas-oil des engins de chantier pour la mise en place de la structure de chaussée

Le **Tableau 263** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place la structure de la chaussée des huit lots par section de tracé de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 263 : Consommations de gas-oil des engins de chantier pour la chaussée des 8 lots par section de tracé (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	27 486	6 343	**169 086**	35 469	8 185	**218 195**	38 830	8 961	**238 872**
	2	Zaghouan - Al Fahs	21 177	4 887	**130 275**	23 452	5 412	**144 270**	24 313	5 611	**149 567**
	3	El Fahs - Ennadhour	28 303	6 532	**174 113**	36 445	8 410	**224 199**	39 301	9 069	**241 768**
	4	Ennadhour - Sbikha	25 376	5 856	**156 106**	33 377	7 702	**205 325**	36 373	8 394	**223 757**
	5	Sbikha - Kairouan	28 567	6 592	**175 735**	37 202	8 585	**228 856**	40 560	9 360	**249 514**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**130 909**	**30 210**	**805 315**	**165 945**	**38 294**	**1 020 845**	**179 377**	**41 395**	**1 103 477**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	28 565	6 592	**175 724**	36 934	8 523	**227 207**	40 221	9 282	**247 429**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	20 236	4 670	**124 486**	26 507	6 117	**163 064**	28 878	6 664	**177 649**
	8	Oued Zéroud - Jelma	19 235	4 439	**118 329**	24 905	5 747	**153 208**	27 144	6 264	**166 982**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**68 036**	**15 701**	**418 539**	**88 346**	**20 387**	**543 479**	**96 243**	**22 210**	**592 060**
	Total lot prioritaire		**198 945**	**45 911**	**1 223 854**	**254 291**	**58 681**	**1 564 324**	**275 620**	**63 605**	**1 695 537**

A partir de ce **Tableau 263**, le **Tableau 264** répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des engins de chantier travaillant à pleine charge et se déplaçant à vide entre les sites de chantier pour mettre en place la structure de la chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 264 : Consommations de gas-oil des engins de chantier pour la chaussée des 3 lots par type de travaux (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)	Durée à PC (h)	Durée à vide (h)	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	76 966	17 762	**473 474**	95 366	22 007	**586 664**	102 444	23 641	**630 207**
	A2	Ennadhour - Kairouan	53 943	12 448	**331 841**	70 579	16 287	**434 181**	76 933	17 754	**473 270**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**130 909**	**30 210**	**805 315**	**165 945**	**38 294**	**1 020 845**	**179 377**	**41 395**	**1 103 477**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	68 036	15 701	**418 539**	88 346	20 387	**543 479**	96 243	22 210	**592 060**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**68 036**	**15 701**	**418 539**	**88 346**	**20 387**	**543 479**	**96 243**	**22 210**	**592 060**
	Total lot prioritaire		**198 945**	**45 911**	**1 223 854**	**254 291**	**58 681**	**1 564 324**	**275 620**	**63 605**	**1 695 537**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les consommations de gas-oil des engins de chantier de +27,8% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de +38,5%.

7.4.4.1.2 - Les consommations de gas-oil des camions de transport des Entreprises

On a vu que les camions effectuant le déplacement :

- de matériaux de terrassement vont essentiellement emprunter des pistes provisoires ou définitives (le long de l'emprise) mises en place par les Entreprises pour relier gîtes de dépôt et zones d'emprunt à l'emprise du tracé ;
- de matériaux de carrière vont essentiellement emprunter la RN3 et des routes bitumées régionales ou locales, et un peu les pistes définitives mises en place par les Entreprises le long de l'emprise.

7.4.4.1.2.1 – Les consommations de gas-oil des camions de transport pour les travaux de terrassement

Le **Tableau 265** suivant répartit les consommations de gas-oil des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des huit lots par section de tracé de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 265 : Consommations de gas-oil des camions de transport pour le terrassement des 8 lots par section de tracé (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment		EME		Grave bitume	
			Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	2 681 437	735 063	2 569 782	704 455	2 561 061	702 064
	2	Zaghouan - Al Fahs	1 375 992	377 201	1 328 506	364 183	1 307 902	358 535
	3	El Fahs - Ennadhour	3 313 822	908 418	3 457 994	947 940	3 526 308	966 667
	4	Ennadhour - Sbikha	1 825 550	500 438	1 748 465	479 307	1 719 306	471 314
	5	Sbikha - Kairouan	3 039 973	833 348	2 859 806	783 959	2 785 898	763 698
	Ss-total Tunis - Kairouan		**12 236 774**	**3 354 468**	**11 964 552**	**3 279 844**	**11 900 474**	**3 262 278**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	3 405 762	933 622	3 200 953	877 478	3 119 725	855 211
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1 663 556	456 031	1 555 059	426 288	1 513 563	414 913
	8	Oued Zéroud - Jelma	2 374 054	650 800	2 188 684	599 984	2 112 503	579 101
	Ss-total Kairouan - Jelma		**7 443 371**	**2 040 452**	**6 944 696**	**1 903 750**	**6 745 791**	**1 849 224**
Total lot prioritaire			**19 680 145**	**5 394 920**	**18 909 248**	**5 183 594**	**18 646 076**	**5 111 450**

A partir de ce **Tableau 265**, le **Tableau 266** suivant répartit les consommations de gas-oil des camions de transport calculées entre les voyages aller à plein et les voyages retour à vide entre les sites de chantier pour mettre en place des remblais de la nouvelle plateforme autoroutière des trois lots de terrassement par type de travaux de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 266 : Consommations de gas-oil des camions de transport pour le terrassement des 3 lots par type de travaux (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment		EME		Grave bitume	
			Durée à PC	Conso gas-oil (l)	Durée à PC	Conso gas-oil (l)	Durée à PC	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	7 368 508	2 019 930	7 355 189	2 016 279	7 396 067	2 027 485
	A2	Ennadhour - Kairouan	4 867 136	1 334 228	4 609 140	1 263 504	4 506 957	1 235 492
	Ss-total Tunis - Kairouan		**12 235 644**	**3 354 158**	**11 964 329**	**3 279 783**	**11 903 024**	**3 262 977**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	7 442 092	2 040 101	6 944 931	1 903 814	6 746 977	1 849 549
	Ss-total Kairouan - Jelma		**7 442 092**	**2 040 101**	**6 944 931**	**1 903 814**	**6 746 977**	**1 849 549**
Total lot prioritaire			**19 677 736**	**5 394 259**	**18 909 260**	**5 183 597**	**18 649 811**	**5 112 474**

On voit que le choix d'une des deux variantes de structure du corps de chaussée en EME diminuerait les consommations de gas-oil des camions de transport de matériaux de terrassement de -3,9% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de -5,2%.

7.4.4.1.2.2 – Les consommations de gas-oil des camions de transport pour la mise en place de la structure de chaussée

Le **Tableau 267** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre en place la

structure de la chaussée des huit lots par section de tracé de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 267 : Consommations de gas-oil des camions de transport des matériaux de chaussée des 8 lots par section de tracé (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	56 340	110 356	41 131	63 396	124 178	46 282	69 960	137 035	51 074
	2	Zaghouan - Al Fahs	732 792	433 303	260 275	811 495	479 840	288 229	841 281	497 453	298 809
	3	El Fahs - Ennadhour	1 222 074	664 263	418 063	1 573 627	855 351	538 327	1 696 928	922 372	580 507
	4	Ennadhour - Sbikha	1 068 978	591 756	368 625	1 406 003	778 323	484 845	1 532 205	848 185	528 364
	5	Sbikha - Kairouan	872 448	709 132	362 854	1 136 159	923 479	472 533	1 238 723	1 006 844	515 189
	Ss-total Tunis - Kairouan		**3 952 632**	**2 508 811**	**1 450 949**	**4 990 679**	**3 161 171**	**1 830 215**	**5 379 096**	**3 411 888**	**1 973 943**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	610 244	731 219	318 280	789 043	945 462	411 535	859 250	1 029 587	448 152
	7	Haffouz - Oued Zéroud	488 922	412 205	207 403	640 449	539 955	271 681	697 727	588 245	295 979
	8	Oued Zéroud - Jelma	824 761	360 001	257 939	1 067 874	466 118	333 971	1 163 872	508 020	363 994
	Ss-total Kairouan - Jelma		**1 923 928**	**1 503 425**	**783 622**	**2 497 366**	**1 951 535**	**1 017 187**	**2 720 849**	**2 125 852**	**1 108 125**
Total lot prioritaire			**5 876 560**	**4 012 236**	**2 234 571**	**7 488 045**	**5 112 706**	**2 847 402**	**8 099 944**	**5 537 740**	**3 082 068**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les émissions de CO_2 des camions de transport de produits de carrière et de graves de 27,4% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix de la variante de structure du corps de chaussée en Grave bitume de 37,9%.

De la même manière, le **Tableau 268** suivant répartit entre les temps de travaux et les temps de déplacement les consommations de gas-oil calculées avec des camions de transport pleins à l'aller et des camions vides au retour entre les carrières, les bases-chantiers et la plateforme autoroutière pour mettre en place la structure de la chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 268 : Consommations de gas-oil des camions de transport des matériaux de chaussée des 3 lots par type de travaux (l)

TRON-ÇON	N	Lots	Grave ciment			EME			Grave bitume		
			Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)	Km sur routes	Km sur pistes	Conso gas-oil (l)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	2 273 004	1 721 832	910 897	2 796 313	2 140 636	1 126 749	2 988 428	2 299 502	1 207 394
	A2	Ennadhour - Kairouan	1 941 426	1 677 214	834 642	2 542 162	2 194 445	1 092 426	2 770 927	2 392 010	1 190 756
	Ss-total Tunis - Kairouan		**3 952 632**	**3 406 696**	**1 697 086**	**4 990 679**	**4 276 343**	**2 135 917**	**5 379 096**	**4 610 818**	**2 302 606**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1 924 320	1 503 631	783 755	2 497 457	1 951 180	1 017 108	2 720 664	2 125 564	1 108 010
	Ss-total Kairouan - Jelma		**1 924 320**	**1 503 631**	**783 755**	**2 497 457**	**1 951 180**	**1 017 108**	**2 720 664**	**2 125 564**	**1 108 010**
Total lot prioritaire			**6 138 563**	**4 526 386**	**2 426 105**	**7 835 787**	**5 793 926**	**3 101 290**	**8 479 965**	**6 280 417**	**3 359 035**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en EME augmenterait les consommations de gas-oil des camions de transport de +27,8% par rapport à la solution de base d'une structure du corps de chaussée en Grave-Ciment, et le choix d'une structure du corps de chaussée en Grave bitume de +38,5%.

7.4.4.1.2.3 – Les consommations de gas-oil pour la fabrication du ciment utilisé pour la structure de chaussée en Graves-Ciment

La fabrication de presque 100.000 tonnes de ciment utilisées pour constituer la sous-couche de fondation de la structure de chaussée en Graves-Ciment va générer des consommations significatives de gas-oil,

comme le montre le **Tableau 269** suivant qui présente déplacement les émissions de CO_2 calculées pour constituer le corps de chaussée des huit lots par section de tracé de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 269 : Émissions de CO_2 pour le ciment nécessaire aux matériaux de chaussée des 8 lots par section de tracé (T)

TRONÇON	N	Lots	Graves-ciment	EME	Graves-bitume
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1 835,4	0,0	0,0
	2	Zaghouan - Al Fahs	488,9	0,0	0,0
	3	El Fahs - Ennadhour	1 704,3	0,0	0,0
	4	Ennadhour - Sbikha	1 691,7	0,0	0,0
	5	Sbikha - Kairouan	1 901,1	0,0	0,0
	Sous-total Tunis - Kairouan		**7 621,4**	**0,0**	**0,0**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	1 855,4	0,0	0,0
	7	Haffouz - Oued Zéroud	1 339,0	0,0	0,0
	8	Oued Zéroud - Jelma	1 268,4	0,0	0,0
	Sous-total Kairouan - Jelma		**4 462,7**	**0,0**	**0,0**
	Total lot prioritaire		**12 084,1**	**0,0**	**0,0**

A partir de ce **Tableau 269**, le **Tableau 270** suivant présente les consommations de gas-oil calculées pour constituer le corps de chaussée des trois lots de terrassement par type de travaux de le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 270 : Émissions de CO_2 pour le ciment nécessaire aux matériaux de chaussée des 3 lots par type de travaux (T)

TRONÇON	N	Lots	Grave ciment	EME	Grave bitume
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	4 028,6	0,0	0,0
	A2	Ennadhour - Kairouan	3 592,8	0,0	0,0
	Ss-total Tunis - Kairouan		**7 621,4**	**0,0**	**0,0**
	A3	Kairouan - Jelma	4 462,7	0,0	0,0
	Ss-total Kairouan - Jelma		**4 462,7**	**0,0**	**0,0**
	Total lot prioritaire		**12 084,1**	**0,0**	**0,0**

On voit que le choix de la variante de structure du corps de chaussée en Graves-Ciment est pénalisée par ses besoins en ciment en matière de consommations d'énergie primaire.

7.4.4.1.3 - Un très faible impact des chantiers du Projet sur la consommation de gas-oil du pays

Le déficit énergétique tunisien va donc finalement être affecté de façon négligeable par les chantiers de l'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. La **Figure 141** suivante permet de comparer leurs consommations globales pour les trois variantes de structure du corps de chaussée et pour les deux types d'allotissement des chantiers du Projet, par section de tracé ou par type de travaux.

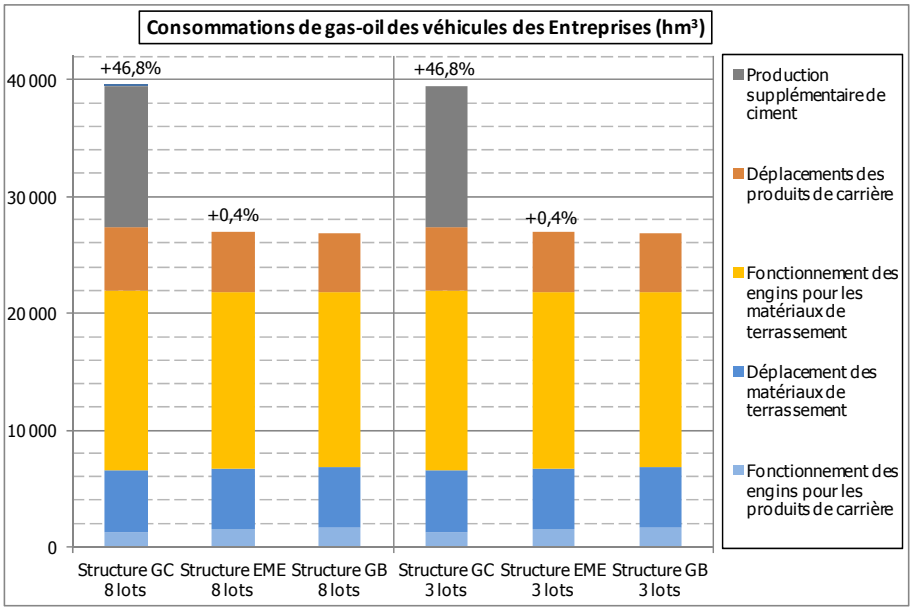


Figure 141 : Consommations de gas-oil des véhicules des Entreprises pendant les trois années des chantiers

On voit que la variante de structure du corps de chaussée en Graves-Bitume constitue la solution qui minimise les consommations de gas-oil des chantiers à 26,88 millions de litres environ, soit environ 169.080 barils, alors que les deux autres variantes de structure de chaussée augmentent ces consommations :

- de 104.000 l pour la structure de chaussée en EME, et
- de 12,47 millions de litres pour la structure de base du corps de chaussée en Graves-Ciment ;

Il faut toutefois relativiser l'importance de ces consommations de gas-oil des chantiers pendant les trois années que durera chaque lot de travaux, puisque :

- la consommation minimale de 169.080 barils de gas-oil avec la structure de chaussée en Graves-Bitume correspond à la consommation tunisienne 2011 de produits pétroliers de 1 journée, 19 heures et 38 minutes ;
- la consommation maximale de 248.160 barils de gas-oil avec la structure de base de chaussée en Graves-ciment correspond à la consommation tunisienne 2011 de produits pétroliers de 2 journées, 16 heures et 02 minutes.

7.4.4.2 - Les activités économiques le long des routes nationales existantes

On peut distinguer deux types d'activités économiques aujourd'hui pratiquées le long des divers axes du réseau routier pré-existant, à savoir :

- les activités intégrées dans les zones urbanisées traversées, et
- la restauration se pratiquant dans des gargottes installées à l'entrée et à la sortie des agglomérations, pour fournir du méchoui d'agneau aux automobilistes.

Durant la phase des chantiers, la présence des personnels des Entreprises et le maintien intégral du trafic inter-régional entre Tunis et Jelma sur les divers axes du réseau routier pré-existant ne peuvent se traduire que par un impact positif pour ces deux types d'activités.

7.4.4.3 La gêne occasionnée au trafic routier

En période de chantier, une partie du trafic routier va être gêné par le passage des camions de transport de matériaux de carrières entre les carrières où ils sont produits et les bases-chantier où ils sont stockés avant leur dépôt sous forme de couches de la structure de chaussée sur la plateforme autoroutière.

Au droit des échangeurs et des passages aériens et souterrains, trafic routier va aussi être gêné par les chantiers de construction de ces ouvrages, qui entraîneront à la fois :

- la coupure des routes et pistes intersectés, et
- un trafic d'engins de chantier aux alentours des routes et pistes pré-existantes.

Une bonne gestion des chantiers et l'organisation raisonnée de ces travaux permettront d'atténuer cette gêne au trafic routier local pré-existant.

7.4.4.4 - La création d'emplois des chantiers du tronçon prioritaire

Les effets des chantiers sur l'emploi sont positifs, car ils correspondent à des emplois directs créés pour assurer la construction du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et à des emplois indirects pour satisfaire les besoins de ces travailleurs.

7.4.4.4.1 - La création d'emplois directs des chantiers du tronçon prioritaire

Le nombre et la durée de ces emplois dépendront du niveau de mécanisation des tâches et de la puissance des engins de chantier utilisés par les Entreprises adjudicataires des travaux.

Selon l'expérience des lots autoroutiers déjà réalisés en Tunisie, chaque lot par section de tracé va nécessiter la création d'environ 250 emplois directs durant la période des travaux, c'est-à-dire pendant 36 mois. Les emplois directs créés peuvent donc être estimés pour les huit lots par section de tracé à environ 2.000 emplois pendant trois ans, soit environ 1,35 million de journées de travail.

Sachant qu'ils vont effectuer en final les mêmes activités mais avec un certain niveau de pré-fabrication hors chantier, on peut estimer que chaque lot par type de travaux va nécessiter la création d'environ 225 emplois directs durant la période des travaux, c'est-à-dire pendant 33 mois. Les emplois directs créés peuvent donc être estimés pour les dix lots par type de travaux à environ 2.250 emplois pendant 33 mois, soit environ 1,39 million de journées de travail. En outre, les deux lots des ouvrages d'art par type de travaux vont aussi générer du travail de préfabrication pour 120 emplois dans des entreprises spécialisées, soit environ 67.500 journées de travail pendant 30 mois.

7.4.4.4.2 - La création d'emplois indirects

Tous les emplois directs créés par les Entreprises vont générer pendant la durée des chantiers un surcroît d'activités dans les domaines des services à ces employés, tels que l'alimentation, l'habillement, la restauration, les distractions, etc …

A raison d'un éqyuivalent-emploi indirect par emploi direct, ces emplois indirects, qui seront répartis aux alentours de toute la zone d'influence directe du tronçon prioritaire, représenteront eux aussi :

- 1,35 millions de journées de travail pendant 36 mois pour les huit lots par section de tracé, et
- 1,39 millions de journées de travail pendant 33 mois pour les dix lots par type de travaux.

7.4.4.4.3 - Les effets positifs des chantiers du tronçon prioritaire sur l'emploi

On peut donc estimer que des chantiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa vont ainsi créer au total :

- pour les huit lots par section de tracé, 2,70 millions de journées de travail pendant 36 mois en substitution aux 147.500 journées de travail agro-pastoral perdues pour libérer l'emprise du tronçon prioritaire, de ses annexes et des zones de chantier ;
- pour les dix lots par type de travaux, 2,85 millions de journées de travail pendant 33 mois en substitution aux 135.200 journées de travail agro-pastoral perdues pour libérer l'emprise du tronçon prioritaire, de ses annexes et des zones de chantier.

La **Figure 142** suivante permet de comparer visuellement les créations d'emploi dans le BTP et les services, avec les pertes d'emplois agro-pastoraux dues aux chantiers du tronçon prioritaire dans les quatre gouvernorats traversés.

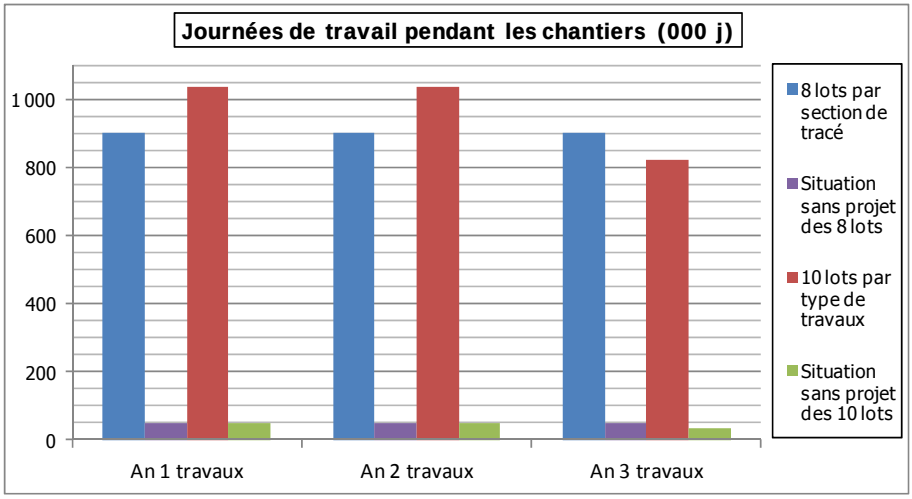


Figure 142 : Création et pertes d'emplois dues aux chantiers du tronçon prioritaire

Comme les quatre gouvernorats traversés connaissent des taux de chômage plutôt élevés, cette création d'emplois permanents directs et d'équivalents-emplois indirects pendant 36 ou 33 mois aura un impact psychologiquement très positif.

7.4.4.5 - Le respect du patrimoine culturel

On a vu que la future desserte autoroutière va faciliter la visite des principaux sites antiques de la Tunisie centrale à partie des zones touristiques située sur la côte de Bizerte à Sousse, et que les tracés optimisés ont été conçus pour éviter tous les sites archéologiques et historiques répertoriés dans la base de données de l'Institut National du Patrimoine.

Pour les sites non encore répertoriés, un budget de fouilles préventives sera prévu et la procédure prévue à l'Article 68 de la Loi n°94-35 du 24 février 1994 relative au code du patrimoine archéologique sera activée à chaque découverte.

Tableau 271 : Récapitulatif des impacts des travaux sur le milieu socio-économique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects
Déplacement des engins de chantier sur les bases-chantier, les sites d'emprunt, les gîtes de dépôt et les carrières pour : - les opérations de terrassement au niveau des zones de déblai et de remblai de la plateforme - le compactage de la plateforme - le bitumage des chaussées - l'édification des ouvrages d'art	Consommation de plus de 16,5 milllions de litres de gas-oil	Augmentation du déficit de la Tunisie en énergies fossiles
	Perte de potentiel de production des carrières	
	Consommation de 2,2 hm^3 d'eau pour le compactage de la plateforme	Baisse annuelle de 0,73 hm^3 des disponibiltés en eau d'irrigation pour l'agriculture
	Création de sources de revenupour les employés des Entreprises et des carrières	Augmentation de la consommation des ménages de ces employés des Entreprises et des carrières
	Risque d'accidents du travail pour les employés des Entreprises et des carrières	
	Risque de toucher un site patrimonial non recensé par l'INP	
Déplacement des camions de transport sur les pistes et routes reliant la future plateforme aux carrières, sites d'emprunt et gîtes de dépôt	Consommation de plus de 7,8 milllions de litres de gas-oil	Augmentation du déficit de la Tunisie en énergies fossiles
	Création de sources de revenu pour les chauffeurs	Augmentation de la consommation des ménages de ces chauffeurs
	Risque d'accidents du travail pour les chauffeurs	
Présence du personnel des Entreprises et de leurs sous-traitants	Développement des activités commerciales et de service pour satisfaire la consommation de ces employés	Développement des activités de loisirs et de restauration pour satisfaire les besoins de ces employés

Tableau 272 : Matrice d'évaluation des impacts des travaux sur le milieu socio-économique

Activités sources d'impact	Composantes principales des populations riveraines affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Déplacement des engins de chantier sur les bases-chantier, les sites d'emprunt, les gîtes de dépôt et les carrières pour : - les opérations de terrassement au niveau des zones de déblai et de remblai de la plateforme - le compactage de la plate-forme - le bitumage des chaussées - l'édification des ouvrages d'art	Balance énergétique	Consommation de plus de 16,5 milllions de litres de gas-oil	T-SE1	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Génér	Moy t	**Moy**	Cert	Irrév	**Maj**
	Ressources en eau d'irrigation	Consommation de 2,2 hm^3 d'eau pour le compactage de la plateforme	T-SE2	-	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Moy t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
	Sécurité civile	Risque d'accidents du travail pour les employés des Entreprises et des carrières	T-SE3	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Moy**	Prob	Irrév	**Moy**
	Autres activités économiques	Diminution du potentiel de production des carrières utilisées	T-SE4	-	D	Moy	Bas	Moy	**Moy**	Loc	Moy t	**Moy**	Cert	Irrév	**Maj**
	Emploi	Création de sources de revenu pour les employés des Entreprises et des carrières	T-SE5	+	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
	Patrimoine	Risque de toucher un site patrimonial non recensé par l'INP	T-SE6	-	D	Bas	Bas	Haute	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Peu pr	Irrév	**Min**
Utilisation des véhicules de transport de matériaux et decamions-citernes	Balance énergétique	Consommation de plus de 7,8 milllions de litres de gas-oil	T-SE7	-	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Génér	Moy t	**Min**	Cert	Irrév	**Moy**
	Sécurité civile	Risque d'accidents du travail pour les chauffeurs	T-SE8	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Moy**	Prob	Irrév	**Moy**
	Revenu	Création de sources de revenu pour les chauffeurs	T-SE9	+	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
Présence du personnel des Entreprises et de leurs sous-traitants		Développement d'activités commerciales, de service de loisirs et de restauration	T-SE10	+	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Moy t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**

7.4.4.6 - Le récapitulatif des impacts des chantiers du Projet sur le milieu socio-économique

Le **Tableau 271** de la page 504 récapitule l'ensemble des impacts identifiés des chantiers du Projet d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur l'ensemble des activités économiques de la zone d'influence indirecte, dont le **Tableau 272** de la page précédente présente ensuite l'évaluation.

7.5 - L'identification et l'évaluation des impacts induits par l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière

Sachant que la conception technique des nouvelles sections autoroutières a cherché à minimiser l'empreinte de la présence de la plateforme sur toutes les composantes des milieux natuels et humains de leur zone d'influence directe et à compenser les expropriations définitives et à à indemniser les expropriations provisoires qui se sont avérées nécessaires pour l'installation des chantiers, l'analyse des impacts de l'exploitation passe par la comparaison des impacts de la circulation automobile sur les axes du réseau préexistant en situation de référence avec :

- les impacts de la circulation automobile reportée sur les nouvelles sections autoroutières et de la circulation automobile résiduelle empruntant encore les axes du réseau préexistant en phase d'exploitation du Projet ;
- les impacts de la circulation automobile sur les axes du réseau préexistant après le doublement de la RN3 jusquà Jelma.

Il ne faut pas oublier que la fluidité des trafics en situation avec Projet sera totale jusqu'en 2037 sur les nouvelles sections autoroutières, et correcte sur les sections de la RN3 dédoublées, ce qui fait que ce calcul à vitesse stabilisée est proche de la réalité. Par contre, si ce calcul à vitesse stabilisée est assez valide pour les sections rurales des RR et RN, il doit être corrigé pour les sections de ces RR et RN traversant les zones urbanisées, où la fluidité du trafic est dégradée de par la présence de feux tricolores, de ralentisseurs et autres panneaux STOP [26].

7.5.1 - LES IMPACTS DE L'EXPLOITATION SUR LE MILIEU PHYSIQUE

7.5.1.1 - Un impact positif sur le changement climatique global

Le **Tableau 273** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de CO_2 calculées à vitesse stabilisée en situation avec Projet et pour les sous-sections rurales de la RN3 en situation de référence, et corrigées en zones urbaines pour y tenir compte du manque de fluidité du trafic en situation sans Projet.

[26] *On a pris l'hypothèse qu'un ddoubement de la RN3 s'accompagne de l'aménagement d'une voie de contournement des villes et villages traversées, pour diminuer la dangerosité du trafic pour les piétons. En conséquence, les zones urbaines sont contournées sur ces voies priorotaires protégées à là vitesse stabilisée de la section correspondante.*

Tableau 273 : Evolution des émissions atmosphériques de CO_2 dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	551 492	573 730	646 447	747 509	876 927	+59,0%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	570 329	594 570	669 545	774 595	935 099	+64,0%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	571 746	596 010	671 187	776 462	937 189	+63,9%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-3,3%	-3,5%	-3,4%	-3,5%	-6,2%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-3,5%	-3,7%	-3,7%	-3,7%	-6,4%	

On voit que le Projet participera à une légère diminution des émissions atmosphériques de CO_2 par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -20.300 tonnes en 2018, soit -3,5%, et environ -61.300 tonnes en 2037, soit -6,4%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ne diminuerait ces émissions que d'environ -1.400 tonnes en 2018, soit -0,2%, et d'environ -2.100 tonnes en 2037, soit -0,2% seulement.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Jelma et Tunis, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces émissions de CO_2 :

- à +364.800 tonnes environ en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +364.500 tonnes environ en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- à +321.700 tonnes environ en situation avec Projet.

La **Figure 143** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO_2 entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

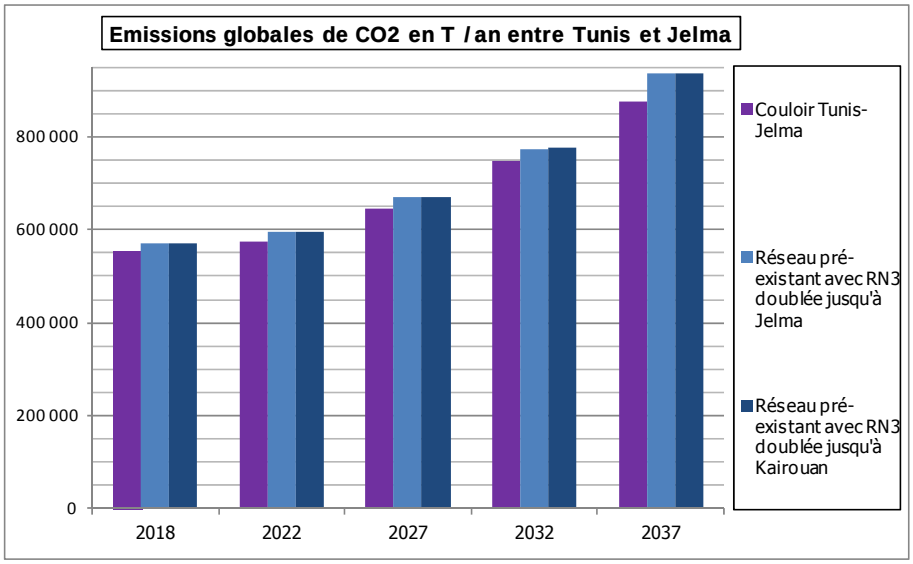


Figure 143 : Evolution d'ici 2037 des émissions globales de CO_2 entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 144** suivante permet quant à elle de visualiser dans ces trois situations les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO_2 entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

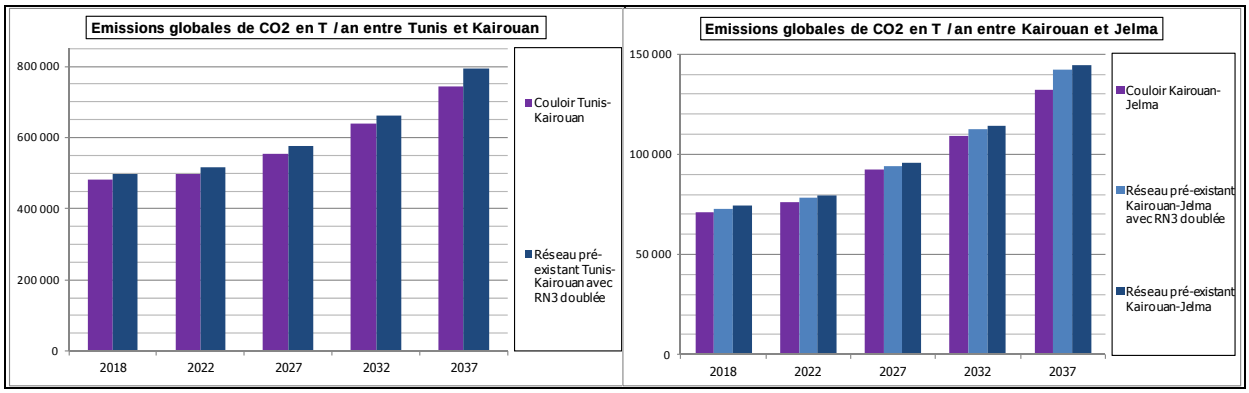


Figure 144 : Evolution détaillée d'ici 2037 des émissions globales de CO_2 avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une augmentation plus limitée des émissions de CO_2 du trafic automobile en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec un simple dédoublement de la RN3, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

Pour pouvoir comparer les émissions atmosphériques annuelles de CO_2 calculées dans la situation avec Projet et dans les deux situations sans Projet avec les émissions globales de la Tunisie, ces émissions globales ont été évaluées entre 2018 et 2037 par extrapolation de l'évolution entre 1960 et 2010 de la **Figure 57** de la page 236, en prenant en compte l'effort général de réduction des émissions de GES, comme le montre la **Figure 145** suivante.

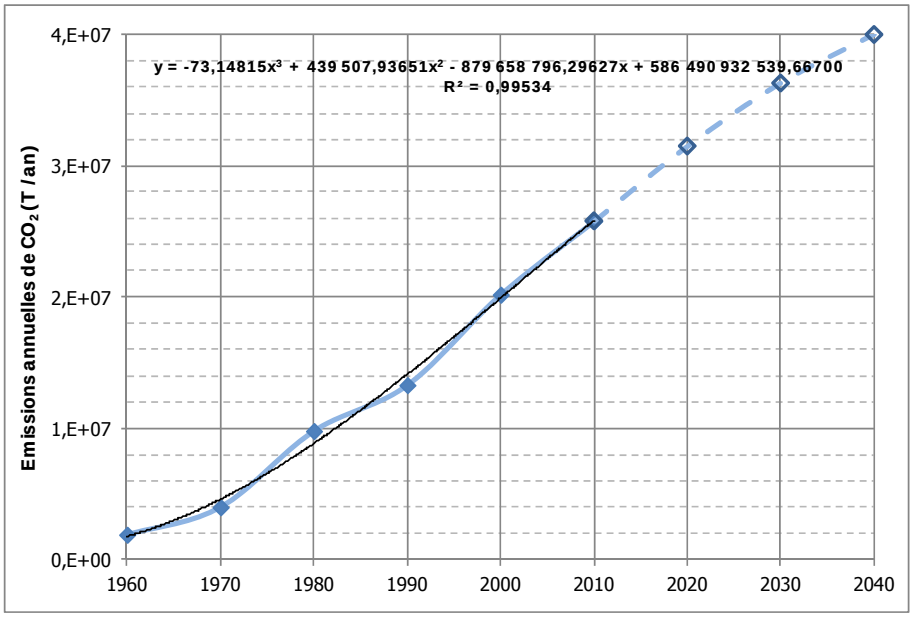


Figure 145 : Evolution entre 1960 et 2040 des émissions atmosphériques annuelles de CO_2 en Tunisie

Le **Tableau 274** suivant compare avec ces émissions globales de la Tunisie les émissions atmosphériques annuelles de CO_2 calculées dans la situation avec Projet et dans les deux situations sans Projet.

Tableau 274 : Evolution des émissions atmosphériques de CO_2 dans les trois situations avec et sans Projet (000 T)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037
Emissions atmosphériques de CO_2 de la Tunisie	30 000	32 500	34 970	37 170	39 050
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1,84%	2,70%	2,51%	2,36%	2,25%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	1,90%	2,88%	2,67%	2,52%	2,39%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1,91%	2,88%	2,68%	2,52%	2,40%

On voit donc que la réalisation du Projet permettra de limiter légèrement la part des émissions de CO_2 du trafic automobile entre Tunis et Jelma dans les émissions globales de la Tunisie.

Malgré les avancées technologiques réalisées par les motoristes sur leurs moteurs à combustion interne, le changement climatique global sera donc affecté par la croissance économique de la Tunisie, qui va engendrer une croissance importante du trafic automobile entre Tunis et Jelma.

Das ce contexte, la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa parviendra à compenser pour les émissions atmosphériques de CO_2 une partie de cette augmentation du trafic, car les trafics y demeureront fluides jusqu'en 2037. Malheureusement, la courbe de pénétration de ces innovations est trop lente en Tunisie pour pouvoir éviter une croissance de ces émissions.

Le changement climatique global sera un peu plus affecté en situation sans Projet, où les émissions atmosphériques de CO_2 du trafic automobile entre Tunis et Jelma, dèjà plus élevées en 2018 que dans la situation avec Projet, augmenteront plus entre 2018 et 2037 du fait de la saturation progressive des sections de la RN3, et en particulier de la première entre Tunis et El Fahs.

7.5.1.2 - Des impacts positifs sur la qualité de l'air en milieu rural entre Tunis et Jelma

Le détournement d'une partie du trafic inter-régional du réseau routier pré-existant vers les sections du nouveau couloir autoroutier au trafic par définition fluide va aussi fluidifier le trafic résiduel sur ces axes. Il va donc se traduire par une diminution des émissions globales en milieu rural avec :

- l'apparition d'émissions le long de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, dans un milieu très peu pollué ;
- une nette diminution des émissions le long des axes du réseau routier pré-existant « soulagé » d'une partie du trafic interrégional.

De même, le dédoublement de la RN3 va s'accompagner d'une fluidification du trafic empruntant cet axe en milieu rural. Il va donc aussi se traduire par une légère diminution des émissions en milieu rural le long de la RN3 entre El Baten et Jelma.

7.5.1.2.1 - Une nette diminution d'ici 2037 des émissions de CO en milieu rural entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 275** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de CO entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant les sections autoroutières et routières en milieu rural.

Tableau 275 : Evolution des émissions atmosphériques de CO en milieu rural dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	2 134 214	1 809 468	1 780 939	1 959 919	2 275 516	+6,6%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	2 372 757	2 025 621	2 040 939	2 346 189	2 895 599	+22,0%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	2 376 460	2 028 772	2 044 215	2 349 315	2 898 104	+22,0%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-10,1%	-10,7%	-12,7%	-16,5%	-21,4%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-10,2%	-10,8%	-12,9%	-16,6%	-21,5%	

On voit que le Projet participera à une légère diminution des émissions atmosphériques de CO en milieu rural entre Tunis et Jelma par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -242.2600 tonnes en 2018, soit -10,2%, et environ -622.600 tonnes en 2037, soit -21,4%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ne diminuerait ces émissions que d'environ -3.700 tonnes en 2018, soit -0,1%, et d'environ -2.500 tonnes en 2037, soit -0,1% seulement.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces émissions de CO en milieu rural :

- à +521.600 tonnes environ, soit +22,0% en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +522.800 tonnes environ, soit +22,0%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.
- à +141.300 tonnes environ, soit +6,6%, en situation avec Projet.

La **Figure 146** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO en milieu rural entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

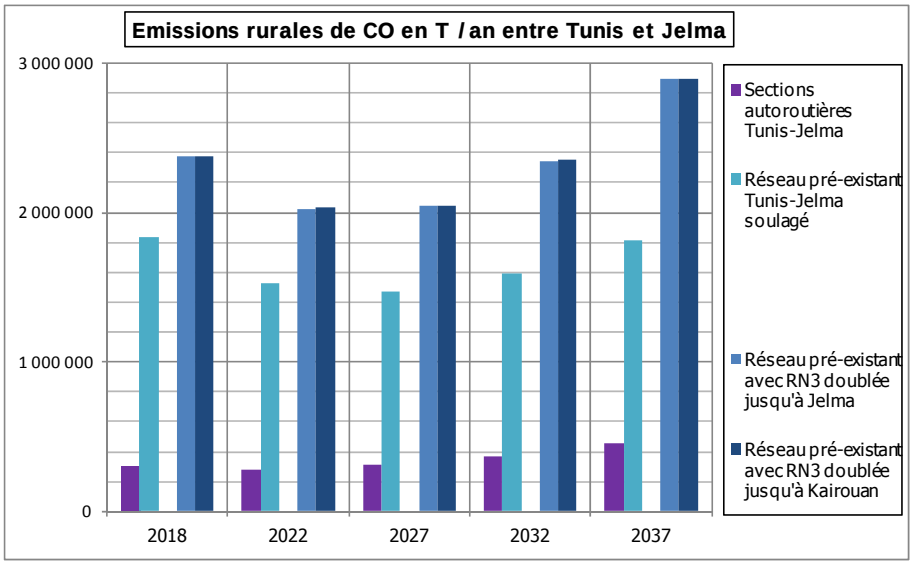


Figure 146 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales de CO entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 147** suivante permet quant à elle de visualiser dans ces trois situations les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO en milieu rural entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

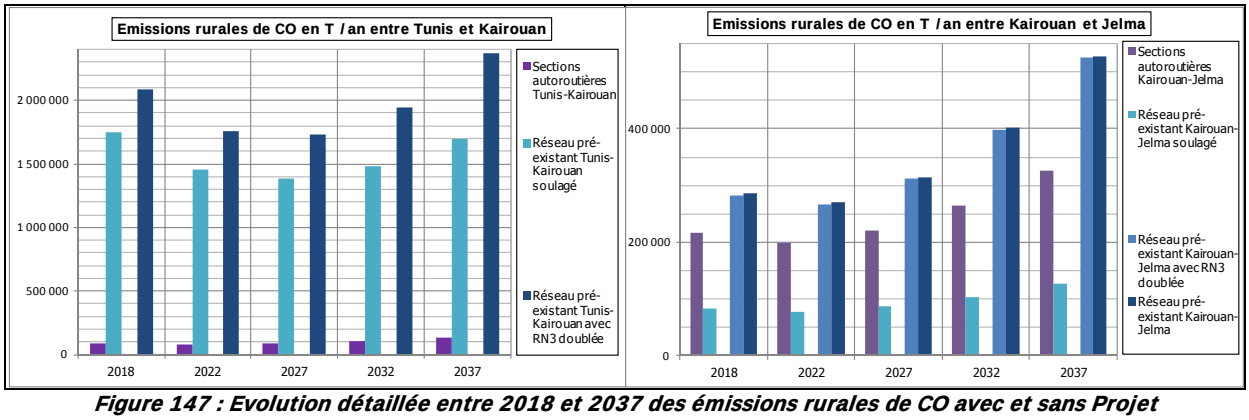


Figure 147 : Evolution détaillée entre 2018 et 2037 des émissions rurales de CO avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer de manière importante l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne sur leur niveau d'émission de CO en milieu rural entre Tunis et Jelma, en y générant une augmentation un peu plus limitée des émissions de CO en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

De plus, ces émissions vont être désormais partagés entre les deux types d'axe, les nouvelles sections autoroutières situées en pleine campagne et ceux du réseau pré-existant où les émissions de CO vont avoir nettement diminué, en particulier entre Kairouan et Jelma.

7.5.1.2.2 - Une nette diminution d'ici 2037 des émissions de NO_x en milieu rural entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 276** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de NO_X entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant les sections autoroutières et routières en milieu rural.

Tableau 276 : Evolution des émissions atmosphériques de NO_x en milieu rural dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1 013 590	656 346	474 205	380 513	383 533	-62,2%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	1 197 899	791 788	579 730	480 299	507 132	-57,7%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1 199 992	793 127	580 602	480 806	507 477	-57,7%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-15,4%	-17,1%	-18,2%	-20,8%	-24,4%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-15,5%	-17,2%	-18,3%	-20,9%	-24,4%	

On voit que le Projet participera à une nette diminution des émissions atmosphériques de NO_x en milieu rural entre Tunis et Jelma par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -186.400 tonnes en 2018, soit -15,5%, et environ -123.900 tonnes en 2037, soit -24,4%, alors que le simple doublement de la RN3 de Kairouan à Jelma ne diminuerait les émissions de NO_x que d'environ -2.100 tonnes en 2018, soit -0,1%, et d'environ 300 tonnes en 2037, soit -0,0%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de diminuer entre 2018 et 2037 ces émissions de NO_x en milieu rural :

- d'environ -692.500 tonnes, soit -57,7% en cas de maintien de la situation de référence ;
- d'environ -690.900 tonnes, soit -57,7%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- d'environ -620.100 tonnes seulement, soit -62,2%, en situation avec Projet.

La **Figure 148** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de NO_x en milieu rural entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

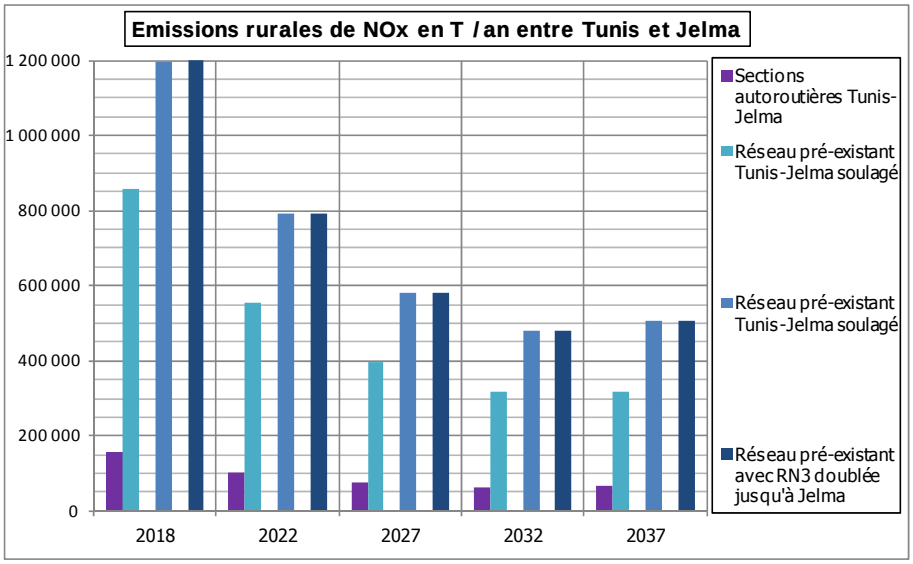


Figure 148 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales de NO_x entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 149** suivante permet quant à elle de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de NO_x en milieu rural entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

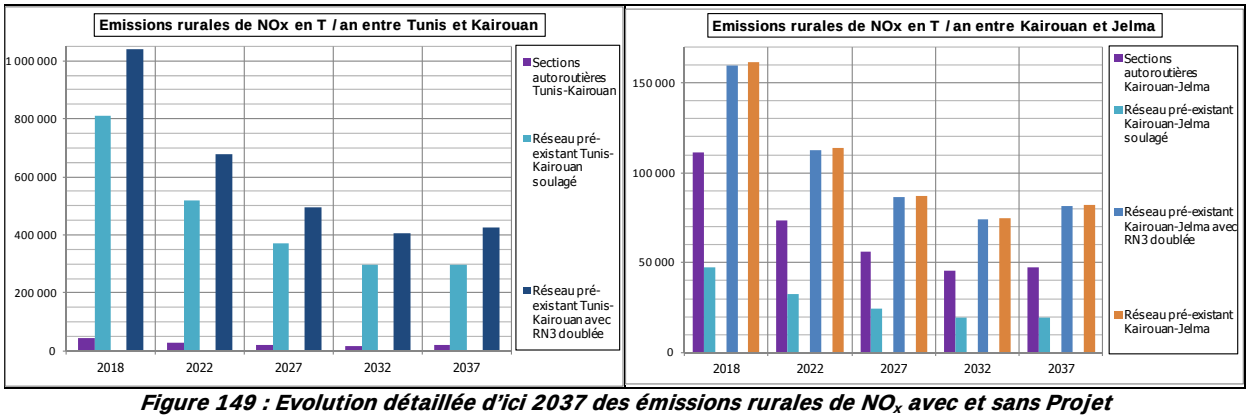


Figure 149 : Evolution détaillée d'ici 2037 des émissions rurales de NO_x avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer très fortement la grande efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs sur leur niveau d'émission de NO_x en milieu rural entre Tunis et Jelma, en y générant une diminution sensible des émissions de NO_x du trafic automobile en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

7.5.1.2.3 - Une nette diminution d'ici 2037 des émissions de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 277** suivant présente les émissions atmosphériques annuelles de PM_{10} entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant les sections autoroutières et routières en milieu rural.

Tableau 277 : Evolution des émissions atmosphériques de PM_{10} en milieu rural dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	86 197	40 569	44 274	27 623	31 150	-63,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	95 408	45 762	50 559	33 130	39 231	-58,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	95 491	45 805	50 596	33 142	39 381	-58,8%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-9,7%	-11,3%	-12,4%	-16,6%	-20,6%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-9,7%	-11,4%	-12,5%	-16,7%	-20,9%	

On voit que le Projet participera à une nette diminution des émissions atmosphériques de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Jelma par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -9.200 tonnes en 2018, soit -18,8%, et environ -8.200 tonnes en 2037, soit -36,8%, alors que le simple doublement de la RN3 de Kairoua à Jelma ne diminuerait les émissions de NO_x que d'environ -80 tonnes en 2018, soit -0,0%, et d'environ -150 tonnes en 2037, soit -0,3%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de diminuer entre 2018 et 2037 ces émissions de PM_{10} en milieu rural :

- d'environ -46.100 tonnes, soit -58,8%,, en cas de maintien de la situation de référence ;
- d'environ -46.200 tonnes, soit -58,9%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- d'environ -55.000 tonnes, soit -63,9%, en situation avec Projet.

La **Figure 150** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

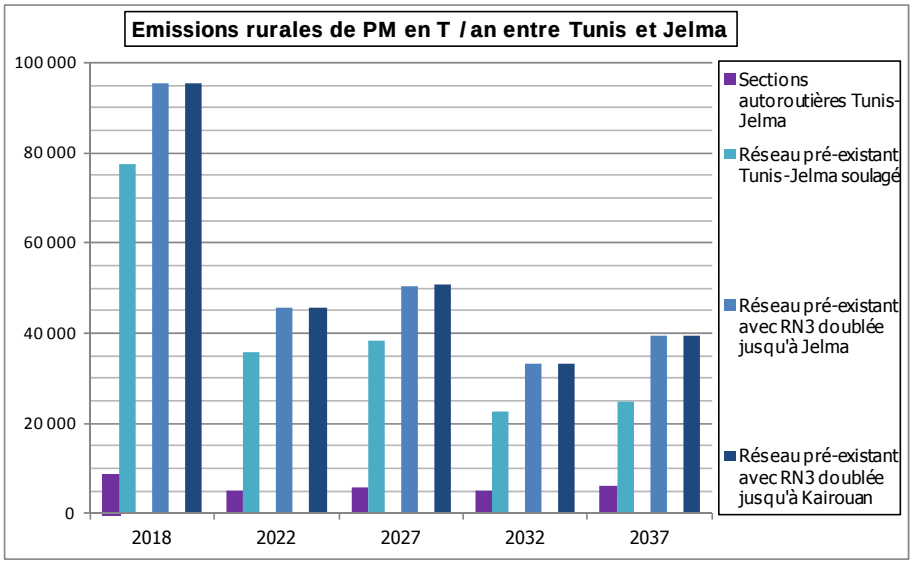


Figure 150 : Evolution d'ici 2037 des émissions rurales de PM_{10} entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 151** suivante permet quant à elle de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

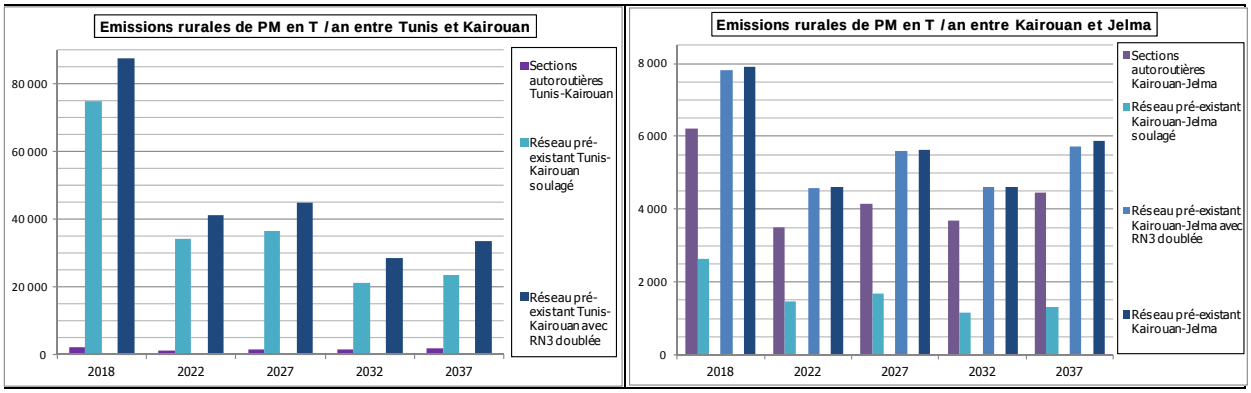


Figure 151 : Evolution détaillée d'ici 2037 des émissions rurales de PM_{10} avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne sur leur niveau d'émission de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Jelma, en y générant une diminution des émissions de PM_{10} du trafic automobile en situation avec Projet :

- assez marquée entre Tunis et Kairouan, qu'avec la RN3 dédoublée, mais
- plus faible entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

7.5.1.3 - Des impacts très positifs sur la qualité de l'air en milieu urbain entre Tunis et Jelma

Le détournement d'une partie du trafic inter-régional du réseau routier pré-existant vers les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va fluidifier le

trafic résiduel sur ces axes qui traversent des zones urbanisées. Il va donc se traduire par une diminution des émissions en milieu urbain.

De même, le dédoublement de la RN3 va s'accompagner de la réalisation de voies de contournement qui vont fluidifier les trafics urbains et les cantonner à la périphérie des agglomérations. Il va donc aussi se traduire par une diminution des émissions en milieu urbain.

7.5.1.3.1 - Une forte diminution d'ici 2037 des émissions de CO en milieu urbain entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 278** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de CO entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée corrigée, pour tenir compte du manque de fluidité du trafic, pour les sous-sections urbaines du réseau existant entre Tunis et Jelma.

Tableau 278 : Evolution des émissions atmosphériques de CO en milieu urbain dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	51 386	47 803	54 830	67 251	84 192	+63,8%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	78 866	75 097	89 685	116 625	157 207	+99,3%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	82 158	78 823	94 614	123 023	165 516	+101,5%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-34,8%	-36,3%	-38,9%	-42,3%	-46,4%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-37,5%	-39,4%	-42,0%	-45,3%	-49,1%	

On voit que la réalisation du Projet participera à une forte diminution des émissions atmosphériques de CO en milieu urbain entre Tunis et Jelma par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -30.800 tonnes en 2018, soit -37,5%, et environ -81.300 tonnes en 2037, soit -49,1%, alors que le simple doublement de la RN3 de Kairoua à Jelma ne diminuerait les émissions de CO que d'environ 3.300 tonnes en 2018, soit -3,7%, et que d'environ 8.300 tonnes en 2037, soit -3,3%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces émissions de CO du trafic automobile empruntant les sections urbaines du réseau routier pré-existant :

- à +83.400 tonnes environ, soit +101,5% en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +78.300 tonnes environ, soit +99,3%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- à +32.800 tonnes environ, soit +63,8%, en situation avec Projet.

La **Figure 152** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO en milieu urbain entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

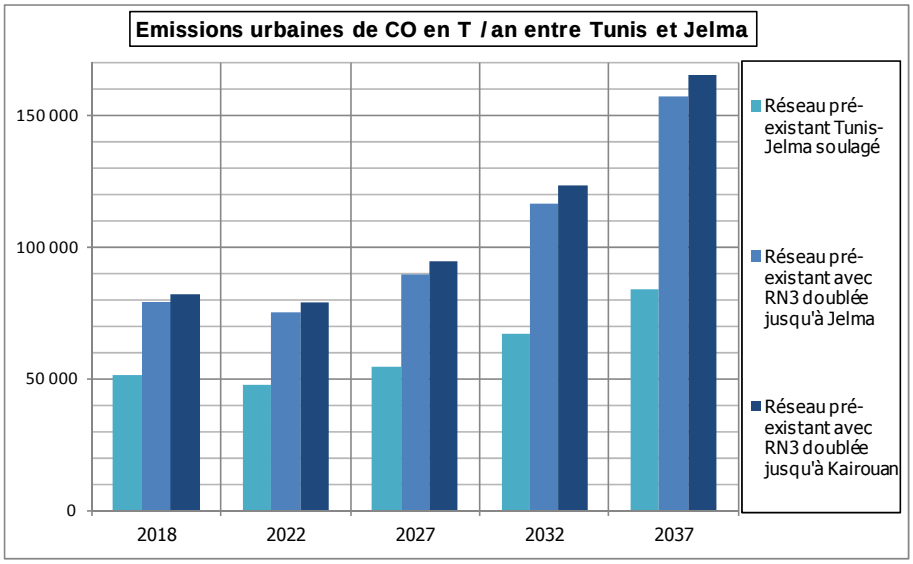


Figure 152 : Evolution d'ici 2037 des émissions urbaines de CO entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 153** suivante permet quant à elle de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de CO en milieu urbain entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

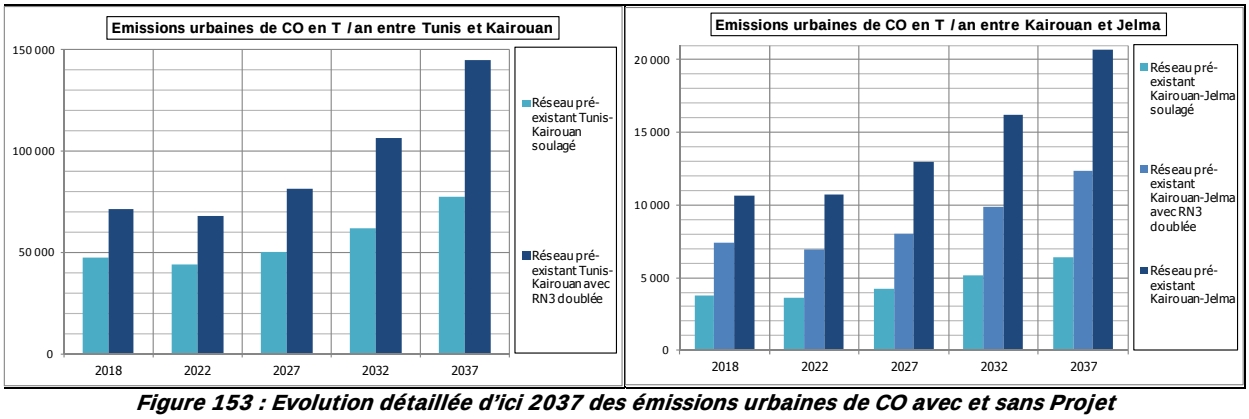


Figure 153 : Evolution détaillée d'ici 2037 des émissions urbaines de CO avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer de manière importante l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs sur leur niveau d'émission de CO à basse vitesse, en générant une augmentation plus limitée des émissions de CO du trafic automobile empruntant les sections urbaines du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée, même si le dédoublement diminue déjà sensiblement les émissions en zones urbaines.

7.5.1.3.2 - Une forte diminution des émissions de NO_x en milieu urbain entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 279** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de NO_x entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée, corrigée pour tenir compte du manque de fluidité du trafic, pour les sous-sections urbaines du réseau existant.

Tableau 279 : Evolution des émissions atmosphériques de NO_x en milieu urbain dans les trois situation avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	29 450	20 708	15 532	12 541	12 885	-56,2%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	44 977	32 237	25 266	21 592	23 526	-47,7%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	46 249	33 362	26 176	22 371	24 344	-47,4%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-34,5%	-35,8%	-38,5%	-41,9%	-45,2%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-36,3%	-37,9%	-40,7%	-43,9%	-47,1%	

On voit que le Projet participera à une forte diminution des émissions atmosphériques de NO_x du trafic automobile empruntant les sections urbaines du réseau routier pré-existant par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet environ -16.800 tonnes en 2018, soit -36,3%, et environ -11.500 tonnes en 2037, soit -47,1%, alors que le simple doublement de la RN3 d'El Bathan à Jelma ne diminuerait les émissions de NO_x que d'environ -1.300 tonnes en 2018, soit -1,8%, et d'environ -800 tonnes en 2037, soit -1,9%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de diminuer entre 2018 et 2037 ces émissions de NO_x du trafic automobile empruntant les sections urbaines du réseau routier pré-existant :

- d'environ -21.900 tonnes, soit -47,4% en cas de maintien de la situation de référence ;
- d'environ -21.400 tonnes, soit -47,7%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- d'environ -16.600 tonnes, soit -56,2%, en situation avec Projet.

La **Figure 154** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de NO_x en milieu urbain entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

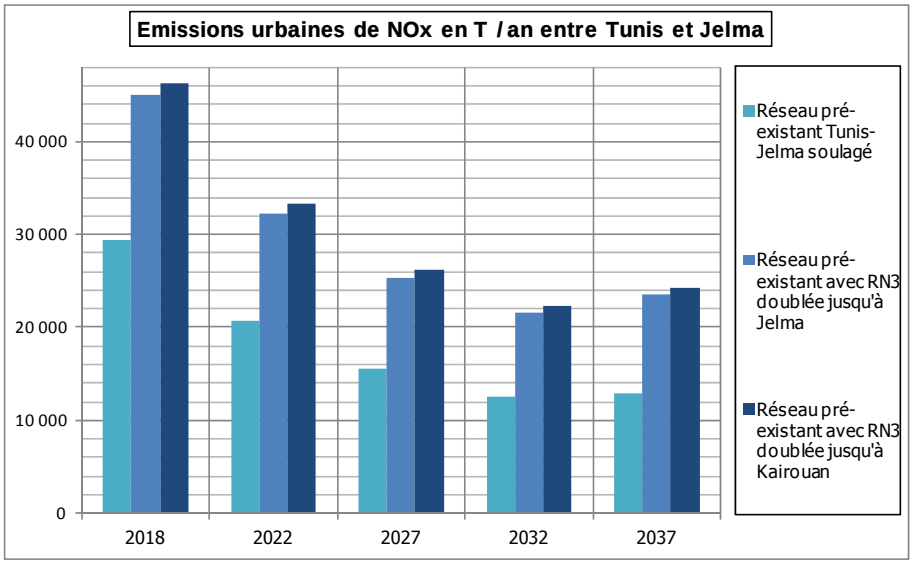


Figure 154 : Evolution d'ici 2037 des émissions urbaines de NO_x entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 155** suivante permet quant à elle de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de NO_x en milieu urbain entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

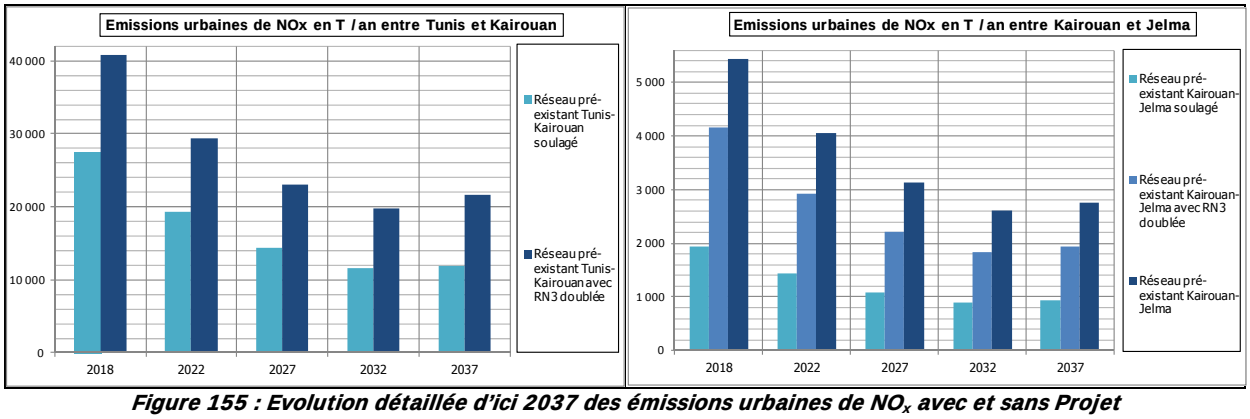


Figure 155 : Evolution détaillée d'ici 2037 des émissions urbaines de NO_x avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer encore un peu plus la grande efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs sur leur niveau d'émission de NO_x à basse vitesse, en générant une diminution plus sensible des émissions de NO_x du trafic automobile empruntant les sections urbaines du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée, même si le dédoublement diminue déjà sensiblement les émissions en zones urbaines.

7.5.1.3.3 - Une forte diminution des émissions de PM_{10} en milieu urbain entre Tunis et Jelma

Le **Tableau 280** suivant présente donc les émissions atmosphériques annuelles de PM_{10} calculées à vitesse stabilisée, corrigée pour tenir compte du manque de fluidité du trafic, pour les sous-sections urbaines du réseau existant.

Tableau 280 : Evolution des émissions atmosphériques de PM_{10} en milieu urbain dans les trois situation avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1 470	849	980	713	824	-44,0%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	2 255	1 361	1 664	1 321	1 614	-28,5%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	2 326	1 421	1 733	1 376	1 673	-28,1%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-34,8%	-37,6%	-41,1%	-46,0%	-48,9%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-36,8%	-40,2%	-43,4%	-48,2%	-50,7%	

On voit que le Projet participera à une forte diminution des émissions atmosphériques de PM_{10} en milieu urbain par rapport à la situation de référence. Elle représentera en effet environ -860 tonnes en 2018, soit -36,8%, et environ -850 tonnes en 2037, soit -50,7%, alors que le simple doublement de la RN3 de Kairoua à Jelma ne diminuerait les émissions de NO_x que d'environ -70 tonnes en 2018, soit -2,0%, et d'environ 60 tonnes en 2037, soit -0,8%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne permettra de diminuer entre 2018 et 2037 ces émissions de PM_{10} en milieu urbain :

- d'environ -650 tonnes, soit -28,1% en cas de maintien de la situation de référence ;
- d'environ -640 tonnes, soit -28,5%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- d'environ -650 tonnes, soit -44,0%, en situation avec Projet.

La **Figure 156** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de PM en milieu urbain entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec doublement de la RN3 jusqu'à Kairouan.

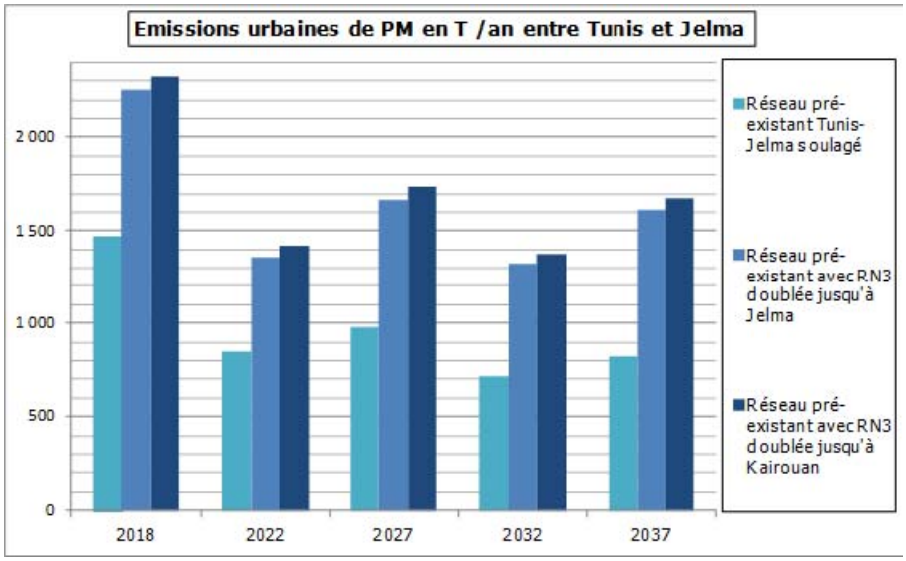


Figure 156 : Evolution d'ici 2037des émissions urbaines de PM_{10} entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 157** suivante permet quant à elle de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces émissions atmosphériques annuelles de PM_{10} en milieu rural entre Tunis et Kairouan dans les deux situations et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations.

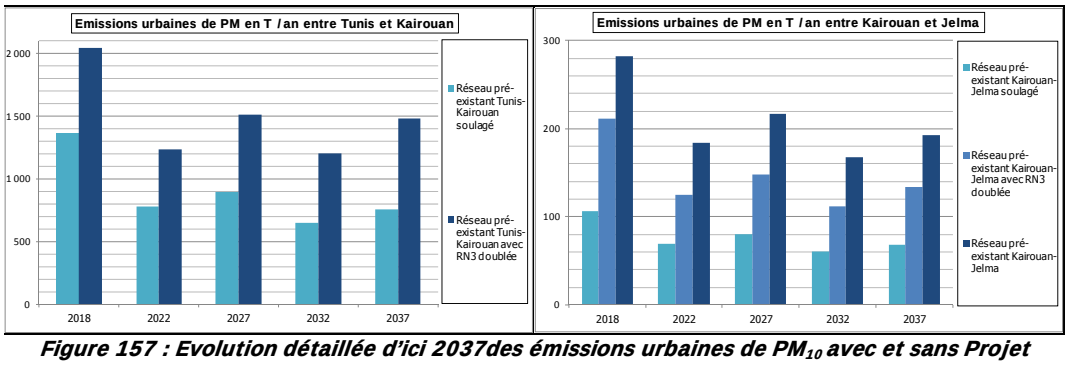


Figure 157 : Evolution détaillée d'ici 2037des émissions urbaines de PM_{10} avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de renforcer très fortement l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs à combustion interne sur leur niveau d'émission de PM_{10} à basse vitesse, en générant une diminution plus forte des émissions de PM_{10} du trafic automobile en milieu urbain en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée, même si le dédoublement diminue déjà sensiblement les émissions en zones urbaines.

7.5.1.4 - Les impacts de l'exploitation sur la qualité des eaux

7.5.1.4.1 - Les eaux de ruissellement sur la plateforme des sections autoroutières et routières

Les retombées sur le sol de gaz solubilisés par l'humidité atmosphérique, de particules de suie et de métaux lourds sont généralement déposées sur la chaussée ou adsorbés par les particules de sol les plus fines sur les bas-côtés. Après une pluie, elles peuvent être :

- dans le cas de polluants insolubles, transportés par les eaux de ruissellement sur de grandes distances en causant ainsi la contamination des eaux de surface par ruissellement superficiel,
- dans le cas de polluants hydrosolubles, dissous en causant ainsi après ruissellement sur de grandes distances la contamination des eaux de surface et après infiltration la contamination des eaux des nappes phréatiques.

Les diminutions observées dans les émissions, et donc dans les retombées de polluants dangereux, en situation avec Projet par rapport à la situation de référence et par rapport au doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma se traduisent donc globalement par un impact positif de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur la qualité des eaux du ruissellement sur les chaussées et les bas-côtés.

Cette constatation doit être nuancée selon la localisation de ces émissions, et donc de ces retombées de polluants dangereux. En effet l'impact de l'exploitation de ce tronçon prioritaire sur la qualité des eaux du ruissellement se révèlera :

- très positif le long des principaux axes du réseau pré-existant (RN3, A1, RN2, etc…) où le trafic résiduel sera fluidifié grâce au report du trafic inter-régional qui empruntera désormais les nouvelles sections autoroutières, milieu déjà pollué depuis des décennies ;
- négatif le long de ce tronçon prioritaire situées dans un milieu rural non affecté jusqu'à présent par ce genre de contaminants.

7.5.1.4.2 - Les eaux usées des diverses infrastructures de service

De plus, plusieurs infrastructures de service vont être implantées le long de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- 11 gares de péage, après l'échangeur de la Rocade X30 et au niveau de chaque échangeur,
- 3 centres d'intervention pour la police de la route et la Sécurité Civile,
- 4 stations-service et aires de repos.

Leur création va amener leurs employés et de nombreux usagers à y consommer de l'eau en rejetant des eaux usées, et à produire des déchets ménagers.

En ce qui concerne les stations-service, les eaux de lavage des véhicules et les pertes de carburants et de lubrifiants risquent de générer une pollution chimique des eaux de surface, ce qui rend obligatoire la production par leurs exploitants d'une étude d'impact environnementale et sociale spécifique, où ils exposeront leurs prévisions en matière :

- de mesures de confinement des eaux usées sanitaires et des lubrifiants usagés collectés ;
- de pré-traitement de leurs effluents liquides ménagers avant tout rejet dans le milieu récepteur.

Tableau 281 : Récapitulatif des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Trafic automobile inter-régional empruntant le tronçon prioritaire	Emissions annuelles de CO_2 le long du tronçon prioritaire passant entre 2018 et 2037 de 141.300 à 276.900 T	Renforcement du phénomène de changement climatique global	
	Emissions annuelles le long du tronçon prioritaire passant entre 2018 et 2037 de 303.000 à 457.500 T de CO, de 155.600 à 67.900 T de NOx et de 8.860 à 6.280 T de PM_{10}		
	Apparition d'émissions atmosphériques de métaux lourds le long du tronçon prioritaire	Apparition de retombées de métaux lourds sur les sols le long des nouvelles sections autoroutières	
	Dégradation de l'environnement acoustique le long du tronçon prioritaire	Apparition de nuisances sonores le long des nouvelles sections autoroutières	
	Apparition de pertes de lubrifiants par les véhicules en mauvais état sur le tronçon prioritaire	Transport des lubrifiants perdus sur la chaussée par les eaux de ruissellement vers les sols le long des nouvelles sections autoroutières	Apparition de lubrifiants transportés par les eaux de ruissellement vers l'aval des nouvelles sections autoroutières
Présence du système de drainage latéral	Augmentation des ruissellements le long de l'emprise du tronçon prioritaire	Transports solides amenés par le système de drainage latéral jusqu'aux écoulements situés à l'aval tronçon prioritaire	Risque d'obturation des petits ouvrages hydrauliques
Trafic automobile résiduel empruntant encore les divers axes du réseau routier pré-existant	Diminution des émissions annuelles de CO_2 le long des axes du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -161.580 à -337.110 T	Atténuation du phénomène de changement climatique global	
	Diminution des émissions annuelles le long des sections rurales du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -592.900 à -1.157.900 T de CO, de -342.000 à -190.900 T de NOx et de -17.960 à -14.510 T de PM_{10}	Diminution des retombées de polluants sur les sols le long des sections rurales du réseau routier pré-existant	Diminution des polluants dissous transportés par les eaux de ruissellement vers l'aval des sections rurales du réseau routier pré-existant
	Diminution des émissions annuelles le long des sections urbaines du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -30.770 à -81.320 T de CO, de -16.800 à -11.460 T de NOx et de -860 à -850 T de PM_{10}	Diminution des retombées de polluants sur les sols le long des sections urbaines du réseau routier pré-existant	Diminution des polluants dissous transportés par les eaux de ruissellement vers l'aval des sections urbaines du réseau routier pré-existant
	Diminution des émissions atmosphériques de métaux lourds le long des diverses sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant	Diminution des retombées de métaux lourds sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	
	Amélioration de l'environnement acoustique le long des sections rurales et urbaines du réseau pré-existant	Diminution de nuisances sonores le long des axes du réseau pré-existant	
	Diminution des pertes de lubrifiants par les véhicules en mauvais état sur les diverses sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant	Diminution des retombées de lubrifiants sur les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	Diminution des quantités de lubrifiants transportés par les eaux de ruissellement vers l'aval des axes du réseau routier pré-existant
Activités commerciales dans les gares de péage, stations-service et aires de repos	Production de déchets ménagers par ces infrastructures de service du tronçon prioritaire	Risque de dégradation des paysages aux alentours de ces infrastructures de service du tronçon prioritaire	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques
Utilisation d'eau domestique dans les gares de péage, stations-service et aires de repos	Production d'eaux usées par ces infrastructures de service du tronçon prioritaire	Risque de pollution des eaux de surface à l'aval du tronçon prioritaire	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques
Entretien et approvisionnement des véhicules au niveau des stations services	Collecte d'huiles usagées et production d'eaux usées par les stations-service du tronçon prioritaire	Risque de pollution des sols aux alentours de ces stations-service	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques à l'aval de ces stations-service

Tableau 282 : Matrice d'évaluation des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu physique affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Trafic automobile inter-régional empruntant le nouveau tronçon prioritaire	Climat	Emissions annuelles de CO_2 le long du tronçon prioritaire passant entre 2018 et 2037 de 141.300 à 276.900 T	E-P1	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Génér	Lg t	**Maj**	Cert	Peu rév	**Maj**
	Air	Emissions annuelles le long du tronçon prioritaire passant entre 2018 et 2037 de 303.000 à 457.500 T de CO, de 155.600 à 67.900 T de NOx et de 8.860 à 6.280 T de PM_{10}	E-P2	-	D	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
		Emissions atmosphériques de métaux lourds le long du tronçon prioritaire	E-P3	-	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
	Sols	Pollution par les retombées des émissions atmosphériques de polluants et de métaux lourds le long du tronçon prioritaire	E-P4	-	D	Moy	Bas	Bas	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Peu rév	**Min**
		Pertes de carburants et lubrifiants lessivées par les eaux de ruissellement sur la chaussée du tronçon prioritaire	E-P5	-	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Peu rév	**Min**
	Eaux de surface	Pertes de carburants et lubrifiants mobilisées par la pluie dans les sols le long du tronçon prioritaire	E-P6	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
		Présence de transports solides amenés par le système de drainage latéral dans les eaux de surface à l'aval de l'emprise	E-P7	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Peu rév	**Moy**
Trafic automobile résiduel empruntant encore les axes du réseau routier pré-existant	Climat	Diminution des émissions annuelles de CO_2 le long des axes du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -161.580 à -337.110 T	E-P8	+	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Génér	Lg t	**Maj**	Cert	Peu rév	**Maj**
	Air	Diminution des émissions annuelles le long des sections rurales du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -592.900 à -1.157.900 T de CO, de -342.000 à -190.900 T de NOx et de -17.960 à -14.510 T de PM_{10}	E-P9	+	I	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
		Diminution des émissions annuelles le long des sections urbaines du réseau routier pré-existant passant entre 2018 et 2037 de -30.770 à -81.320 T de CO, de -16.800 à -11.460 T de NOx et de -860 à -850 T de PM_{10}	E-P10	+	I	Haute	Moy	Haute	**Haute**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
		Diminution des émissions atmosphériques de métaux lourds le long des axes du réseau routier pré-existant	E-P11	+	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
	Sols	Diminution des retombées des émissions atmosphériques de métaux lourds et de polluants le long des axes du réseau routier pré-existant	E-P12	+	I	Moy	Bas	Bas	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Peu rév	**Min**
		Diminution des pertes de carburants et lubrifiants lessivées sur la chaussée des axes du réseau routier pré-existant par les eaux de ruissellement	E-P13	+	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Peu rév	**Min**
	Eaux de surface	Diminution des pertes de lubrifiants mobilisées par la pluie dans les sols le long des axes du réseau routier pré-existant	E-P14	+	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**

Tableau 282 (suite) : Matrice d'évaluation des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu physique affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Production de déchets ménagers par les activités commerciales dans les gares de péage, stations-service et aires de repos	Paysages	Risque de dégradation des paysages aux alentours de ces infrastructures de service	E-P17	-	I	Moy	Moy	Moy	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Moy**
	Eaux souterraines	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques à l'aval de ces infrastructures de service	E-P18	-	I	Bas	Moy	Haut	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Min**
Production d'eaux usées par les gares de péage et aires de repos	Eaux de surface	Risque de pollution aux alentours de ces gares de péage et aires de repos	E-P19	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Peu Pr	Rév	**Négl**
	Eaux souterraines	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques à l'aval de ces gares de péage et aires de repos	E-P20	-	I	Bas	Moy	Haut	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Peu Pr	Rév	**Min**
Collecte d'huiles usagées et production d'eaux usées par les stations-service	Sols	Risque de pollution aux alentours de ces stations-service	E-P21	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Peu Pr	Rév	**Négl**
	Eaux de surface	Risque de pollution aux alentours de ces stations-service	E-P22			Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Peu Pr	Rév	**Négl**
	Eaux souterraines	Risque de pollution des eaux des nappes phréatiques à l'aval de ces stations-service	E-P23	-	I	Bas	Moy	Haut	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Prob	Rév	**Min**

7.5.1.5 - Le récapitulatif des impacts de l'exploitation du Projet sur le mileu physique

Le **Tableau 281** de la page 523 récapitule l'ensemble des impacts générés par l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu physique aux alentours et à l'aval des diverses sections autoroutières et des diverses sections du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma dont une partie du trafic se sera détourné vers l'autoroute, et dont le **Tableau 282** précédent présente ensuite l'évaluation.

7.5.2 - LES IMPACTS DE L'EXPLOITATION SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE

Le passage de l'emprise autoroutière du tronçon prioritaire au sein d'un écosystème se traduit par la création de deux sous-écosystèmes séparés, dont les faunes terrestres risquent de se mettre à évoluer indépendamment. Le transport des graines végétales par les insectes, les rongeurs ou les oiseaux devrait permettre de conserver la diversité végétale initiale des deux côtés de l'ouvrage, sauf si l'autoroute techniquement mal conçue finissait par devenir un obstacle aux écoulements naturels et que la présence de sa plateforme entraînait l'apparition en amont d'un milieu plus humide, dont la composition floristique va se modifier par rapport à la situation avant Projet.

Les populations animales terrestres de chaque sous-système étant plus faibles, il y aurait alors une augmentation du risque de disparition de certaines espèces, et donc d'appauvrissement de ces deux sous-écosystèmes. L'analyse qui suit va s'intéresser aux milieux naturels en fonction de leur fragilité et de la vulnérabilité de leur écosystème.

7.5.2.1 - Les impacts de l'exploitation sur la gestion des parcours forestiers et steppiques

L'activité agricole dans la Dorsale et les Basses Steppes s'accompagne d'un élevage important de petits ruminants appelés à transhumer en automne vers les bergeries et au printemps vers les zones de parcours. Ces parcours sont majoritairement forestiers très dégradés sur la Dorsale et steppiques en voie de dégradation dans les Basses Steppes.

La conception de tout Projet autoroutier prévoit que la présence de la plateforme ne devra pas limiter le déplacement de ces cheptels de petits ruminants, grâce aux aménagements annexes qui sont prévus pour favoriser son franchissement :

- la protection de la plateforme autoroutière des risques d'érosion devra s'accompagner d'un effort de replantation d'espèces forestières et fourragères adaptées, à la fois abri et nourriture, permettant d'améliorer les écosystèmes concernés pour y assurer la pérennité des espèces animales ;
- des passages seront aménagés pour les animaux, cheptel et sauvagine, dans les zones où l'emprise autoroutière coupe en deux des zones de parcours ;
- la traversée des animaux sera possible au niveau de chaque ouvrage de franchissement, passages souterrain ou aérien installés à moins de 2,5 km de distance les uns des autres, qui seront d'ailleurs très certainement empruntés par la faune sauvage durant la nuit. Lorsque ce passage correspond à une route assez fréquentée, cette traversée sera facilitée par l'élargissement des deux trottoirs dudit passage.

Tableau 283 : Récapitulatif des impacts de l'exploitation sur le milieu biologique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects
Présence de la plateforme des nouvelles sections autoroutières	Diminution définitive d'environ 150 ha d'écosystèmes peu anthropisés	
Présence des tronçons en remblai et déblai de la plateforme des nouvelles sections autoroutières	Effet de coupure pour les populations animales vivant de part et d'autre de la plateforme	Augmentation des risques de collision pour la sauvagine sauvage qui traverserait l'emprise autoroutière avec ce trafic très rapide
Trafic automobile inter-régional très rapide empruntant les nouvelles sections autoroutières		
Diminution du trafic automobile résiduel empruntant encore les sections rurales du réseau routier pré-existant, mais augmentation de sa vitesse	Augmentation des risques de collision pour la sauvagine traversant ces encore les sections rurales du réseau routier pré-existant au trafic accéléré	

Tableau 284 : Matrice d'évaluation des impacts de l'exploitation sur le milieu biologique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu biologique affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Présence de la plateforme du tronçon prioritaire	Ecosystèmes	Diminution définitive d'environ 150 ha d'écosystèmes peu anthropisés	E-B1	-	D	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Irrév	**Moy**
Présence des tronçons en remblai et déblai de la plateforme du tronçon prioritaire	Faune sauvage	Effet de coupure pour les populations animales vivant de part et d'autre de la plateforme	E-B2	-	I	Haute	Moy	Moy	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
Trafic automobile inter-régional très rapide empruntant le tronçon prioritaire		Augmentation des risques de collision pour la sauvagine sauvage traversant l'emprise autoroutière avec ce trafic très rapide	E-B3	-	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
Augmentation de la vitesse du trafic automobile résiduel empruntant encore les sections rurales du réseau routier pré-existant		Augmentation des risques de collision pour la sauvagine traversant encore les sections rurales du réseau routier pré-existan au trafic accéléré	E-B4	-	I	Bas	Bas	Moy	**Négl**			**Négl**			**Négl**

7.5.2.1 - Le récapitulatif des impacts de l'exploitation du Projet sur le mileu biologique

Le **Tableau 283** de la page 527 récapitule l'ensemble des impacts générés par l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu biologique aux alentours et à l'aval des diverses sections des six couloirs et des diverses sections des routes nationales dont une partie du trafic a été détourné vers l'autoroute, dont le **Tableau 284** précédent présente ensuite l'évaluation.

7.5.3 - LES IMPACTS DE L'EXPLOITATION SUR LES POPULATIONS RIVERAINES ET DESSERVIES

7.5.3.1 L'amélioration de la qualité de vie des riverains des axes du réseau routier pré-existant

Outre l'impact économique positif de la diminution des accidents et des victimes de la route entre Tunis et Jelma, la diminution du risque d'accident que procure la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa aura un impact positif pour la qualité de vie des habitants des quatre gouvernorats, et en particulier des riverains des axes du réseau routier pré-existant. Le **Tableau 52** de la page 136 ayant en effet montré qu'un trajet autoroutier est moins dangereux qu'un trajet routier, qui nécessite plus d'attention et de vigilance de la part des automobilistes, la mise en service de la nouvelle infrastructure autoroutière s'accompagnera d'une nette diminution du nombre d'accidents sur le réseau pré-existant dont le trafic aura été fluidifié.

En tant que premières utilisatrices potentielles des RN3 et RN2, les populations de la zone d'influence du tronçon prioritaire Tunis-Jelma, et plus particulièrement les populations riveraines de ces deux infrastructures routières, seront donc les premières bénéficiaires de la sécurisation ainsi générée des déplacements automobiles entre Tunis et Jelma, comme le montre la **Figure 158** suivante.

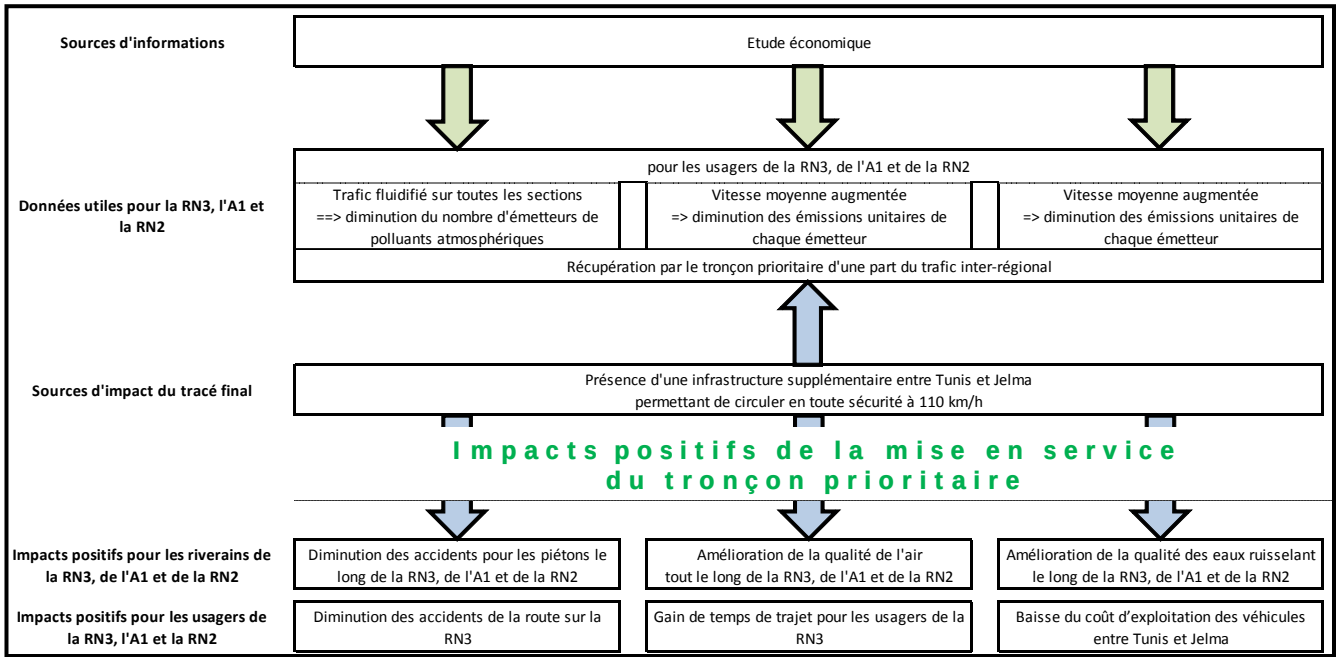


Figure 158 : Impacts positifs pour les riverains et usagers du réseau préexistant de la mise en service du tronçon prioritaire

7.5.3.2 La modification des paysages et de l'harmonie des sites

Le passage du "ruban" autoroutier va représenter une modification définitive des paysages concernés de la zone d'influence directe du projet.

La composante humaine et sensorielle est un facteur important dans l'évaluation de l'impact paysager. Ce paramètre est lié à la position et à la distance de l'observateur sur le terrain et à l'existence ou l'absence d'obstacles à la vision dans le paysage, qu'ils soient ou non annulables, lesquels influencent le degré de visibilité de l'aménagement.

En ayant pour base ces présuppositions, la détermination de l'impact visuel du passage d'un « ruban » autoroutier au sein des paysages actuels, s'est appuyée sur les paramètres suivants :

- la perception du tracé ;
- l'amplitude visuelle de l'aménagement : accessibilité visuelle à partir des espaces sociaux, routes à proximité et points éloignés ;
- l'altération dans la morphologie du terrain (dérivée des caractéristiques du projet, en raison de la construction de remblais et déblais);
- la sensibilité des unités de paysage, et leur capacité d'intégration visuelle de l'aménagement.

Grâce aux aménagements paysagers réalisés pour égayer les gares de péage, les aires de service et les aires de repos et aux plantations qui pourraient « habiller » les talus de la plateforme, les terres-pleins des échangeurs et la zone de retrait réglementaire, ces phénomènes néfastes devraient s'atténuer assez rapidement. Les sites les plus sensibles qui nécessiteront les opérations les mieux réfléchies sont bien évidemment les hauteurs traversées et les tronçons situés en contrebas et visibles depuis les villes avoisinées par le tracé : Sbikha, Chbika, Haffouz, etc ...

7.5.3.3 Les bruits et vibrations causées par le trafic

On a vu que le trafic des véhicules motorisés est la source la plus importante de la gêne due au bruit. Il va en effet y avoir apparition des trois sources de gêne :

- les différences entre les moyennes et les pointes ;
- la fréquence et la durée des passages de véhicules ;
- le niveau sonore moyen.

7.5.3.3.1 - La diminution des différences entre les moyennes et les pointes

On a vu que l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va se traduire par un déplacement du trafic entre les RN3, A1 et RN2 vers la infrastructure dans la mesure où le trafic y est plus fluide et présente donc une vitesse régularisée. Ce déplacement de trafic va permettre une meilleure régularisation de la vitesse du trafic résiduel sur les RN3, A1 et RN2 qu'en situation sans Projet. En conséquence, les différences entre les moyennes et les pointes vont :

- être négligeables sur la nouvelle section autoroutière ;
- fortement diminuer sur les RN3 et RN2, et un peu moins diminuer sur l'A1 par rapport aux deux situations sans Projet.

7.5.3.3.2 - La diminution de la fréquence et la durée des passages de véhicules

Le déplacement du trafic automobile inter-régional entre Tunis et Jelma des sections des RN3, A1 et RN2 vers les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va se traduire par un partage de trafic entre les deux types d'axes routiers, et donc une fluidification des trafics sur les axes du réseau préexistant.

Cette fluidification se traduira par une vitesse de circulation sur ces axes supérieure à celle observée en situation sans Projet.

7.5.3.3.3 - Les habitations les plus concernées le long de la nouvelle infrastructure autoroutière

La modélisation des niveaux sonores a utilisé le *software* de modulation acoustique en extérieur Cadna A[27], qui a été réalisée suivant la méthodologie de prévision de trafic autoroutier recommandée par la Directive Européenne 2002/49/EC: NMPB-Routes-96. Cette modélisation a fourni les données sur le niveau de bruit tout le long de la plateforme autoroutière pour les trafics diurne de pointe et nocturne en 2018 et 2037, sous la forme de graphiques de bruit du type de l'exemple présenté dans la **Figure 159** suivante qui montre les niveaux de bruit diurnes en 2018 et 2037 calculés entre les PK 15+800 et 17+200.

[27] *Voir le site http://www.datakustik.com/*

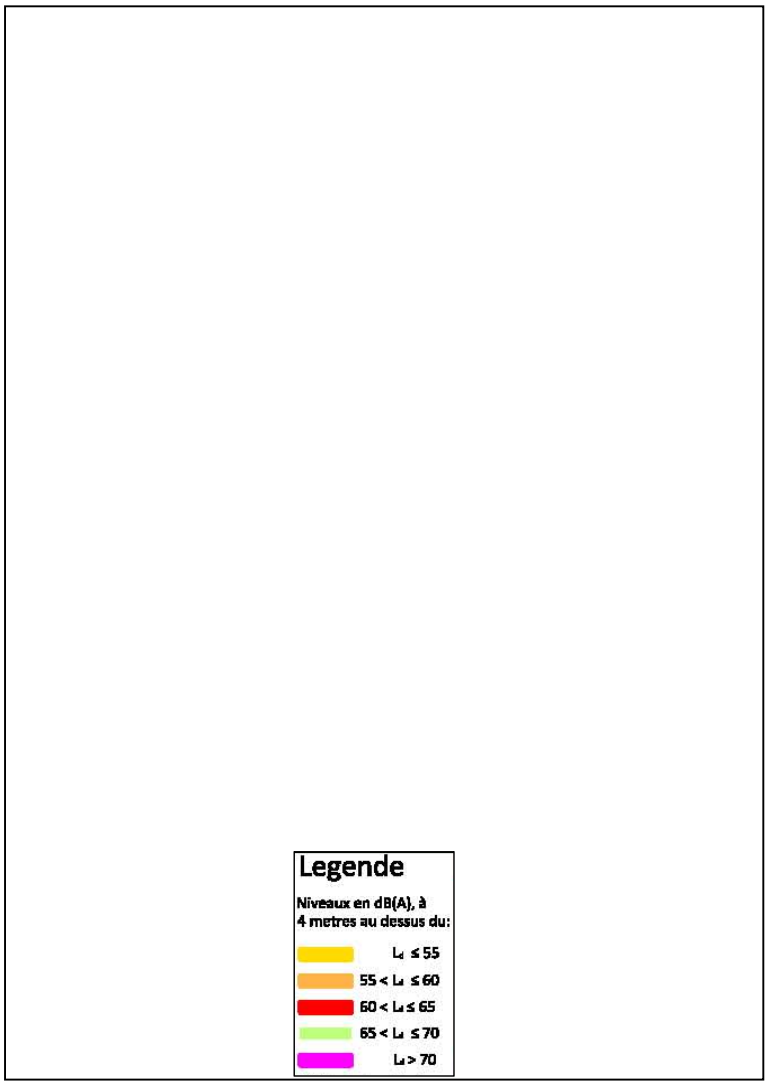
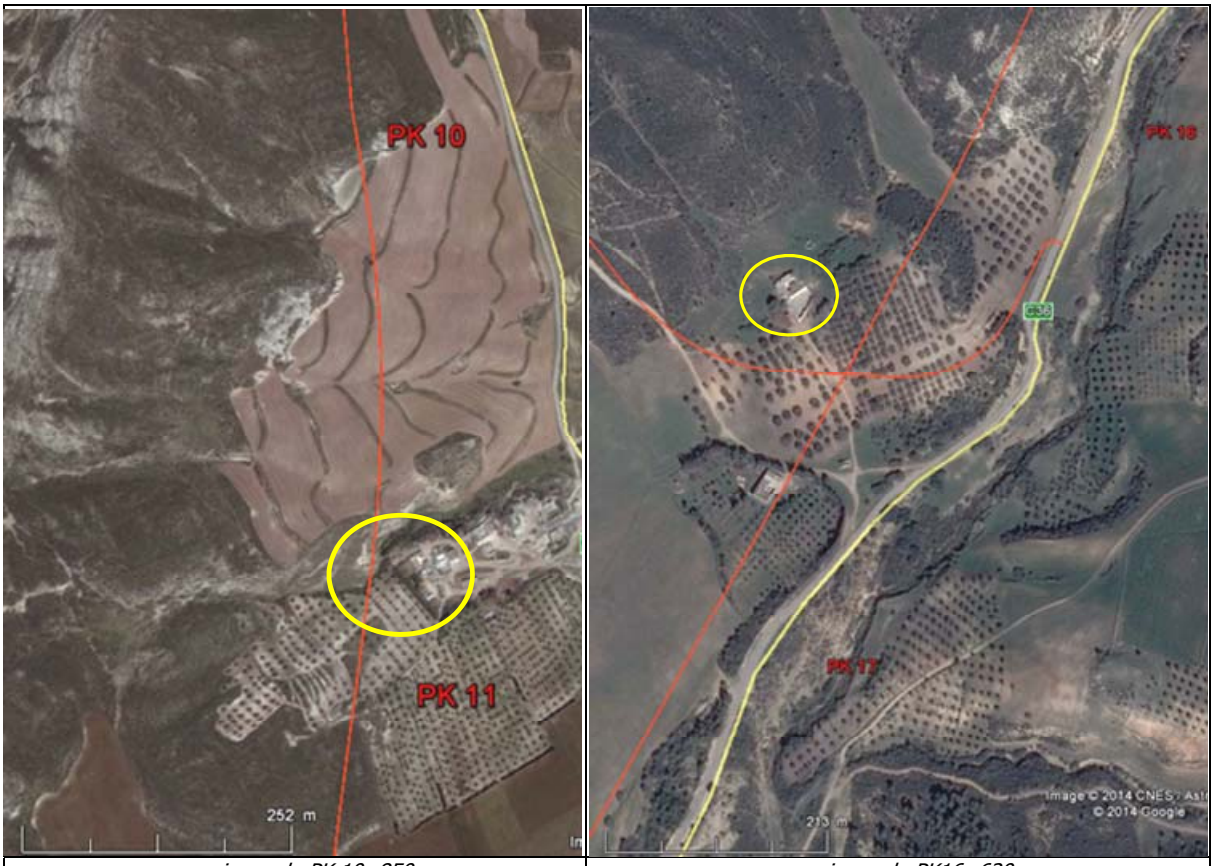


Figure 159 : Niveaux de bruit diurnes en 2018 et 2037 entre les PK 15+800 et 17+200

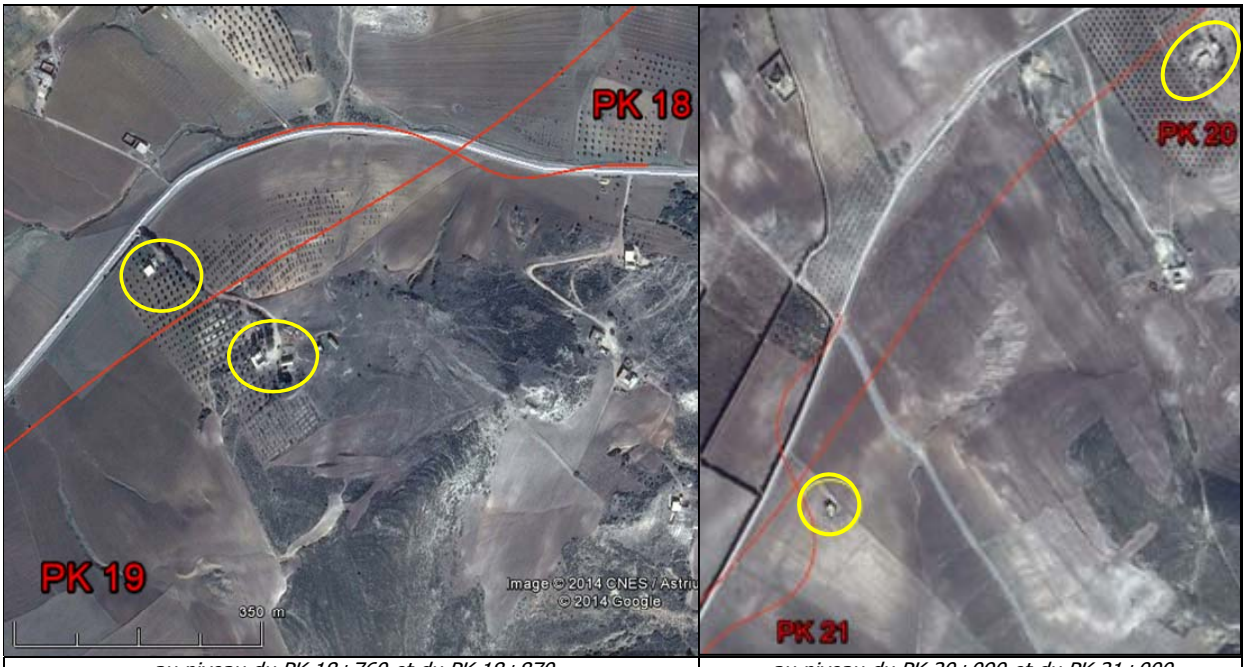
Les **Figure 160** à **Figure 165** suivantes permettent de visualiser les principales zones de logements situées en bordure de l'emprise à l'intérieur de cette bande de 100 m où le bruit de la circulation sera gênant dès 2018. En conséquence, elles devront être protégées du bruit du chantier pendant la phase des travaux, et du bruit du trafic autoroutier pendant la phase d'exploitation [28].

[28] *Si le propriétaire n'est pas satisfait des propositions de la STA, ce logement pourrait même faire l'objet d'une expropriation pour cause d'utilité publique, au même titre que les logements situés dans l'emprise de la section autoroutière*



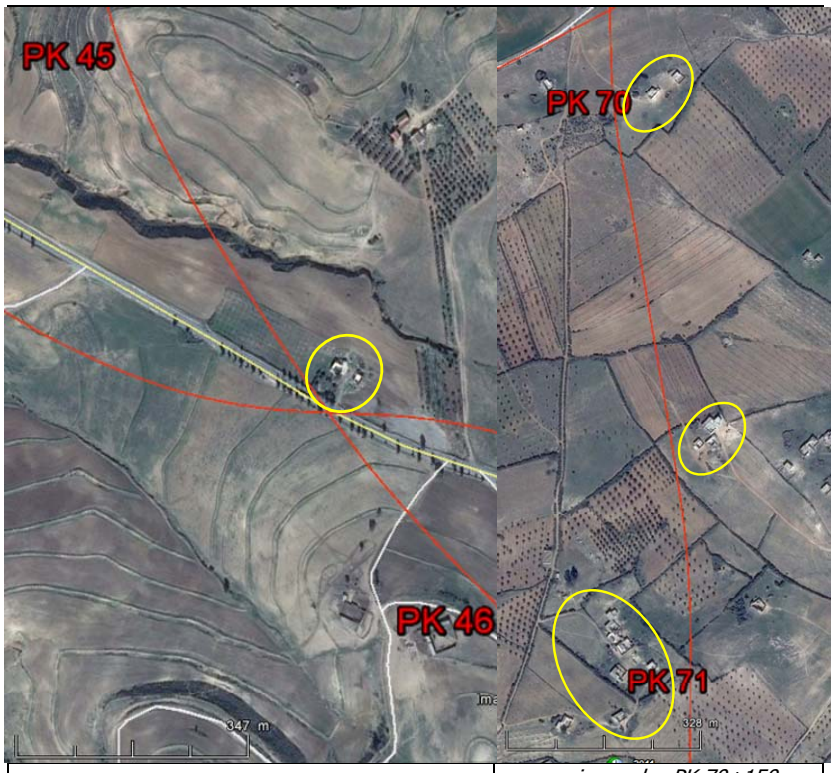
au niveau du PK 10+850	*au niveau du PK16+620*

Figure 160 : Petit village, habitations et installations agricoles à protéger du bruit



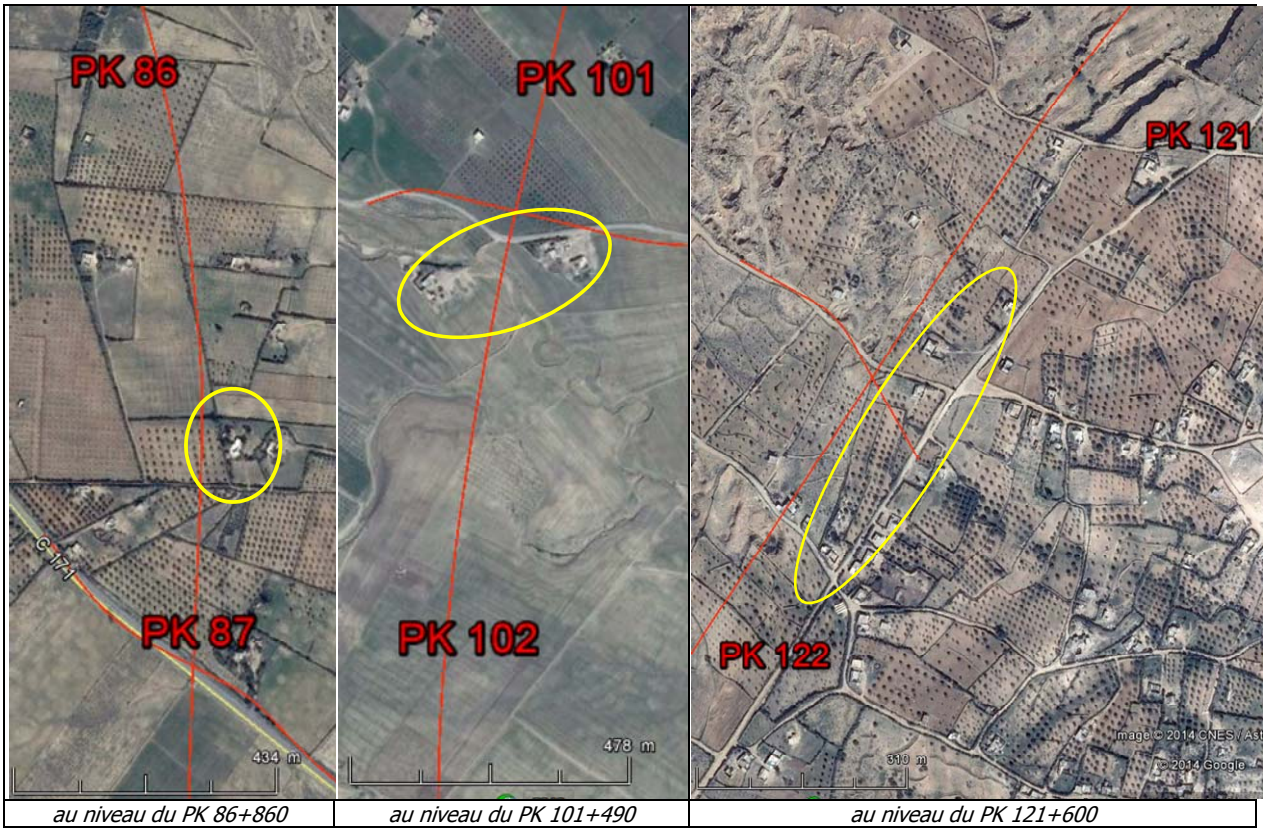
au niveau du PK 18+760 et du PK 18+870	*au niveau du PK 20+090 et du PK 21+000*

Figure 161 : Habitations isolées, fermes et installations agricoles à protéger du bruit



au niveau du PK 45+700	*au niveau des PK 70+150, PK70+760 et PK71+140*

Figure 162 : Ferme, installations agricoles et habitation à protéger du bruit

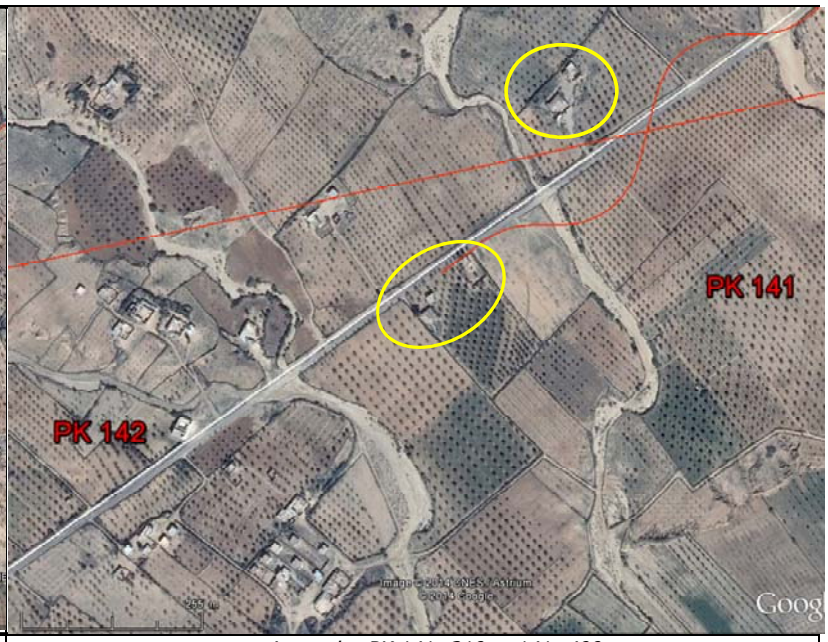


au niveau du PK 86+860	*au niveau du PK 101+490*	*au niveau du PK 121+600*

Figure 163 : Ferme, installations agricoles et habitation à protéger du bruit



au niveau du PK 124+470



au niveau des PK 141+210 et 141+490

Figure 164 : Ferme, installations agricoles et habitations à protéger du bruit



Petit village au niveau du PK 172+570

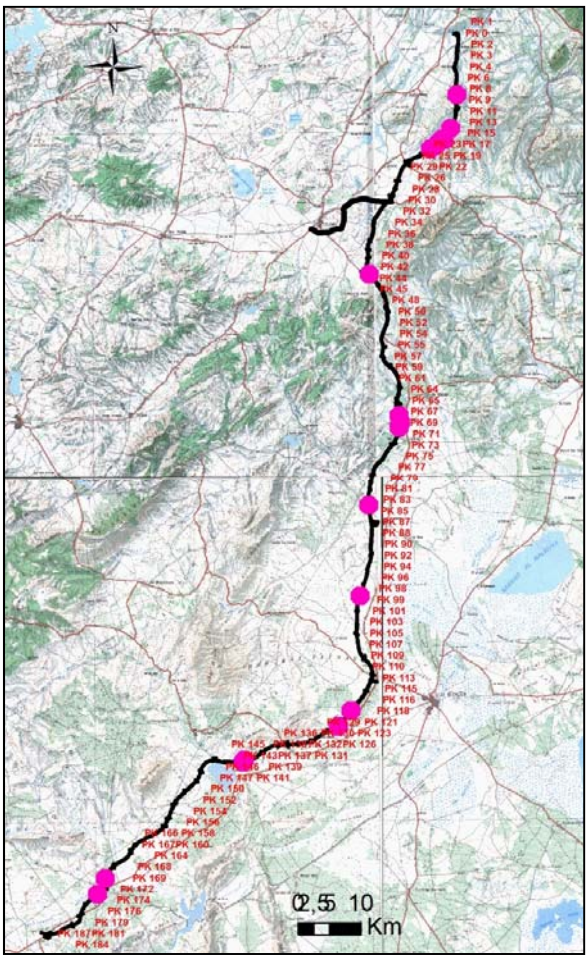


Habitation isolée au niveau du PK 175+230

Figure 165 : Dernières habitations à protéger du bruit

Finalement, la **Carte 109** suivante permet de localiser les 18 bâtiments situés en bordure de l'emprise à l'intérieur de cette bande où le bruit diurne de la circulation sera gênant dès la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa en 2018 et qui devront faire l'objet de l'option la moins coûteuse :

- la protection par un mur anti-bruits, ou
- la réinstallation de leurs résidents.



Carte 109 : Ensemble des bâtiments à protéger du bruit le long du tronçon prioritaire

7.5.3.4 - Le récapitulatif des impacts générés par l'exploitation du Projet sur les populations riveraines et desservies

Le **Tableau 285** suivant récapitule l'ensemble des impacts sur les populations riveraines de cette nouvelle infrastructure ou des axes du réseau routier pré-existant au trafic fluidifié et des effets sur les populations desservies de la zone d'influence indirecte primaire, dont le **Tableau 286** de la page 537 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 285 : Récapitulatif des impacts de l'exploitation sur les populations riveraines et desservies

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Présence de la plateforme du tronçon prioritaire	Effet de coupure pour les exploitations se retrouvant divisées de part et d'autre de la plateforme du tronçon prioritaire	Effet de coupure pour les troupeaux des riverains habitués à pâturer de part et d'autre de la plateforme du tronçon prioritaire	
Equipement du tronçon prioritaire avec des panneaux de signalisation de sécurité	Apparition d'une gêne visuelle due à la présence de ces panneaux de signalisation de sécurité sur le tronçon prioritaire		
Plantations d'alignement le long des portions en remblai du tronçon prioritaire	Amélioration paysagère des portions en remblai du tronçon prioritaire visibles de loin		
Trafic automobile inter-régional empruntant le tronçon prioritaire	Dégradation de la qualité de l'air ambiant le long de la plateforme du tronçon prioritaire	Risque d'apparition d'infections pulmonaires pour les riverains de la plateforme du tronçon prioritaire	
	Dégradation de l'environnement acoustique le long de la plateforme des nouvelles sections autoroutières	Apparition de nuisances sonores pour les riverains de la plateforme des nouvelles sections autoroutières	
	Activités commerciales dans les gares de péage, stations-service et aires de repos	Création d'emplois	Création de sources de revenu
Diminution du trafic automobile empruntant encore les sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant	Amélioration de la qualité de l'air ambiant le long des sections rurales et surtout urbaines du réseau routier pré-existant	Possibilité de diminution des infections pulmonaires pour les riverains des sections rurales et surtout urbaines du réseau routier pré-existant	
	Amélioration de l'environnement acoustique le long des sections rurales et surtout urbaines du réseau routier pré-existant	Diminution des nuisances sonores pour les riverains des sections rurales et surtout urbaines du réseau routier pré-existant	
	Diminution des activités commerciales et artisanales dans les villes et villages traversés par les sections urbaines des RN3 et RN2	Perte d'emplois	Perte de sources de revenu
	Diminution des risques de collision des cheptels en déplacement avec le trafic automobile empruntant les axes du réseau routier pré-existant	Amélioration des revenus nets pastoraux dans la zone d'influence	

Tableau 286 : Matrice d'évaluation des impacts de l'exploitation sur les populations riveraines

Activités sources d'impact	Composantes principales des populations riveraines affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Présence de la plateforme du tronçon prioritaire	Revenus	Effet de coupure pour les exploitations se retrouvant divisées de part et d'autre de la plateforme du tronçon prioritaire	E-R1	-	D	Moy	Haute	Haute	**Haute**	Loc	Lg t	**Maj**	Cert	Peu rév	**Maj**
		Effet de coupure pour les troupeaux habitués à pâturer de part et d'autre de la plateforme du tronçon prioritaire	E-R2	-	D	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Peu rév	**Moy**
Equipement du tronçon prioritaire avec des panneaux de signalisation de sécurité	Paysage	Apparition d'une gêne visuelle due à la présence de ces panneaux de signalisation de sécurité sur le tronçon prioritaire	E-R3	-	D	Bas	Bas	Bas	**Négl**	→ → → → →		Négl	→ → → → →		**Négl**
Plantations d'alignement le long des portions en remblai du tronçon prioritaire	Paysage	Amélioration paysagère des portions en remblai du tronçon prioritaire visibles de loin	E-R4	+	I	Moy	Bas	Bas	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
Trafic automobile inter-régional empruntant le tronçon prioritaire	Environnement acoustique	Apparition de nuisances sonores pour les riverains de la plateforme du tronçon prioritaire	E-R5	-	D	Bas	Bas	Haute	**Bas**	Loc	Lg t	**Min**	Cert	Irrév	**Moy**
	Santé humaine	Risque d'apparition d'infections pulmonaires pour les riverains de la plateforme du tronçon prioritaire	E-R6	-	I	Bas	Bas	Moy	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
	Revenus	Activités commerciales dans les gares de péage, stations-service et aires de repos du tronçon prioritaire	E-R7	+	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
Diminution du trafic automobile empruntant encore les axes du réseau routier pré-existant	Environnement acoustique	Diminution des nuisances sonores pour les riverains des axes du réseau routier pré-existant	E-R8	+	I	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
	Santé humaine	Diminution des infections pulmonaires pour les riverains de ces axes du réseau routier pré-existant	E-R9	+	I	Bas	Moy	Moy	**Bas**	Rég	Lg t	**Min**	Cert	Rév	**Min**
	Revenus	Diminution des activités commerciales et artisanales dans les villes et villages traversés par les sections urbaines des RN3 et RN2	E-R10	-	I	Bas	Moy	Haute	**Moy**	Loc	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**

7.5.4 - LES IMPACTS DE L'EXPLOITATION SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

La vocation première de tout projet d'infrastructure est de générer un maximum d'impacts positifs sur le milieu socio-économique de sa zone d'influence, en limitant au maximum ses impacts négatifs.

7.5.4.1 – Un maintien des temps de trajet des véhicules entre Tunis et Jelma jusqu'en 2037

La justification première du Projet étant de rapprocher la région enclavée du Centre-Ouest de l'agglomération tunisoise, le premier impact attendu du Projet sur le milieu socio-économique consiste en une baisse des temps de trajet pour les deux types de véhicules entre Tunis et Jelma.

7.5.4.1.1 – Un maintien des temps de trajet des véhicules légers entre Tunis et Jelma jusqu'en 2037

A partir de l'évolution des vitesses des trafics de véhicules légers entre 2018 et 2037 et de la longueur de chaque section de la nouvelle autoroute, de l'autoroute A1, de la RN3 et de la RN2, le **Tableau 287** suivant présente l'évolution des temps de trajet entre Tunis et Jelma des véhicules légers empruntant les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des axes du réseau routier pré-existant avec Projet, et des trafics de véhicules légers empruntant les sections des axes du réseau routier pré-existant sans Projet.

Tableau 287 : Evolution des temps de trajet Tunis-Jelma des véhicules légers en situations avec et sans Projet

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma	103,2	103,4	103,9	104,6	105,3	+2,1%
Réseau pré-existant « soulagé »	165,1	165,9	167,4	169,3	171,3	+3,7%
Itinéraire alternatif préexistant « soulagé » par l'A1 et la RN2	183,6	186,5	193,4	203,1	213,9	+16,5%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	177,0	185,1	207,5	242,7	287,1	+62,2%
Réseau pré-existant	178,6	186,7	208,8	243,6	287,3	+60,9%
Itinéraire alternatif préexistant	196,8	207,5	233,0	271,0	318,3	+61,7%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-41,7%	-44,1%	-49,9%	-56,9%	-63,3%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-42,2%	-44,6%	-50,2%	-57,0%	-63,3%	

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa participera à une nette diminution des temps de trajet entre Tunis et Jelma des véhicules légers par rapport à la situation de référence dans les trois itinéraires possibles, même si le gain de temps permis par les nouvelles sections autoroutières sera bien supérieur à ceux permis par les deux autres itinéraires.

Cette diminution représentera en effet -1h15' en 2018, soit -42,2%, et -3h02' en 2037, soit -63,3%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait ces temps de trajet de seulement -1'36" en 2018, soit -0,5%, et de -12" en 2037, soit -0,0%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, la mise en service des nouvelles sections autoroutières permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 des temps de trajet Tunis-Jelma des véhicules légers à 2'06", soit +2,1%, en situation avec Projet contre :

- +1h39', soit +60,9%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- +1h40', soit +62,2%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

Pour souligner l'intérêt d'utiliser les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa après leur mise en service, la **Figure 166** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 des temps de trajet des véhicules légers entre Tunis et Jelma dans les trois itinéraires possibles entre Tunis et Jelma, à savoir en utilisant :

- le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa,
- la RN3 doublée jusqu'à Kairouan, ou encore
- l'itinéraire alternatif par l'autoroute A1 et la RN2 jusqu'à la rocade de Kairouan.

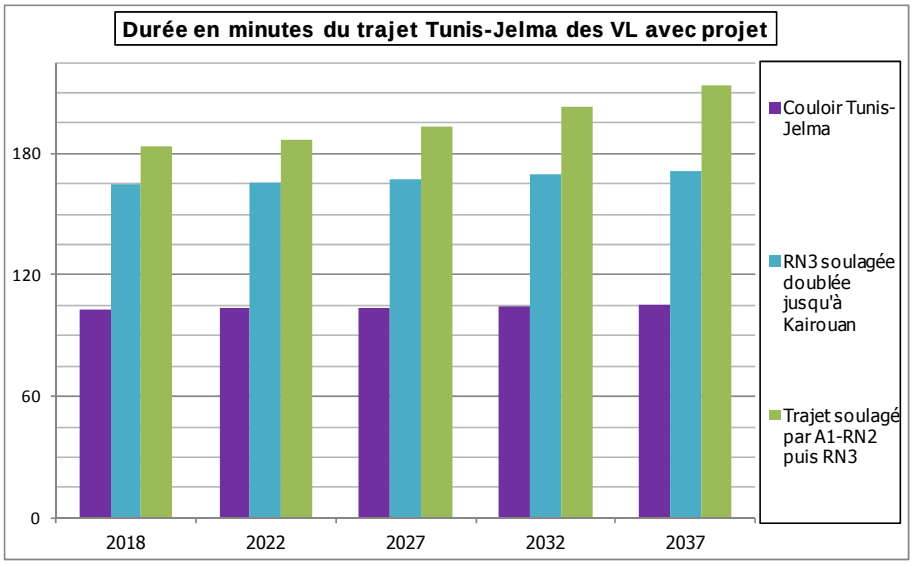


Figure 166 : Evolution d'ici 2037 des temps de trajet des véhicules légers entre Tunis et Jelma avec Projet

La **Figure 167** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales entre 2018 et 2037 des temps de trajet mis par les véhicules légers pour circuler entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma dans les trois itinéraires possibles.

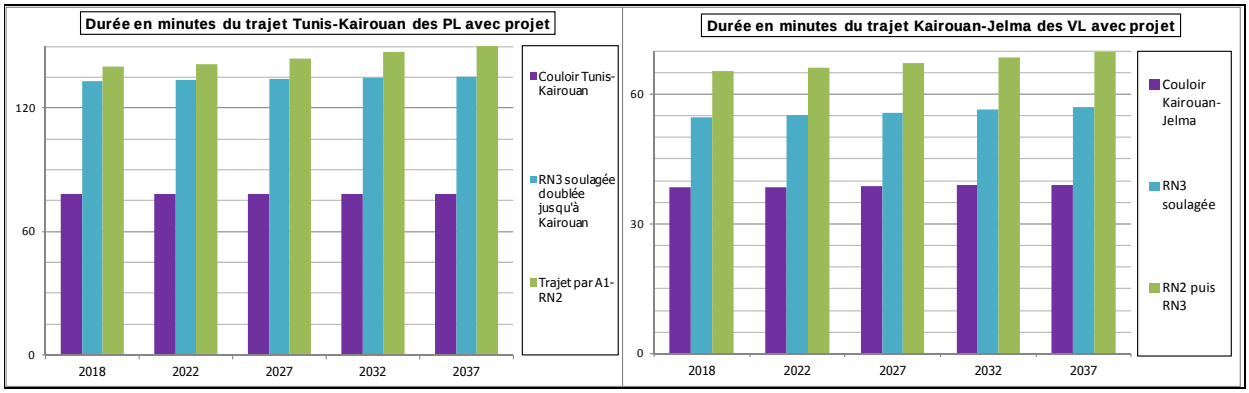


Figure 167 : Evolution détaillée d'ici 2037 des temps de trajet des véhicules légers avec Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire au maintien des temps de trajet du trafic de véhicules légers les empruntant, qui passera de 1h43' en 2017 à 1h45' en 2037. Si l'allègement des trafics empruntant les

axes du réseau pré-existant permettra de diminuer les temps de trajet sur les axes du réseau préexistant en 2018, le trafic de véhicules légers qui empruntera :

- la RN3 dédoublée jusqu'à Kairouan permettra un temps de trajet de 2h45' en 2018, qui passera progressivement à 2h51' en 2037 ;
- le tracé alternatif par Enfidha (autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis RN2 dédoublée jusqu'à Kairouan, puis RN2 jusqu'à Chbika) permettra un temps de trajet de 3h04' en 2018, qui passera progressivement à 3h54' en 2037 du fait de la saturation progressive des sections autoroutières de la rocade de Tunis à l'échangeur d'Enfidha.

7.5.4.1.2 – Un maintien des temps de trajet des poids lourds entre Tunis et Jelma jusqu'en 2037

A partir de l'évolution des vitesses des trafics de poids lourds entre 2018 et 2037 et de la longueur de chaque section de la nouvelle autoroute, de l'autoroute A1, de la RN3 et de la RN2, le **Tableau 288** suivant présente l'évolution des temps de trajet entre Tunis et Jelma des poids lourds respectant les limitations de vitesse en empruntant les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des axes du réseau routier pré-existant avec Projet, et en empruntant les sections des axes du réseau routier pré-existant sans Projet.

Tableau 288 : Evolution des temps de trajet Tunis-Jelma des poids lourds en situations avec et sans Projet

Axe \ Horizons	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma	124,8	124,8	124,8	124,8	124,8	-------
Réseau pré-existant « soulagé »	199,4	199,9	200,8	201,9	203,0	+1,8%
Itinéraire alternatif préexistant « soulagé » par l'A1 et la RN2	219,7	220,9	223,9	228,0	232,3	+5,7%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	206,0	209,6	219,4	233,1	247,9	+20,4%
Réseau pré-existant	207,9	211,5	221,2	234,9	249,6	+20,1%
Itinéraire alternatif préexistant	226,8	230,9	241,9	257,6	274,9	+21,2%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-39,4%	-40,4%	-43,1%	-46,4%	-49,6%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-39,9%	-41,0%	-43,6%	-46,9%	-50,0%	

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa participera à une nette diminution des temps de trajet Tunis-Jelma des poids lourds par rapport à la situation de référence dans les trois itinéraires possibles, même si le gain de temps apporté par les nouvelles sections autoroutières sera bien supérieur à ceux apportés par les deux autres itinéraires.

Cette diminution représentera en effet -1h23' en 2018, soit -39,9%, et -2h05' en 2037, soit -50,0%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait ces temps de trajet de seulement -1'54" en 2018, soit -0,5%, et de -1'42" en 2037, soit -0,4%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de maintenir entre 2018 et 2037 le temps de trajet entre Tunis et Jelma des poids lourds à 2h05 en situation avec Projet, contre :

- +41'54", soit +20,1%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- +41'42", soit +20,4%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

Pour souligner l'intérêt d'utiliser les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa après leur mise en service, la **Figure 168** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 des temps de trajet des poids lourds dans les trois itinéraires possibles entre Tunis et Jelma, à savoir en utilisant :

- le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa,
- la RN3 doublée jusqu'à Kairouan, ou encore
- l'itinéraire alternatif par l'autoroute A1 et la RN2 jusqu'à la rocade de Kairouan.

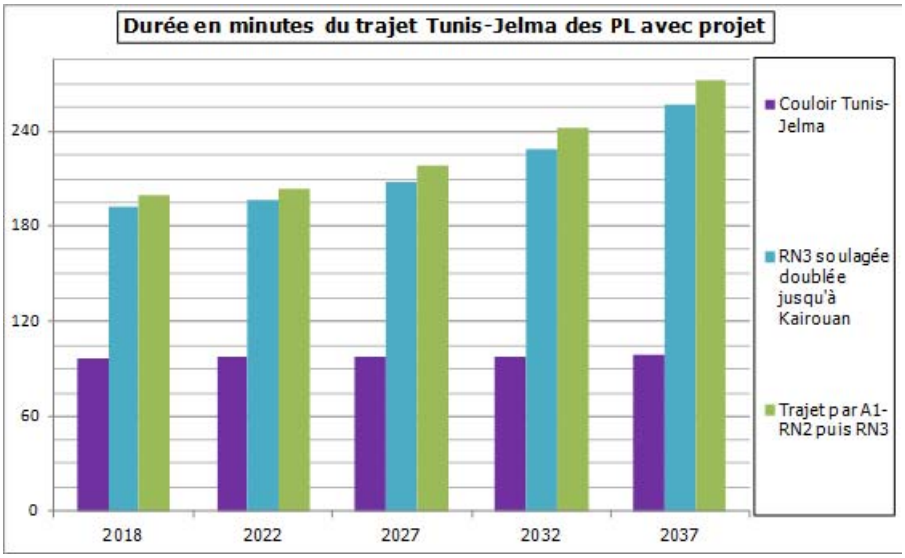


Figure 168 : Evolution d'ici 2037 des temps de trajet des poids lourds entre Tunis et Jelma avec Projet

La **Figure 169** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales entre 2018 et 2037 des temps de trajet mis par les poids lourds pour circuler entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma dans les trois itinéraires possibles.

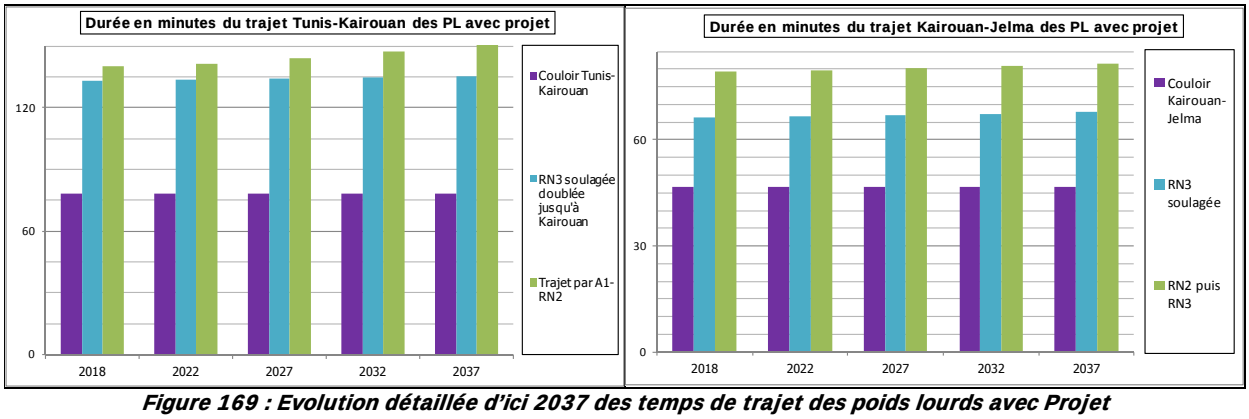


Figure 169 : Evolution détaillée d'ici 2037 des temps de trajet des poids lourds avec Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire au maintien des temps de trajet des poids lourds qui l'emprunteront à 2h05' entre 2018 et 2037. L'allègement des trafics empruntant les axes du réseau pré-existant permettra

de diminuer les temps de trajet sur les axes du réseau préexistant entre Tunis et Jelma, le trafic de poids lourds qui empruntera encore :

- la RN3 dédoublée jusqu'à Kairouan y aura un temps de trajet de 3h19' en 2018, et de 3h23' en 2037 ;
- le tracé alternatif par Enfidha (autoroute A1 jusqu'à Enfidha, puis RN2 dédoublée jusqu'à Kairouan, puis RN2 jusqu'à Chbika) aura un temps de trajet de 3h39' en 2018, qui passera progressivement à 3h52' en 2037 du fait de la saturation progressive des sections autoroutières entre Tunis et Enfidha.

7.5.4.2 – Un allègement des trafics quotidiens circulant dans les agglomérations du littoral

Ce "rapprochement" des zones industrielles situées dans les gouvernorats de la zone d'influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa après sa mise en service, combiné à l'effet des avantages fiscaux accordés depuis trente ans à l'installation dans les gouvernorats intérieurs par le Code tunisien des Investissements, va encourager les entrepreneurs à investir dans les gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid. En effet, on peut imaginer :

- que les zones industrielles situées dans les gouvernorats de Zaghouan et de Kairouan attireront dès 2022 des investisseurs qui, en absence de mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma, se seraient installés dans les zones industrielles de l'agglomération tunisoise du fait de l'engorgement progressif des RN3, A1 et RN2 ;
- que les zones industrielles situées dans les gouvernorats de Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa attireront dès 2022 des investisseurs qui, en absence de mise en service du tronçon prioritaire Tunis-Jelma, se seraient installés dans les zones industrielles situées dans les gouvernorats côtiers des Sahels de Sousse et de Sfax, du fait de l'engorgement progressif de l'A1.

L'installation de ces entreprises dans ces zones industrielles situées dans les gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid entraînera l'installation de leurs milliers d'employés dans les villes voisines de ces gouvernorats de l'intérieur, et non pas dans les agglomérations du littoral de Tunis à Sfax. Hormis leurs camions de livraison appelés à desservir ces agglomérations du littoral, les trafics quotidiens de tous les autres véhicules utilisés par ces employés dans leurs déplacements quotidiens auront donc été transférés des villes du littoral, aux infrastructures de transport saturées ou proches de la saturation, vers les villes de l'intérieur.

7.5.4.3 - Une diminution des besoins d'importation de produits pétroliers raffinés

Le détournement d'une partie du trafic inter-régional entre Tunis et Jelma du réseau routier pré-existant vers le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va fluidifier le trafic résiduel sur ces axes. Il va donc se traduire par une diminution des consommations de carburants sur ces axes, qui va venir compenser l'apparition d'une consommation de carburants sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Quant au dédoublement de la RN3, il va s'accompagner de la réalisation de voies de contournement qui vont fluidifier les trafics urbains et les cantonner à la périphérie des agglomérations. Il se traduira donc par une légère diminution des consommations de carburants sur la RN3 entre Tunis et Jelma.

7.5.4.3.1 Une légère augmentation de la consommation d'essence

Le **Tableau 289** suivant compare donc la consommation globale d'essence entre Tunis et Jelma calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des axes du réseau routier pré-existant avec Projet, et empruntant les sections des axes du réseau routier pré-existant sans Projet.

Tableau 289 : Evolution de la consommation globale d'essence en situations avec et sans Projet (000 l)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	77 035	81 180	90 690	113 925	132 082	+71,5%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	71 703	75 466	83 917	101 462	119 665	+66,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	71 813	75 580	84 048	101 595	119 792	+66,8%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	+7,4%	+7,6%	+8,1%	+12,3%	+10,4%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	+7,3%	+7,4%	+7,9%	+12,1%	+10,3%	

On voit que la baisse de la consommation d'essence sur les axes préexistants entre Tunis et Jelma ne suffira pas à compenser l'apparition de la consommation d'essence sur les nouvelles sections autoroutières : le Projet génèrera donc une augmentation de la consommation d'essence par rapport à la situation de référence, d'environ 5,2 millions de litres d'essence en 2018, soit +7,3%, et d'environ 12,3 millions de litres d'essence en 2037, soit +10,3%.

Par contre, le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait ces consommations d'environ -110.000 litres en 2018, soit -0,1%, et d'environ -130.000 litres en 2037, soit -0,1%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs à essence permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces consommations d'essence :

- à +47,0 millions de litres d'essence environ, soit +66,8%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +47,9 millions de litres d'essence environ, soit +66,9%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- à +55,0 millions de litres d'essence environ, soit +71,5%, en situation avec Projet.

La **Figure 170** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations d'essence des trafics de véhicules légers à essence entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

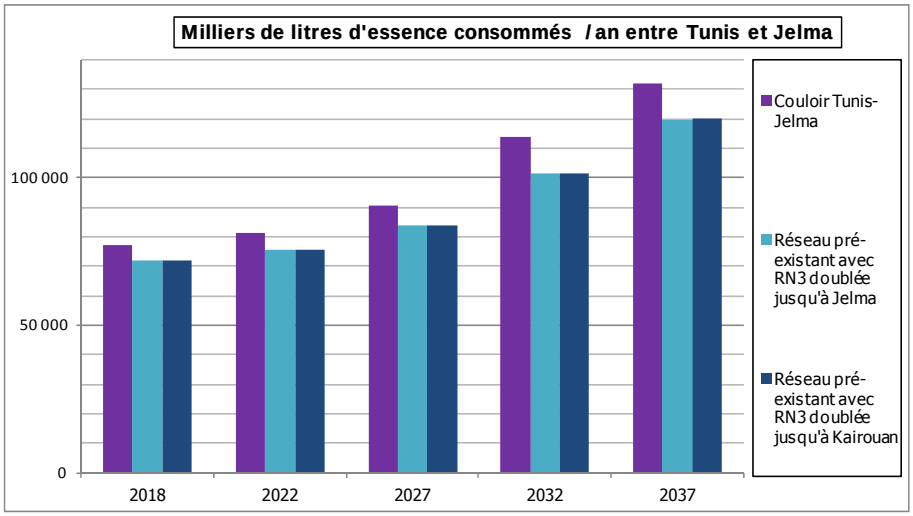


Figure 170 : Evolution d'ici 2037 des consommations d'essence entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 171** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales entre 2018 et 2037 de ces consommations d'essence des trafics de véhicules légers à essence entre Tunis et Kairouan dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

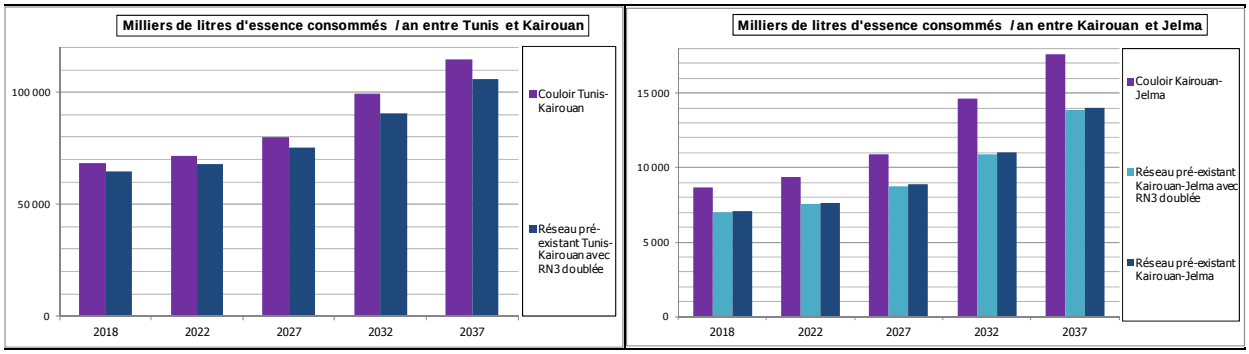


Figure 171 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations d'essence avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, en favorisant des vitesses élevées sur les nouvelles sections autoroutières, contrecarrera complètement l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs à essence sur leur niveau de consommations unitaires d'essence en générant une augmentation de ces consommations d'essence des véhicules particuliers à essence du fait de la vitesse plus élevée du trafic automobile autoroutier en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

Par contre, comme ces consommations vont être désormais partagées entre le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les axes du réseau pré-existant, les consommations d'essence vont avoir nettement diminué sur ces derniers, en particulier entre Kairouan et Jelma.

La **Figure 172** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations d'essence des trafics de véhicules légers à essence sur les divers types d'axes en milieu rural et en milieu urbain entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

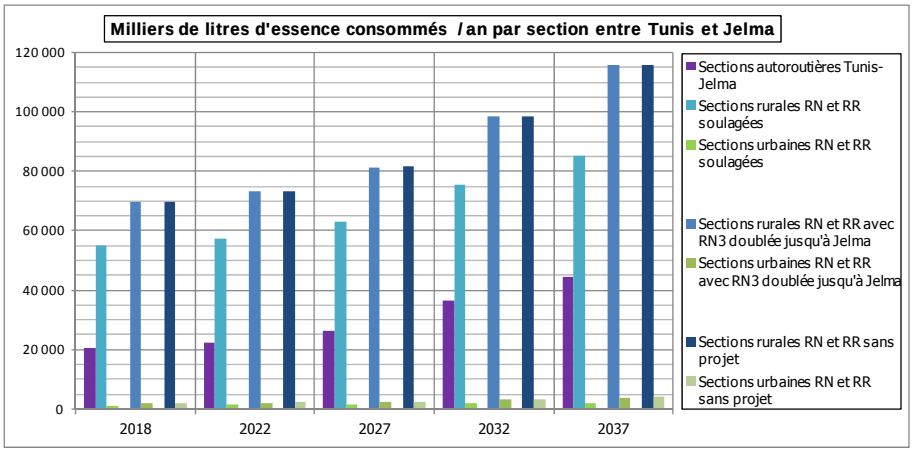


Figure 172 : Evolution d'ici 2037 des consommations d'essence par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 173** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales de ces consommations de gas-oil des trafics de véhicules à gas-oil entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma dans les trois itinéraires possibles.

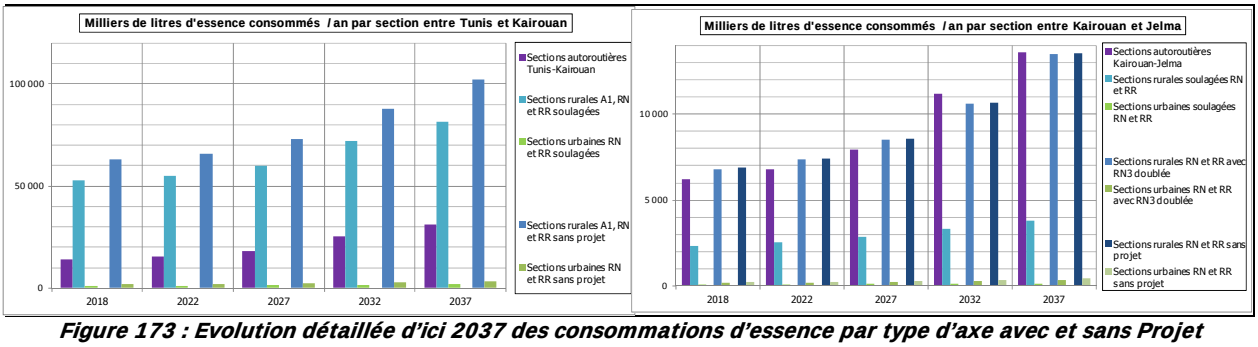


Figure 173 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations d'essence par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une diminution de la consommation d'essence du trafic automobile empruntant les sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- légère entre Tunis et Kairouan, par rapport à la RN3 dédoublée, et
- forte entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

7.5.4.3.2 Une diminution de la consommation de gas-oil

Le **Tableau 290** suivant présente donc la consommation globale de gas-oil calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les axes du réseau routier pré-existant.

Tableau 290 : Evolution de la consommation globale de gas-oil dans les trois situations avec et sans Projet (000 l)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	138 787	143 398	161 142	180 809	212 588	+53,2%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	155 640	161 932	183 341	211 313	256 922	+65,1%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	156 093	162 393	183 860	211 925	257 631	+65,0%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-10,8%	-11,4%	-12,1%	-14,4%	-17,3%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-11,1%	-11,7%	-12,4%	-14,7%	-17,5%	

On voit que la baisse de la consommation de gas-oil sur les axes préexistants fera plus que compenser l'apparition de la consommation de gas-oil sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa : le Projet participera donc à une légère diminution de la consommation de gas-oil par rapport à la situation de référence.

Cette diminution représentera environ 17,2 millions de litres de gas-oil en 2018, soit -10,8%, et environ 45,0 millions de litres de gas-oil en 2037, soit -17,5%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait ces consommations d'environ 450.000 litres en 2018, soit -0,3%, et d'environ 690.000 litres en 2037, soit -0,2%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile de Tunis à Jelma, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs diesel permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces consommations de gas-oil :

- à +101,5 millions de litres de gas-oil environ, soit +65,0%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +101,3 millions de litres de gas-oil environ, soit +65,1%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- à +73,8 millions de litres de gas-oil environ, soit +53,2%, en situation avec Projet.

La **Figure 174** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations de gas-oil des trafics de véhicules diesel entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

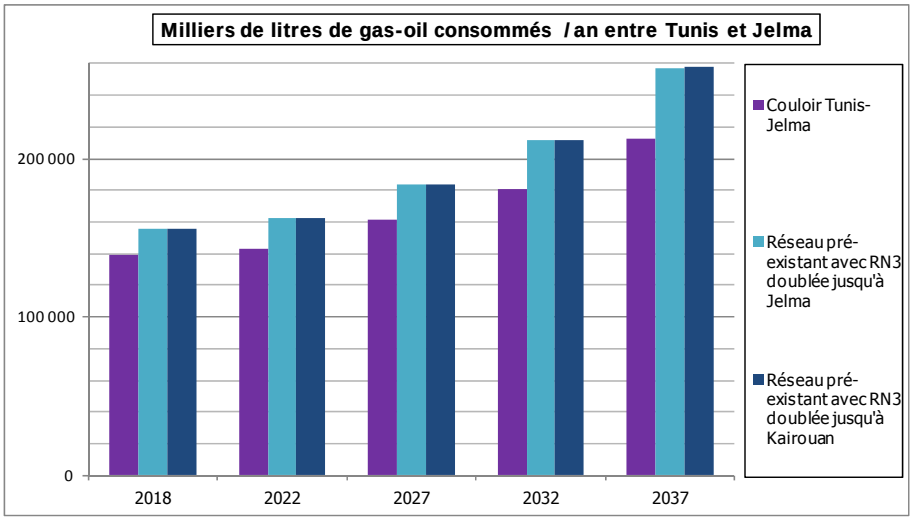


Figure 174 : Evolution d'ici 2037 des consommations de gas-oil entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 175** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales de ces consommations de gas-oil des trafics de véhicules diesel entre Tunis et Kairouan dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

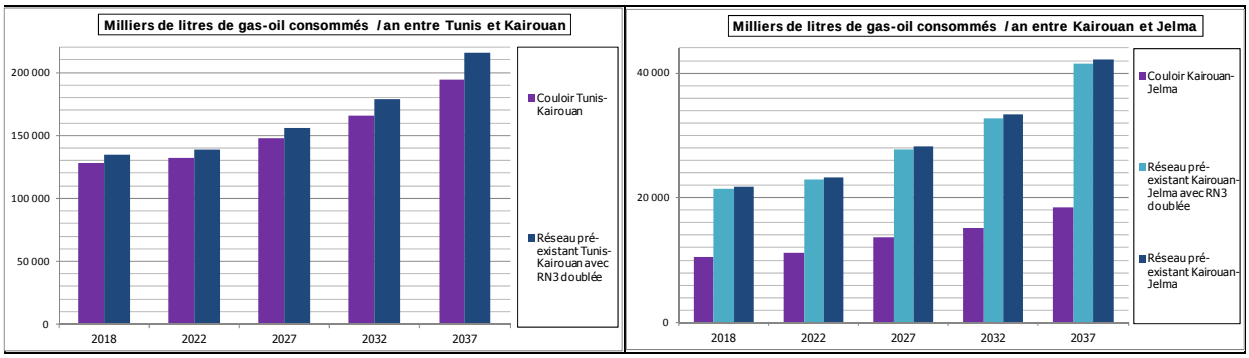


Figure 175 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations de gas-oil avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, en favorisant des vitesses élevées pour les véhicules particuliers et les camionnettes, et des vitesses moyennement élevées pour les poids lourds sur les nouvelles sections autoroutières, renforcera l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs diesel sur leur niveau de consommations unitaires de gas-oil, en générant une diminution de ces consommations des véhicules diesel du fait de la fluidité plus grande du trafic automobile sur les sections autoroutières et routières "soulagées" en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

De plus, comme ces émissions vont être désormais partagés entre le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les axes du réseau pré-existant, les consommations de gas-oil vont avoir nettement diminué sur ces derniers, en particulier entre Kairouan et Jelma.

La **Figure 176** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations de gas-oil des trafics de véhicules diesel sur les divers types d'axes en milieu rural et en milieu urbain entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence.

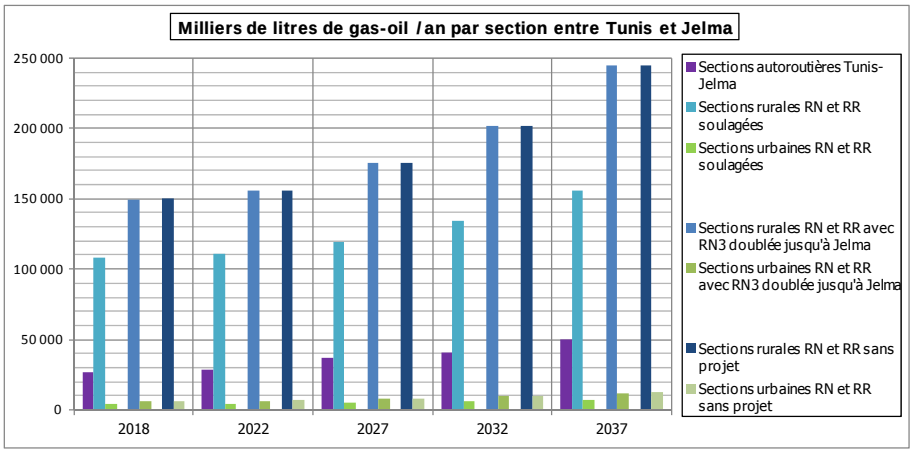


Figure 176 : Evolution d'ici 2037 des consommations de gas-oil par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 177** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales de ces consommations de gas-oil des trafics de véhicules diesel entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma sur les divers types d'axes.

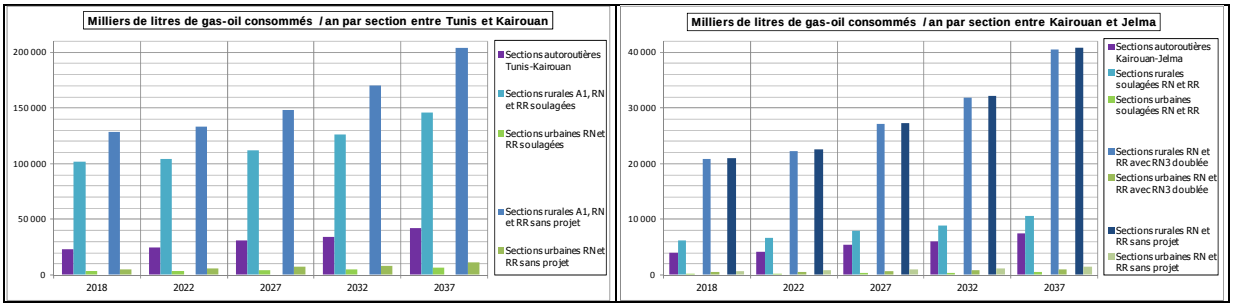


Figure 177 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations de gas-oil par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service des sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une diminution de la consommation de gas-oil des trafics de véhicules diesel empruntant les sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant entre Tunis t Jelma en situation avec Projet :

- nette entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- très importante entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

7.5.4.3.3 Une diminution de la consommation globale de carburants

Le **Tableau 291** suivant présente donc la consommation globale d'essence et de gas-oil calculées à vitesse stabilisée en fonction de la fluidité des trafics empruntant les sections autoroutières et les axes du réseau routier pré-existant.

Tableau 291 : Evolution de la consommation globale de carburants en situations avec et sans Projet (000 l)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	216 843	225 672	253 152	296 399	346 680	+59,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	227 343	237 398	267 258	312 774	376 588	+65,6%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	227 907	237 972	267 908	313 520	377 423	+65,6%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-4,6%	-4,9%	-5,3%	-5,2%	-7,9%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-4,9%	-5,2%	-5,5%	-5,5%	-8,1%	

On voit que la baisse de la consommation de carburants sur les axes préexistants fera plus que compenser l'apparition d'une consommation sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa : le Projet participera donc à une légère diminution de la consommation de carburants par rapport à la situation de référence.

Cette diminution représentera environ 11,1 millions de litres de carburants en 2018, soit -4,9%, et environ 30,8 millions de litres de carburants en 2037, soit -8,1%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait ces consommations d'environ 560.000 litres en 2018, soit -0,3%, et d'environ 830.000 litres en 2037, soit -0,2%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile de Jelma depuis Tunis, le progrès technologique dans la fabrication des moteurs diesel permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 de ces consommations de gas-oil :

- à +149,5 millions de litres de carburants en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +149,2 millions de litres de carburants en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma ;
- à +129,8 millions de litres de carburants en situation avec Projet.

La **Figure 178** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations globales de carburants entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence da base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

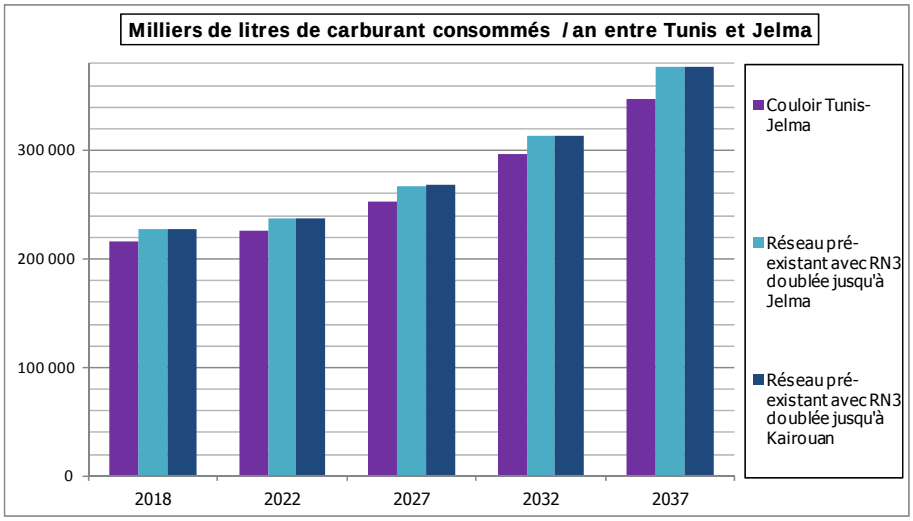


Figure 178 : Evolution d'ici 2037 des consommations de carburants entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 179** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales de ces consommations d'essence des trafics de véhicules légers à essence entre Tunis et Kairouan dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

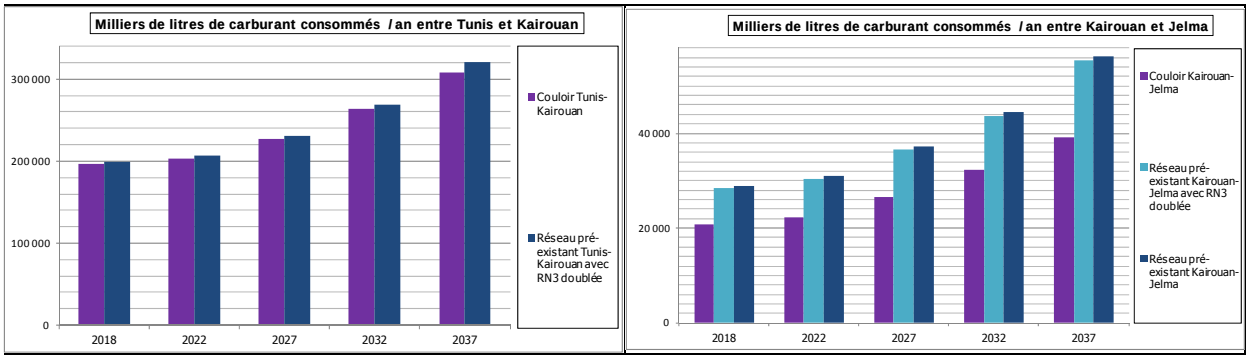


Figure 179 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations de carburants avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, en favorisant des vitesses régulières élevées pour les véhicules particuliers et les camionnettes, et moyennement élevées pour les poids lourds sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, renforcera l'efficacité des effets du progrès technologique dans la fabrication des moteurs sur leur niveau de consommations unitaires de carburants, en générant une diminution des consommations du fait de la vitesse du trafic automobile autoroutier en situation avec Projet :

- lègère entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- nette entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

De plus, comme ces consommations vont être désormais partagées entre le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les axes du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma, les consommations de carburant vont avoir nettement diminué sur ces derniers, en particulier entre Kairouan et Jelma.

La **Figure 180** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 de ces consommations globales de carburants sur les divers types d'axes en milieu rural et en milieu urbain :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence da base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

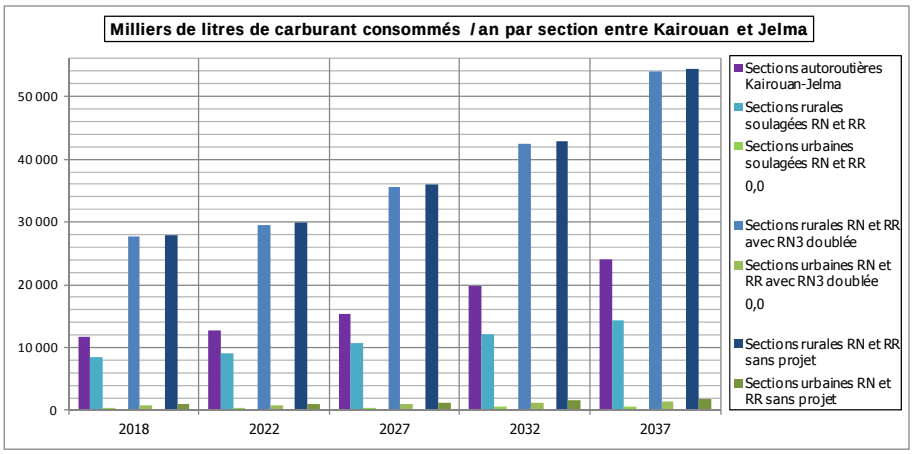


Figure 180 : Evolution d'ici 2037 des consommations de carburants par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 181** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives globales de ces consommations de carburants des trafics de véhicules entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma sur les divers types d'axes.

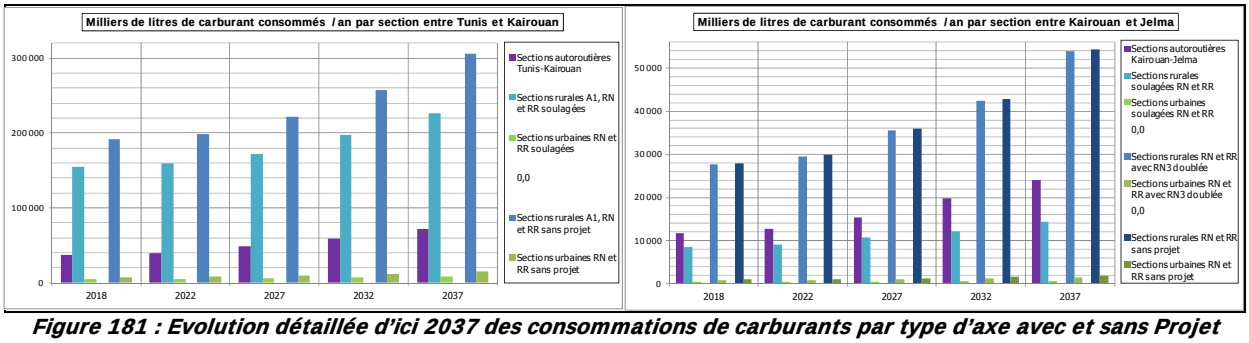


Figure 181 : Evolution détaillée d'ici 2037 des consommations de carburants par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une nette diminution de la consommation globale de carburants du trafic automobile empruntant les sections rurales et urbaines du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- nette entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et surtout
- très importante entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

Pour pouvoir comparer ces consommations annuelles de carburant calculées dans la situation avec Projet et dans les deux situations sans Projet avec les consommations annuelles d'énergie primaire de la Tunisie, ces consommations globales ont été évaluées entre 2018 et 2037 par extrapolation de l'évolution

entre 1980 et 2010 de la **Figure 79** de la page 313, en prenant en compte l'effort général de réduction des consommations des motoristes, comme le montre la **Figure 182** suivante.

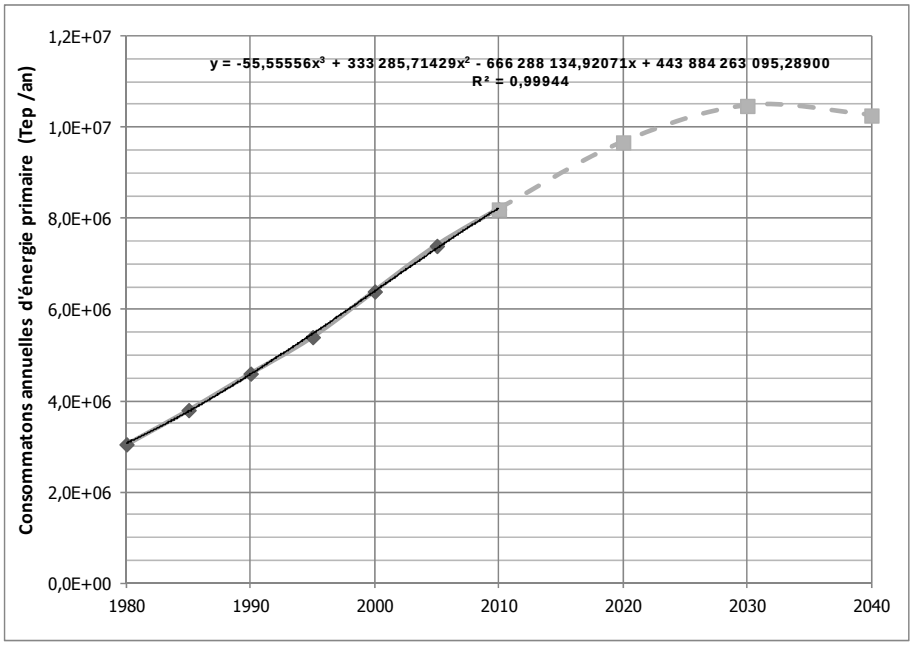


Figure 182 : Evolution entre 1980 et 2040 de la consommation annuelle d'énergie primaire en Tunisie

Le **Tableau 292** suivant présente les tonnages de carburants consommés dans la situation avec Projet et dans les deux situations sans Projet.

Tableau 292 : Evolution de la consommation globale de carburants en situations avec et sans Projet (T)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	178 784	185 986	208 395	243 653	284 649	+59,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	185 285	193 480	217 815	254 911	306 919	+65,6%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	185 744	193 948	218 345	255 519	307 600	+65,6%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-4,6%	-4,9%	-5,3%	-5,2%	-7,9%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-4,9%	-5,2%	-5,5%	-5,5%	-8,1%	

Le **Tableau 293** suivant compare avec ces consommations annuelles de carburants calculées dans la situation avec Projet et dans les deux situations sans Projet avec les consommations annuelles globales concommittantes d'énergie primaire de la Tunisie précédemment extrapolées.

Tableau 293 : Proportion de la consommation globale de carburants dans les trois situation avec et sans Projet (000 T)

Horizons / Axe	2018	2022	2027	2032	2037
Consommations annuelles globales d'énergie primaire de la Tunisie	9 415 020	9 891 850	10 318 240	10 517 250	10 447 210
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1,90%	1,88%	2,02%	2,32%	2,72%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	1,97%	1,96%	2,11%	2,42%	2,94%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1,97%	1,96%	2,12%	2,43%	2,94%

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de limiter légèrement la part de la consommation annuelle de carburants du trafic automobile entre Tunis et Jelma dans la consommation annuelle globale d'énergie primaire de la Tunisie, en assurant la fluidité des trafics jusqu'en 2037. Mais, malgré les avancées technologiques réalisées dans le domaine des moteurs à combustion interne, la courbe de pénétration des innovations des motoristes est trop lente en Tunisie pour pouvoir éviter une croissance de ces consommations annuelles de carburant du fait de la croissance du trafic entre Tunis et Jelma.

Le déficit de la balance énergétique primaire tunisienne sera légèrement plus affecté en situation sans Projet, où les consommations annuelles de carburant du trafic automobile entre Tunis à Jelma, dèjà plus élevées en 2018 que dans la situation avec Projet, augmenteront plus entre 2018 et 2037 du fait de la saturation progressive des sections de la RN3, et en particulier de la première entre Tunis et El Fahs.

7.5.4.4 - L'amélioration de la sécurité routière dans la zone d'influence du Projet

Outre l'impact économique positif de la diminution des accidents et des victimes de la route entre Tunis et Jelma, la diminution du risque d'accident que procure la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa aura un impact positif pour la qualité de vie des habitants des quatre gouvernorats traversés, et en particulier des riverains des axes du réseau routier pré-existant.

L'évolution des trafics empruntant le réseau pré-existant dans les situations sans et avec Projet, et celle des trafics empruntant les diverses sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ont été présentées dans le **Tableau 122** de la page 215. L'évolution des accidentologies sur les sections d'autoroute, de route dédoublée et de route à circulations croisées ont quant à elles été présentées dans le **Tableau 52** de la page 136.

7.5.4.4.1 L'évolution d'ici 2037du nombre d'accidents de la route entre Tunis et Jelma

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant en situation sans Projet, il a été possible de dresser le **Tableau 294** suivant qui compare l'évolution entre 2018 et 2037 de l'accidentologie sur ces sections :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence da base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

Tableau 294 : Evolution d'ici 2037 du nombre d'accidents dans les trois situations avec et sans Projet

Horizons / Situations	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	450	473	534	602	652	+44,8%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	472	545	628	725	820	+73,8%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	481	556	642	742	841	+75,0%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-4,7%	-13,2%	-14,9%	-16,9%	-20,6%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-6,5%	-14,9%	-16,7%	-18,8%	-22,6%	

On voit que le Projet participera à une légère diminution du nombre d'accidents de la route par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet -31 accidents en 2018, soit -6,5%, et -189 accidents en 2037, soit -22,6%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait de -9 accidents en 2018, soit -2,2%, et de -21 accidents en 2037, soit -2,0%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile de Tunis à Jelma, la mise en service des nouvelles sections autoroutières permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 du nombre d'accidents de la route à +202 accidents, soit +44,8%, en situation avec Projet, contre :

- à +360 accidents, soit +75,0%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +348 accidents, soit +73,8%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

La **Figure 183** suivante permet de visualiser ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre d'accidents de la route entre Tunis et Jelma :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

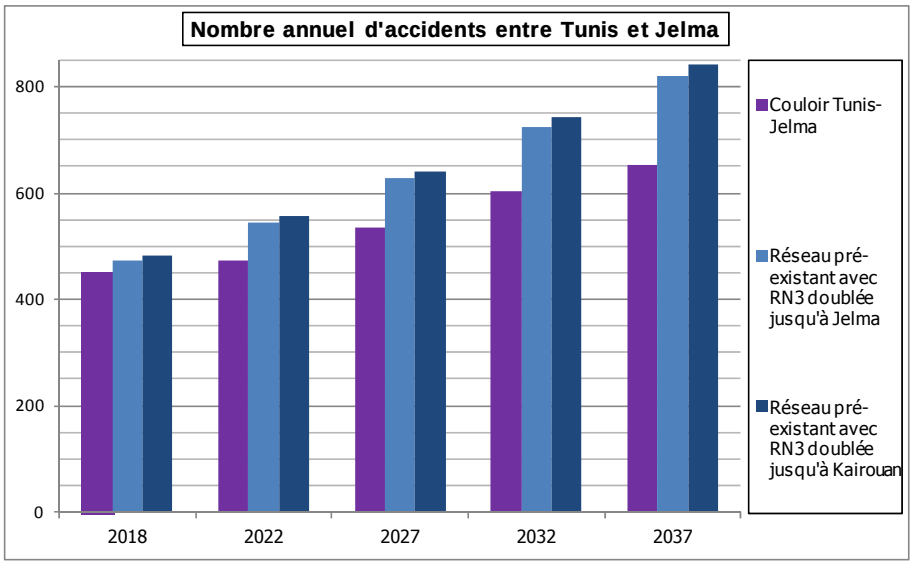


Figure 183 : Evolution d'ici 2037 du nombre d'accidents entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 184** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre d'accidents de la route entre Tunis et Kairouan dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

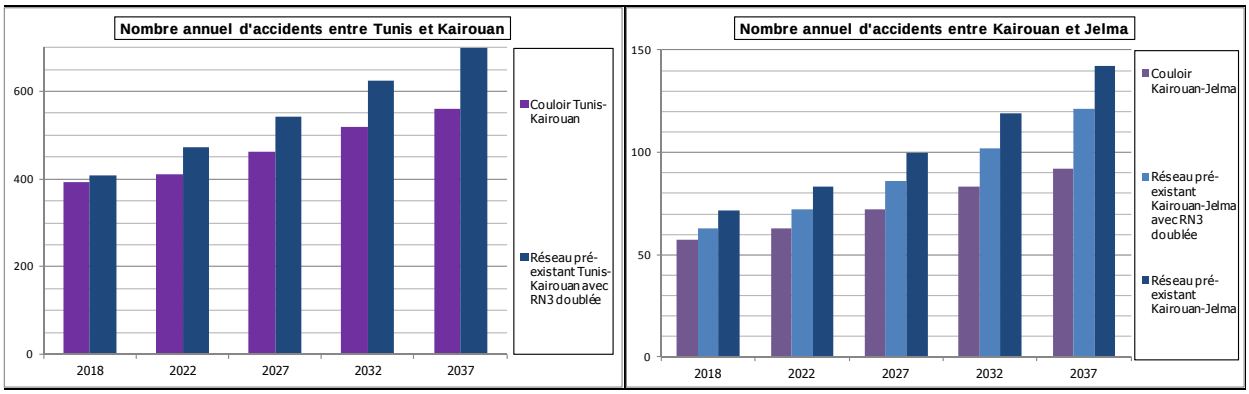


Figure 184 : Evolution détaillée d'ici 2037 du nombre d'accidents avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa renforcera l'efficacité des effets du progrès technologique dans les équipements de sécurité des véhicules sur le nombre des accidents de la route, en générant une diminution sensible du nombre d'accidents de la route du fait de la sécurité apportée par les nouvelles sections autoroutières en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan, par rapport à la RN3 dédoublée, et
- entre Kairouan et Jelma, surtout si la RN3 n'est pas dédoublée.

De plus, ces accidents de la route vont être désormais partagés entre les trois types d'axe, le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant.

La **Figure 185** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre d'accidents de la route sur les divers types d'axes :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

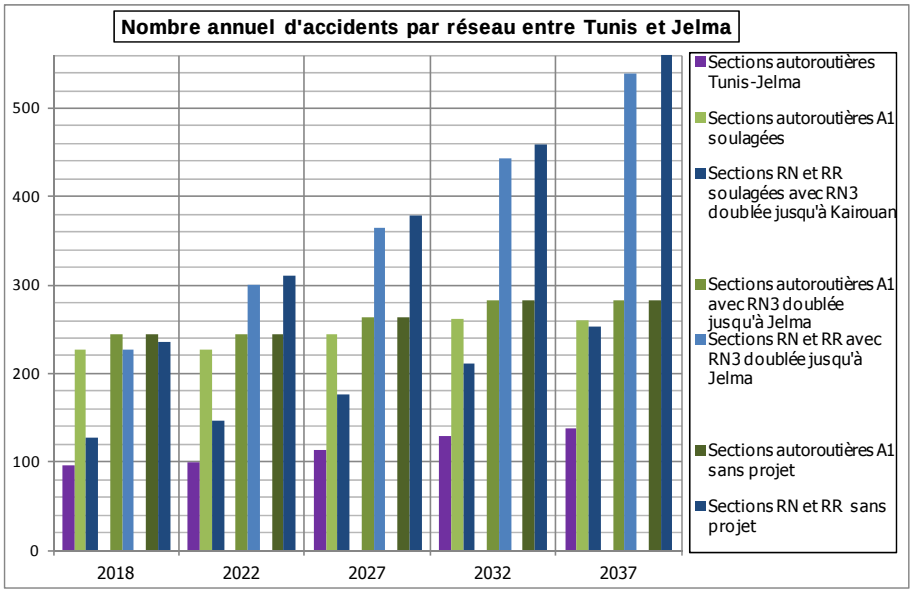


Figure 185 : Evolution d'ici 2037 du nombre d'accidents par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 186** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives du nombre d'accidents de la route entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma sur les divers types d'axes.

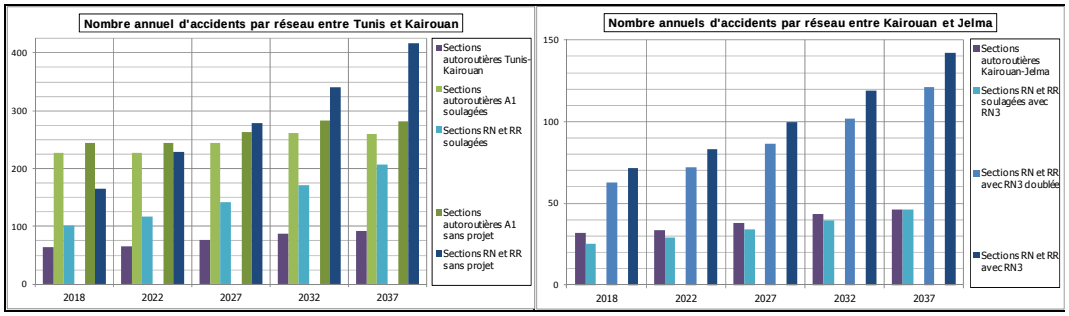


Figure 186 : Evolution détaillée d'ici 2037 du nombre d'accidents par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une nette diminution du nombre d'accidents de la route sur les axes du réseau routier pré-existant entre Tunis et Jelma en situation avec Projet, à savoir :

- les sections entre Tunis et Kairouan de la RN3 dédoublée, et
- les sections routières entre Kairouan et Jelma, surtout si la RN3 n'est pas dédoublée.

Toutefois, on voit aussi que l'impact de la croissance attendue des trafics va largement dépasser les améliorations technologiques des véhicules automobiles en matière de sécurité, et que le nombre de accidents de la route va augmenter entre 2018 et 2037 sur les trois types d'axes routiers entre Tunis et Jelma dans les trois situations :

- +80,4% d'accidents de la route, répartis entre +57,3% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +119,2% sur les sections routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation sans Projet ;

- +81,0% d'accidents de la route, répartis entre +55,8% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +118,4% sur les sections routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en cas de doublement de la RN3 jusqu'à Jelma
- +73,9% d'accidents de la route, répartis entre +97,4% sur les sections autoroutières du tronçon prioritaire, +55,8% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +99,3% sur les sections routières du réseau pré-existant entre Tunis et Jelma en situation avec Projet.

Cette évolution de +97,4% entre 2018 et 2037 du nombre d'accidents de la route sur le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa nécessite que soient envisagées des mesures complémentaires visant à y renforcer la sécurité routière, en particulier en cas d'occurrence d'une pluie orageuse qui diminue fortement l'adhérence des pneumatiques et la visibilité des usagers.

7.5.4.4.2 L'évolution d'ici 2037du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant en situations sans Projet, il a été possible de dresser le **Tableau 295** suivant qui compare l'évolution entre 2018 et 2037 de l'accidentologie sur ces sections :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

Tableau 295 : Evolution d'ici 2037 du nombre de tués sur les routes dans les trois situations

Horizons / Situations	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	569	682	826	985	1 206	+111,8%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	860	1 030	1 266	1 528	1 889	+119,8%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	877	1 052	1 293	1 562	1 931	+120,1%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-33,7%	-33,8%	-34,8%	-35,6%	-36,1%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	-35,1%	-35,2%	-36,1%	-36,9%	-37,5%	

On voit que le Projet participera à une nette diminution du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma par rapport à la situation de référence. Cette diminution représentera en effet -308 décès en 2018, soit -35,1%, et -725 décès en 2037, soit -37,5%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma diminuerait de -17 décès en 2018, soit -1,4%, et de -42 décès en 2037, soit -1,4%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile entre Tunis et Jelma, la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma à +637 décès, soit +111,8%, en situation avec Projet, contre :

- +1.054 décès, soit +120,1%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- +1.029 décès, soit +119,8%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

La **Figure 187** suivante permet de visualiser ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur les routes :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

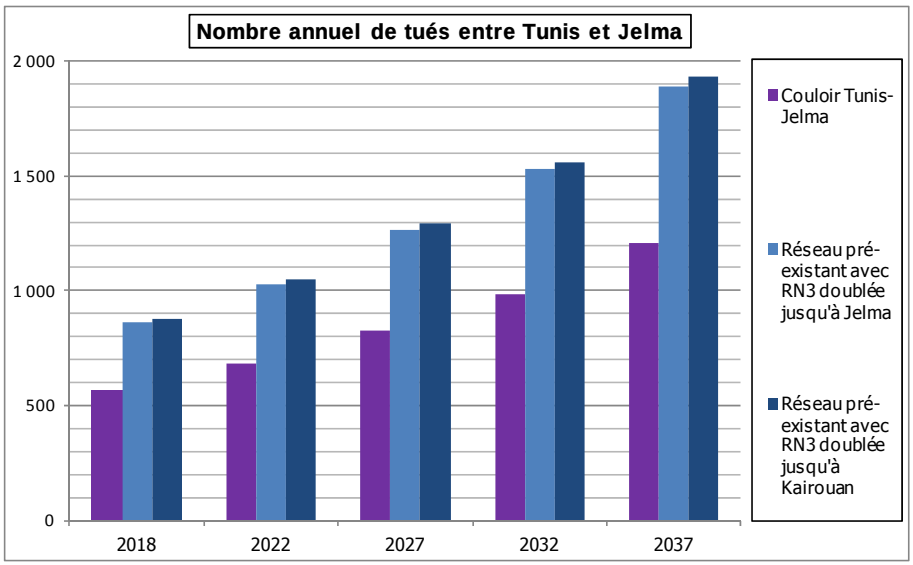


Figure 187 : Evolution d'ici 2037 du nombre de tués entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 188** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Kairouan dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

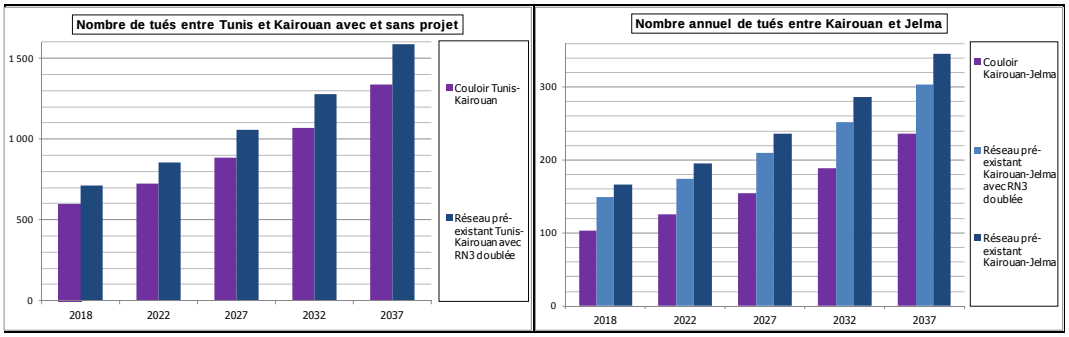


Figure 188 : Evolution détaillée d'ici 2037 du nombre de tués avec et sans Projet

On voit donc que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa renforcera l'efficacité des effets du progrès technologique dans les équipements de sécurité des passagers des véhicules en cas d'accident, en générant une diminution sensible du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma du fait de la sécurité apportée par les nouvelles sections autoroutières en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan par rapport à la RN3 dédoublée, et

- entre Kairouan et Jelma, surtout si la RN3 n'est pas dédoublée.

De plus, ces nombres de tués sur les routes entre Tunis et Jelma vont être désormais partagés entre les trois types d'axe, le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant.

La **Figure 189** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma sur les divers types d'axes :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir en situation de référence améliorée avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence de base avec le doublement de la RN3 jusqu'à El Baten.

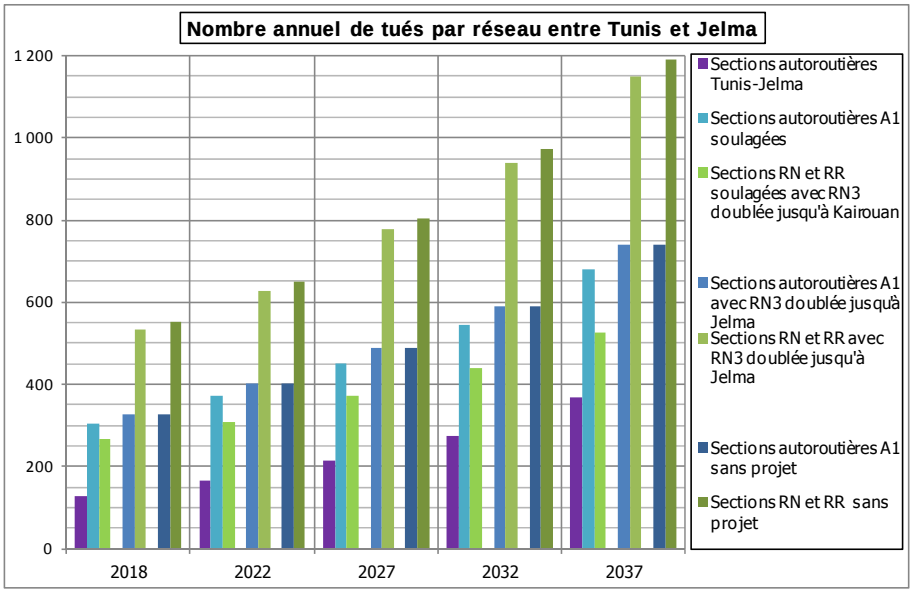


Figure 189 : Evolution d'ici 2037 du nombre de tués par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 190** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives du nombre de tués sur les routes entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma sur les divers types d'axes.

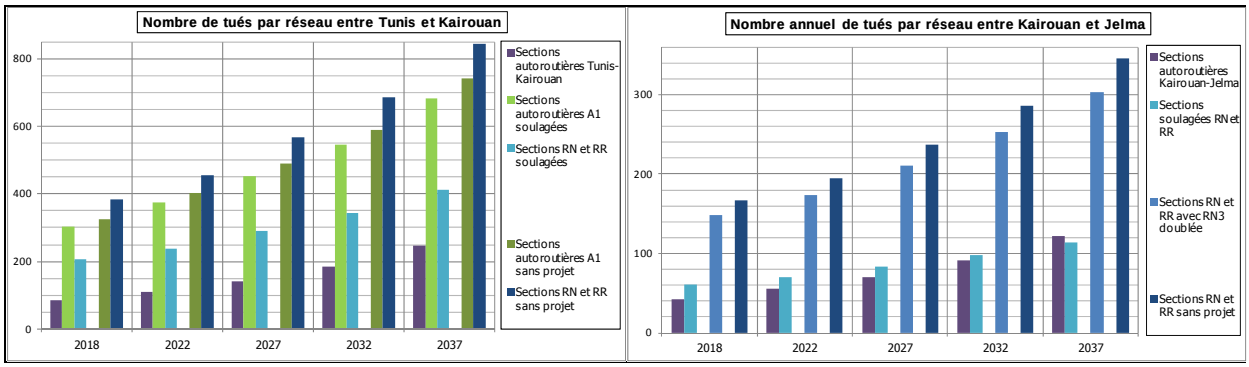


Figure 190 : Evolution détaillée d'ici 2037 du nombre de tués par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une nette diminution du nombre de tués sur les sections routières du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- les sections entre Tunis et Kairouan de la RN3 dédoublée, et
- les sections routières entre Kairouan et Jelma, que la RN3 soit ou non dédoublée.

Toutefois, on voit aussi que l'impact de la croissance attendue des trafics va largement dépasser les améliorations technologiques des véhicules automobiles en matière de sécurité, et que le nombre de tués sur les routes entre Tunis et Jelma va augmenter entre 2018 et 2037 sur tous les types d'axes routiers dans les trois situations :

- +120,1% de tués sur les routes, répartis entre +127,0% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +116,0% sur les sections routières du réseau pré-existant en situation sans Projet ;
- +119,8% de tués sur les routes, répartis entre +127,0% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +115,3% sur les sections routières du réseau pré-existant en cas de doublement de la RN3 jusqu'à Jelma ;
- +111,8% de tués sur les routes, répartis entre +185,3% sur les sections autoroutières du tronçon proritaire, +124,9% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +97,0% sur les sections routières du réseau pré-existant en situation avec Projet.

Cette évolution de +185,3% entre 2018 et 2037 du nombre de décès sur les sections du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa nécessite que soient envisagées des mesures complémentaires visant à y renforcer la sécurité routière, en particulier en ce qui concernera le respect des limitations de vitesse par les futurs usagers.

7.5.4.4.3 L'évolution d'ici 2037 du nombre de blessés sur les routes entre Tunis et Jelma

A partir des données des trafics et des accidentologies sur les diverses sections autoroutières et routières du réseau pré-existant en situations sans Projet, il a été possible de dresser le **Tableau 296** suivant qui compare l'évolution entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur les routes entre Tunis et Jelma sur ces sections dans les trois situations, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence.

Tableau 296 : Evolution d'ici 2037 du nombre de blessés sur les routes dans les trois situations

Horizons / Situations	2018	2022	2027	2032	2037	Variations 2018-2037
Tronçon prioritaire Tunis-Jelma et réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	5 910	6 554	7 661	8 957	10 277	73,9%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	5 968	6 696	7 879	9 280	10 802	81,0%
Réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	5 831	6 535	7 684	9 045	10 521	80,4%
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Jelma	-1,0%	-2,1%	-2,8%	-3,5%	-4,9%	
Diminution par rapport au réseau pré-existant avec RN3 doublée jusqu'à Kairouan	1,4%	0,3%	-0,3%	-1,0%	-2,3%	

On voit que le Projet participera à une infime variation du nombre de blessés sur les routes par rapport à la situation de référence. Cette variation représentera en effet +79 blessés en 2018, soit +1,4%, et -244

blessés en 2037, soit -2,3%, alors que le simple doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma augmenterait nombre de blessés sur les routes de +137 blessés en 2018, soit +2,4%, et de +28 blessés en 2037, soit +2,6%.

De plus et malgré la croissance importante attendue du trafic automobile de Tunis à Jelma, la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa permettra de limiter l'augmentation entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur les routes à +4.367 blessés, soit +73,9%, en situation avec Projet, contre :

- à +4.690 blessés, soit +80,4%, en cas de maintien de la situation de référence ;
- à +4.834 blessés, soit +81,0%, en cas de doublement de la RN3 entre Kairouan et Jelma.

On voit donc que la réalisation du Projet, en favorisant des vitesses élevées pour les véhicules particuliers et les camionnettes, et des vitesses moyennement élevées pour les poids lourds sur les nouvelles sections autoroutières, renforcera l'efficacité des effets du progrès technologique dans les équipements de sécurité des passagers des véhicules en cas d'accident.

La **Figure 191** suivante permet de visualiser ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur les routes :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence.

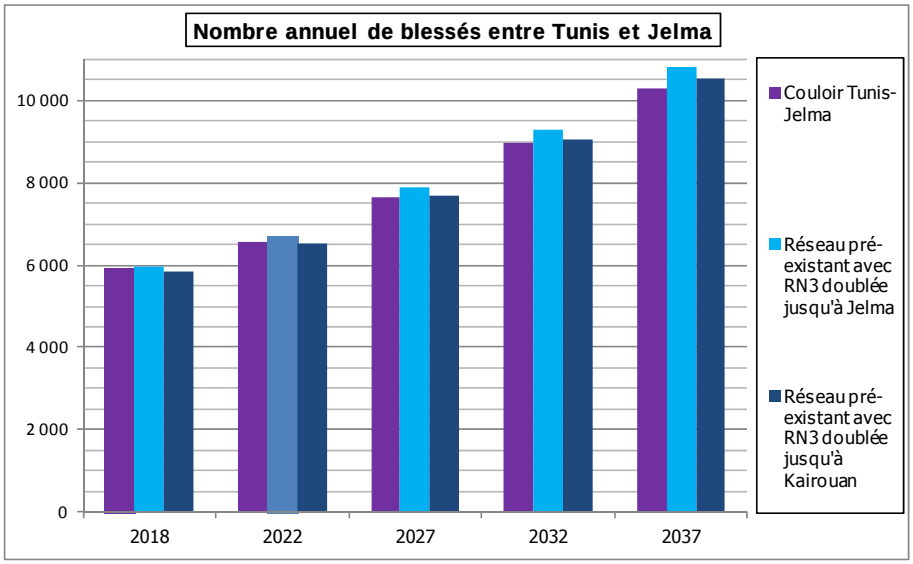


Figure 191 : Evolution d'ici 2037 du nombre de blessés entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 192** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur les routes entre Tunis et Kairouan dans les trois situations possibles dans les deux situations possibles et entre Kairouan et Jelma dans les trois situations possibles.

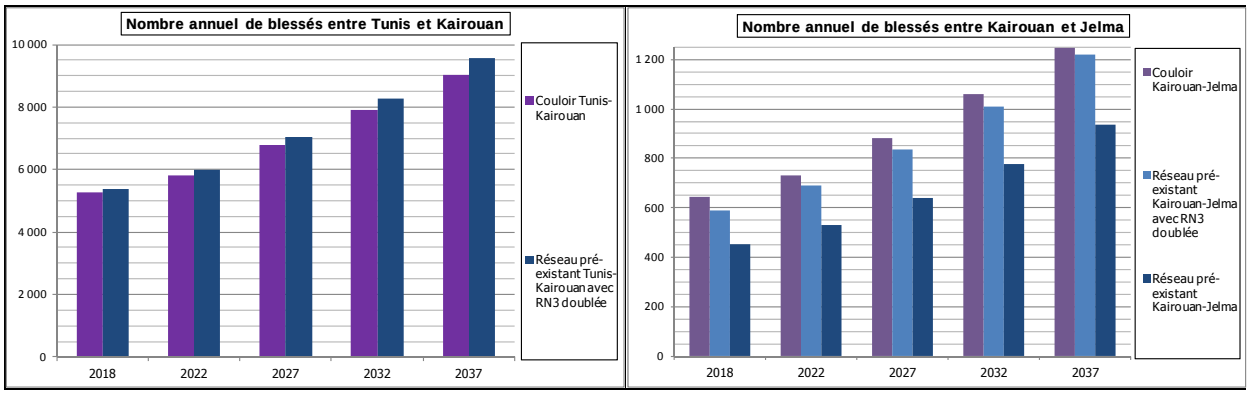


Figure 192 : Evolution détaillée d'ici 2037 du nombre de blessés avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une légère variation du nombre de blessés sur les routes du fait de la plus grande gravité moyenne des accidents se produisant sur les nouvelles sections autoroutières en situation avec Projet :

- avec une légère diminution de ce nombre entre Tunis et Kairouan qu'avec la RN3 dédoublée, et
- avec une augmentation de ce nombre entre Kairouan et Jelma, surtout si la RN3 n'est pas dédoublée.

De plus, ces blessés de la route vont être désormais partagés entre les trois types d'axe, le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les sections autoroutières et routières du réseau pré-existant.

La **Figure 193** suivante permet de visualiser les tendances évolutives entre 2018 et 2037 du nombre de blessés sur les routes sur les trois types d'axes :

- dans la situation avec Projet, à savoir avec le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et
- dans les deux situations sans Projet, à savoir avec le doublement de la RN3 jusqu'à Jelma et en situation de référence.

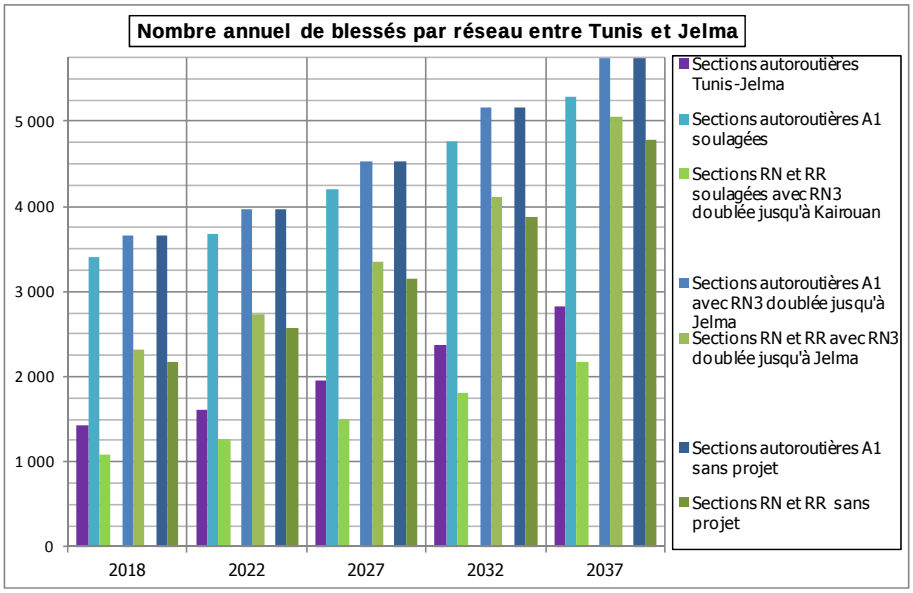


Figure 193 : Evolution entre 2018 et 2037 du nombre de blessés par type d'axe entre Tunis et Jelma avec et sans Projet

La **Figure 194** suivante permet quant à elle de détailler visuellement ces tendances évolutives du nombre de blessés sur les routes entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma sur les divers types d'axes.

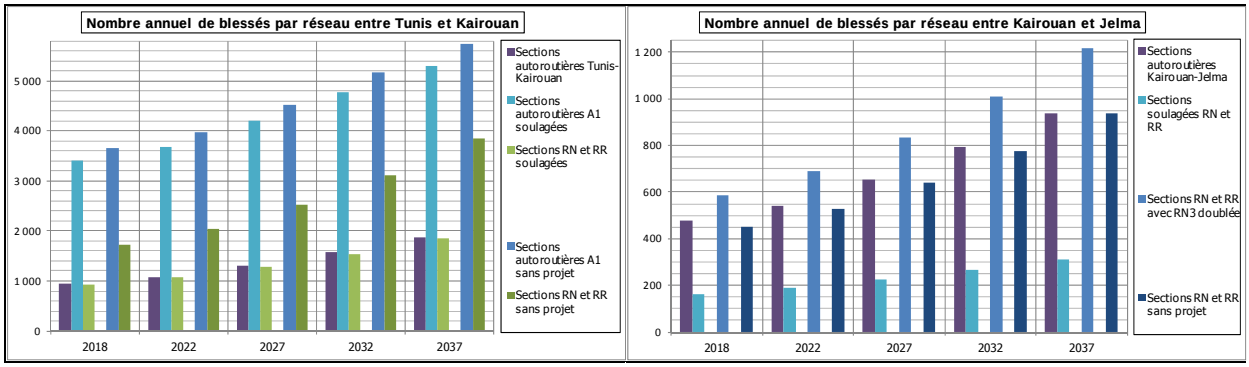


Figure 194 : Evolution détaillée entre 2018 et 2037 du nombre de blessés par type d'axe avec et sans Projet

On voit que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va conduire à une nette diminution du nombre de blessés sur les routes sur les sections routières du réseau routier pré-existant en situation avec Projet :

- entre Tunis et Kairouan par rapport à la RN3 dédoublée, et
- entre Kairouan et Jelma par rapport à la RN3 dédoublée, mais à une augmentation si cette RN3 n'est pas dédoublée.

Toutefois, on voit aussi que l'impact de la croissance attendue des trafics va largement dépasser les améliorations technologiques des véhicules automobiles en matière de sécurité, et que le nombre de blessés sur les routes va augmenter entre 2018 et 2037 dans toutes les situations sur les divers types d'axes routiers dans les trois situations :

- +73,8% de blessés sur les routes, répartis entre +15,2% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +136,9% sur les sections routières du réseau pré-existant en situation sans Projet ;
- +73,8% de blessés sur les routes, répartis entre +15,2% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +136,9% sur les sections routières du réseau pré-existant en cas de doublement de la RN3 jusqu'à Jelma
- +44,8% de blessés sur les routes, répartis entre +44,5% sur les nouvelles sections autoroutières, +14,1% sur les sections autoroutières de l'autoroute A1 et +100,2% sur les sections routières du réseau pré-existant en situation avec Projet.

7.5.4.5 Les activités économiques le long des routes nationales existantes

On a vu que deux types d'activités économiques aujourd'hui pratiquées le long des divers axes du réseau routier pré-existant, dont une partie du trafic routier a été capté par la future liaison autoroutière directe, à savoir :

- les activités intégrées dans les zones urbanisées traversées, et
- la restauration se pratiquant dans des gargottes installées à l'entrée et à la sortie des agglomérations, pour fournir du méchoui d'agneau aux automobilistes.

La mise en exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va se traduire par deux effets antagonistes :

- l'accélération du transport entre les localités longeant les routes nationales et les ports de Sousse, Radès et Bizerte, devrait permettre d'améliorer les approvisionnements et la commercialisation des activités intégrées dans les zones urbaines de toute la zone d'influence ;
- par contre, la perte des 3/4 du trafic qui aurait emprunté les RN3 et RN2 va se traduire par une baisse de l'activité des gargottes installées le long de ces axes, même si le trafic résiduel sera certainement plus le fait de gens qui prennent le temps de voyager et qui s'arrêteront plus facilement à l'entrée et à la sortie des villes.

Toutefois, cette baisse d'activité pourra être compensée par une relocalisation d'une partie de ces gargottes sur les routes de liaison entre les péages du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les villes desservies.

7.5.4.6 – La desserte des zones communales des gouvernorats de Zaghouan et Kairouan

La mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a aussi pour but de mettre à la disposition des gouvernorats de Zaghouan, de Kairouan, de Kasserine et de Sidi Bouzid une infrastructure qui permettra de dynamiser progressivement le développement de ces quatre gouvernorats en les "rapprochant"[29] du pôle économique tunisois, et permettre ainsi un rééquilibrage inter-régional du développement en faveur de ces deux gouvernorats intérieurs.

Pour juger des possibilités de développement économique indirect générées par la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa dans ces

[29] *Par les gains de temps de trajet entre Tunis et Jelma que permet l'utilisation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa*

quatre gouvernorats intérieurs, la **Carte 61** de la page 293 a présenté la localisation des localités situées à moins de 25 kilomètres d'un échangeur de ces trois couloirs. Le **Tableau 297** suivant présente les effectifs recensés en 2004 des populations communales :

- desservies par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, car situées à moins de 25 kilomètres d'un de ses échangeurs ;
- rapprochées de l'agglomération tunisoise par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, car situées à plus de 25 kilomètres d'un de ses échangeurs.

Tableau 297 : Populations communales de Zaghouan et Kairouan recensées en 2004

Zaghouan	Population 2004	Kairouan	Population 2004	Sidi Bouzid	Population 2004
Zaghouan	16 037	Kairouan	117 903	Jilma	5 405
Ez-Zriba	9 002	*Chbikaa*	*2 505*	*Ceb‡ Ouled Asker*	*2 506*
Bir Mcherga	7 203	Sbikha	6 776		
Jbel Oust	*3 830*	*Ain Jloula*	*1 651*		
El Fahs	19 315	Haffouz	8 225		
En-Nadhour	5 027	*El Alâa*	*2 657*		
		Hajeb El Ayoun	9 648		
		Nasrallah	5 054		
Total desservies	**60 414**	**Total desservies**	**154 419**	**Total desservies**	**7 911**
		El Oueslatia	8 444	Sidi Bouzid	39 915
		Menzel Mehiri	*3 356*	Bir El Hafey	5 589
		Echrarda	*1 387*	Sidi Ali Ben Aoun	7 403
		Bouhajla	6 002	Menzel Bouzaïane	5 595
				Meknassy	13 742
				Mezzouna	6 101
				Regueb	7 892
				Ouled Haffouz	*2 145*
Total rapprochées	**0**	**Total rapprochées**	**19 189**	**Total rapprochées**	**88 382**

En considérant que les zones urbaines les plus dynamiques comptent plus de 5.000 habitants, on voit que la desserte autoroutière directe de Jelma à partir de Tunis dessert :

- les sept communes du gouvernorat de Zaghouan, dont les cinq zones urbaines les plus dynamiques ;
- huit des douze communes du gouvernorat de Kairouan totalisant 88,9% de la population communale, dont cinq des sept zones urbaines les plus dynamiques ;
- deux des dix communes du gouvernorat de Sidi Bouzid totalisant 8,2% de la population communale, dont une des huit zones urbaines les plus dynamiques.

Les autres communes des gouvernorats de Kairouan et de Sidi Bouzid font partie de la zone d'influence secondaire, comme celles des gouvernorat de Kasserine, de Gafsa et de Tozeur. Elles sont "rapprochées" des pôles économiques de la côte et de l'agglomération tunisoise, comme l'ont montré les calculs des gains de temps présentés au § 7.5.4.1 à partir de la page 538.

7.5.4.7 La création de nouvelles sources de revenus

7.5.4.7.1 – La création d'emplois pour l'exploitation du tronçon prioritaire

7.5.4.7.1.1 - La création d'emplois « autoroutiers » directs

Les effets de l'exploitation de la nouvelle desserte autoroutière directe de Jelma à partir de Tunis sont positifs sur l'emploi, car ils correspondent aux emplois créés pour l'entretien et le fonctionnement de ces nouvelles sections à péage qui totalisent 187 kilomètres.

Le nombre d'emplois directs nécessaires pour assurer la maintenance dépendra du niveau de mécanisation des tâches et de la puissance des engins de chantier utilisés en régie pour les tâches régulières, et par les Entreprises adjudicataires des travaux en cas d'entretien important. Par similitude avec les sections autoroutières à péage déjà en exploitation, le nombre d'emplois directs nécessaires pour faire fonctionner les postes de péage, pour assurer la sécurité routière et pour dépanner les usagers en difficulté, peut être estimé à 375 personnes, soit 84.400 journées par an.

7.5.4.7.1.2 - La création d'emplois indirects

Tous les emplois directs créés par le concessionnaire et ses sous-traitants vont générer pendant l'exploitation du tronçon prioritaire un surcroît d'activités dans les domaines des services à ces employés, tels que l'alimentation, l'habillement, la restauration, les distractions, etc …

A raison d'un équivalent-emploi indirect par emploi direct, ces emplois indirects, qui seront répartis aux alentours de toute la zone d'influence directe du tronçon prioritaire, représenteront donc eux aussi 84.400 journées de travail par an.

7.5.4.7.1.3 - Les effets positifs de l'exploitation du tronçon prioritaire sur l'emploi

On peut donc estimer que l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va ainsi créer annuellement 168.800 journées de travail en substitution aux 43.900 journées de travail agro-pastoral perdues définitivement pour libérer l'emprise du tronçon prioritaire et de ses annexes.

La **Figure 195** suivante permet de comparer visuellement les créations d'emplois et les pertes d'emplois agro-pastoraux dues à l'exploitation du tronçon prioritaire dans les quatre gouvernorats traversés.

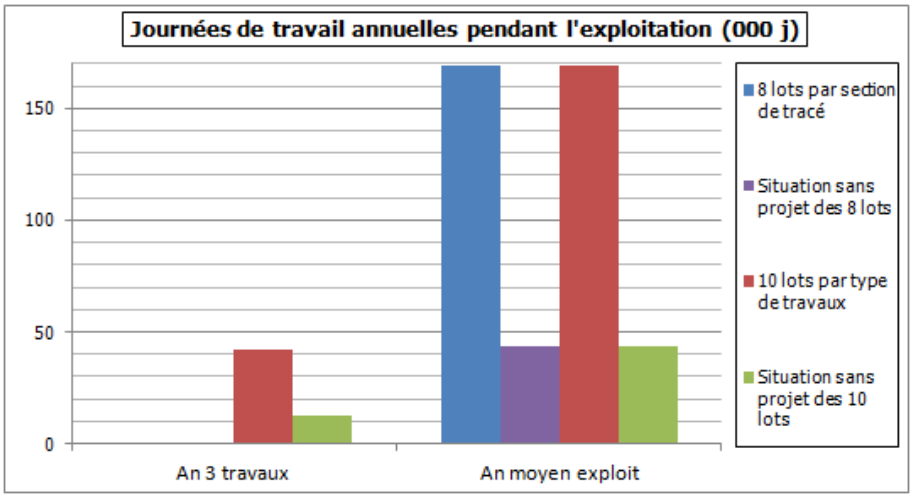


Figure 195 : Création et pertes d'emplois après mise en service du tronçon prioritaire

Comme les quatre gouvernorats traversés connaissent des taux de chômage plutôt élevés, cette création d'emplois permanents directs et d'équivalents-emplois indirects aura un impact psychologiquement assez positif.

7.5.4.7.2 - L'intensification de l'agriculture régionale induite par la meilleure desserte routière

Les agriculteurs exploitant les terres agro-pastorales alentours verront s'améliorer grâce au Projet leurs conditions de déplacement, mais aussi et surtout leurs conditions d'approvisionnement en intrants et d'écoulement de leurs productions.

Cet approvisionnement plus facile, et donc plus régulier des exploitants concernés en engrais et produits de traitement qui leur parviendront en temps utile, va se traduire par une amélioration sensible des rendements, et donc des quantités commercialisables de leurs productions.

En parallèle, cette amélioration des conditions de transport des marchandises permettra aux exploitants concernés de commercialiser plus aisément leurs productions, et donc de diminuer les temps d'attente pour un moyen de transport où la récolte reste au champ ou en stockage à la ferme, à la merci des intempéries et des nuisibles. Cet écoulement plus facile des récoltes devrait permettre d'observer deux effets induits favorables :

- une diminution sensible des pertes de récolte, en particulier pour les produits hautement périssables ;
- l'obtention de prix aux producteurs plus avantageux sur les produits périssables aux prix non garantis.

Combinées avec l'augmentation des rendements, ces deux effets induits vont directement contribuer à créer un revenu agricole supplémentaire.

7.5.4.8 L'effet de coupure de la nouvelle plateforme autoroutière

7.5.4.8.1 La coupure de nombreuses pistes rurales

On a vu dans le principe des conditions de rétablissement du projet de tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa que certaines pistes rurales coupées par la

nouvelle desserte autoroutière ne vont pas être rétablis, car un ouvrage de franchissement d'un axe aussi ou plus important est prévu à moins de 2,5 kilomètres de là.

L'effet de coupure que ces interruptions vont induire intervient essentiellement sur l'organisation parcellaire et les cheminements agricoles à courte ou à moyenne distance, en provoquant une désorganisation spatiale de certains territoires agro-pastoraux.

Il va entraîner une restructuration en deux sous-zones distinctes des zones rurales coupées de leur village principal avec lequel elles fonctionnaient jusqu'à présent et un peu éloignées de l'ouvrage de franchissement le plus proche. Peu à peu, les relations entre ces deux sous-zones vont se limiter au trafic empruntant l'ouvrage de franchissement le plus proche.

Sociologiquement, cette restructuration touchera plus fortement deux catégories sociales défavorisées de ces zones, à savoir :

- les petits exploitants dépourvus de véhicule automobile, de tracteur ou de charrette hippomobile pour faciliter leur déplacement vers l'ouvrage de franchissement ;
- les femmes, souvent peu enclines ou même parfois empêchées par leur conjoint, pour utiliser les moyens automobiles.

7.5.4.8.2 La coupure de nombreuses pistes de transhumance

La nouvelle plateforme autoroutière a été conçue pour constituer un barrage infranchissable pour les troupeaux, qui ne doivent jamais pouvoir venir perturber le trafic automobile.

L'étude d'APD a prévu que des ouvrages de franchissement vont être installés tous les 2,5 kilomètres ous la forme de passages supérieurs ou plus rarement de passages inférieurs. Ces ouvrages devront pouvoir être empruntés, sans gêne pour le trafic automobile qui les empruntera, par les troupeaux en transhumance entre les basses steppes et basses plaines d'une part, et les hautes steppes et la Dorsale tunisienne d'autre part.

7.5.4.9 - Le récapitulatif des impacts générés par l'exploitation du Projet sur le mileu socio-économique

Le **Tableau 298** suivant récapitule l'ensemble des impacts générés par l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur l'ensemble des activités économiques, donc de l'emploi et en final des sources de revenus des populations de la zone d'influence indirecte, dont le Tableau 299 de la page 570 présente ensuite l'évaluation.

Tableau 298 : Récapitulatif des impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique

Facteurs d'impact	Impacts directs	Impacts indirects	
Présence de la plateforme du tronçon prioritaire	Effet de coupure pour les cheptels transhumants des agro-pasteurs de la zone d'influence		
Trafic automobile interrégional empruntant le tronçon prioritaire	Apparition d'une consommation de carburants sur le tronçon prioritaire, évoluant annuellement entre 2018 et 2037 de 48,5 à 96,3 millions de litres	Aggravation du déficit de la balance des énergies primaires de la Tunisie	
	Rentabilité de l'exploitation du tronçon prioritaire	Développement des activités et de la rentabilité du concessionnaire, *a priori* la STA	
	Apparition d'accidents de la route sur le tronçon prioritaire, évoluant annuellement de 95 à 137 entre 2018 et 2037	Apparition d'une mortalité de la route sur le tronçon prioritaire, évoluant annuellement de 128 à 365 morts entre 2018 et 2037	Apparition de blessés de la route sur le tronçon prioritaire, évoluant annuellement de 1.415 à 2.794 entre 2018 et 2037
Diminution du trafic automobile empruntant encore les axes du réseau routier préexistant	Diminution de la consommation de carburants sur les axes du réseau routier pré-existant, évoluant annuellement entre 2018 et 2037 de -59,5 à -127,1 millions de litres	Amélioration de la balance des énergies primaire s de la Tunisie	
	Diminution du nombre d'accidents sur les axes du réseau routier pré-existant, évoluant annuellement de -127 à -328 entre 2018 et 2037	Diminution du nombre de morts sur les axes du réseau routier pré-existant, évoluant annuellement de -308 à -724 entre 2018 et 2037	Diminution du nombre des blessés sur les axes du réseau routier pré-existant, évoluant annuellement de -1.348 à -3.061 entre 2018 et 2037
	Diminution des risques de collision des cheptels transhumants des agro-pasteurs de la zone d'influence indirecte avec le trafic automobile empruntant les axes du réseau routier pré-existant	Amélioration des revenus nets pastoraux dans la zone d'influence indirecte	
Gain de temps de trajet entre Tunis et les villes de la zone d'influence indirecte pour le trafic automobile interrégional empruntant le tronçon prioritaire ou les axes du réseau routier préexistant	Amélioration de l'approvisionnement en intrants des agro-pasteurs de la zone d'influence	Augmentation des rendements, et diminution des coûts de production et des pertes de récolte de la zone d'influence	Amélioration des revenus nets agro-pastoraux de la zone d'influence
	Amélioration de l'écoulement des productions des agro-pasteurs de la zone d'influence indirecte	Augmentation des prix au producteur dans la zone d'influence indirecte	Amélioration des revenus nets agro-pastoraux de la zone d'influence indirecte
	Amélioration de la profitabilité du tissu indutriel de la zone d'influence	Possibilités de création d'emplois dans la zone d'influence	Création de sources de revenu de la zone d'influence

Tableau 299 : Matrice d'évaluation des impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique

Activités sources d'impact	Composantes principales du milieu physique affectées	Impact				Caractérisation de l'ampleur				Caractérisation de l'importance absolue			Caractérisation de l'importance relative		
		Intitulé	N°	Nature	Interaction	Intensité	Valeur règlementaire	Valeur d'usage	Ampleur	Portée	Durée	Importance absolue	Occurrence	Réversibilité	Importance relative
Présence de la plateforme du tronçon prioritaire	Activités agro-pastorales	Effet de coupure pour les troupeaux transhumants des agro-pasteurs de la zone d'influence	E-SE1	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Rév	**Moy**
Trafic automobile inter-régional empruntant le tronçon prioritaire	Balance énergétique	Apparition d'une consommation des carburants sur le tronçon prioritaire, évoluant annuellement entre 2018 et 2037 de 48,5 à 96,3 millions de litres	E-SE2	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Génér	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**
	Sécurité routière	Apparition d'accidents évoluant annuellement de 95 à 137 entre 2018 et 2037 sur le tronçon prioritaire, et faisant évoluer le nombre annuel de morts de 128 à 365 et le nombre annuel de blessés de 1.415 à 2.794	E-SE3	-	D	Moy	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Cert	Irrév	**Maj**
	Autres activités économiques	Développement des activités et de la rentabilité du concessionnaire, *a priori* la STA	E-SE4	+	D	Bas	Moy	Bas	**Négl**	→ → → → →		**Négl**	→ → → → →		**Négl**
Diminution du trafic automobile empruntant encore les axes du réseau routier pré-existant	Balance énergétique	Diminution de la consommation des carburants sur les axes du réseau routier pré-existant, évoluant annuellemnt entre 2018 et 2037 de -59,5 à -127,1 millions de litres	E-SE5	+	D	Haute	Moy	Haute	**Haute**	Génér	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**
	Sécurité civile	Diminution du nombre annuel des accidents évoluant de -127 à -328 entre 2018 et 2037 sur les axes du réseau routier préexistant, et diminuant de -308 à -724 le nombre annuel de morts et de -1.348 à -3.061 le nombre annuel de blessés	E-SE6	+	D	Haute	Moy	Haute	**Haute**	Rég	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**
Gain de temps de trajet entre Tunis et les villes de la zone d'influence indirecte	Activités agro-pastorales	Amélioration de l'approvisionnement en intrants et de l'écoulement des productions	E-SE7	+	I	Bas	Moy	Moy	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Prob	Peu rév	**Moy**
		Augmentation des rendements, et diminution des coûts de production et des pertes de récolte dans la zone d'influence	E-SE8	+		Bas	Moy	Haute	**Moy**	Rég	Lg t	**Moy**	Prob	Peu rév	**Moy**
		Augmentation des prix au producteur dans la zone d'influence	E-SE9	+	I	Moy	Haute	Haute	**Haute**	Rég	Lg t	**Maj**	Prob	Irrév	**Maj**
	Autres activités économiques	Forte amélioration de la profitabilité du tissu industriel de la zone d'influence	E-SE10	+	I	Moy	Haute	Haute	**Haute**	Rég	Lg t	**Maj**	Cert	Irrév	**Maj**

8 - CONSULTATIONS PUBLIQUES MENÉES AUPRÈS DES PERSONNES AFFECTÉES PAR LE PROJET ENTRE LE 29/09 ET LE 09/10/2014

Le Groupement COBA/SCET-Tunisie a animé des séances de consultations publiques organisées par le ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable pour présenter aux Personnes Affectées par le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa les principaux résultats consignés dans son rapport provisoire de l'étude d'impact environnemental et social fourni à l'Administration le 31 juillet 2014.

8.1 - Le calendrier de ces consultations publiques

Le Ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable a informé tous les intéressés que les plans et les rapports de synthèses relatifs à l'Avant projet détaillée et à l'étude d'impact environnemental et social étaient mis à leur disposition pour consultation sur place aux sièges des Gouvernorats et des Délégations à partir du 20 septembre 2014. Ces documents étaient également disponibles et consultables dans les Directions Régionales de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable ainsi que sur le site web du ministère : http://www.mehat.gov.tn/

Des séances de présentation publique ont été tenues avec l'aide des responsables régionaux concernés pour toutes les délégations traversées par l'emprise du tronçon prioritaire suivant le calendrier et dans les lieux suivants :

- Mohamedia et Mornag, le 02 octobre 2014 de 09^h30 à 12^h30 au siège de la Mairie de Mornag ;
- Zaghouan, El Fahs et Bir M'Cherga, le 07 octobre 2014 de 09^h30 à 12^h30 au siège du Gouvernorat de Zaghouan ;
- Ennadhour et Saouef, le 09 octobre 2014 de 09^h30 à 12^h30 au siège de la Délégation d'Ennadhour ;
- Sbikha, le 09 octobre 2014 de 15^h00 à 18^h00 au siège de la Délégation de Sbikha ;
- Chbika et Kairouan-nord, le 29 Septembre 2014 de 09^h30 à 12^h30 au siège de la délégation de Chbika ;
- Haffouz, le 29 Septembre 2014 de 15^h00 à 18^h00 au siège de la délégation de Haffouz ;
- El Alaa, le 30 Septembre 2014 de 15^h00 à 18^h00 au siège de la délégation de El Alaa ;
- Hajeb El Ayoun et Jelma, le 30 Septembre 2014 de 09^h30 à 12^h30 au siège de la délégation de Hajeb El Ayoun.

Des registres étaient également disponibles au siège des Gouvernorats et des Délégations et des Directions Régionales de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable à partir du 20 septembre 2014. Des fiches de commentaires ont également été distribuées pendant les séances, et la date limite de réception des commentaires et suggestions a été fixée au 31 octobre 2014.

8.2 - Le contenu de ces consultations publiques

Après une présentation par le groupement de Bureaux d'Etudes du travail réalisé pour identifier et évaluer les impacts environnementaux et sociaux du tronçon prioritaire de la Desserte Autoroutière des gouvernorats de Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa et des mesures proposées pour les prévenir,

les compenser ou les atténuer, la parole a été donné aux participants. Les principales suggestions, remarques, questions critiques et recommandations exposées par les participants à ces séances sont consignées ci-après.

8.2.1 - LE CONTENU DES CONSULTATIONS PUBLIQUES DU TRONÇON TUNIS-KAIROUAN

8.2.1.1 - Le contenu de la consultation publique pour les délégations de Mohamedia et de Mornag

Au siège de la mairie de Ben Arous, les personnes présentes ont réclamé :

1/ de prévoir un TPC de 12 m pour le premier tronçon, car il sera appelé à recevoir un trafic important à court terme. Il a par ailleurs demandé des éclaircissements sur le dimensionnement de la chaussée.

2/ d'éviter les périmètres irrigués de la plaine du Mornag ;

3/ d'implanter la gare de péage en dehors du PPI de Mornag ;

4/ de prévoir la desserte directe de Oudhna à partir de l'autoroute par l'installation d'une entrée et d'une dernière sortie avant péage dans le sens Tunis-Jelma, et d'une première sortie après péage dans le sens Jelma-Tunis : cet échangeur permettra en effet aux usagers en provenance des gouvernorats intérieurs de rejoindre Oudhna par les RR36 et RR36E sans avoir à sortir sur la rocade et de charger ensuite la RN3 pour revenir en arrière ;

En réponse à ces commentaires, le groupement de Bureaux d'Etudes a d'abord rappelé :

- que le TPC du premier tronçon Tunis El Fahs comptera 12m, ce qui permettra la possibilité de l'élargissement futur ;
- que les périmètres publics irrigués traversés ont été validés par le CRDA de Ben Arous ;
- que la gare de péage est implantée en dehors de ces périmètres.

Il a ensuite présenté la note de calcul de dimensionnement de la chaussée et a expliqué la méthode utilisée pour le calcul.

8.2.1.2 - Le contenu de la consultation publique pour les délégations de Zaghouan, du Fahs et de Bir M'Cherga

Au siège du Gouvernorat de Zaghouan, les personnes présentes ont réclamé :

1/ la garantie de l'élargissement futur par l'intérieur, comme pour toutes les autres autoroutes tunisiennes construites jusqu'à présent ;

2/ une liaison expresse vers Enfidha à partir d'un échangeur du tronçon prioritaire ;

3/ des mesures d'accompagnement créatrices d'opportunités d'emploi à l'aménagement du tronçon prioritaire : aménagement de ZI, … ;

4/ pourquoi instituer un péage, car la majorité du trafic va rester sur la RN3 et la RR36 ;

5/ des panneaux indicateurs tout le long du tronçon prioritaire tous les sites patrimoniaux du gouvernorat : outre Thuburbo majus cité dans la présentation, il existe aussi les sites duTemple des Eaux, de Jbel Oust, d'Ennadhour, de Bir M'Cherga, …

6/ de tenir compte des problèmes causés par l'oued Melah à Sminja : il faut se rapprocher du Bureau d'Etudes chargé de l'étude d'assainissement de la plaine de Sminja ;

En réponse à ces commentaires, le groupement de Bureaux d'Etudes a rappelé :

- que le TPC du premier tronçon Tunis-El Fahs comptera 12 m, ce qui donnera la possibilité de l'élargissement futur par l'intérieur ;
- que la liaison vers Enfidha se fait à partir de l'échangeur de Sbikha ;
- que les autoroutes tunisiennes ont été concédées depuis vingt ans à la STA qui assure la maîtrise d'ouvrage des chantiers et que son but est de capter le trafic inter-régional, trafic qui bénéficiera d'un gain de temps suffisant pour justifier le règlement du péage ;
- que des panneaux indicateurs des sites patrimoniaux ont été installés par la STA sur les autoroutes existantes (ex : El Jem) et par la DG/PC sur les routes (ex : Oudhna).

8.2.1.3 - Le contenu de la consultation publique pour la délégation d'Ennadhour

Au siège de la délégation d'Ennadhour, les personnes présentes ont souligné :

1/ l'intérêt d'ajouter un échangeur à Sidi Néji ;

2/ la présence d'un PPI dans la zone de Mehidher et Souar qui n'est pas schématisé sur les plans et qui est traversé par le tracé de l'autoroute ;

3/ la nécessité de prévoir une liaison entre l'échangeur d'Ennadhour et la RN3, par la réhabilitation de la route locale existante.

En réponse à ces commentaires, le groupement de Bureaux d'Etudes a précisé :

- que la présence d'un échangeur a un coût, et qu'ils ont été installés pour relier l'autoroute à des routes de desserte dont le trafic justifie l'installation d'un poste de péage à 4 voies ;
- que tous les limites des PPI ont été récupérés par le groupement auprès des CRDA et de l'AFA, mais qu'il va contacter encore une fois l'AFA pour ce PPI situé dans la zone de Mehidher et Souar ;
- que la réhabilitation de la route est prise en compte dans le cadre de l'étude car le tronçon prioritaire doit être connecté au réseau existant.

8.2.1.4 - Le contenu de la consultation publique pour la délégation de Sbikha

Au siège de la délégation de Sbikha, les personnes présentes ont souligné :

1/ la nécessité d'assurer la liaison entre la ville de Sbikha et l'échangeur d'accès à l'autoroute par le rétablissement de l'ouvrage hydraulique existant qui coupe toujours la route dans son état actuel ?

2/ la nécessité de prévoir l'échangeur directement sur la RR171.

En réponse à ces commentaires, le groupement de Bureaux d'Etudes a précisé :

- que le rétablissement de la route et du dalot sont pris en compte dans le cadre de l'étude car le tronçon prioritaire doit être connecté au réseau existant ;

- que l'échange ne peut pas se faire sur la route RR171 de par la nature du péage de l'autoroute, qui est un système de péage fermé qui oblige à concevoir des échangeurs en boucle pour minimiser le nombre de gares de péage : ce système induit ainsi la création d'un nouveau pont pour assurer le lien après la gare de péage au réseau routier.

8.2.2 - LE CONTENU DES CONSULTATIONS PUBLIQUES DU TRONÇON KAIROUAN-JELMA

8.2.2.1 - Le contenu de la consultation publique pour les délégations de Kairouan-nord et de Chbika

Au siège de la délégation de Chbika, les personnes présentes ont souligné :

1/ qu'il faut prévoir des mesures d'accompagnement créatrices d'opportunités d'emploi à l'aménagement du tronçon prioritaire : aménagement de ZI, … car la petite taille de la plupar des exploitations traversées par le tronçon, et qui vont disparaître : à quoi va servir l'argent de l'indemnisation pour des paysans devenus sans terre ?

2/ qu'il faut redéplacer le tracé aux alentours du PK124, car il coupe en deux une localité, soit vers l'est sur le tracé d'APS qui traversait les carrières de sable, soit vers l'ouest en passant sur les glacis du jbel ;

3/ qu'il faut déplacer le tracé aux alentours d'El Grine car l'autoroute y occupe des terrains agricoles riches.

En réponse à ces commentaires, le groupement de Bureaux d'Etudes a précisé que :

- le tracé au PK124 a été ripé de place afin d'éviter les carrières de sables qui atteignent des profondeurs allant à 50m à la verticale ce qui remet la zone instable. Ainsi, le seul passage possible est le tracé proposé qui évite au maximum de détruire les maisons.
- les terres agricoles fertiles sont partout, pas seulement à El Grine, et que l'utilisation des données de la Carte Agricole Régionale de Kairouan a permis d'éviter au maximum de passer dans les terrains les plus productifs, mais un tracé d'autoroute traverse toujours des terres cultivées.

8.2.2.2 - Le contenu de la consultation publique pour la délégation de Haffouz

Au siège de la délégation de Haffouz, les personnes présentes ont approuvé sans réserve le tronçon prioritaire, projet générateur de développement économique pour la délégation au prix de l'expropriation de quelques terrains sans grandes potentialités et de quelques bâtiments.

8.2.2.3 - Le contenu de la consultation publique pour la délégation d'El Alaa

Au siège de la délégation d'El Alaa, les personnes présentes ont indiqué que l'imada traversée faisait désormais partie de la délégation de Haffouz, et qu'ils approuvaient sans réserve le tronçon prioritaire, projet générateur de développement économique pour la délégation sans y nécessiter d'expropriations de terrains ou de bâtiments.

8.2.2.4 - Le contenu de la consultation publique pour les délégations de Hajeb El Ayoun et de Jelma

Au siège de la délégation de Hajeb El Ayoun, les personnes présentes ont demandé pourquoi aménager le tronçon prioritaire en expropriant des très bonnes terres agricoles irriguées :

1/ en l'absence de mesures d'accompagnement créatrices d'opportunités d'emploi (aménagement de ZI, …) ?

2/ au lieu de passer, soit le long de l'emprise de la voie ferrée, soit plus près de l'oued ou même dans le lit de l'oued, soit dans les terres domaniales situées sur le jbel au nord ou au sud de la ville ?

En réponse à ces questions, le groupement de Bureaux d'Etudes a précisé qu'il est conscient des bonnes potentialités des terrains traversés au nord de cette ville et qu'il a essayé de trouver d'autres possibilités de passage sans réussite. Il a ensuite expliqué :

- que le tracé de la voie ferrée ainsi que celui du lit d'oued ne peuvent pas être utilisés pour le passage de l'autoroute ;
- que les deux tracés du couloir Centre proposés lors de l'étude d'APS entre Chbika et Hajeb El Ayoun ont été soumis au verdict du CRDA de Kairouan, qui a recommandé d'adopter le tracé qui passe au nord de la RN3 et qui occupe moins de terres agricoles de bonnes potentialités, car le couloir sud passe également dans des zones un peu moins fertiles, mais beaucoup plus étendues.

8.3 - La prise en compte de certains commentaires de ces consultations publiques

Le groupement de Bureaux d'Etudes COBA /SCET-Tunisie a décidé de prendre en considération cinq demandes émises pendant cinq de ces huit consultations publiques qu'il a jugées pertinentes

8.3.1 - LA PRISE EN COMPTE DE TROIS COMMENTAIRES POUR LE SOUS-TRONÇON TUNIS-KAIROUAN

Pour trois demandes qui concernaient le sous-tronçon Tunis-Kairouan du tronçon prioritaire, le groupement de Bureaux d'Etudes COBA /SCET-Tunisie a accepté :

- comme demandé lors de la consultation publique pour les délégations de Mohamedia et de Mornag, de faciliter la desserte du site archéologique de Oudhna à partir de l'autoroute par l'installation d'un échangeur avec entrée et dernière sortie avant péage dans le sens Tunis-Jelma, et première sortie après péage dans le sens Jelma-Tunis pour que les touristes n'aient plus à utiliser la RN3 ;
- comme demandé lors de la consultation publique pour les délégations de Zaghouan, du Fahs et de Bir M'Cherga, de se rapprocher du Bureau d'Etudes chargé de l'étude d'assainissement de la plaine de Sminja ;
- comme demandé lors de la consultation publique pour la délégation d'Ennadhour, de contacter encore une fois l'AFA pour la question du PPI situé dans la zone de Mehidher et Souar.

8.3.2 - LA PRISE EN COMPTE DE QUATRE COMMENTAIRES POUR LE SOUS-TRONÇON KAIROUAN-JELMA

Pour quatre demandes qui concernaient le sous-tronçon Kairouan-Jelma du tronçon prioritaire, le groupement de Bureaux d'Etudes COBA /SCET-Tunisie a accepté :

- comme demandé lors de la consultation publique pour les délégations de Kairouan-nord et de Chbika, d'étudier le déplacement du tracé aux alentours du PK124 où il coupe en deux une localité, pour passer à l'est des carrières de sable dans des terrains très vallonnés ;
- comme demandé lors de la consultation publique pour les délégations de Hajeb El Ayoun et de Jelma :

- ✓ de proposer un ripage de l'échangeur de Hajeb El Ayoun vers le nord pour que la future route de liaison vers le RN3 ne traverse plus des zones irriguées, et
- ✓ d'étudier le déplacement du tracé vers le nord lorsqu'il traverse les zones irriguées jouxtant au nord la ville de Hajeb El Ayoun ;
- ✓ de proposer à l'AFI de programmer l'aménagement d'une zone industrielle au débouché de l'échangeur de la ville, pour que la création d'emplois industriels de cette mesure d'accompagnement au Projet puisse compenser les pertes d'emplois agricoles causées par l'expropriation de bonnes terres agricoles pour libérer l'emprise du tronçon prioritaire.

8.3.3 - LA POSSIBILITÉ DES DEUX MODIFICATIONS DU TRACÉ DU SOUS-TRONÇON KAIROUAN-JELMA

Pour pouvoir répondre aux deux demandes de modification de tracé exprimées lors de deux des séances de consultations publiques des Personnes Affectées par le sous-tronçon Tunis-Kairouan du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Sidi Bouzid, Kasserine et Gafsa organisées par le ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable, le Groupement COBA/SCET-Tunisie a envisagé deux tronçons évitant la zone posant problème

8.3.3.1 - La modification du tracé demandée à la Consultation publique de Chbika

La modification du tracé demandée à la Consultation publique de Chbika nécessite la conception par le Groupement COBA/SCET-Tunisie d'un tracé au niveau du PK124 qui évite de couper en deux la localité, mais qui évite aussi les carrières de sable et les bonnes terres agricoles situées à l'est du tracé qui étaient traversées par les variantes étudiées en APS.

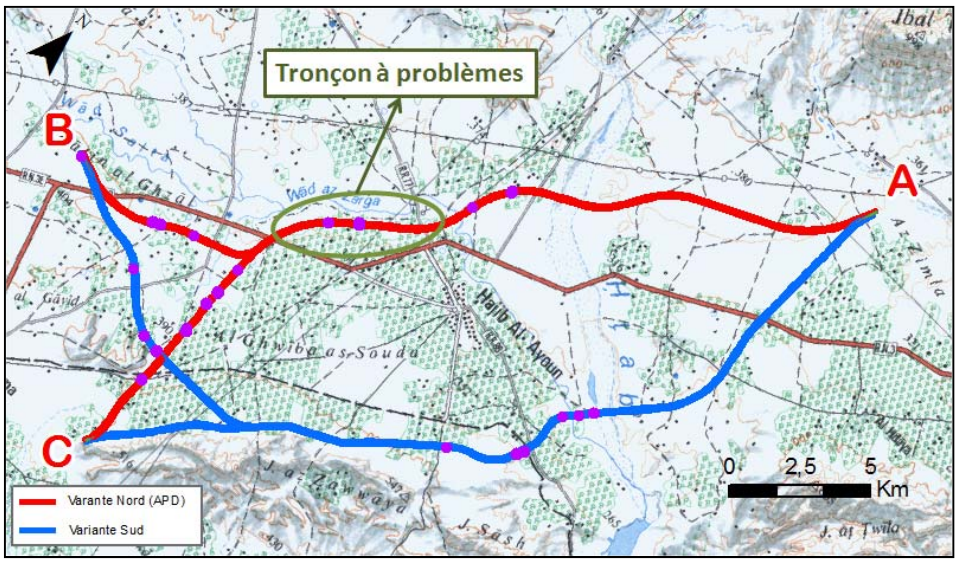
Le nouveau tracé va donc traverser une zone vallonnée où les problèmes d'intersection de nombreux écoulements vont être importants. Cette situation nécessite la réalisation d'une étude hydrologique complète pour optimiser la ligne rouge de ce nouveau tronçon.

Ce travail sera réalisé au moment de l'étude du DAO du tronçon prioritaire, et fera alors l'objet en cas de choix de ce nouveau tronçon d'une notice environnementale complémentaire à la présente EIES.

8.3.3.2 - La modification du tracé demandée à la Consultation publique de Hajeb El Ayoun

Pour éviter la traversée des zones irriguées jouxtant au nord la ville de Hajeb El Ayoun, le Groupement COBA/SCET-Tunisie a pu reprendre la portion du tracé d'APS qui passait au sud de cette ville dans des zones où les cultures très intensives sont moins présentes. Ce tronçon avait été écarté pour sa traversée de la riche plaine de Chbika.

Pour pouvoir comparer des variantes comparables, la variante d'APD a été poursuivie après l'échangeur de Jelma jusqu'aux points B et C où elle rejoint la variante sud, comme le montre la **Carte 110** suivante présente les variantes de tracé, "nord" d'APD et "sud" nouvelle, envisagées pour le contournement de la ville de Hajeb El Ayoun.



Carte 110 : Tracé "nord" d'APD et "sud" envisagés pour le contournement de la ville de Hajeb El Ayoun

8.3.3.2.1 - La comparaison des effectifs d'exploitants à exproprier en tout ou partie

Les deux tracés ont été comparés quant aux nombres d'expropriation par type d'exploitation qu'ils vont provoquer, pour pouvoir ensuite estimer le nombre d'exploitants par type d'exploitation qui vont être expropriés en totalité ou en partie. Le **Tableau 300** suivant présente la répartition des types d'exploitations par surface expropriée

Tableau 300 : Répartition des types d'exploitations par surface expropriée

Tronçon	Nord		Sud	
Type d'exploitation	Surface	%age	Surface	%age
M1 : micro-exploitations	71,85	26,9%	112,69	38,2%
Sous-total expropriés en totalité	**71,85**	**26,9%**	**112,69**	**38,2%**
M2 : Petites exploitations	108,95	40,8%	54,75	18,6%
M3 : Moyennes exploitations	22,25	8,3%	64,62	21,9%
M4 : Grandes exploitations	64,20	24,0%	62,80	21,3%
Sous-total expropriés en partie	**195,39**	**73,1%**	**182,17**	**61,8%**
Total	**267,24**	100,0%	**294,86**	100,0%

On voit que la variante passant par le sud touchera 27,62 ha d'exploitations privées en plus que le tracé retenu par l'étude d'APD, mais surtout 40,84 ha en plus de micro-exploitations totalement expropriées. En reprenant les surfaces moyennes des quatre types d'exploitation dans le gouvernorat de Kairouan telles que présentées dans le **Tableau 226** de la page 453 et la proportion expropriée de ces quatre types telles que présentées dans le **Tableau 72** de la page 155, on peut estimer le nombre d'exploitations expropriés en tout ou partie. Le **Tableau 301** suivant présente la répartition des exploitants expropriés par type d'exploitation.

Tableau 301 : Répartition des exploitants expropriés par type d'exploitation

Type d'exploitation	Surf moyenne (ha)	Prop surf perdue (%)	Tronçon Nord Nombre	Nord %age	Sud Nombre	Sud %age
M1 : micro-exploitations	3,5	32,5%	64	26,9%	100	42,4%
Sous-total expropriés en totalité			**64**	**26,9%**	**100**	**42,4%**
M2 : Petites exploitations	7,5	10,8%	135	56,7%	68	28,8%
M3 : Moyennes exploitations	15,0	9,9%	15	6,3%	44	18,6%
M4 : Grandes exploitations	35,0	7,7%	24	10,1%	24	10,2%
Sous-total expropriés en partie			**174**	**73,1%**	**136**	**57,6%**
Total			**238**	100,0%	**236**	100,0%

On voit que la variante passant par le sud touchera certes 2 exploitations de moins que le tracé retenu par l'étude d'APD, mais elle touchera 36 micro-exploitations supplémentaires. Or ces 36 micro-exploitations devront être totalement expropriées.

8.3.3.2.2 - La comparaison des terres agro-pastorales à exproprier

8.3.3.2.2.1 - La comparaison de l'occupation des terres agro-pastorales à exproprier

Les deux tracés ont ensuite été comparés quant à l'occupation des sols expropriés, pour pouvoir ensuite évaluer les pertes de RNE annuels et le montant des indemnisations nécessaires pour compenser l'expropriation. Le **Tableau 302** suivant présentent la répartition des surfaces expropriées entre les grands types de spéculations agricoles et autres occupations des sols.

Tableau 302 : Répartition des surfaces expropriées par grand type d'occupation du sol

Tronçon / Type d'exploitation	Nord Surface	Nord %age	Sud Surface	Sud %age
Terre nue irriguée	12,67	3,6%	25,32	6,5%
Plantations irriguées	22,56	6,3%	10,98	2,8%
Cultures pluviales	172,33	48,4%	123,55	31,5%
Plantations pluviales	65,34	18,3%	137,19	35,0%
Parcours	77,83	21,9%	84,94	21,7%
Lits d'oued	4,56	1,3%	8,07	2,1%
Routes	0,50	0,1%	1,27	0,3%
Cours autour des bâtiments	0,33	0,1%	0,82	0,2%
Total	**356,11**	**100,0%**	**392,13**	**100,0%**

On voit que la variante passant par le sud expropriera 36,02 ha en plus que le tracé retenu par l'étude d'APD.

8.3.3.2.2.2 - La comparaison des pertes de RNE annuels des terres expropriées

A partir des données du **Tableau 302** précédent, on a alors pu comparer les deux tracés quant aux pertes de RNE annuels procurés par les spéculations agro-pastorales expropriées. Le **Tableau 303** suivant présentent la répartition de ces pertes de RNE annuels entre les grands types de spéculations agricoles pratiquées.

Tableau 303 : Répartition des RNE annuels perdus du fait de l'expropriation par grand type d'occupation du sol

Type d'occupation des sols	Tronçon	Nord		Sud	
	RNE annuels moyens (DT /ha)	RNE annuels	%age	RNE annuels	%age
Terre nue irriguée	5 500	69 687	13,0%	139 249	24,2%
Plantations irriguées	8 000	180 451	33,7%	87 845	15,3%
Cultures pluviales	950	163 715	30,6%	117 376	20,4%
Plantations pluviales	1 500	98 005	18,3%	205 782	35,7%
Parcours	300	23 350	4,4%	25 481	4,4%
Total		**535 208**	**100,0%**	**575 732**	**100,0%**
Total unitaire / exploitant exproprié		*2 249*		*2 440*	

On voit que la variante passant par le sud fera perdre annuellement 40.520 DT en plus que le tracé retenu par l'étude d'APD, soit +7,6%, et cette variante fera aussi perdre annuellement 191 DT en plus par exploitant moyen touché, soit -+8,5%.

8.3.3.2.2.3 - La comparaison des indemnisations nécessaires pour compenser l'expropriation des terres

A partir des données du **Tableau 302** de la page 578, on a alors pu comparer les deux tracés quant aux coûts d'indemnisations des terrains à exproprier. Le **Tableau 304** suivant présente la répartition de ces pertes de RNE annuels entre les grands types de spéculations agricoles pratiquées.

Tableau 304 : Répartition des indemnisations nécessaires par grand type d'occupation du sol

Type d'occupation des sols	Tronçon	Nord		Sud	
	RNE annuels moyens (DT /ha)	RNE annuels	%age	RNE annuels	%age
Terre nue irriguée	66 000	836 249	6,5%	1 670 986	9,0%
Plantations irriguées	144 000	3 248 122	25,4%	1 581 203	8,5%
Cultures pluviales	15 200	2 619 437	20,5%	1 878 010	10,1%
Plantations pluviales	41 000	2 678 795	20,9%	5 624 707	30,1%
Parcours	6 000	467 004	3,7%	509 615	2,7%
Cours autour des bâtiments	500 000	467 004	3,7%	509 615	2,7%
Sous-total indemnisation des terrains		**10 012 120**	**95,2%**	**11 673 442**	**90,2%**
Investissement routier détruit	1 000 000	500 971	4,8%	1 268 814	9,8%
Total		**10 513 091**	**100,0%**	**12 942 256**	**100,0%**

On voit que la variante passant par le sud nécessitera 2,43 M.DT en plus que le tracé retenu par l'étude d'APD. Mais on peut aussi constater qu'elle nécessitera -1,67 M.DT en moins pour l'indemnisation des plantations irriguées intensives, ce qui peut expliquer la réticence de certains exploitants rencontrés lors de la Consultation Publique à la délégation de Hajeb El Ayoun.

8.3.3.2.3 - La comparaison du bâti à exproprier

8.3.3.2.3.1 - La comparaison des surfaces des trois types de bâtiments à exproprier

A partir des photos aériennes des deux couloirs, il a été possible de comparer les surfaces des trois types de bâtiments à exproprier que présente le **Tableau 305** suivant.

Tableau 305 : Répartition des surfaces expropriées par grand type de bâti pour les deux variantes

Tronçon / Type de bâtiments	Nord	Sud
Logements	2 787,8	1 782,0
Bâtiments d'exploitation	700,0	102,6
Abris, bassins, …	449,2	21,2
Total	**3 937**	**1 906**

On voit que la variante passant par le sud permettra de diminuer de 2.031 m² la surface de bâtiments à exproprier que le tracé retenu par l'étude d'APD, soit -51,6%.

8.3.3.2.3.2 - La comparaison des indemnisations nécessaires pour compenser l'expropriation de ce bâti

A partir des données du **Tableau 305** précédent, on a alors pu comparer les deux tracés quant au montant des indemnisations nécessaires pour compenser l'expropriation de ces surfaces bâties, que présente le **Tableau 306** suivant.

Tableau 306 : Répartition des indemnisations nécessaires pour les bâtiments à exproprier

Type de bâtiments / Tronçon	Montant unitaire (DT /m²)	Nord	Sud
Logements	1 000	2 787 830	1 782 040
Bâtiments d'exploitation	600	419 982	61 536
Abris, bassins, …	350	157 227	7 434
Total		**3 365 039**	**1 851 010**

On voit que la variante passant par le sud permettra de diminuer de 1,51 M.DT le montant des indemnisations nécessaires pour compenser l'expropriation du bâti que le tracé retenu par l'étude d'APD, soit -45,0%.

8.3.3.2.4 - La comparaison des investissements nécessaires

On a enfin pu comparer les deux tracés quant aux coûts d'investissement nécessaire en fonction de leur longueur, à raison d'un coût moyen de 5,0 M.DT par kilomètre, que présente le **Tableau 307** suivant.

Tableau 307 : Investissements autoroutiers nécessaires pour les deux variantes

Tronçon / Investissements	Nord	Sud
Kilométrage d'autoroute à construire	39,29 km	42,78 km
Coût (DT)	**196 450 000**	**213 900 000**

On voit que, du fait de sa longueur supérieure, la variante passant par le sud nécessitera 17,45 M.DT d'investissements supplémentaires par rapport au tracé retenu par l'étude d'APD, soit +8,9%.

8.3.3.2.5 La comparaison des investissements nécessaires

Au vu de troutes ces comparaisons, on doit considérer que le tracé proposé dans l'étude d'APD du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est plus intéressant pour la communauté nationale que la variante étudiée pour répondre aux critiques des exploitants expropriés par ce tracé.

- sur le plan des exploitants expropriés, on a vu que ces deux tronçons touchent à peu près le même nombre d'exploitants, mais que le tronçon sud entraîne l'expropriation totale de 100 micro-exploitants, contre 64 pour la variante nord du tracé d'APD;
- sur le plan du budget à mobiliser, le **Tableau 308** suivant permet de comparer ces deux variantes et de constater que la variante passant par le sud nécessitera un budget supplémentaire de 17,60 M.DT par rapport au tracé retenu par l'étude d'APD, soit +8,4%;

Tableau 308 : Coût global de ces deux variantes

Tronçon / Coûts des variantes	Nord		Sud	
	Montant	%age	Montant	%age
Indemnisation des terrains	10 012 120	4,8%	11 673 442	5,1%
Indemnisation du bâti	3 365 039	1,6%	1 851 010	0,8%
Investissement autorouroutier	196 450 000	93,4%	213 900 000	93,5%
Coût total	**209 827 159**	**100,0%**	**227 424 452**	**100,0%**

- sur le plan de l'investissement routier existant qui sera détruit par l'installation de la plateforme autoroutière, le **Tableau 304** de la page 579 a permis de comparer ces deux variantes et de constater que la variante passant par le sud détruira un investissement supplémentaire de 767.840 DT par rapport au tracé retenu par l'étude d'APD, soit +153,3%.

9 - PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE DU PROJET

Au vu des problèmes rencontrés ces dernières années par le ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable pourtant appuyé par la Société « Tunisie Autoroutes » (STA) en tant que Maître d'Ouvrage Délégué pendant les travaux d'édification des sections tunisiennes du projet d' « Autoroute maghrébine » entre Hammam Bourguiba et Ras Jdir, le présent Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a été conçu pour pouvoir amender la démarche qui avait été suivie jusque-là.

9.1 - Les objectifs de ce Plan de Gestion Environnementale et Sociale

Le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa fait partie du projet d'Autoroute du Centre-Ouest et du Sud-Ouest (ECOSO) qui reliera au final Tunis à Nefta en passant près de Zaghouan, El Fahs, Sbikha, Kairouan, Chebika, Haffouz, Hajeb El Ayoun, Jelma, Sidi Bouzid, Sbeïtla, Kasserine, Gafsa et Tozeur. Ce PGES va donc constituer une pièce contractuelle entre l'ANPE et :

- pendant la phase des chantiers, le futur maître d'ouvrage délégué et les diverses Entreprises adjudicataires des travaux de construction du tronçon prioritaire ;
- pendant la phase d'exploitation, le futur concessionnaire de cette nouvelle infrastructure autoroutière et ses différents prestataires de services avec qui il aura établi des conventions pour :
  - ✓ la gestion des aires de service et de repos ;
  - ✓ l'entretien, les réparations et la maintenance de toutes ses infrastructures, installations et équipements.

9.1.1 - L'OBJECTIF GÉNÉRAL DU PGES D'UN PROJET : ASSURER UN DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le développement durable est une nouvelle conception de l'intérêt public, appliquée à la croissance économique et reconsidérée à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects environnementaux généraux d'une planète globalisée.

Selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le chapitre 2 de la première partie du rapport Brundtland[30], le développement durable est « *un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :*

- *le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité ;*
- *l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir* »

[30] *Du nom de Gro Harlem Brundtland, ministre norvégienne de l'Environnement présidant la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, ce rapport intitulé « Notre avenir à tous » est soumis à l'Assemblée nationale des Nations unies en 1986.*

Face à l'urgence de la crise écologique et sociale qui se manifeste désormais de manière mondialisée (changement climatique, raréfaction des ressources naturelles avec en particulier le rapprochement du pic pétrolier, écarts entre pays développés et pays en développement, sécurité alimentaire, perte drastique de biodiversité, croissance de la population mondiale, catastrophes naturelles et industrielles), le développement durable est une réponse de tous les acteurs (États, acteurs économiques, société civile), culturels et sociaux du développement.

Il s'agit aussi, en s'appuyant sur de nouvelles valeurs universelles (responsabilité, participation écologique et partage[31], principe de précaution, débat …) d'affirmer une approche double:

- **temporelle** : nous avons le droit d'utiliser les ressources de la Terre, mais le devoir d'en assurer la pérennité pour les générations futures ;
- **spatiale** : chaque humain a le même droit aux ressources de la Terre (principe de destination universelle des biens).

Tous les secteurs d'activité sont concernés par le développement durable : l'agriculture, l'industrie, l'habitation, l'organisation familiale, mais aussi les services (finance, tourisme,...) qui, contrairement à une opinion quelquefois répandue, ne sont pas qu'immatériels. La **Figure 196** suivante présente le Schéma du développement durable en fonction de ces trois préoccupations, dites « les trois piliers du développement durable » : l'Economique, le Social et l'Ecologique.

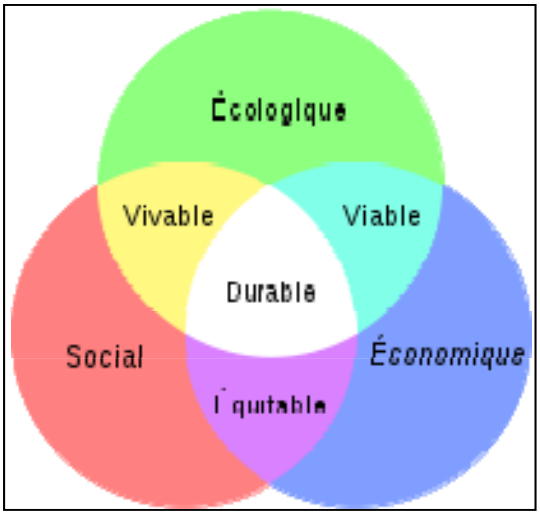


Figure 196 : Schéma du développement durable

On voit que le développement durable découle d'une approche géonomique globale à la confluence de ces trois préoccupations.

[31] L'équité est l'un des principes du développement durable, à la confluence entre les piliers économique et social.

9.1.2 - LES OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DU PGES DU PROJET

9.1.2.1 - Le grand objectif (A) : bien planifier les usages du territoire

9.1.2.1.1 - L'objectif (A1) : Respect des principaux enjeux du milieu naturel traversé

Plusieurs sous-objectifs doivent être recherchés dans ce cadre :

- Sensibilisation des personnels au respect des écosystèmes forestiers et steppiques [32] ;
- Prise en compte de la nature des prélèvements sur les formations végétales ;
- Prise en compte des risques que fait courir en cas d'accident le transport routier aux agro-écosystèmes et aux oueds traversés ;
- Prise en compte des risques que fait courir le développement socio-économique induit aux agro-écosystèmes, aux oueds traversés, et à la mer Méditerrannée en tant que milieu récepteur final.

9.1.2.1.2 - L'objectif (A2) : Respect des populations riveraines

Sachant que les emprises des chantiers vont concerner des terrains situés dans les gouvernorats de Ben Sidi Bouzid, Gafsa et Kasserine, plusieurs sous-objectifs doivent être recherchés dans ce cadre :

- Indemnisation de tous les terres agro-pastorales et de tous les bâtiments d'habitation ou d'exploitation affectés : cette indemnisation sera effectuée sous l'égide des quatre commissions régionales permanentes instituées par la loi[33] ;
- Maintien des réseaux d'irrigation, par déplacement ou prolongement des ouvrages affectés : ces actions seront réalisées par les Arrondissements GR des CRDA concernés ;
- Maintien des capacités de production arboricoles, par indemnisation des arbres arrachés pour financer des plantations compensatoires : cette indemnisation sera effectuée sous l'égide des quatre commissions régionales permanentes instituées par la loi[34] ; ;
- Planification coordonnée des travaux d'aménagement, par l'installation de déviations provisoires pour maintenir la circulation sur toutes les infrastructures routières traversées à rétablir ces actions seront suervisées par les Directions Régionales de l'EATDD concernées ;
- Planification des chantiers des ouvrages hydrauliques en période sèche, pour limiter les risques d'inondation à l'amont en cas de crue exceptionnelle en cours de travaux ;
- Remise en état des zones utilisées par les Entreprises pour les emprunts, les dépôts, les bases-vie et bases-chantier.

---

[32] *Qui comprennent, au sens large, le système original des jessours développé par les paysans sur les pentes du massif des Matmatas pour retenir les eaux ruisselant dans les cours des oueds, et les périmètres d'épandage et les périmètres irrigués modernes développés dans la plaine de la Jeffara depuis une trentaine d'années.*

[33] *Il s'agit de la loi n°2003-26 du 14 avril 2003 portant refonte de la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique, dont l'article 10 institue dans chaque gouvernorat une commission permanente dénommée « commission de reconnaissance et de conciliation », chargée « d'œuvrer pour la conclusion d'un accord entre les partes concernées par l'expropriation sur la valeur des immeubles à exproprier, et ce, dans un délai de deux mois de la date de la saisine renouvelable une seule fois pur une période d'un mois. »*

[34] *Il s'agit de la loi n°2003-26 du 14 avril 2003 portant refonte de la législation relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique, dont l'article 10 institue dans chaque gouvernorat une commission permanente dénommée « commission de reconnaissance et de conciliation », chargée « d'œuvrer pour la conclusion d'un accord entre les partes concernées par l'expropriation sur la valeur des immeubles à exproprier, et ce, dans un délai de deux mois de la date de la saisine renouvelable une seule fois pur une période d'un mois. »*

9.1.2.2 - Le grand objectif (B) : optimiser l'intégration du Projet à son environnement

9.1.2.2.1 - L'objectif (B1) : Optimisation de l'édification de la plateforme autoroutière

Plusieurs sous-objectifs doivent être recherchés dans ce cadre :

- Limitation des prélèvements provisoires de terrains pour l'installation des bases-chantier sur les terrains limitrophes de l'emprise ;
- Limitation des prélèvements de terrains provisoires par les chantiers sur les agro-écosystèmes les plus productifs ;
- Clôture des chantiers pour limiter les risques encourus par la faune sauvage, les populations riveraines et leurs cheptels ;
- Organisation des chantiers des ouvrages hydrauliques pour limiter les risques pour les travailleurs en cas de crue exceptionnelle.

9.1.2.2.2 L'objectif (B2) : Réduction des impacts de la présence de la plateforme autoroutière

Plusieurs sous-objectifs doivent être recherchés dans ce cadre :

- Limitation des prélèvements de terrain définitifs par la plateforme sur les agro-écosystèmes les plus productifs ;
- Utilisation de tous les passages aériens et souterrains pour le passage des cheptels et de la sauvagine, avec élargissement des trottoirs pour les ouvrages les plus fréquentés par le trafic automobile et par les animaux ;
- Utilisation pour le passage des cheptels et de la sauvagine des ouvrages hydrauliques, avec augmentation à 2,00 m de la hauteur des ouvrages pour lesquels la hauteur nécessaire pour le passage de la crue centenale est inférieure à 2,00 m ;
- Surveillance et entretien des ouvrages hydrauliques, pour limiter la gêne causée aux populations habitant à l'amont en cas de crue exceptionnelle et pour garantir aux cheptels et à la faune sauvage la hauteur minimale nécessaire pour pouvoir passer de part et d'autre de l'emprise ;
- Rétablissement de toutes les routes intersectées, et d'au moins une piste agricole tous les 2,5 km, pour éviter tout effet de coupure pour les populations riveraines et leurs cheptels ;

9.2 - Les procédures et moyens des Entreprises à inscrire dans le CCES du CCTP du DAO du Projet

Toutes les procédures et les moyens dont la mise en place peut permettre d'éviter que les travaux provoquent un impact environnemental ou social ;de longue durée au niveau des sites provisoires de chantier doivent être inscrites dans le Cahier des Clauses Environnementales et Sociales (CCES) du Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) du Dossier d'appel d'Offres (DAO) du tronçon prioritaire pour être imposées aux Entreprises. Ces impacts de longue durée que les travaux pourraient provoquer au niveau de ces sites concernent des atteintes :

- à la structure de leurs sols,
- aux paysages,
- aux écosystèmes concernés, et

- aux écoulements des eaux de surface (ruissellements ou stagnation accentués), etc …

En outre, toutes les procédures et les moyens dont la mise en place peut permettre de garantir l'hygiène, la santé et la sécurité de toute personne présente ou de passage sur un des sites de chantier, ou résidant à leur voisinage immédiat, doivent également être inscrites dans le Cahier des Clauses techniques particulières (CCTP) du Dossier d'appel d'Offres (DAO) du Projet pour être imposées aux Entreprises.

9.2.1 - LA STRATÉGIE ENVIRONNEMENTALE ET SOCIALE EXPRIMÉE DANS LE PAE DES ENTREPRISES

Le CCEs du CCTP du DAO devra commencer par imposer à toutes les Entreprises adjudicataires d'un des lots de travaux :

- de mettre en place une stratégie environnementale et sociale interne à leurs services, pour s'acquitter de leurs obligations en matière d'Environnement ;
- de recruter un environnementaliste en tant que Responsable "Environnement", autonome et véhiculé, rattaché directement au Directeur de Projet de l'Entrepreneur (le plus haut niveau hiérarchique sur site), qui sera chargé :
  - ✓ pendant la phase d'installation d'élaborer le Plan d'Action Environnemental (PAE) de l'Entreprise, et
  - ✓ pendant les travaux de superviser sa mise en œuvre sous l'égide du Directeur de Projet de l'Entrepreneur et de l'actualiser si nécessaire.

9.2.1.1 – Les activités de ce responsable "Environnement" pour concevoir le PAE

Le responsable Environnement autorisera le démarrage des travaux après s'être assuré que son Entreprise a effectivement :

- contracté une assurance contre les dommages environnementaux potentiels ;
- mobilisé les ressources financières pour l'assainissement des dommages et incidents éventuels.

Ce PAE présentera un ensemble de procédures simples pour une bonne gestion interne de la mitigation des impacts environnementaux et sociaux des chantiers, qui portent:

- les unes sur la structure d'organisation générale et les responsabilités internes, en faisant évoluer en continu l'organisation pour assurer une bonne gestion de l'environnement, et
- les autres sur des aspects techniques qui découlent des programmes du présent PGES.

9.2.1.2 – Les activités de ce responsable "Environnement" pour superviser le PAE

Ensuite, après validation de son PAE par le Maître d'Ouvrage, le responsable Environnement assurera :

- l'information et la formation appropriée des personnels, cadres compris, en vue de la sécurisation et/ou de la qualité des opérations ;
- la sensibilisation des ouvriers, chauffeurs de camion et populations des localités avoisinées par les emprises des chantiers ou traversées par les camions de transport aux composantes environnementales et sociales pouvant être affectés par les chantiers du Projet ;
- le contrôle par des inspections régulières du respect des dispositions environnementales et sociales de toute nature prescrites dans le PAE ;

- le suivi environnemental et social des travaux, par le suivi d'indicateurs pertinents des milieux naturel et humain affectés par les chantiers ;
- l'information systématique du Maître d'Œuvre pour chaque incident ou accident, dommage, dégradation causé à l'environnement, aux riverains ou à leurs biens physiques dans le cadre des travaux ;
- l'information systématique de l'INP en cas de découverte de sites ou de vestiges archéologiques ;
- le recours aux services de sous-traitance avec des entités les mieux habilitées ou techniquement compétentes, acceptées par le Maître d'Ouvrage, pour l'exécution de certaines obligations contenues dans le PGES, notamment le déplacement de réseaux des concessionnaires ou la réalisation et l'entretien des plantations de compensation et autres plantations d'alignement ;
- la prise de sanctions appropriées contre ses personnels ne respectant pas les prescriptions et dispositions applicables aux aspects environnementaux et sociaux.

Il sera chargé de documenter la fréquence et le contenu de ses activités, par :

- la rédaction de rapports périodiques :
  - ✓ rapports mensuels rendant compte de la mise en œuvre des mesures de mitigation des impacts environnementaux et sociaux, y compris les nouvelles mesures rendues nécessaires par rapport aux mesures initialement prévues dans la présente EIES ;
  - ✓ rapports mensuels et bilans semestriels du suivi environnemental et social des travaux ;
- la consignation dans un répertoire spécifique et dans le journal de chantier :
  - ✓ de chaque incident ou accident, dommage, dégradation causé à l'environnement, aux riverains ou à leurs biens physiques ;
  - ✓ de chaque découverte archéologique.

9.2.2 - LA STRATÉGIE DE PROTECTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ EXPRIMÉE DANS LE PPSS DES ENTREPRISES

Le CCTP du DAO devra commencer par imposer à toutes les Entreprises adjudicataires d'un des lots de travaux :

- de mettre en place une stratégie de protection de la santé et de la sécurité interne à leurs services, pour s'acquitter de leurs obligations en matière d'Hygiène-Santé-Sécurité ;
- de recruter un spécialiste en tant que responsable "Hygiène-Santé-Sécurité", autonome et véhiculé, rattaché directement au Directeur de Projet de l'Entrepreneur (le plus haut niveau hiérarchique sur site, qui sera chargé :
  - ✓ pendant la phase d'installation d'élaborer le Plan de protection de la santé et de la sécurité sur le site (PPSS) spécifique à chaque site de chantier de son Entreprise, et
  - ✓ pendant les travaux de superviser sa mise en œuvre sous l'égide du Directeur de Projet de l'Entrepreneur et de l'actualiser si nécessaire.

9.2.2.1 – Les activités de ce responsable "Hygiène-Santé-Sécurité" pour concevoir le PPSS

Le responsable Hygiène-Santé-Sécurité autorisera le démarrage d'un site de chantier après s'être assuré que son Entreprise a effectivement :

- recruté un Agent de Santé et Sécurité qualifié, qui prodiguera des conseils sur toutes les questions liées à la sécurité des ouvriers et sur les mesures à prendre pour promouvoir cette sécurité, et qui fera office de premier point de contact du Maître d'Œuvre pour toutes les questions liées à la santé, à la sécurité et au bien-être ;
- créé des postes de premiers secours dotés du personnel et du matériel nécessaires ;
- fourni vêtements et équipements de protection à ses personnels et à ceux de ses sous-traitants ;
- fourni des installations de chantier, des équipements et des systèmes de travail sûrs et sans risque pour la santé ;
- fourni la signalisation indiquant les risques occasionnés sur le site concerné : tranchées ouvertes, fosses ou tout autre danger ;
- installé un système approprié d'égouts et de pré-traitement pour les eaux usées du site concerné et ses stations d'entretien pour les véhicules de l'Entreprise ;
- créé des accès au site concerné, en toute sécurité et sans risque de blessure, y compris des passages pour piétons.

Ce PPSS présente un ensemble de procédures simples pour veiller à la santé, à la sécurité et au bien-être :

- professionnels des personnels de l'Entreprise, de ses sous-traitants et de toute autre personne présente ou de passage sur un des sites de chantier;
- de toute personne résidant à leur voisinage immédiat.

9.2.2.2 – Les activités de ce responsable "Hygiène-Santé-Sécurité" pour superviser le PPSS

Après validation de son PPSS par le Maître d'Ouvrage, le responsable Hygiène-Santé-Sécurité assurera :

- la fourniture des informations, des instructions, des services de formation et de supervision indispensables pour assurer la santé professionnelle et la sécurité du travail pour toutes les personnes employées dans le cadre des Travaux, conformément à la législation ;
- le contrôle par des inspections régulières du respect des dispositions pour veiller à la santé, à la sécurité et au bien-être des personnels et des riverains, telles que :
  - ✓ l'implantation de la signalisation indiquant en permanence à ses ouvriers et au grand public les tranchées ouvertes, les fosses ou tout autre danger ;
  - ✓ l'exploitation de manière sûre des équipements, des engins de chantier et des camions de transport ;
  - ✓ la prise des dispositions appropriées pour assurer la sécurité et prévenir les risques pour la santé pouvant découler du transport, de la manipulation, du stockage, de l'utilisation des matières premières ;
  - ✓ la réduction au minimum des déchets, la collecte et l'élimination appropriées des ordures, ainsi que le respect de la législation et de tous les règlements administratifs en vigueur au niveau local pour l'ensemble des maisons, bureaux, ateliers et laboratoires construits sur les sites de chantiers ;
  - ✓ la prise de dispositions appropriées pour assurer la sécurité et prévenir les risques pour la santé pouvant découler de la manipulation, du stockage, du transport et de l'élimination des déchets industriels et ménagers.

9.3 – Le Programme de mesures de mitigation des impacts du tronçon prioritaire

Sachant que les mesures préventives, destinées à être incluses dans la conception du Projet pour éviter ou au moins atténuer un impact négatif, ont déjà été prises en compte dans le travail d'optimisation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa présenté au Chapitre VII, le PGES va d'abord comporter trois grandes familles de mesures de mitigation à prévoir :

- des mesures compensatoires liées à la perte de milieux ou activités à enjeux (impacts directs généralement marqués) liés à l'installation des Entrreprises et aux expropriations provisoires ou définitives ;
- des mesures atténuatrices qui permettent d'atténuer les impacts négatifs liés aux travaux ou à l'exploitation des deux tronçons restants ;
- des mesures bonificatrices qui permettent d'améliorer les impacts positifs liés aux travaux ou à l'exploitation des deux tronçons restants ;
- des mesures d'accompagnement, nécessaires pour améliorer l'efficience du projet proposées dans le cadre de la mise en évidence d'impacts indirects de par :
  - ✓ l'atténuation des impacts indirects négatifs, et
  - ✓ la bonification des impacts indirects positifs.

Selon les impacts qu'elles sont censées mitiger, ces mesures se répartissent comme suit entre les trois phases et les sous-zones d'influence des deux tronçons restants :

- pendant l'installation des chantiers et les travaux de ce tronçon prioritaire :
  - ✓ des mesures curatives ou compensatoires pour limiter les incidences négatives inévitables sur sa zone d'influence directe, et
  - ✓ des mesures d'optimisation pour renforcer les impacts positifs sur sa zone d'influence directe ;
- pendant l'exploitation de cette nouvelle infrastructure autoroutière :
  - ✓ des mesures curatives ou compensatoires pour limiter ses incidences négatives inévitables sur sa zone d'influence directe, et
  - ✓ des mesures d'optimisation pour renforcer les impacts positifs sur les zones d'influence directe et indirecte.

9.3.1 - LES SPÉCIFICATIONS DES DAOS POUR UNE EXÉCUTION DES TRAVAUX RESPECTUEUSE DES CADRES NATUREL ET HUMAIN DE LA ZONE D'INFLUENCE DIRECTE

Le CCES du CCTP des DAOs devra finalement inclure des clauses correspondant aux mesures de mitigation présentées précédemment, qui viseront à obliger les Entreprises à protéger les cadres naturel et humain de la zone d'influence directe du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pendant l'installation des chantiers et durant les travaux.

Sont présentées ci-après des exemples de spécifications qui imposent des mesures particulières aux Entreprises adjudicataires et qui devront être inscrites dans le CCES du CCTP du DAO de chaque lot de travaux.

9.3.1.1 - Les spécifications liées au plan d'installation des chantiers

9.3.1.1.1 - Les contraintes imposées pour le choix des sites d'implantation des chantier

On a vu que l'étude technique du tronçon prioritaire a optimisé autant que faire se peut le tracé de l'axe de ce tronçon autoroutier, dont la plateforme constitue la principale emprise définitive des chantiers.

Pour les autres emprises occupées par les Entreprises, cette même étude technique du tronçon prioritaire a proposé des carrières existantes et prévu des sites d'implantation à moins de 350 m de la plateforme, ce qui a permis à la présente ÉIES d'évaluer les distances parcourues par les camions de transport de matériaux.

Mais à l'intérieur de ces tampons de 350 m, le CCES du CCTP du DAO devra contraindre les Entrepreneurs à assurer la protection des composantes environnementales et sociales de la zone d'influence directe du tronçon prioritaire en respectant les restrictions suivantes pour le choix des sites où installer :

- leurs installations fixes provisoires : base-vie, aires de stockage, ateliers de gestion mécanique, station de concassage, nouvelles carrières, zones d'emprunt et gîtes de dépôt,
- leurs centrales à béton et à noirs.

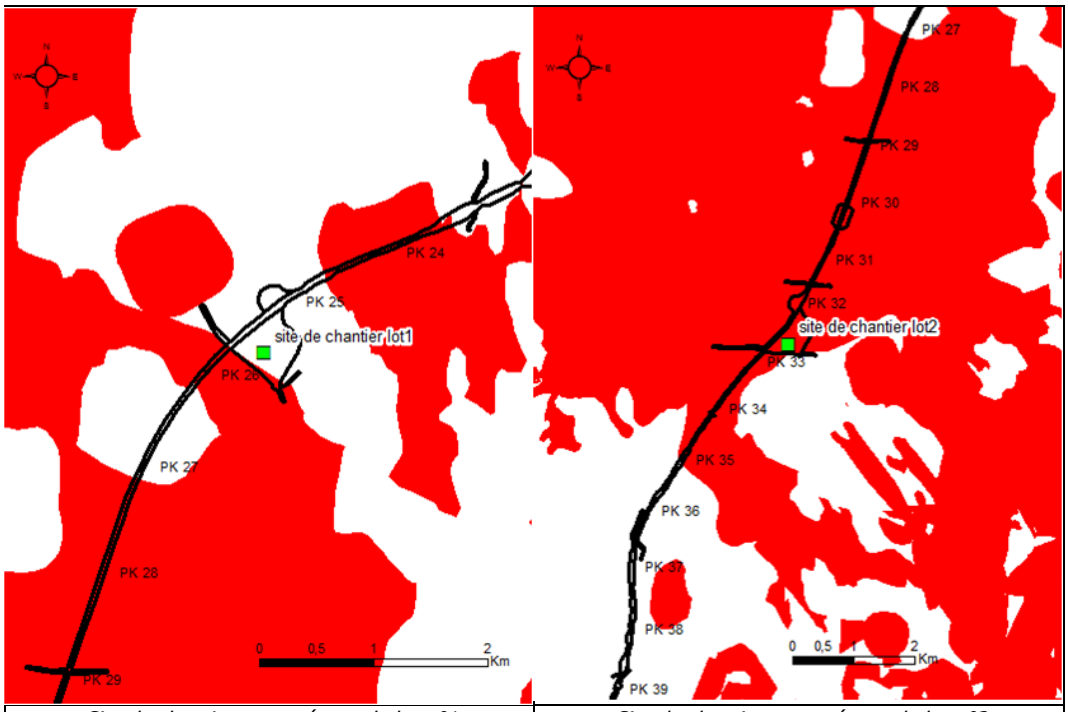
9.3.1.1.1.1 - Les contraintes au choix des sites provisoires de leurs installations fixes

Pour les bases-vie et les aires de stockage, ateliers de gestion mécanique et stations de concassage des base-chantier à installer, le CCES du CCTP du DAO devra obliger les Entrepreneurs à implanter ces emprises provisoires de chantier très polluantes dans des zones non inondables situées à plus de 100 m d'un lit d'oued. Dans le cas contraire, ces zones devront être équipées d'un dispositif permettant d'éviter tout risque de pollution ou de sédimentation issu de ces aires.

De plus, plusieurs contraintes permettront de définir des zones d'interdiction dans lesquelles les Entreprises ne seront pas autorisées à implanter leurs installations fixes. En effet, ces installations devont être situées :

- dans un rayon de plus de 300 m autour d'un village, hameau, site culturel ou cimetière;
- dans un rayon de plus de 500 m autour d'une zone humide ou d'une zone de forêt classée ;
- sur des terres cultivées en pluvial de potentialités physiques moyennes à marginales (de S3 à S6) en matière de cultures pluviales : Grandes Cultures (GC) et Arboriculture (ARS) ;
- sur un terrain de pente inférieure à 6%.

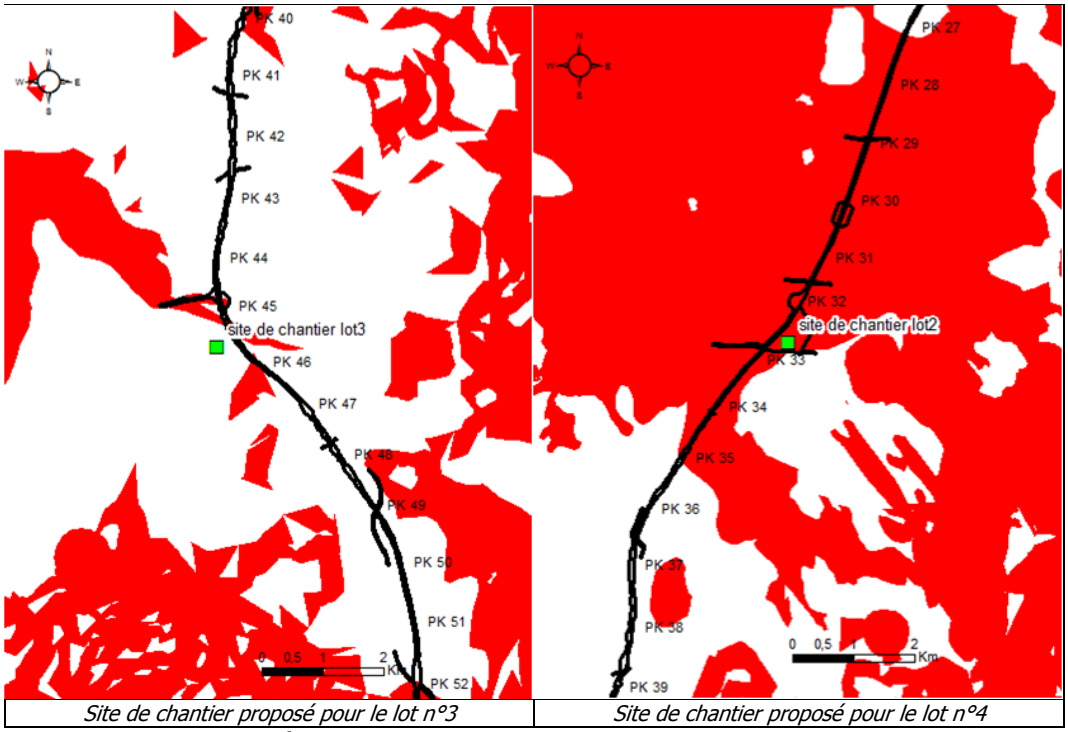
La **Figure 197** suivante présente les localisations proposées pour les installations fixes des lots n°1 et 2 par rapport à ces zones d'interdiction figurées en rouge.



Site de chantier proposé pour le lot n°1	*Site de chantier proposé pour le lot n°2*

Figure 197 : Localisations proposées pour les installations fixes des lots 1 et 2 par rapport aux zones d'interdiction

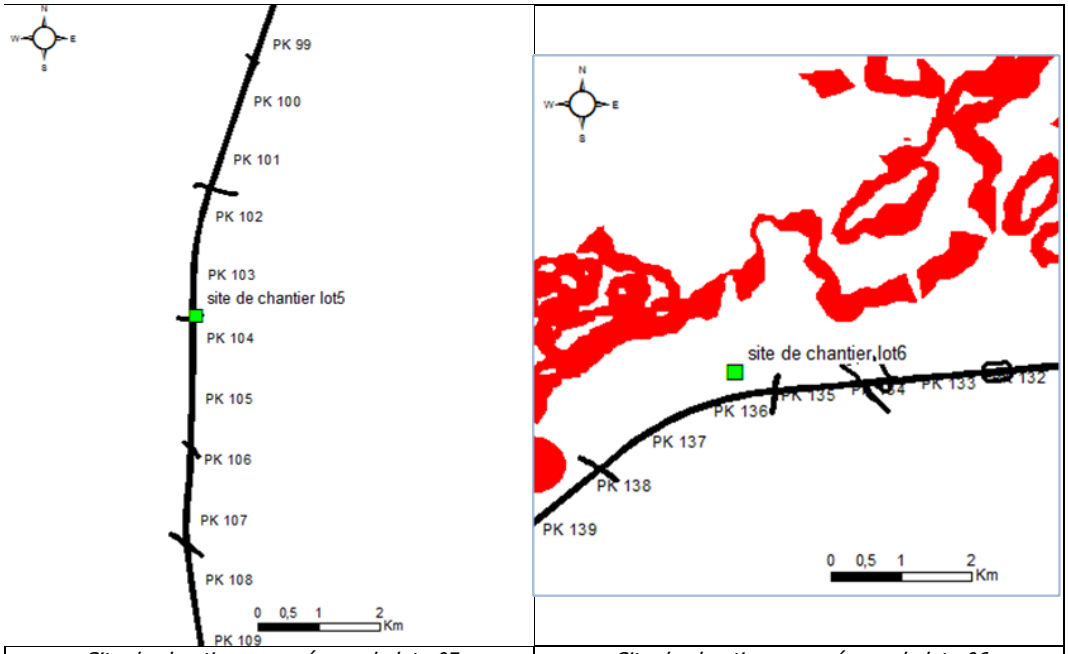
Installées dans les emprises de deux échangeurs, les deux installations fixes proposées pour les lots n°1 et 2 sont valides, car l'interdiction concernant le lot n°2 correspond aux potentialités physiques de ces sols soumis à expropriation. La **Figure 198** suivante présente quant à elle les localisations proposées pour les installations fixes des lots N°3 et 4 par rapport à ces zones d'interdiction figurées en rouge.



Site de chantier proposé pour le lot n°3	*Site de chantier proposé pour le lot n°4*

Figure 198 : Localisations proposées pour les installations fixes des lots 3 et 4 par rapport aux zones d'interdiction

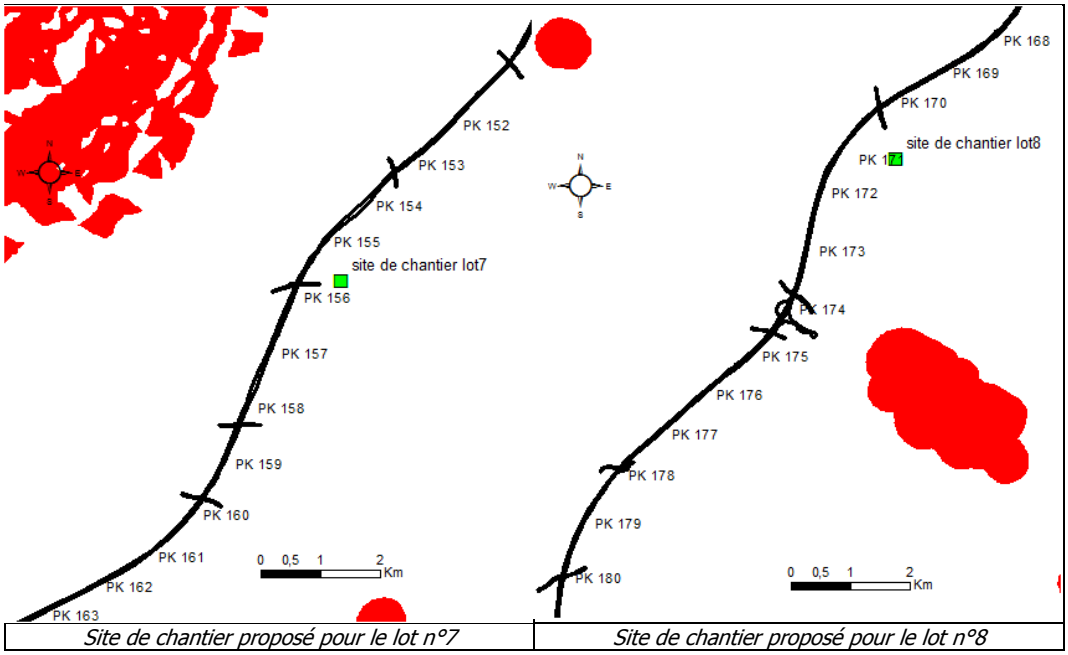
Installées dans les emprises de deux échangeurs, les deux installations fixes proposées pour les lots n°3 et 4 sont valides, car l'interdiction concernant le lot n°4 correspond aux potentialités physiques de ces sols soumis à expropriation. La **Figure 199** suivante présente quant à elle les localisations proposées pour les installations fixes des lots n°5 et 6 par rapport à ces zones d'interdiction figurées en rouge.



Site de chantier proposé pour le lot n°5 | *Site de chantier proposé pour le lot n°6*

Figure 199 : Localisations proposées pour les installations fixes des lots 5 et 6 par rapport aux zones d'interdiction

Ces deux installations fixes proposées pour les lots n°5 et 6 sont donc parfaitement valides. La **Figure 200** suivante présente quant à elle les localisations proposées pour les installations fixes des lots n°7 et 8 par rapport à ces zones d'interdiction figurées en rouge.



Site de chantier proposé pour le lot n°7 | *Site de chantier proposé pour le lot n°8*

Figure 200 : Localisations proposées pour les installations fixes des lots 7 et 8 par rapport aux zones d'interdiction

Ces deux dernières installations fixes proposées pour les lots n°7 et 8 sont donc elles aussi parfaitement valides.

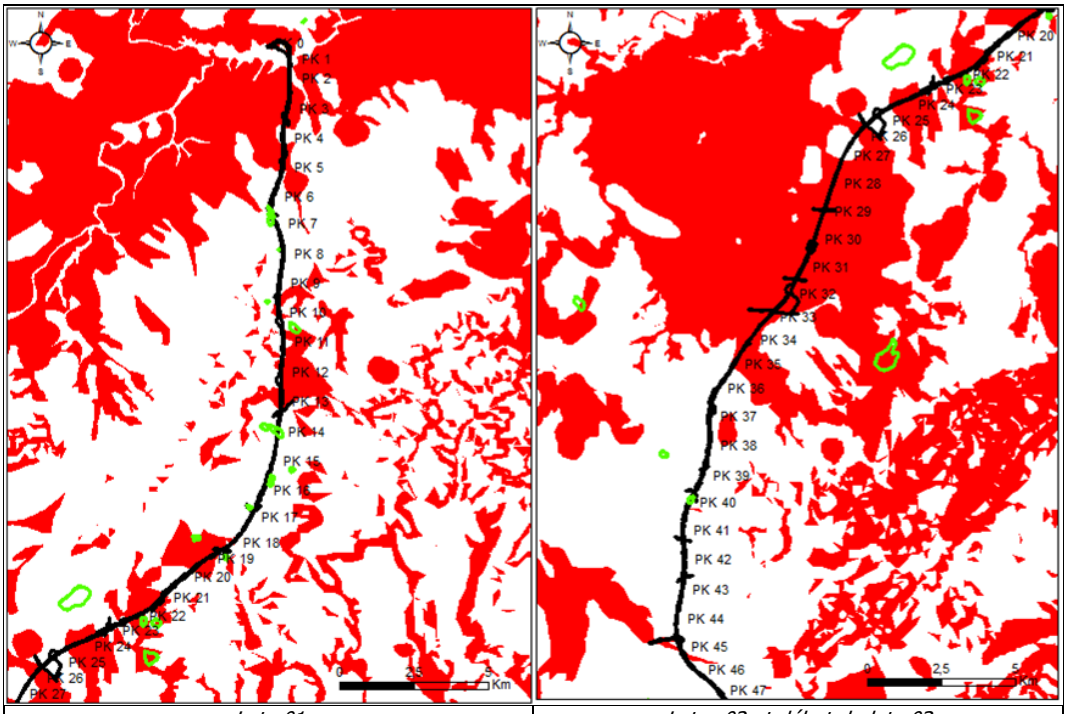
9.3.1.1.1.2 - Les contraintes au choix des nouvelles carrières et des sites d'implantation d'emprunt et gîtes de dépôt

Pour les nouvelles carrières, sites d'emprunt et gites de dépôt à ouvrir, le CCES du CCTP du DAO devra obliger les Entrepreneurs à implanter ces emprises définitives de chantier peu polluantes dans des zones non inondables situées à plus de 50 m d'un lit d'oued. Dans le cas contraire, ces zones devront être équipées d'un dispositif permettant d'éviter tout risque de pollution ou de sédimentation issu de ces aires.

De plus, plusieurs contraintes permettront de définir des zones d'interdiction dans lesquelles les Entreprises ne seront pas autorisées à implanter leurs installations fixes. En effet, ces installations devont être situées :

- dans un rayon de plus de 100 m autour d'un village, hameau, site culturel ou cimetière;
- dans un rayon de plus de 250 m autour d'une zone humide ou d'une zone de forêt classée ;
- sur des terres cultivées en pluvial de faibles à marginales potentialités physiques (S3 à S6) en matière de cultures pluviales : Grandes Cultures (GC) et Arboriculture (ARS).
- sur un terrain de pente inférieure à 20%.

La **Figure 201** suivante présente les localisations des sites d'emprunt proposés le long des lots n°1, 2 et 3 par rapport à ces zones d'interdiction, et permet de repérer les zones où de nouvelles carrières pourront être ouvertes et où des gîtes de dépôt pourront être installés à quelques centaines de mètres au maximum de l'emprise autoroutière.

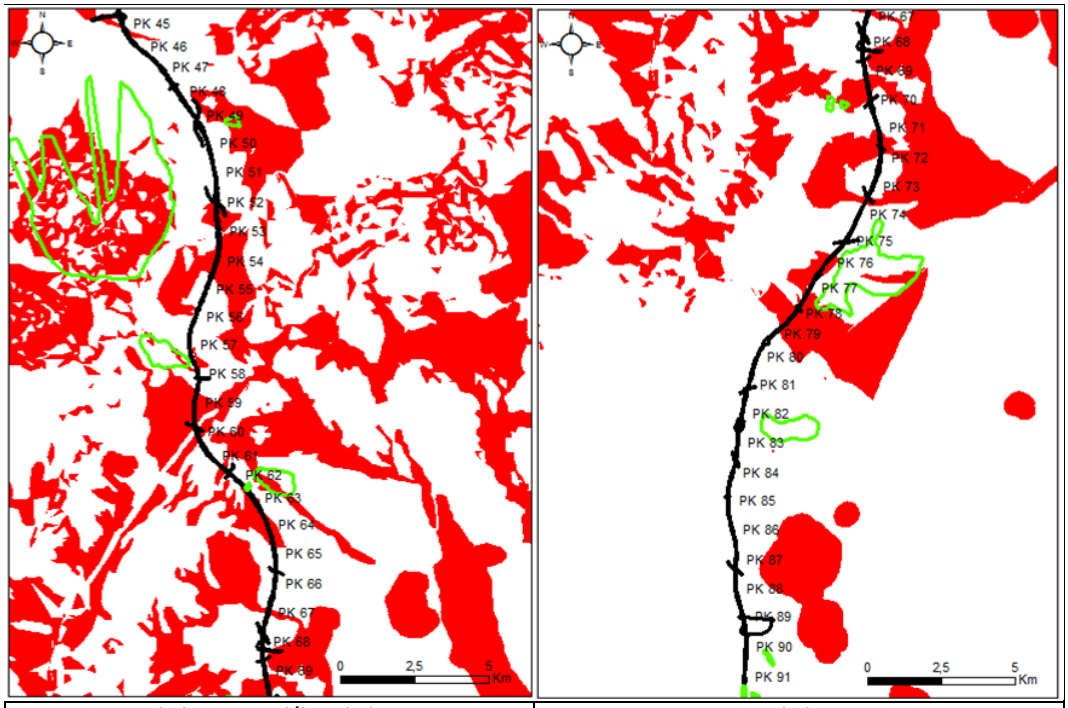


Lot n°1 | *Lots n°2 et début du lot n°3*

Figure 201 : Localisations des sites d'emprunt proposés le long des lots 1, 2 et 3 par rapport aux zones d'interdiction

On voit que la plupart des sites d'emprunt proposés le long du lot n°1 et du début du lot n°3 respectent les critères d'interdiction énoncés ci-dessus. A l'inverse, on voit aussi que certains sites d'emprunt proposés le long du lot n°2 ne respectent pas ces critères et ne devront être utilisés qu'en cas de nécessité absolue.

La **Figure 202** suivante présente quant à elle les localisations des sites d'emprunt proposés le long de la fin du lot n°3 et du lot n°4 par rapport à ces zones d'interdiction, et permet de repérer les zones où de nouvelles carrières pourront être ouvertes et où des gîtes de dépôt pourront être installés à quelques centaines de mètres au maximum de l'emprise autoroutière.

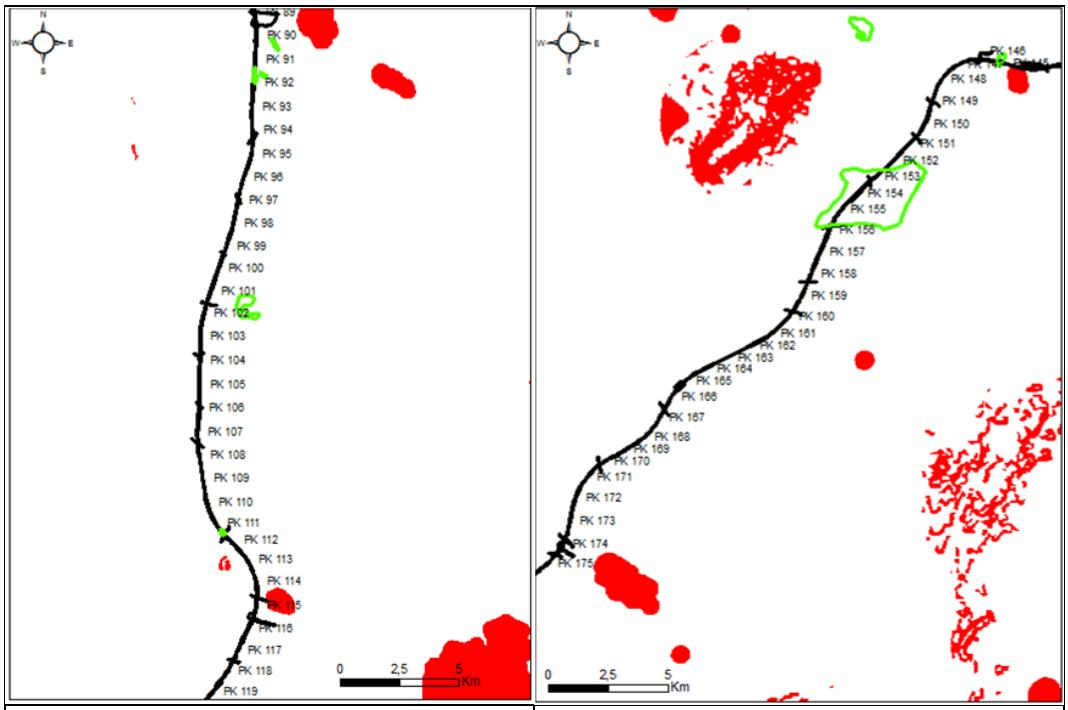


Fin du lot n°3 et début du lot n°4	*Fin du lot n°4*

Figure 202 : Localisations des sites d'emprunt proposés le long des lots 3, 4 et 5 par rapport aux zones d'interdiction

On voit que la plupart des sites d'emprunt proposés le long de la fin du lot n°3 et du début du lot n°4 ne respectent pas les critères d'interdiction énoncés précédemment et ne devront être utilisés qu'en cas de nécessité absolue. A l'inverse, on voit aussi que les sites d'emprunt proposés le long de la fin du lot n°4 respectent ces critères.

La **Figure 203** suivante présente enfin les localisations des sites d'emprunt proposés le long des lots n°5 et 7 par rapport à ces zones d'interdiction, et permet de repérer les zones où de nouvelles carrières pourront être ouvertes et où des gîtes de dépôt pourront être installés à quelques centaines de mètres au maximum de l'emprise autoroutière.



Lot n°5 | *Lots n°7*

Figure 203 : Localisations des sites d'emprunt proposés le long des lots 5 et 7 par rapport aux zones d'interdiction

On voit que tous les sites d'emprunt proposés le long des lots n°5 et 7, qui serviront aussi pour les lots n°6 et 8 le long desquels aucun site d'emprunt n'a été repéré, respectent ces critères d'interdiction.

9.3.1.1.1.3 - Les contraintes au choix des sites d'installation des centrales à béton et à noirs

Le CCES du CCTP du DAO devra obliger les Entrepreneurs à implanter leur centrale à noirs au sein de leur base-chantier, pour que les contraintes au choix de ces sites leurs soient également appliquées, en particulier le fait d'être situées à plus de 300 m autour d'un village ou d'un hameau, ce qui évitera aux riverains d'en percevoir les odeurs. Toutefois, on devra rajouter la contrainte de les installer à plus de 500 m d'une école et d'un centre de santé, pour que les enfants et les malades ne soient pas incommodés à la longue.

Le CCES du CCTP du DAO devra aussi obliger les Entrepreneurs à implanter leur centrales de fabrication de béton au sein de leur base-chantier, pour que les contraintes au choix de ces sites leurs soient également appliquées : elles seront donc situées à plus de 300 m des premiers logements pour que leurs habitants ne soient pas incommodés par les poussières.

9.3.1.1.2 – Les spécifications imposées pour les aires de parcage et de maintenance des véhicules

Des aires aux sols imperméabilisés devront être aménagées dans chaque base-chantier pour permettre un stockage des produits et matériaux de construction, et un parcage et de maintenance des engins de chantier et des camions de transport garantissant une protection efficace des sols et des ressources en eaux souterraines.

A la fin des travaux, l'Entrepreneur devra remettre en état l'ensemble des bases-vie et chantier utilisées, notamment :

- par l'enlèvement des matériaux restants,

- par l'évacuation des déchets,
- par le nivellement des surfaces, et
- par le démontage et l'évacuation de toutes les installations.

9.3.1.1.3 - L'ouverture des déviations et des pistes de servitudes diverses

Les tracés choisis pour les pistes d'accès aux zones d'emprunts et aux gîtes de dépôt des matériaux et aux sites de prélèvement de l'eau pour les travaux, devront soigneusement éviter les zones sensibles (habitats) et les zones sacrées (forêt, arbre), les lieux de culte, les sites culturels et historiques.

Les Entrepreneurs éviteront l'ouverture incontrôlée de pistes pour leur approvisionnement en matériaux lorsqu'une même piste peut être utilisée à plusieurs fins.

Les arbres sur ces tracés seront préalablement marqués. L'abattage portera sur les sujets marqués.

9.3.1.1.4 - Le déboisement et le débroussaillage des emprises des chantiers

Au moment leur déboisement ou de leur débroussaillage, les emprises des chantiers devront être arrosées pour éviter les envols de poussière.

Par ailleurs, on évitera de détruire les bornes topographiques et autres ouvrages relevant de l'Office de la Topographie et du Cadastre (OTC).

9.3.1.2 - Les spécifications liées à l'accès aux sites de chantier

Les Entrepreneurs seront soumis aux régimes particuliers d'hygiène, de santé et de sécurité définis par la réglementation en vigueur. Ils devront donc veiller à organiser un service médical courant d'urgence dans leur base-chantier, dont la taille devra être adaptée aux effectifs de leurs personnels. De plus, ce responsable HSS veillera à assurer une sécurité maximum sur les chantiers et dans la base-vie, tant pour les travailleurs que pour les populations riveraines et autres personnes en contact avec le chantier.

Afin de minimiser les risques d'accidents et les nuisances diverses pour les populations et la faune, un règlement interne devra être édicté, qui devra être affiché visiblement dans les diverses installations. Ce règlement intérieur devra mentionner spécifiquement :

- les règles de sécurité (vitesse des véhicules, l'interdiction de la circulation des engins lourds durant la nuit dans les villages) ;
- l'interdiction de la chasse en dehors des périodes d'ouverture ;
- le respect des us et coutumes des populations, et des relations humaines d'une manière générale ;
- les mesures de prévention contre la transmission des IST et du VIH/SIDA.

Des dispositions de sécurité seront prises pour les populations riveraines de l'emprise, des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt : les chantiers seront balisés et signalés par un pancartage, des barrières seront dressées pour empêcher le public et les personnes étrangères de pénétrer dans les zones en activité.

Les Entrepreneurs devront munir leurs ouvriers des équipements de sécurité nécessaires et adéquats, notamment pour les postes de travail :

- au niveau des carrières : masques à poussière, casques antibruit, chaussures de sécurité ;
- de terrassement : masques à poussière, bottes, etc … ;

- de maçonnerie, coffrage, ferraillage et soudure : gants, lunettes et bottes.

9.3.1.3 - Les spécifications liées aux sites de chantier

9.3.1.3.1 - Les travaux de terrassement

Les consignes d'arrosage des zones de terrassement seront rigoureusement observées. Les chantiers seront arrosés autant que la mission de contrôle l'exigera, et surtout les tronçons de pistes traversant des cours d'eau et des villages.

9.3.1.3.2 - Le chargement, le transport et le dépôt des matériaux de construction

Lors de l'exécution des travaux, les Entrepreneurs adjudicataires des marchés de travaux devront prendre les mesures nécessaires :

- pour limiter la vitesse des véhicules (25 km/h à plein et 35 km/h à vide) sur le chantier et les routes non revêtues par l'installation de panneaux de signalisation adéquats et :
  - ✓ par la présence permanente de porteurs de drapeaux sur les chantiers, et
  - ✓ par des contrôles inopinés sur les routes reliant les chantiers aux carrières, aux zones d'emprunt et aux gîtes de dépôt;
- pour que les camions soient chargés de manière à éviter les pertes de matériaux au cours du transport;
- pour faire arroser régulièrement les voies de circulation non revêtues traversant des zones habitées;
- pour prévoir dans la mesure du possible des déviations par des pistes ou voies existantes;
- pour assurer le maintien d'un accès permanent aux habitations riveraines des chantiers.

9.3.1.3.3 - L'ouverture de zones d'emprunt et de gîtes de dépôt

L'ouverture de zones d'emprunt et de gîtes de dépôt est réglementée par les lois en vigueur au niveau du pays, et le suivi de leur application est effectué par les Directions Régionales du M/EATDD.

Les Entrepreneurs devront demander les autorisations prévues à la Direction Générale des Carrières (DG/C) du M/EATDD pour créer les zones d'emprunt et les gîtes de dépôt prévus pour les lots de chaque composante. Leur implantation devra autant que faire se peut éviter les terrains cultivés, pour ne pas avoir à effectuer des expropriations pour cause d'utilité publique.

Au moins un mois avant le début de l'exploitation de la zone d'emprunt ou du gîte de dépôt, les Entrepreneurs devront présenter à l'ANPE un Cahier des Charges des mesures environnementales, qui proposera le programme d'exploitation du site en fonction du volume à extraire ou à stocker au cours des travaux, avec en particulier :

- une justification du choix des sites, de manière à ce qu'ils ne gênent pas l'écoulement normal des eaux ;
- la liste des travaux prévus pour les protéger contre l'érosion ;
- le mode opératoire retenu pour limiter au strict minimum la surface à découvrir et pour préserver et protéger tout végétal de qualité présent.

9.3.1.3.4 - Les prélèvements d'eau

Lors de l'exécution des travaux, l'Entrepreneur devra, lorsqu'il envisage de prélever l'eau au niveau des points d'eau à utilisation multiples (activités domestiques, pastorales, etc ...), en demander l'autorisation aux différents utilisateurs. Cette concertation permettra de prévenir les conflits liés à l'usage.

Les pompes utilisées devront être en bon état de fonctionnement, afin d'éviter les fuites de carburant et/ou d'huiles susceptibles de polluer l'eau affectée à la consommation humaine et animale.

Tous les déversements ou rejets d'eaux usées, d'hydrocarbures et de polluants de toutes natures seront formellement interdits sur le sol, dans les eaux de surface et dans les puits.

9.3.1.3.5 - La protection de la faune et de la flore aux alentours des chantiers

Les Entrepreneurs devront protéger toute végétation et culture qui ne gêne pas les travaux. Pour ce faire, ils veilleront à bien baliser les espaces à préserver, particulièrement les formations végétales et les écosystèmes à protéger.

Au cours des travaux d'excavation et de terrassement, les Entrepreneurs devront faire protéger les racines des végétaux désignés jusqu'à la ligne d'égouttement, afin qu'elles ne soient ni déplacées, ni endommagées.

Dès le démarrage des chantiers, les Entrepreneurs devront identifier des repreneurs des déchets végétaux (fourrage, bois de service, bois de chauffe, etc ...) parmi les populations riveraines. Ces déchets ne pourront en effet être brûlés sur les chantiers, sauf autorisation expresse du responsable environnemental et social du Maître d'Œuvre en en cas d'absence de repreneur constatée.

Les Entrepreneurs devront également prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer la surveillance et la protection contre les incendies, selon les directives qui leur auront été fournies par la Sécurité Civile.

9.3.1.4 - Les spécifications pour le maintien en parfait état des sites de chantiers

9.3.1.4.1 - L'hygiène, la propreté des chantiers et de la base vie et la prévention des pollutions

Les dispositions utiles seront insérées dans le règlement intérieur des diverses Entreprises adjudicataires des travaux. Le règlement interne mentionnera entre autres :

- l'interdiction d'enfouir de déchets et des matériaux de rebut sur le chantier ;
- l'interdiction d'évacuer des matériaux de rebut ou de matériaux volatils (essences minérales, diluants pour l'huile ou la peinture), en les déversant sur le sol ou dans les cours d'eau ;
- l'obligation d'une collecte régulière des déchets liquides des chantiers et des bases-vie, et de leur élimination par des méthodes appropriées et utilisées en la matière.

Les Entrepreneurs seront tenus de prendre toutes les dispositions utiles pour éviter que les abords des chantiers ne soient souillés par la poussière, les boues, les déblais, ou tout autre matériau provenant des travaux, et d'éviter la formation de tas ou de monticules dont la présence entraverait les ruissellements naturels.

Les Entrepreneurs seront «également tenus de limiter les bruits de chantier susceptibles d'importuner gravement les riverains, soit par une durée exagérément longue, soit par leur prolongation en dehors des heures normales de travail. Dans la perspective de réduire au minimum les gênes induites pour les

riverains, toutes les opérations sources de bruit devront faire l'objet d'un accord avec l'Ingénieur avant d'être entamées, pour :

- le contrôle du niveau du bruit de la machinerie lourde ;
- une réalisation des travaux uniquement aux heures d'activités régulières autorisées par la réglementation nationale.

Toute manipulation de substances dangereuses devra être exécutée sous surveillance, et leur entreposage sera réalisé dans des récipients étanches placés dans des aires d'entreposage sécurisées, à l'épreuve des intempéries et verrouillées. Le contrôle de l'inventaire des substances présentes sera effectué régulièrement.

9.3.1.4.2 - L'utilisation et la remise en état des zones d'emprunt et gîtes de dépôt temporaires

A la fin des travaux, les Entrepreneurs feront exécuter les aménagements nécessaires à la remise en état de tous les sites qu'ils auront utilisés temporairement au cours des travaux. Ces remises en état comprendront :

- le régalage des matériaux de découverte puis des terres végétales, afin de faciliter la percolation de l'eau, et l'enherbement et les plantations prescrits;
- le rétablissement des écoulements naturels antérieurs ;
- l'aménagement de fossés de garde, afin d'éviter l'érosion des terres régalées ;
- l'aménagement de fossés de récupération des eaux de ruissellement et la conservation de la rampe d'accès, si la carrière est déclarée utilisable pour le bétail ou par les riverains ou si elle peut servir d'ouvrage de protection contre l'érosion ;
- la remise en état du milieu naturel entourant le site, y compris des plantations prescrites.

Après la mise en état conformément aux prescriptions, un procès-verbal de conformité sera dressé.

9.3.1.4.3 - Les dispositions relatives à l'utilisation d'une carrière préexistante

Les Entrepreneurs veilleront pendant l'exécution des travaux :

- à la préservation des arbres lors du gerbage des matériaux ;
- à la réalisation des travaux de drainage nécessaires pour protéger les matériaux mis en dépôt ;
- à la préservation des plantations délimitant la carrière.

A la fin des interventions, un procès-verbal de l'état des lieux sera dressé.

9.3.2 - LES MESURES DE MITIGATION DES IMPACTS DE LA LIBÉRATION DES EMPRISES DES CHANTIERS

Ces mesures dépendent seulement des caractéristiques du Projet, car elles doivent permettre d'indemniser les résidents, employés et exploitants expropriés lors de la libération des emprises des sites de chantier, des infrastructures et des équipements du Projet.

9.3.2.1 - Les moyens d'indemniser le bâti et les terres expropriés

Tous les biens immeubles inclus dans l'emprise des deux tronçons restants vont devoir être expropriés selon les termes de la loi n°2003-26 du 14 avril 2003 portant refonte de la législation relative à

l'expropriation pour cause d'utilité publique, qui a modifié et complété la loi n° 76-85 du 11 aout 1976 et qui est présentée dans le § A1.2 de l'annexe 1 au présent document.

9.3.2.1.1 - Les termes de la loi n°2003-26 relative à l'expropriation pour cause d'utilité publique

Nous allons maintenant présenter le contenu de cette loi pour les bâtiments d'habitation ou d'exploitation, tandis que pour les terrains agricoles, ses procédures ont été enrichies de l'expérience française en matière d'implantation d'autoroutes ou de lignes de Train à Grande Vitesse, qui non seulement touche l'exploitation par la perte de terres agricoles, mais la déstructure par la coupure de son parcellaire : toutes ces perturbations constatées ont depuis longtemps conduit les Autorités françaises à entamer dans les périmètres ruraux touchés par de tels projets linéaires une procédure de remembrement, qui permet d'éviter de voir certains exploitants complètement lésés alors que des voisins plus chanceux ne sont pas du tout concernés.

Les quatre commissions régionales « de reconnaissance et de conciliation » vont être chargée de procéder a la reconnaissance de la situation légale et matérielle des immeubles a exproprier au vu d'un dossier élaboré par la Direction Générale des Ponts et Chaussées (DGPC) du M/EHAT et comportant les documents et les études concernant le projet a réaliser, ainsi que toutes les enquêtes effectuées concernant l'immeuble à exproprier, les ayant-droits et autres titulaires de droits existants sur l'immeuble.

9.3.2.1.1.1 - Le premier round de négociations

Conformément à l'article 11 de cette loi, les quatre commissions régionales vont ordonner à la DGPC de procéder a la publicité de l'intention d'exproprier après avoir rassemble les données réelles et techniques y afférentes. Outre des moyens de communication audio et écrits, cette publicité passera par l'affichage et le dépôt aux sièges de chaque gouvernorat, de chaque délégation et de chaque direction régionale des domaines de l'Etat et des affaires foncières pour une période d'un mois :

- d'une liste descriptive comportant les noms des propriétaires ou présumés tels ;
- des plans parcellaires de tous les biens immeubles a exproprier établi par l'Office de la Topographie et de la Cartographie (OTC), par un géomètre ou tout autre organisme dûment habilite a cet effet.

Chaque commission régionale convoquera à son siège les propriétaires ou présumés tels, en vue d'arriver à un accord sur le montant de la valeur des biensà exproprier. Cette valeur sera évaluée au vu de deux rapports, l'un établi par l'expert de l'Etat, l'autre par un expert inscrit sur la liste des experts judiciaires que les ayant-droits ou certains d'entre eux auront choisi.

La DGPC sera ensuite tenue par la valeur fixée par chaque commission régionale au vu du rapport motivé qu'elle aura établi. Les ayant-droits doivent informer la commission de leur acceptation ou refus de ladite valeur.

9.3.2.1.1.2 - La suite du travail de conciliation en cas d'opposition d'un ayant-droit reconnu

Toute personne prétendant avoir un droit sur les immeubles à exproprier sera admise à faire opposition motivée entre les mains de la commission concernant, soit l'existence de l'utilité publique, soit l'aspect pétitoire.

En ce cas, la commission régionale procèdera aux enquêtes nécessaires en convoquant les opposants par la voie administrative au moins huit jours à l'avance. Ils seront entendus, ainsi que tous les autres intéressés, et leurs observations seront consignées dans un procès-verbal établi par la commission. Celle-ci examinera le bien-fondé de ces oppositions après avis de la DGPC, puis ordonnera à cette dernière de réaliser les plans de morcellement définitifs des biens immeubles à exproprier partiellement, et les plans

définitifs des biens immatriculés, et ce, par le biais de l'office de la topographie et de la cartographie, du géomètre ou tout autre organisme dûment habilité à cet effet. A cette fin, la DGPC pourra requérir les ordonnances judiciaires nécessaires en vue de pouvoir accéder à toutes les parties de l'immeuble à exproprier.

Le décret d'expropriation, accompagné des plans de morcellement définitifs ou des plans définitifs selon les cas, sera publié au Journal Officiel de la République Tunisienne et fait mention de l'accomplissement de ces formalités.

La DGPC adressera alors une copie de ce décret d'expropriation, avec copie des plans de morcellement définitifs ou des plans définitifs, aux quatre gouverneurs territorialement compétents aux fins d'affichage du texte du décret au siège des gouvernorats, des délégations et de la direction régionale des domaines de ('Etat et des affaires foncières, ainsi que pour permettre aux intéressés de prendre connaissance du plan précité et du montant de l'indemnité fixée conformément a l'article II (nouveau) de la présente loi.

L'expropriant adresse aussi les mêmes documents à l'exproprié et à tout autre ayant-droit lié à l'immeuble dont les droits sont inscrits, par lettre recommandée avec accusé de réception.

Si la commission de reconnaissance et de conciliation n'arrive pas à un accord entre l'expropriant et les expropriés, ou s'il y a litige sur le fond du droit ou la qualité des requérants, l'indemnité d'expropriation pour cause d'utilité publique sera fixée par voie judiciaire. Elle sera alors de la compétence des juridictions de l'ordre judiciaire avec ses différents degrés prévus au code de procédure civile et commerciale : elles relèvent en premier ressort de la compétence du tribunal de première instance du lieu de situation des immeubles expropriés ; dans un délai de trois mois à compter de la première audience à laquelle a été désignée l'affaire, le tribunal prononce un jugement fixant l'indemnité d'expropriation, autorisant l'expropriant à prendre possession de l'immeuble exproprié après consignation de l'indemnité d'expropriation à la trésorerie générale de Tunisie et ordonnant le retrait de ladite indemnité dans les limites de la valeur fixée et compte tenu de la priorité des créanciers par rapport aux propriétaires. L'indemnité ainsi fixée est ensuite opposable à tous les ayant-droits éventuels, à quelque époque qu'ils se manifestent.

Le règlement des indemnités d'expropriation relatives à un bien en cours d'immatriculation peut intervenir, même s'il n'a pas encore été statué définitivement sur la réquisition d'immatriculation. Dans ce cas, il est procédé à la consignation de l'indemnité au profit des ayant-droits, qui ne peut être retirée que par celui en faveur duquel a été prononcé le jugement d'immatriculation. Par la suite :

- si l'immatriculation est prononcée, Ie décret d'expropriation est inscrit sur le registre foncier conformément aux dispositions de l'article 36 (nouveau) de la présente loi ;
- si la réquisition d'immatriculation est rejetée, l'indemnité est fixée conformément aux dispositions applicables aux immeubles non immatriculés.

9.3.2.1.2 - Les budgets d'indemnisation des expropriations du bâti

Le **Tableau 311** suivant présente les niveaux d'indemnisation moyens des trois types de bâtiments expropriés pour libérer l'emprise autoroutière, à savoir les logements, les bâtiments d'exploitation et réservoirs pour l'irrigation et les abris d'équipements.

Tableau 309 : Niveaux d'indemnisation moyens du bâti exproprié pour libérer l'emprise autoroutière

Type de bâti	Logements s	Bâtiments d'exploitation	Abris d'équipements
Coût en DT /m²	1 000	600	35

A partir des données du **Tableau 67** de la page 148 et du Tableau 311 précédent, le **Tableau 310** suivant répartit les 1,5 M.DT d'indemnisations à verser pour le bâti exproprié par délégation et par gouvernorat.

Tableau 310 : Répartition des indemnisations du bâti exproprié pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	Logements s	Bâtiments d'exploitation	Abris d'équipements	ENSEMBLE	Valeur /m²
Mohamedia	30 000	74 400	0	**104 400**	678
Mornag	0	0	6 300	**6 300**	350
BEN AROUS	**30 000**	**74 400**	**6 300**	**110 700**	**644**
Bir M'cherga	88 000	0	25 550	**113 550**	705
El Fahs	73 000	33 000	0	**106 000**	828
En-Nadhour	89 000	0	7 700	**96 700**	871
Saouaf	68 000	15 000	3 150	**86 150**	845
Zaghouan	0	0	0	**0**	0
ZAGHOUAN	**318 000**	**48 000**	**36 400**	**402 400**	**802**
Alaa	0	0	6 300	**6 300**	350
Chbika	295 000	0	8 750	**303 750**	949
Haffouz	32 000	0	0	**32 000**	1 000
Hajeb El Ayoun	282 000	130 200	1 750	**413 950**	821
Kairouan Nord	0	0	0	**0**	0
Sbikha	0	6 600	7 000	**13 600**	439
KAIROUAN	**609 000**	**136 800**	**23 800**	**769 600**	**850**
Jelma	204 000	0	4 900	**208 900**	958
SIDI BOUZID	**204 000**	**0**	**4 900**	**208 900**	**958**
TOTAL	**1 161 000**	**259 200**	**71 400**	**1 491 600**	**830**

On voit que:

- les indemnisations totales sont élevées dans les trois délégations où la plateforme exproprie une grande surface de bâti, à savoir Hajeb El Ayoun, Chbika et Jelma;
- les indemnisations par m² sont élevées dans les trois délégations où la plateforme exproprie essentiellement des logements, à savoir Chbika, Haffouz et Jelma.

La **Figure 204** suivante permet de répartir entre les trois types de bâtiments le montant des indemnisations des bâtiments expropriés définitivement pour permettre la libération de l'emprise de la future plateforme autoroutière.

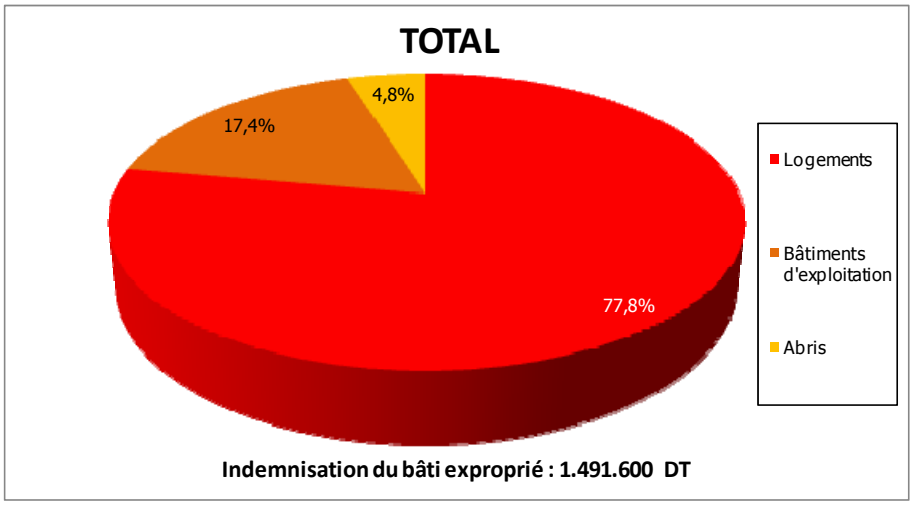


Figure 204 : Répartition des indemnisations du bâti exproprié définitivement pour libérer l'emprise

On voit que ces indemnisations concerneront essentiellement des logemnts, et qu'elles représenteront au final 1,5 M.DT, soit un surcoût de 0,13% au coût global de l'infrastructure estimé à 1.190 M.DT.

La **Figure 205** suivante permet de comparer la répartition de ces indemnisations du bâti exproprié dans les quatre gouvernorats entre les trois types de bâtiments.

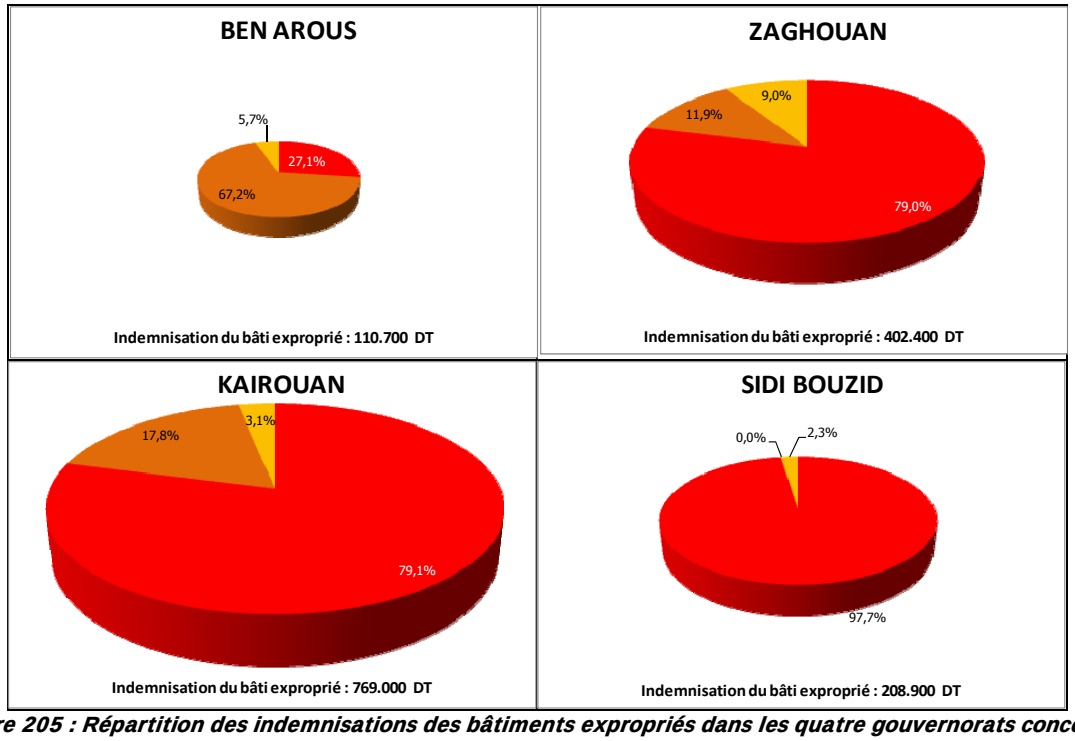


Figure 205 : Répartition des indemnisations des bâtiments expropriés dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que ces indemnisations concerneront essentiellement des bâtiments d'exploitation dans le gouvernorat de Ben Arous, et des logements dans les gouvernorats de Zaghouan, de Kairouan et de Sidi Bouzid.

9.3.2.1.3 - Les budgets d'indemnisation des expropriations de la SAU des exploitations agricoles

A partir des revenus nets moyens agro-pastoraux dégagés à l'hectare dans chaque gouvernorat sur les terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière qui ont été présentés dans le **Tableau 228** de la page 455, le **Tableau 311** suivant présente les niveaux d'indemnisation moyens des terrains à vocation agro-pastorale expropriés pour libérer l'emprise autoroutière.

Tableau 311 : Niveaux d'indemnisation moyens des terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Gouvernorats	Grandes régions agricoles	Terres nues irriguées	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts
Ben Arous	Dorsale tunisienne nord	66 000	165 000	19 200	47 500	7 500	24 000
Zaghouan	Dorsale tunisienne sud	60 000	139 500	18 400	45 600	7 000	22 750
Kairouan	Plaine de Kairouan	66 000	144 000	15 200	41 000	6 000	20 000
Sidi Bouzid	Basses Steppes	54 000	127 000	12 000	35 000	4 000	16 000

A partir des données des **Tableau 75** de la page 162 et **Tableau 311** précédent, le **Tableau 312** répartit les indemnisations à verser par délégation et par gouvernorat.

Tableau 312 : Répartition des indemnisations des terres expropriées pour libérer l'emprise autoroutière

Délégations & GOUVERNORATS	Terre nue irriguée	Plantations irriguées	Cultures pluviales	Plantations pluviales	Parcours	Forêts	ENSEMBLE	Valeur /ha
Mohamedia	729 222	0	730 150	129 336	10 438	0	**1 599 146**	29 573
Mornag	1 029 143	0	12 792	36 048	51 715	0	**1 129 697**	46 231
BEN AROUS	**1 758 365**	**0**	**742 942**	**165 384**	**62 153**	**0**	**2 728 844**	**34 758**
Bir M'cherga	98 861	0	2 469 447	402 686	146 602	0	**3 117 597**	18 515
El Fahs	377 862	0	874 498	947 371	272 969	1 601	**2 474 301**	20 179
En-Nadhour	332 920	1 862 873	773 735	1 290 942	58 038	0	**4 318 508**	38 845
Saouaf	0	141 008	60 901	124 995	77 271	0	**404 175**	20 983
Zaghouan	275 085	0	863 761	227 664	19 551	0	**1 386 061**	22 749
ZAGHOUAN	**1 084 727**	**2 003 880**	**5 042 344**	**2 993 659**	**574 432**	**1 601**	**11 700 643**	**24 257**
Alaa	0	0	45 767	156 065	0	0	**201 832**	25 291
Chbika	77 077	272 327	1 095 923	1 258 025	165 770	0	**2 869 121**	19 704
Haffouz	95 474	213 889	697 940	1 687 054	66 800	0	**2 761 157**	22 519
Hajeb El Ayoun	0	589 252	594 198	1 013 690	66 590	0	**2 263 729**	25 413
Kairouan Nord	164 907	0	113 431	723 993	0	0	**1 002 331**	30 623
Sbikha	665 122	5 416 987	1 443 565	928 121	0	3 002	**8 456 795**	45 132
KAIROUAN	**1 002 580**	**6 492 454**	**3 990 822**	**5 766 948**	**299 160**	**3 002**	**17 554 966**	**29 988**
Jelma	0	132 440	360 652	204 388	12 849	0	**710 329**	16 779
SIDI BOUZID	**0**	**132 440**	**360 652**	**204 388**	**12 849**	**0**	**710 329**	**16 779**
TOTAL	**3 845 672**	**8 628 775**	**10 136 761**	**9 130 378**	**948 593**	**4 602**	**32 694 781**	**27 507**

On voit que les indemnisations par hectare sont élevées dans les trois délégations où la plateforme traverse des zones irriguées et des plantations, à savoir Mornag, En-Nadhour et Sbikha.

La **Figure 206** suivante permet de répartir entre les grands types de culture le montant des indemnisations des terres agro-pastorales expropriées définitivement pour permettre la libération de l'emprise de la future plateforme autoroutière.

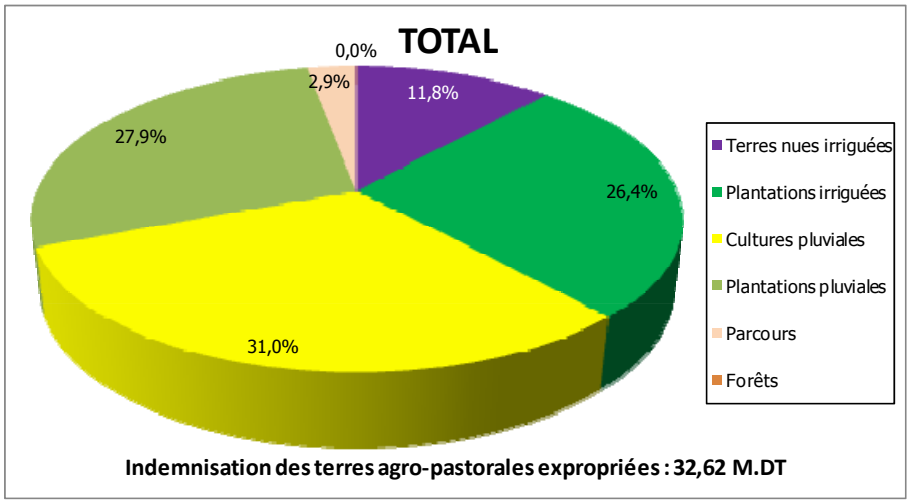


Figure 206 : Répartition des indemnisations de la SAT expropriée définitivement pour libérer l'emprise

On voit que ces indemnisations concerneront essentiellement des plantations pluviales et irriguées et des terres nues cultivées en pluvial, et qu'elles représenteront au final 32,7 M.DT, soit un surcoût de 2,7% au coût global de l'infrastructure estimé à 1.190 M.DT.

La **Figure 207** suivante permet de comparer la répartition de ces indemnisations des terres agro-pastorales expropriées dans les quatre gouvernorats entre grands types de culture.

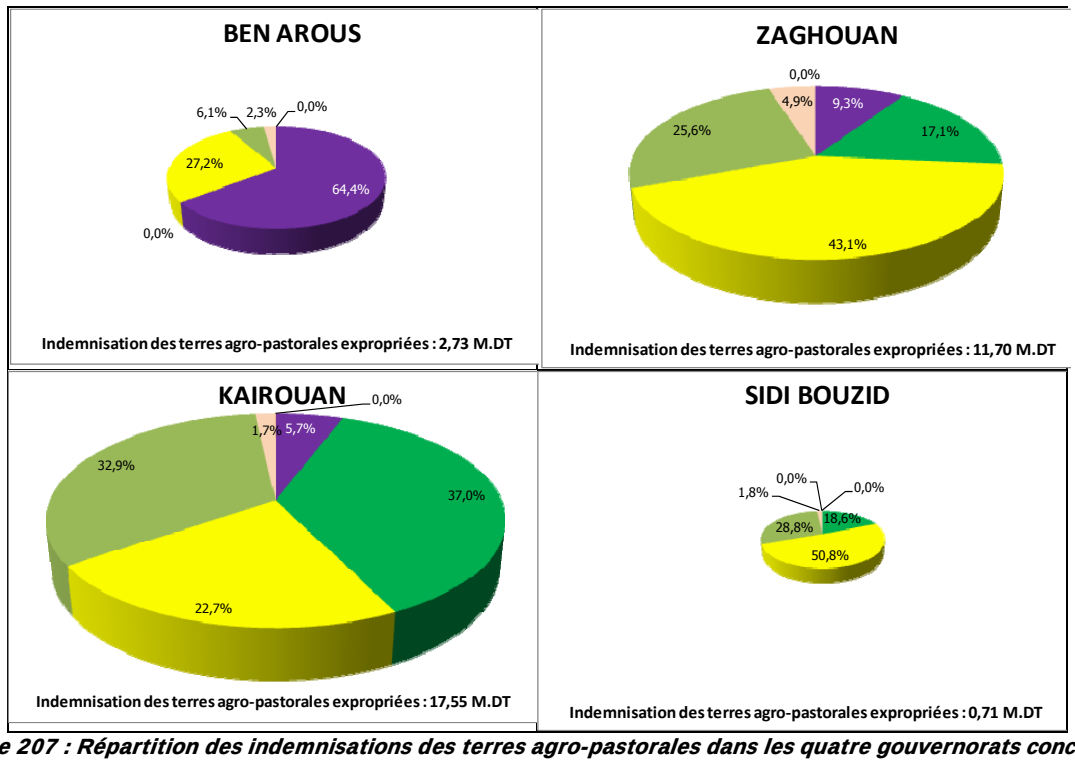


Figure 207 : Répartition des indemnisations des terres agro-pastorales dans les quatre gouvernorats concernés

On voit que ces indemnisations concerneront essentiellement des terres nues cultivées en irrigué dans le gouvernorat de Ben Arous, des terres nues cultivées en pluvial dans les gouvernorats de Zaghouan et de Sidi Bouzid, et des plantations pluviales et irriguées dans le gouvernorat de Kairouan.

9.3.2.2 - Les moyens d'atténuer ou de compenser les impacts sur les exploitations agricoles

En dehors des habituelles opérations d'indemnisation, les PAP de ce tronçon prioritaire ppurraient bénéficier de diverses mesures pour atténuer ou compenser les impacts sur les exploitations agricoles affactées. On a vu que la totalité des emprises définitives et provisoires est prélevée sur des zones agro-pastorales, et que c'est donc ce secteur qui subira les impacts négatifs les plus significatifs. En effet les impacts dûs à la consommation d'espace et à la coupure au niveau de l'exploitation agricole peuvent être compensés par des mesures annexes visant à faciliter la réinstallation des exploitants sur des superficies viables ou favorisant leur reconversion.

Faute d'une vraie jurisprudence en Tunisie, nous proposons de prendre exemple sur le Code rural français, qui a eu depuis soixante ans à atténuer les impacts d'expropriations pour cause d'utilité publique au profit d'infrastructures linéaires (autoroutes, puis TGV), qui se sont révélées fort déstructurantes pour les divers milieux ruraux traversés.

9.3.2.2.1 - Les moyens d'atténuer les impacts de l'installation sur les activités agro-pastorales

L'article R.352-2 du Code rural français prévoit que « *doit être en principe considérée comme gravement déséquilibrée toute exploitation agricole qui, du fait des expropriations, répond à l'une au moins des conditions ci-après :*

- *un bâtiment essentiel à la vie de l'exploitation est exproprié et ne peut être reconstruit ;*
- *le pourcentage des terres expropriées représente une valeur de productivité supérieure à 35% au sens de l'article L. 123-4 ;*
- *le pourcentage des terres expropriées représente une valeur de productivité supérieure à 10% et la surface restante est inférieure à la surface minimum mentionnée à l'article L. 312-5 ;*
- *il est impossible, en poursuivant l'exploitation, de couvrir normalement les charges non réductibles subsistant après l'expropriation.* »

9.3.2.2.1.1 - L'intérêt d'un aménagement foncier

Dans le cadre des opérations foncières en Tunisie, les Autorités régionales pourraient opter pour un aménagement foncier à la charge de l'AFA, au moins pour les terres agricoles touchées (périmètres irrigués, olivaies, et peut-être même grandes cultures). Une fois le déclassement des terres agro-pastorales concernées effectif et donc son périmètre d'intervention défini, l'AFA devra déterminer le mode d'aménagement envisageable, la nécessité ou non d'inclure l'emprise de l'ouvrage dans le périmètre d'aménagement et enfin les intentions de réalisation de travaux connexes.

Lorsqu'une proposition d'aménagement foncier aura été établie, l'AFA organisera alors l'ensemble des procédures nécessaires à la mise en œuvre de l'opération d'aménagement foncier retenue. Selon l'expérience française en la matière, trois cas de figures peuvent se présenter :

- l'absence d'aménagement foncier,
- l'aménagement avec exclusion-restructuration uniquement, et enfin
- l'aménagement avec inclusion de l'emprise, restructuration et répartition des prélèvements

9.3.2.2.1.1.1 - L'absence d'aménagement foncier : ni restructuration, ni répartition des prélèvements.

Dans ce cas de figure très souvent pratiqué en Tunisie jusqu'à présent, l'emprise est acquise directement par le maître d'ouvrage de l'infrastructure, à l'amiable ou par expropriation et aucun aménagement foncier n'est réalisé.

Dans le premier cas, il négocie avec les propriétaires et exploitants concernés et leur verse les indemnités correspondantes. Dans le deuxième cas, la commission régionale d'expropriation statue sur la valeur des indemnités à verser.

9.3.2.2.1.1.2 - L'aménagement avec exclusion-restructuration uniquement

L'acquisition de l'emprise est opérée de la même manière que dans le cas précédent, mais un aménagement foncier est effectué dans un périmètre défini par l'AFA de part et d'autre de l'emprise du projet, à l'exclusion de celle-ci.

Le maître d'ouvrage finance les opérations d'aménagement foncier el les travaux connexes de rétablissement des voiries et de la circulation des eaux, qui sont directement liés à l'implantation et à la réalisation du tronçon autoroutier. L'aménagement foncier permet :

- de remédier à l'effet de coupure, notamment en regroupant autant que possible les terres d'un même propriétaire et d'un même exploitant d'un seul côté de l'emprise et en reconstituant des dessertes adaptées à la nouvelle situation ;
- de réduire dans le cadre de la réalisation d'un nouveau plan parcellaire les effets de déformation des parcelles situées juste en bordure de l'emprise.

9.3.2.2.1.1.3 - L'aménagement avec inclusion de l'emprise, restructuration et répartition des prélèvements

Cette solution est encore plus intéressante pour limiter les impacts, mais elle est nettement plus difficile à mettrre en œuvre car elle nécessite de délimiter un périmètre d'aménagement foncier d'une superficie au moins égale à vingt fois celle de l'emprise du projet.

Le prélèvement foncier induit par l'aménagement est alors partagé par chacun des propriétaires au prorata des surfaces initialement possédées dans ce périmètre d'aménagement, Ainsi, chaque propriétaire et par conséquent chaque exploitant, sera ponctionné d'au maximum 5% de la surface qu'il possédait dans le périmètre d'aménagement foncier

Une association foncière d'aménagement foncier agricole (et forestier s'il y a lieu) est constituée, qui deviendra, à l'issue de la procédure d'aménagement foncier, propriétaire des terres prélevées à chaque propriétaire (moyennant versement d'une indemnité) et regroupées sur l'emprise du projet d'infrastructure. L'emprise elle-même sera alors rétrocédée au maître d'ouvrage de l'infrastructure.

La procédure d'aménagement foncier étant assez longue, le maître d'ouvrage peut demander une mise en possession anticipée de l'emprise afin de pouvoir commencer ses travaux, contre versement d'indemnités de privation de jouissance aux ayants-droit. Le maître d'ouvrage financera également les opérations d'aménagement foncier et les travaux connexes dans la mesure de l'impact Induit

Dans le cadre de cette procédure d'aménagement et dans le contexte tunisien, les collectivités territoriales et l'Etat pourraient apporter des terres domaniales, afin de limiter le prélèvement de terres privées. De plus, par acquisition de terres libres à la vente ou éventuellement par préemption, l'AFA peut progresivement constituer des réserves foncières qui seront replacées sur l'emprise lors de l'aménagement foncier Si la couverture de l'emprise est alors totale, il n'y aura aucun prélèvement sur les propriétaires prvés situés dans le périmètre.

9.3.2.2.1.2 - La reconversion et la réinstallation d'exploitants agricoles

En-dehors de la nécessité d'une réinstallation ou d'une reconversion, les propriétaires et exploitants touchés par le projet bénéficieront d'indemnités financières visant à compenser l'intégralité des

préjudices matériels et économiques subis. Pour cela, des protocoles d'accord seront établis à la suite d'une concertation entre le maître d'ouvrage, les services fiscaux, L'UTAP et les services des CRDAs concernés. Encore une fois, nous proposons de s'inspirer du Code rural français, dont :

- l'article L.352-1 prévoit l'obligation pour le maitre d'ouvrage de « remédier aux dommages causés en participant financièrement à l'installation, sur des exploitations nouvelles comparables, des agriculteurs dont l'exploitation aurait disparu ou serait gravement déséquilibrée ou, s'ils l'acceptent, à la reconversion de leur activité » ;

  l'article R.352-3 du code rural indique qu' « au moment où le maître de l'ouvrage fait ses offres d'indemnisation à chacun des exploitants touchés par l'expropriation, il l'invite par lettre recommandée avec demande d'avis de réception, à lui faire connaître, dans un délai qui ne peut être inférieur à deux mois, s'il sollicite pour ce qui le concerne l'application de l'article L. 352-1, soit au titre d'une installation sur une exploitation nouvelle, soit en vue d'une reconversion d'activité ». Le maître d'ouvrage participe alors financièrement à la réinstallation des exploitants.
- l'article R.352-11 indique que « les exploitants concernés peuvent demander une indemnité financière au maître d'ouvrage pour leur reconversion ».
- l'article R.152-13 précise que « si l'exploitant est propriétaire et si son exploitation est gravement déséquilibrée du fait de l'expropriation, le maître de l'ouvrage peut. si la demande lui en est faite, acquérir à un prix fixé à l'amiable la partie restante de l'exploitation. en vue de la céder à d'autres exploitants, à la société d'aménagemenl foncier et d'établissement rural ou à la société d'aménagement régional ».

Les indemnités prévues, qui seront définies dans le cadre d'un protocole d'expropriation tel que décrit pour les bâtiments au § précédent, seront basées sur les valeurs suivantes :

- le prix d'acquisition des terrains (valeur vénale fixée par le ministère des Domaines de l'Etat suivant le marché foncier local) ;
- une indemnité de réemploi (destinée à couvrir l'acquisition d'un bien de même nature) ;
- une indemnité d'éviction et, le cas échéant, de perte de récolte, pour l'exploitant ;
- des indemnités accessoires lorsqu'elles sont justifiées : coupure, dépréciation du surplus, allongement de parcours, installations particulières, etc …

Pour les arboriculteurs expropriés en particulier, ces indemnités devront permettre à ces exploitants :

- de réacquérir des terrains agricoles à vocation arboricole ;
- de réinstaller les spéculations arboricoles qui les intéressent et pour lesquelles ils ont les compétences techniques ;
- de couvrir les besoins en revenu de leur ménage pendant les années précédant l'entrée en production de ces nouvelles plantations.

9.3.2.2.2 - Les mesures préconisées pour les impacts aux équipements d'exploitation agricole

Suivant les caractéristiques des sites traversés, la réalisation du projet donnera lieu à la mise en œuvre de mesures spécifiques visant à réduire, supprimer ou compenser l'impact du projet sur un certain nombre d'équipements liés à l'exploitation agricole.

- les réseaux d'irrigation (conduites, bornes, etc …) ou de drainage interrompus par le projet seront rétablis en liaison avec l'arrondissement GR des deux CRDAs, en tenant compte des réorganisations

foncières issues des éventuelles opérations d'aménagement foncier organisées par l'Agence Foncière Agricole (AFA) ;

- les parcelles contractualisées touchées par l'emprise, comme des parcelles d'oliveraie certifiée « Agriculture Biologique » ou ayant passée un contrat type « Contrat d'Agriculture Durable », donneront lieu à une indemnisation à hauteur du préjudice subi par l'oléiculteur[35].

9.3.2.3 - Le récapitulatif de la mitigation de l'installation des chantiers sur le milieu socio-économique

Le **Tableau 313** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts de l'installation des chantiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu socio-économique.

Tableau 313 : Matrice de l'atténuation des impacts de l'installation des chantiers sur le milieu socio-économique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Expropriation des bâtiments inclus dans l'emprise	Au niveau des emprises de la plateforme et des chantiers	Application de la loi n° 2003-26 du 14 avril 2003 pour le respect des droits des expropriés pour cause d'utilité publique	Vérification de l'application des procédures règlementaires par la DG/PC	Commissions régionales de reconnaissance et conciliation
Déclassement des terres irriguées couvertes par l'emprise	Au niveau des parcelles de périmètres irrigués décrétés recouvertes par la plate-forme autoroutière et sur 20 mètres de part et d'autre	Décret de déclassement de ces zones d'interdiction Opération d'aménagement foncier pour assurer la réinstallation des irrigants sur des parcelles irriguées aménagées en compensation Indemnisations		Directions Régionales de l'AFA
Déclassement des terres agro-pastorales couvertes par l'emprise	Au niveau de la plate-forme autoroutière, et sur 20 mètres de part et d'autre	Arrêté de déclassement de ces zones de protection Opération d'aménagement foncier pour éviter la déstructuration des exploitations situées de part et d'autre de l'emprise Indemnisations Aide à l'installation ou à la reconversion		
Deux sites patrimoniaux touchés	Au niveau de l'emprise de la plateforme	- Lancement préalable de fouilles préventives	- Avant le début des travaux	- RE des Entreprise - RE du MOD - INP

9.3.3 - LES MESURES DE MITIGATION DES IMPACTS DES TRAVAUX

Ces mesures dépendent à la fois des caractéristiques du Projet et de chaque situation de l'état initial des milieux naturel et humain concernés. Elles doivent toutes permettre :

- de chercher à intégrer les aménagements et les ouvrages dans le paysage naturel ;
- de recruter prioritairement les populations riveraines et régionales pour participer aux travaux ;
- de limiter les risques d'érosion des sols et de pollution des eaux souterraines ;
- de remettre en état les emprises provisoires des chantiers à la fin des travaux ;
- de limiter les impacts sur la faune et la flore.

[35] *Il serait bon d'envisager dans un tel cas, non plus une simple procédure d'indemnisation, mais une vraie procédure de réinstallation. Cette opération impliquerait alors une véritable opération de remembrement du domaine agricole environnant l'emprise, et se déroulerait sous la férule de l'AFA, après que cet organisme sous tutelle du M/ARH est intégré cette action dans son programme prioritaire annuel.*

9.3.3.1 - La limitation des impacts des travaux sur le milieu physique

9.3.3.1.1 - Les moyens d'atténuer la pollution de l'air et le réchauffement climatique global pendant les travaux

9.3.3.1.1.1 La limitation des dégagements de poussières pendant les travaux

La limitation des émissions de poussières pendant les travaux consistera principalement à :

- arroser par temps sec les pistes utilisées par tous les camions de transport (agrégats, remblais, ciments, etc …) aux droits des travaux et près des znes habitées ;
- à limiter la vitesse des véhicules de chantier, mesure qui doit être prescrite dans le règlement intérieur des Entreprises ;
- à entreposer les ciments livrés en sacs dans un local fermé ;
- à utiliser des camions toupies pour livrer les bétons pour la réalisation des grands ouvrages en béton ou en maçonnerie prêts à l'emploi.

En outre, on a vu que le maître d'œuvre devra vérifier que les exploitants qui fournissent les chantiers en produits de carrières ne commettent aucune infraction liées aux méthodes et aux moyens qu'ils utiliseront dans l'exploitation de leurs carrières, ainsi qu'à ses conséquences et aux résidus qu'elle génère.

En 12 mois dans le sud-est tunisien, environ 240 jours nécessitent un arrosage complémentaire de sécurité environnementale. En 30 mois, cela fera un total de 600 jours d'arrosage. A raison d'environ 200 DT en régie, cet arrosage représentera un coût de 120.000 DT.

9.3.3.1.1.2 La limitation des émissions de polluants et du réchauffement climatique global pendant les travaux

Pendant les travaux, le CCTP du DAO devra obliger les Entrepreneurs à rechercher la limitation des émissions de gaz toxiques et de CO_2 :

- par le choix de carrières équipées un concasseur, ce qui permettra en gros de diviser par deux les émissions dues au transport des matériaux de carrière ;
- par l'obligation systématique pour les Entreprises de suivre les recommandations suivantes :
  - ✓ faire passer à tous leurs véhicules le contrôle technique aux intervalles recommandés, pour s'assurer qu'ils respectent bien les normes d'émissions règlementaires en vigueur ;
  - ✓ effectuer un entretien préventif régulier (révisions périodiques) et bien documenté de tous les équipements afin de fonctionner le plus proprement possible : machinerie, groupes électrogènes, véhicules de chantier et véhicules de transport : en particulier tous leurs éléments filtrants (filtres à huile, à gas-oil et à air) sont remplacés suivant les intervalles de temps ou de kilométrage recommandés par leurs constructeurs ;
  - ✓ équiper tous les moteurs de la machinerie et des véhicules de silencieux, afin de limiter leurs émissions sonores sous les limites règlementaires imposées aux sources mobiles ;
  - ✓ équiper tous les conteneurs à déchets solides et domestiques de couvercles étanches et de sacs plastique à l'intérieur, pour éviter les émanations d'odeurs nauséabondes aux alentours.

9.3.3.1.2 - Les moyens de diminuer la pollution des sols pendant les travaux

L'ensemble des impacts temporaires dus aux travaux de construction sont très localisés dans l'espace, aux alentours des sites de chantiers et des carrières utilisées chantiers et sont temporaires. Ils peuvent être écartés :

- en imposant aux Entreprises dans le CCTP du DAO des mesures de gestion drastiques de toutes les sources de pollution, et en particulier des précautions pour le stockage de produits nocifs sur place ;
- en surveillant la bonne mise en oeuvre de ces mesures par les Entreprises et leurs sous-traitants pendant toute la durée des chantiers de travaux.

9.3.3.1.2.1 - La délimitation des aires de chantier et leur signalisation

Au démarrage des travaux et afin de réduire toute incidence inutile sur les sols, le CCTP du DAO exigera que les Entreprises réalisent la préparation du terrain en délimitant physiquement par bornage (piquet, tôle, etc ...) afin de les matérialiser:

- les voies principales de circulation ;
- les limites des aires d'activités à l'intérieur desquelles les travaux seront effectués, qui comprennent :
  - ✓ les aires de déchargement des matières premières,
  - ✓ les aires de stockage des matières premières,
  - ✓ l'aire pour la centrale à béton, qui comprendra une sous-aire de stockage de ciment et une sous-aire pour l'unité de fabrication du béton, qui sera située à proximité de l'aire de déchargement,
  - ✓ les aires de stockage des matériaux semi-finis, et
  - ✓ les aires de stockage des matériaux pré-fabriqués ;
- les limites des aires de parking pour les engins de chantier, situées à proximité des aires d'activités ;
- les limites de l'aire de stockage du gas-oil située à proximité des parkings, où sera installé un réservoir sous forme de bac confiné à double paroi qui devra être installé selon les règles de l'Art ;
- les limites des aires d'installations temporaires de chantier, qui comprennent :
  - ✓ les aires de transit,
  - ✓ les aires de stationnement pour les employés,
  - ✓ les magasins,
  - ✓ une base vie-roulotte avec installations électriques, service téléphone et internent, sanitaires, etc …,
  - ✓ une loge de gardien, et
  - ✓ les conteneurs ou le local doté d'un système de collecte temporaire des déchets solides *in situ*.

9.3.3.1.2.2 – La prévention des pollutions pendant les travaux

Le CCTP du DAO contraindra les Entreprises à prévoir les procédures les plus utiles pour prévenir les risques de pollution des sols en situation normale d'exploitation :

- le stockage des produits potentiellement polluants, du type gas-oil et huile moteur, sera limité au maximum sur les bases-chantier, et leur rejet dans le milieu naturel sera prohibé : elles devront être collectées et évacuées par la filière spécialisée dans le traitement des déchets dangereux ;
- les opérations d'entretien (nettoyages, vidanges, maintenances préventives et réparations) des véhicules des Entreprises autres que les engins de chantier sera interdit sur les bases-chantier et devront être effectuées dans les stations-services les plus proches ;
- la révision préalable de tous les véhicules des Entreprises devra être prouvée au démarrage des activités de chantier, car elle permet de diminuer les risques de défaillance technique et tout accident éventuel ;
- tous les véhicules des Entreprises, poids lourds et véhicules légers, devront en permanence pouvoir justifier d'un contrôle technique à jour ;
- la gestion spécifique de chaque catégorie de produit dangereux devra être assurée en respectant les consignes de protection de l'environnement : toutes les substances non naturelles ne devront pas être rejetées dans le mileu naturel, mais devront être envoyées vers la filière de retraitement appropriée conformément à la réglementation.

Le CCTP du DAO devra contraindre les Entreprises à prévoir les équipements les plus utiles pour prévenir les risques de pollution des sols en situation normale d'exploitation :

- la sous-aire spécifique pour l'entreposage et la manutention des produits polluants au niveau des aires de stockage des matières premières et des produits semi-finis devra être équipée des fûts appropriés et d'aires de rétention d'un volume suffisant ;
- la sous-aire spécifique pour l'entretien des engins de chantier, qui sera prévue au niveau des aires des aires de parking, sera suffisamment étanche et sera dotée d'un système de drainage périphérique raccordé à une bâche de rétention pour la récupération des produits polluants.

Le CCTP du DAO devra enfin contraindre les Entreprises à élaborer un plan d'alerte en cas de fuite ou de déversement de polluants, qui sera mis en œuvre en cas d'accident dans les délais les plus courts possibles. Ce Plan prévoira en particulier qu'en cas de pollution, la zone souillée :

- devra être immédiatement recouverte de matériaux à très fort taux d'absorption, du type sciure de bois, puis
- sera ensuite décapée et évacuée vers la décharge de Jradou.

9.3.3.1.3 - Les moyens d'éliminer tout effet des travaux sur les eaux

9.3.3.1.3.1 Une bonne gestion des rejets liquides des bases-chantier

Afin d'éviter le lessivage des eaux usées et protéger les nappes superficielles concernées, le CCTP du DAO devra contraindre les Entreprises à prévoir un système d'évacuation adéquate des eaux usées vannes et domestiques du personnel du chantier, en équipant les bases-chantier de systèmes d'assainissement autonome mobile sous forme de cabinets d'aisance munis :

- soit d'une fosse septique étanche vidangeable, cette vidange devant alors être effectuée par des entreprises spécialisées,
- soit d'un bac de stockage qui sera évacué à la fin des travaux au moment de la remise en état des bases-vie.

9.3.3.1.3.2 - Les moyens d'éliminer l'effet de l'édification des dix ponts sur les écoulements interceptés

Les ouvrages hydrauliques de la future infastructure ayant été dimensionnés pour évacuer les crues centenales, seule la phase des travaux peut impacter l'écoulement des eaux de surface. Pour éliminer cet impact, le CCTP du DAO devra contraindre les Entreprises :

- à proposer dans leur PAE des procédures simples pour une bonne gestion des eaux de process, des eaux usées des bases-chantiers et des eaux de lavage des stations d'entretien des véhicules de l'Entreprise déchets, et plus particulièrement pour le mode d'exploitation des installations de pré-traitement ;
- à réaliser une étude d'exécution à part des ouvrages provisoires éventuellement nécessaires pour le maintien de la débitance du lit de l'oued en détournant tout ou partie de l'écoulement hors du lit naturel de l'oued concerné lorsque la construction d'un d'ouvrage d'art a nécessité un barrage partiel de ce lit pour permettre l'édification "à sec" d'une portion ou de l'intégralité de cet ouvrage ;
- à réaliser le chantier de construction plutôt en saison sèche pour mieux assurer la sécurité :
  - ✓ des employés travaillant à l'édification dudit ouvrage d'art ;
  - ✓ des populations vivant à son amont et susceptibles de subir les impacts d'une inondation en cas de sous-dimensionnement de cet ouvrage provisoire ;
  - ✓ des populations vivant à l'aval de l'ouvrage et susceptibles de subir les impacts catastrophiques d'une inondation en cas de rupture de cet ouvrage provisoire.

9.3.3.1.3.3 - Les moyens d'atténuer la pollution des ressources en eau de surface et souterraine pendant les travaux

Toutes les mesures envisagées auparavant pour limiter les émissions atmosphériques et la pollution des sols réduisent automatiquement les retombées de polluants sur les sols. De plus, on a vu que cette pollution nouvelle affectant des zones exclusivement rurales et actuellement non polluées, pourra être considérée en situation « normalisée » comme négligeable.

Le CCTP du DAO devra obliger les Entrepreneurs à prévoir le confinement des opérations d'entretien et de maintenance des véhicules sur des surfaces imperméabilisées, avec :

- collecte des eaux pour déshuilage avant leur rejet, et
- récupération des huiles usagées dans des containers transférés vers des unités de retraitement sous contrat avec les Entreprises adjudicataires des travaux.

9.3.3.1.4 –Les moyens de limiter la pollution des écosystèmes pendant les travaux

Le CCTP du DAO exigera des Entreprises que leur PAE propose les procédures simples pour une bonne gestion des déchets, et plus particulièrement pour un suivi soigneux du mode de collecte, de stockage et de transfert des déchets dangereux.

En effet, la loi n°96-41 du 10 juin 1996 précise que la minimisation des Déchets Industriels et Spéciaux (DIS), qui doit être réalisée à travers des mesures d'optimisation de la production, à l'occasion de l'achat et de l'usage du produit, mais aussi après son usage lorsqu'il est devenu un déchet, est de la responsabilité des producteurs. La **Figure 208** suivante présente les trois approches qui peuvent être suivies pour limiter la productions de déchets, et en particuliers de déchets dangereux.

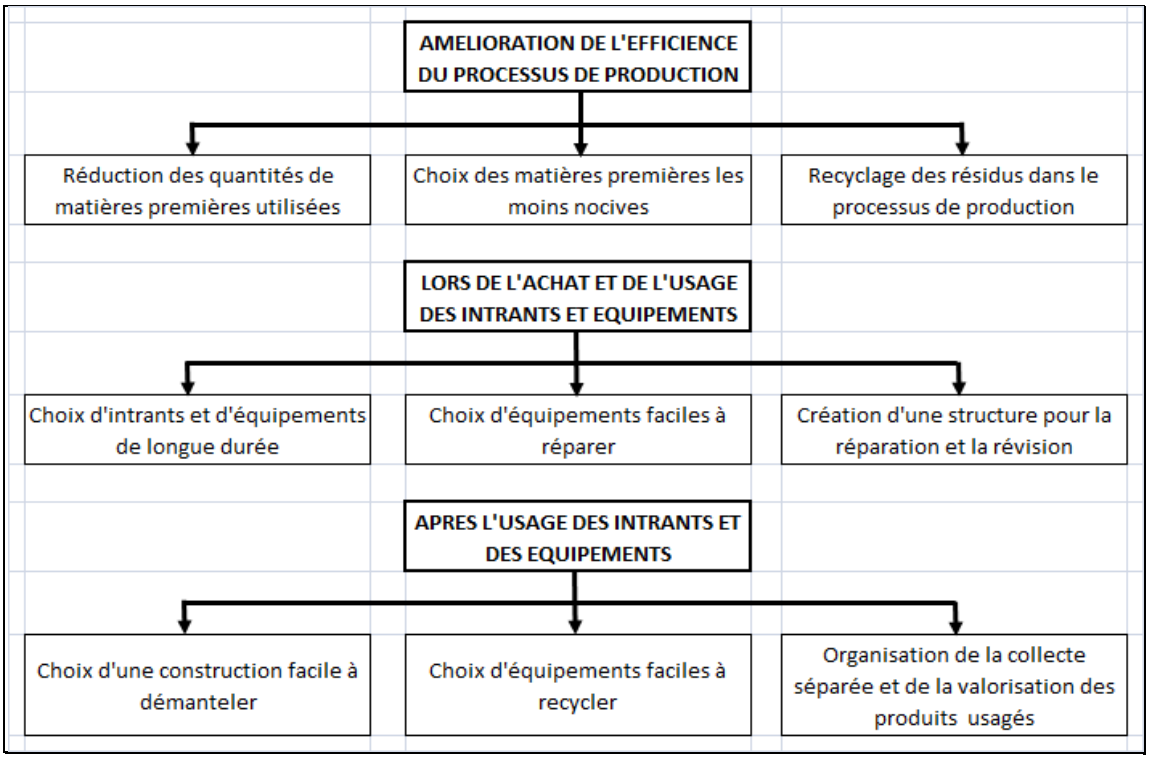


Figure 208 : Trois approches pour la réduction des déchets par les Entreprises de travaux

Les Entreprises et leurs sous-traitants doivent donc en tant que producteurs de déchets :

- considérer pendant la phase de la conception des produits comment faciliter leur valorisation ou leur élimination propre;
- prendre des mesures préventives pour limiter la quantité et la nocivité:
  - ✓ des déchets provenant de la production, mais aussi
  - ✓ des déchets qui proviennent de l'usage des produits ou des produits abîmés.

9.3.3.1.4.1 - Une bonne gestion de leurs matières premières par les Entreprises

9.3.3.1.4.1.1 - L'organisation du stockage des matières premières

Il s'agit de dimensionner les capacités de stockage interne en fonction des quantités consommées, équiper le stockage des moyens techniques du premier secours, de la protection des travailleurs, d'extinction de feu et de rétention des eaux d'extinction de feu.

Un plan de stockage des matières dangereuses doit être tenu à jour, avec un suivi et une documentation de la procédure interne, par exemple pour les mélanges admissibles, pour la séparation nécessaire à cause de la réactivité et pour le choix des emballages appropriés. En effet et dans la mesure du possible, les règles de compatibilité suivantes sont à respecter :

- séparer lors du stockage les acides et les bases doivent
- éviter de stocker ensemble des produits inflammables et nocifs / irritants car ces derniers deviennent alors réellement dangereux après réaction ;

- séparer lors du stockage les produits toxiques ou très toxiques des autres produits, en les stockant dans un local ou dans une armoire fermée à clé, seul un nombre limité de personnes formées aux risques liés à ces produits pourra pénétrer dans ce local.

Il comportera la localisation précise des différentes classes de produits ainsi qu'un registre des stocks tenu à jour permet, en cas de fuite ou d'incendie, de connaître rapidement la nature des produits stockés et des quantités.

9.3.3.1.4.1.2 - Le suivi du flux des matières premières

Les matières premières doivent être étiquetés suivant la règlementation des matières dangereuses (dans la majorité des cas identifiables par les feuilles de sécurité des produits, sinon par une analyse des composants dangereux), avec choix du code approprié et des caractéristiques de risque comme matière dangereuse, en signalant ces risques sur l'étiquetage les récipients.

9.3.3.1.4.2 - Une bonne gestion de leurs déchets par les Entreprises

9.3.3.1.4.2.1 - L'organisation du stockage sélectif des déchets

Il s'agit de dimensionner les capacités de stockage interne en fonction des quantités produites, équiper le stockage des moyens techniques du premier secours, de protection des travailleurs, d'extinction de feu et de rétention des eaux d'extinction de feu.

La gestion de ces déchets étant réglementée selon leur nature, le CCTP du DAO doit obliger les Entreprises à trier leurs déchets, surtout que le risque de leur abandon sur place à la fin des travaux est écarté puisque les Entreprises doivent consacrer la dernière étape de leurs chantiers au nettoyage des lieux et à leur remise en état. Les déchets doivent être regroupés suivant le plan de traitement prévu en interne, ou la filière d'évacuation envisagée vers une unité de traitement ou de stockage externe. Ce tri des déchets permet de séparer :

- les déchets inertes, dont la valorisation est recommandée, ne génèrent aucun impact significatif si leur collecte respecte des règles minimales de gestion du chantier et n'aboutit à aucun rejet anarchique ;
- les ordures ménagères en provenance de l'activité humaine sur les chantiers ne doivent pas poser de problèmes majeurs, du moment où elles sont collectés et mises à la portée des agents municipaux de collecte des déchets ;
- les déchets classés comme dangereux par leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques sont les huiles, les graisses, les carburants, les apprêts, les peintures, les batteries, les engrais, les pesticides, les solvants pour le nettoyage des composants, etc .... Ils doivent être transférés vers l'unité nationale de traitement des déchets dangereux de Jradou.

Il suffit d'ailleurs que les Entreprises comprennent que le tri de leurs déchets leur permet de minimiser à la fois :

- leurs coûts, puisqu'il consiste à séparer les déchets dangereux à haut risque des autres déchets qui sont moins chers à éliminer, par exemple dans les décharges contrôlées, et

- leurs risques, puisqu'il permet en particulier de séparer les différents types de déchets dangereux qui pourraient inter-réagir[36] et provoquer un impact plus grave sur l'environnement en cas d'accident (explosion, émanation de gaz toxiques, etc ...).

9.3.3.1.4.2.2 - Une bonne gestion des déchets dangereux

La Tunisie a enregistré au cours des dernières décennies une croissance économique importante. Celle-ci s'est traduite en particulier par une forte croissance des quantités de déchets industriels et spéciaux (DIS). Les études réalisées sur le sujet estiment à 150.000 tonnes la quantité annuelle des déchets provenant des activités industrielles dans les différents secteurs, hormis le phosphogypse et les déchets des mines.

Les huiles usées non chlorées, qui en constituent une grande partie, sont recyclées dans une installation de raffinage à Bizerte.

Pour traiter les autres déchets industriels, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable a mis sur pied un programme spécial comprenant la réalisation et la gestion par l'Agence Nationale de Gestion des déchets (ANGED) :

- d'une unité nationale de traitement de ces déchets située à Jradou, dans le gouvernorat de Zaghouan, et
- de trois centres de stockage et de transfert (IRST), un au nord à Bizerte, un au Centre à Sfax et un au sud à Gabès. sont traitables à Jradou.

Le CCTP du DAO donnera obligation aux Entreprises et à leurs sous-traitants d'élaborer un programme de gestion des déchets dangereux pour qu'ils soient éliminés selon les normes en vigueur et, pour aucun motif, ne soient jamais mélangés aux autres déchets. Les Entreprises devront:

- faire réaliser la collecte, l'entreposage temporaire, le transport et l'élimination finale de leurs déchets dangereux par des firmes possédant toutes les autorisations nécessaires.
- s'assurer auprès de leurs sous-traitants produisant des résidus classés comme substances dangereuses qu'ils seront :
  - ✓ collectés, et non dispersés dans l'environnement ou jetées avec les déchets ordinaires ;
  - ✓ entreposés dans un lieu spécifique prévu à cet effet ;
  - ✓ manipulés avec tout équipement requis pour leur manutention en toute sécurité : siphon, pompe, contenants étanches et fermés, équipements de protection individuel (EPI : gants, lunettes , etc …) ;
  - ✓ évacués régulièrement vers le site de traitement adéquat.

9.3.3.1.4.2.3 - Une bonne gestion des déchets inertes et des déchets ménagers et assimilés (banals)

Les déchets domestiques de chantiers sont constitués essentiellement par des emballages, des contenants en plastique, des papiers, des résidus de table, du verre, , etc ... La rationalisation de la gestion de ces déchets concernera les huit bases-chantier des huit lots par section de tracé ou les dix bases-chantier des dix lots par type de travaux. Une bonne gestion environnementale de ces matières résiduelles pendant toute la période des chantiers permettra de limiter la dégradation de leur environnement visuel.

[36] *Des produits incompatibles ne doivent pas être associés à une même capacité de rétention.*

En ce qui concerne la collecte des déchets domestiques, le CCTP du DAO obligera les Entreprises en phase de chantiers, et le contrat de concession obligera la STA et les gestionnaires des futurs équipements de service en phase d'exploitation :

- à éviter tout déversement de déchets solides en dehors des endroits qu'ils auront affectés à cet effet ;
- à les collecter régulièrement en respectant les mesures qui seront édictées par l'ANGeD en matière de temps, de conditionnement et de tri sélectif de ces ordures ménagères.
- à assurer elles-mêmes le transfert de leurs déchets vers le site le plus proche, centre de transfert ou décharge contrôlée.

Le **Tableau 168** de la page 320 a présenté la liste des décharges contrôlées et des centres de transfert opérationnels à ce jour le long de la nouvelle infrastructure autoroutière, et le **Tableau 169** de la page 320 la liste des décharges contrôlées et le nombre de centres de transfert qui pourraient être opérationnels au moment du démarrage des travaux le long de la nouvelle infrastructure autoroutière.

La **Carte 67** de la page 321 a quant à elle présenté la localisation de ces installations où évacuer ordures ménagères et déchets inertes des chantiers des huit lots par section de tracé ou des dix lots par type de travaux.

9.3.3.1.5 - La remise en état des sites d'usage temporaire des Entreprises

Le CCTP des DAO incluera l'obligation pour les Entreprises d'assurer la remise en état de tous leurs sites temporaires de chantier, bases-chantier, zones d'emprunt et gîtes de dépôt après travaux. En conséquence, ces coûts seront inclus dans le marché des Entreprises, au titre de leur PAE.

On a vu au § 6.1.4.2 que les surfaces des bases-chantiers ne dépendent pas du type de structure de chaussée, alors que les surfaces des zones d'emprunt et des gîtes de dépôt après travaux en dépendent. Ainsi, levolume de ces coûts dépendra du choix de la structure de chaussée retenue dans l'étude du DAO.

9.3.3.1.5.1 - La remise en état des sites d'usage temporaire dans la variante de base de structure en Graves-ciment

Le **Tableau 314** suivant détaille les 8,77 millions de dinars de remise en état de ces 1.238,9 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de base de structure de chaussée en Graves-Ciment entre les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 314 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 8 lots avec la structure en Graves-ciment

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6,0	90 000	104,2	937 800	64,1	480 750	**174,3**	**1 508 550**
	2	Zaghouan - Al Fahs	7,7	115 500	68,9	620 100	3,1	23 250	**101,8**	**758 850**
	3	Al Fahs - Ennadhour	7,4	111 000	17,0	153 000	77,7	582 750	**206,2**	**846 750**
	4	Ennadhour - Sbikha	4,1	61 500	82,1	738 900	35,4	265 500	**165,8**	**1 065 900**
	5	Sbikha - Kairouan	6,8	102 000	143,6	1 292 400	26,0	195 000	**183,1**	**1 589 400**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**415,8**	**3 742 200**	**206,3**	**1 547 250**	**831,2**	**5 769 450**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	7,6	114 000	86,8	781 200	38,6	289 500	**181,5**	**1 184 700**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	9,3	139 500	97,9	881 100	7,2	54 000	**118,7**	**1 074 600**
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,7	40 500	70,3	632 700	9,6	72 000	**107,5**	**745 200**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**255,0**	**2 295 000**	**55,4**	**415 500**	**407,7**	**3 004 500**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**670,8**	**6 037 200**	**261,7**	**1 962 750**	**1 238,9**	**8 773 950**

A partir de ce **Tableau 68**, on a pu dresser le **Tableau 69** suivant qui détaille les 8,77 millions de dinars de remise en état des 1.238,9 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de base de structure de chaussée en Graves-Ciment entre les trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 315 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 3 lots avec la structure en Graves-ciment

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	21,1	316 500	190,1	1 710 900	144,9	1 086 750	**482,3**	3 114 150
	A2	Ennadhour - Kairouan	10,9	163 500	225,7	2 031 300	61,4	460 500	**348,9**	2 655 300
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**415,8**	**3 742 200**	**206,3**	**1 547 250**	**831,2**	**5 769 450**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	19,6	294 000	255,0	2 295 000	55,4	415 500	**407,7**	3 004 500
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**255,0**	**2 295 000**	**55,4**	**415 500**	**407,7**	**3 004 500**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**670,8**	**6 037 200**	**261,7**	**1 962 750**	**1 238,9**	**8 773 950**

9.3.3.1.5.2 - La remise en état des sites d'usage temporaire dans la variante de structure en EME

Le **Tableau 314** suivant détaille de la même manière les 8,27 millions de dinars de remise en état de ces 1.223,0 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de structure de chaussée en EME entre les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 316 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 8 lots avec la structure en EME

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6,0	90 000	87,4	786 538	65,0	487 228	**158,4**	**1 363 766**
	2	Zaghouan - Al Fahs	7,7	115 500	66,7	600 024	3,1	23 501	**101,8**	**739 026**
	3	Al Fahs - Ennadhour	7,4	111 000	10,1	91 102	78,9	591 855	**206,2**	**793 957**
	4	Ennadhour - Sbikha	4,1	61 500	74,9	674 514	36,1	270 722	**165,8**	**1 006 736**
	5	Sbikha - Kairouan	6,8	102 000	135,2	1 216 735	26,5	198 524	**183,1**	**1 517 260**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**374,3**	**3 368 914**	**209,6**	**1 571 830**	**815,3**	**5 420 745**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	7,6	114 000	79,0	710 574	39,4	295 366	**181,5**	**1 119 940**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	9,3	139 500	92,0	828 371	7,4	55 743	**118,7**	**1 023 614**
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,7	40 500	65,0	584 833	10,1	75 498	**107,5**	**700 831**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**236,0**	**2 123 778**	**56,9**	**426 607**	**407,7**	**2 844 385**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**610,3**	**5 492 692**	**266,5**	**1 998 437**	**1 223,0**	**8 265 129**

A partir de ce **Tableau 68**, on a pu dresser le **Tableau 69** suivant qui détaille les 8,27 millions de dinars de remise en état des 1.223,0 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de structure de chaussée en EME entre les trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 317 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 3 lots avec la structure en EME

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	21,1	316 500	164,2	1 477 664	147,0	1 102 584	**466,4**	**2 896 749**
	A2	Ennadhour - Kairouan	10,9	163 500	210,1	1 891 250	62,6	469 246	**348,9**	**2 523 996**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**374,3**	**3 368 914**	**209,6**	**1 571 830**	**815,3**	**5 420 745**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	19,6	294 000	236,0	2 123 778	56,9	426 607	**407,7**	**2 844 385**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**236,0**	**2 123 778**	**56,9**	**426 607**	**407,7**	**2 844 385**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**610,3**	**5 492 692**	**266,5**	**1 998 437**	**1 223,0**	**8 265 129**

On voit que l'utilisation de cette variante de structure de chaussée en EME diminuera la surface des terrains utilisés temporairement de 1,3%, et les coûts de leur remise en état de 5,8%

9.3.3.1.5.3 - La remise en état des sites d'usage temporaire dans la variante de structure en Graves-bitume

Le **Tableau 314** suivant détaille les 8,09 millions de dinars de remise en état de ces 1.220,3 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de structure de chaussée en Graves-bitume entre les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 318 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 8 lots avec la structure en Graves-Bitume

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6,0	90 000	84,4	759 910	65,3	489 866	**155,7**	**1 339 776**
	2	Zaghouan - Al Fahs	7,7	115 500	65,7	591 511	3,1	23 501	**101,8**	**730 513**
	3	Al Fahs - Ennadhour	7,4	111 000	7,2	65 243	79,4	595 643	**206,2**	**771 886**
	4	Ennadhour - Sbikha	4,1	61 500	72,0	647 706	36,4	273 140	**165,8**	**982 346**
	5	Sbikha - Kairouan	6,8	102 000	131,7	1 185 196	26,7	200 111	**183,1**	**1 487 307**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**361,1**	**3 249 567**	**211,0**	**1 582 262**	**812,6**	**5 311 828**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	7,6	114 000	75,7	680 916	39,7	297 991	**181,5**	**1 092 907**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	9,3	139 500	89,8	808 550	7,5	56 537	**118,7**	**1 004 587**
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,7	40 500	62,8	564 808	10,3	77 015	**107,5**	**682 323**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**228,3**	**2 054 274**	**57,5**	**431 543**	**407,7**	**2 779 817**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**589,3**	**5 303 841**	**268,5**	**2 013 805**	**1 220,3**	**8 091 646**

A partir de ce **Tableau 68**, on a pu dresser le **Tableau 69** suivant qui détaille les 8,09 millions de dinars pour la remise en état des 1.220,3 ha de terrains utilisés temporairement par les Entreprises dans la variante de structure de chaussée en Graves-bitume entre les trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 319 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 3 lots avec la structure en Graves-bitume

TRON-ÇON	N	Lots	Bases-chantier		Zones d'emprunt		Gites de dépôt		ENSEMBLE	
			Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	1,50 DT /m²	Coût unit	0,90 DT /m²	Coût unit	0,75 DT /m²		
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	21,1	316 500	157,4	1 416 665	147,9	1 109 010	**463,7**	**2 842 175**
	A2	Ennadhour - Kairouan	10,9	163 500	203,7	1 832 902	63,1	473 251	**348,9**	**2 469 653**
	Ss-total Tunis - Kairouan		**32,0**	**480 000**	**361,1**	**3 249 567**	**211,0**	**1 582 262**	**812,6**	**5 311 828**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	19,6	294 000	228,3	2 054 274	57,5	431 543	**407,7**	**2 779 817**
	Ss-total Kairouan - Jelma		**19,6**	**294 000**	**228,3**	**2 054 274**	**57,5**	**431 543**	**407,7**	**2 779 817**
	Total lot prioritaire		**51,6**	**774 000**	**589,3**	**5 303 841**	**268,5**	**2 013 805**	**1 220,3**	**8 091 646**

On voit que l'utilisation de cette variante de structure de chaussée en Graves-bitume diminuera la surface des terrains utilisés temporairement de 1,5%, et les coûts de leur remise en état de 7,8%.

9.3.3.1.6 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts des travaux sur le milieu physique

Le **Tableau 320** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts des travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa projeté sur le milieu physique.

Tableau 320 : Matrice de l'atténuation des impacts des travaux sur le milieu physique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Pollution de l'air	Sur tout le linéaire et durant toute la durée des chantiers	- Arrosages des pistes et des zones d'emprunt - Couverture du chargement des camions de transport	- Arrosages quotidiens - Avant chaque trajet	- RE des Entreprises - RE du MOD
Diminution du débit des écoulements interceptés	Eaux de surface	- Réalisation d'ouvrage provisoire pour maintenir la débitance des lits des écoulements interceptés - Rédaction d'un Plan d'urgence	- Avant le démarrage de la construction de l'ouvrage d'art	- RE des Entreprises - RE du MOD
Pollution de l'eau	Zones sensibles à l'aval (nappes phréatiques, 3 retenues de barrage)	- Rédaction d'un Plan d'urgence - Contrôle des chantiers pour éviter toute forme de rejet	- Vérification régulière par le l'application des procédures	- RE des Entreprises - RE du MOD - DG/BGTH - DG/RE
Érosion hydrique	Zone sensible à l'érosion à l'aval des ouvrages de traversée	- Stabilisation des terrains par des ouvrages en gabion	- Vérification des travaux de gabionnage	- RE des Entreprises - RE du MOD
Gestion des déchets dangereux	Bases-chantier, zones d'emprunt et gîtes de dépôt	- Organisation de l'évacuation des déchets solides dangereux vers le Centre de traitement de Jradou	- Vérification mensuelle des contrats de transport et du site de stockage de ces déchets dangereux	- RE des Entreprises - RE du MOD
Gestion des déchets solides	Bases-chantier, zones d'emprunt et gîtes de dépôt	- Organisation de l'évacuation des déchets solides non dangereux vers le Centre de transfert ou la décharge contrôlée la pls proche	- Vérification des contrats de transport et des zones de stockage des déchets solides	- RE des Entreprises - RE du MOD
Gestion des déchets liquides	Bases-chantier, zones d'emprunt et gîtes de dépôt	- Installation de puits perdus, de surfaces imperméabilisées et de procédures pour récupérer les épandages accidentels de liquides	- Vérification des travaux de construction de ces ouvrages et des procédures mises en place	- RE des Entreprises - RE du MOD
Remise en état des sites d'usage temporaire	Bases-chantier, zones d'emprunt et gîtes de dépôt	- Remblaiement - Remise en place de la terre végétale	- Surveillance rapprochée des travaux de remise en état	- RE des Entreprises - RE du MOD

9.3.3.2 – Les mesures de limitation des impacts des travaux sur le milieu biologique

9.3.3.2.1 – La préservation de la biodiversité pendant les travaux

Si l'étude du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a déjà pris en compte la localisation précise des enjeux écologiques les plus importants, la préservation de la biodiversité de la zone sous l'influence directe de l'emprise autorouroutière nécessite de prendre plusieurs mesures et recommandations durant les phases de préparation et de chantier :

- les opérations de débroussaillage seront aussi limitées aux besoins directs des travaux (emprise de l'autoroute, zones de dépôt, etc …) ;
- les emprunts de matériaux devront être réalisés, à chaque fois que cela est possible, dans des zones de faible couvert végétal ;
- dans les zones de grand déblai où les terrassements se font à la verticale, ces travaux se feront avec la mise en place d'ouvrages de soutènement des talus qui pourront abriter un important couvert végétal.

Comme mesures de compensation de l'impact des opérations de déboisement, de débroussaillage et de terrassement sur le milieu biologique, il faut prévoir le reboisement de toutes les zones déboisées ou débroussaillées, et le semis des plantes de strates herbacées dès la fin des travaux de chaque zone de chantier, qui ont été pris en compte dans les coûts de remise en état.

Quant aux opérations de végétalisation des talus de la plateforme autoroutière et de ses annexes, le **Tableau 321** suivant détaille les 2,90 millions de dinars de végétalisation de ces 644,5 ha de talus autoroutier entre les huit lots par section de tracé du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 321 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 8 lots avec la structure en Graves-ciment

TRONÇON	N	Lots	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	0,450 DT /m²
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	122,0	549 191
	2	Zaghouan - Al Fahs	34,3	154 350
	3	Al Fahs - Ennadhour	121,5	546 962
	4	Ennadhour - Sbikha	87,2	392 224
	5	Sbikha - Kairouan	91,4	411 290
	Sous-total Tunis - Kairouan		**456,4**	**2 054 017**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	90,1	405 599
	7	Haffouz - Oued Zéroud	48,9	220 254
	8	Oued Zéroud - Jelma	49,0	220 583
	Sous-total Kairouan - Jelma		**188,1**	**846 436**
Total lot prioritaire			**644,5**	**2 900 453**

A partir de ce **Tableau 321**, on a pu dresser le **Tableau 322** suivant qui détaille les les 2,90 millions de dinars de végétalisation de ces 644,5 ha de talus autoroutier entre les trois lots de terrassement par type de travaux du futur tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 322 : Coûts de la remise en état des terrains utilisés temporairement dans les 3 lots avec la structure en Graves-ciment

TRONÇON	N	Lots	Surf (ha)	Coût
			Coût unit	0,450 DT /m²
Tunis - Kairouan	A1	Tunis –Ennadhour	277,9	1 250 502
	A2	Ennadhour - Kairouan	178,6	803 515
	Sous-total Tunis - Kairouan		**456,4**	**2 054 017**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	188,1	846 436
	Sous-total Kairouan - Jelma		**188,1**	**846 436**
Total lot prioritaire			**644,5**	**2 900 453**

9.3.3.2.2 – L'atténuation du risque de collision et de la mortalité animale pendant les travaux

On a vu que le trafic des camions de transport qui apportent les matières premières aux bases-chantier, évacuent les déblais non réutilisés sur la plateforme autoroutière vers les gîtes de dépôt et évacuent les produits semi-finis des bases-chantier vers l'emprise autoroutière va engendrer les risques de collision et de mortalité animale. Il suffira pour diminuer ce risque de mortalité animale que le CCTP du DAO recommande aux Entreprises :

- de limiter la vitesse des camions voyageant à pleine charge à 30 km /h, et celle des camions vides à 50 km /h ;
- de responsabiliser leurs chauffeurs utilisés par des séances de sensibilisation après leur embauche ;
- de contrôle der qualité de leur respect des consignes par l'installation de tachymètres-enregistreurs ou de GPS dans tous les camions.

De plus, la **Carte 106** de la page 448 a montré qu'une portion en déblai du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa traverse sur plus de 2,2 km des parcours forestiers en les segmentant segmentant autour du PK92 entre les échangeurs de Haffouz et Hajeb El Ayoun, et la **Carte 107** de la page 449 qu'une autre portion en déblai isole sur plus de 2,1 km des parcours forestiers situés de part et d'autre autour du PK92 après l'échangeur de Sbikha. Il faudra donc envisager d'y réaliser, avant que les travaux ne les concernent, des missions de comptage des passages d'animaux, qui pourraient être effectuées sous la forme :

- de missions de spécialistes de l'OTED, ou
- de travaux de pfe d'étudiants en écologie des Ecoles Supérieures d'Agronomie ou d'étudiants en environnement des Ecoles Supérieures d'Ingénieurs ou des facultés des Sciences.

9.3.3.2.3 – L'atténuation de la modification du paysage pendant les travaux

Dans un but initial d'atténuation de l'impact de l'installation sur les paysages, le CCTP du DAO devra obliger les Entreprises et leurs sous-traitants :

- à ne pas dépasser 10% de surfaces supplémentaires aux emprises des zones de chantier utilisées pour faciliter la manœuvre de véhicules de chantier ;
- à prévoir le reboisement de toutes ces zones à la fin des travaux sur leur zone de chantier.

9.3.3.2.4 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts des travaux sur le milieu biologique

Le **Tableau 323** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts des travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu biologique.

Tableau 323 : Matrice de l'atténuation des impacts des travaux sur le milieu biologique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Diminution de la biodiversité	Sur toutes les zones naturelles traversées par les emprises et les véhicules de chantier	- Gestion adéquate des chantiers pour limiter les émissions de poussières pouvant se fixer sur les feuilles des plantes et au niveau des voies respiratoires de la faune - Gestion adéquate des chantiers pour empiéter au minimum hors emprise	- Vérification de l'application des procédures	- RE des Entreprises - Contrôle des travaux
Risque de collision et mortalité animale	Tout le long des routes et pistes reliant les divers sites de chantier	- Respect des limites de vitesse par les chauffeurs grâce à l'installation de GPS ou de tachymètres enregistreurs dans les camions - Panneaux de signalisation préventifs	- Relevé des GPS ou des tachymètres des camions - Relevé de tous les accidents impliquant la faune	- RE des Entreprises - Contrôle des travaux
	Autour des PK92 et PK154+700	- Financement de missions OTED ou de pfe d'étudiants en écologie ou en environnement, pour repérer les zones de passage de faune	- Avant le début des travaux sur ces deux portions	- OTED

9.3.3.3 - Les mesures d'atténuation ou de compensation des impacts des travaux sur les populations riveraines

9.3.3.3.1 - Les moyens d'atténuer les dangers pendant les travaux pour les populations riveraines

Pour protéger les populations riveraines, le CCTP du DAO devra exiger des Entreprises qu'elles mettent en place toutes les mesures classiques de protection de l'environnement au niveau de sa base-chantier et de toutes ses zones de chantier, et notamment :

- l'interdiction de l'accès au site du chantier à toute personne étrangère au chantier pour éviter les risques d'accidents ;
- l'adoption de mesures de sécurité pour les visiteurs autorisés.

Le CCTP du DAO devra exiger des Entreprises qu'elles prennent toutes les mesures nécessaires pour :

- isoler les zones de chantier par rapport à l'extérieur :
  - ✓ en installant un accès gardé avec une barrière amovible,
  - ✓ en dressant une clôture inviolable autour des bases-chantier, et
  - ✓ en installant des clôtures avec signalisation réfléchissante autour de toutes les zones d'intervention ;
- assurer l'éclairage de nuit ;
- installer les panneaux conventionnels de signalisation et d'avertissement relatifs aux chantiers, portant notamment les indications suivantes : ZONE DE CHANTIER – ATTENTION SORTIE D'ENGINS LOURDS - VITESSE LIMITEE A 30 KM/H ;
- accorder une attention particulière aux conditions de sécurité des piétons et des véhicules par la mise en place de consignes de sécurité routière et le contrôle de leur respect par les chauffeurs de camions de transport qui peuvent être amenés à circuler dans des zones d'habitation, avec des consignes de limitation de vitesse :
  - ✓ à moins de 50 Km /h dans les agglomérations, et même
  - ✓ à moins de 30 Km /h à l'intérieur des quartiers et des voies étroites.

Enfin, toutes les mesures prises pour éviter toute contamination de l'air, des sols et des eaux vont s'avérer positives pour garantir la santé publique des populations riveraines. On peut citer :

- l'arrosage des zones de chantier et des pistes situées près de logements ;
- les limitations de vitesse et le bâchage des camions de transport ;
- une bonne gestion des engins de chantier par les huiles et les hydrocarbures ;
- une bonne gestion des matières dangereuses et des déchets solides ;
- l'enlèvement en fin du chantier des équipements, matériaux, et installations provisoires ;
- l'élimination des déchets dans des décharges autorisées, etc ...

9.3.3.3.2 - Les moyens de compenser la gêne visuelle des travaux

La dégradation des potentialités physiques des terres agro-pastorales situées aux environs immédiats du tracé et utilisées pour l'emprunt des matériaux de construction de la plate forme peut être évitée, moyennant :

- le décapage de la terre végétale superficielle et sa remise en place en fin des travaux ;
- un strict respect des limites des emprises des chantiers pour le dépôt des déblais et pour les manœuvres des engins de chantier limitera les surfaces dégradées par leur occupation provisoire.

De plus, les **Tableau 187** et **Tableau 188** des pages 411 et 412 ont montré que l'étude technique du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a prévu de

revégétaliser 442,2 ha de talus et de rond-points d'échangeur au moyen de petites végétations pour fixer les sols, et de quelques milliers de Pins d'Alep au titre de traitement paysager.

9.3.3.3.3 - Les moyens d'atténuer ou de compenser la gêne due aux émissions pendant les travaux

9.3.3.3.3.1 - Les mesures générales

Puisqu'il s'agit des envols de poussières et des émissions atmosphériques des moteurs à combustion interne des engins de chantier et des véhicules de transport, ce sont les mesures pour protéger la qualité de l'air vues au § 9.3.3.1.1 des pages 611 et suivantes qui s'avèreront utiles.

9.3.3.3.3.2 - Les mesures de protection des personnels

Pour protéger leurs employés et ceux de leurs sous-traitants, le CCTP du DAO devra contraindre les Entreprises à rendre obligatoire le port par les ouvriers de masques sur tous les sites de travaux où de la poussière est susceptible d'être produite.

9.3.3.3.4 - Les moyens d'atténuer ou de compenser la gêne acoustique des travaux

Durant les chantiers, la situation de la plateforme à aménager en plein milieu rural limitera la gêne acoustique des engins de chantier. Seul le trafic des véhicules de transport de déblais, de remblais et de matériaux présenteront une gêne pour les populations résidant le long des routes et pistes qu'ils emprunteront entre l'emprise autoroutière et les carrières, les zones d'emprunt ou les gîtes de dépôt. En conséquence, le CCTP du DAO stipulera que :

- la visite technique des véhicules de chantier à réaliser avant le démarrage du chantier devra inclure le contrôle de leurs sources de bruits, notamment le conduit d'échappement, le châssis, la carrosserie et le capotage du moteur ;
- les Entreprises devront faire réparer les défectuosités repérées avant d'être autorisées à démarrer les chantiers ;
- les Entreprises devront utiliser des équipements en charge (compresseur, groupe électrogène, motopompe) dont le niveau sonore ne dépassera pas 75 dB(A) le jour et 70 dB(A) la nuit ;
- les Entreprises ne devront pas entamer leurs activités avant 7h30 et après 19h30, et entre 12h30 et 13h30, ainsi que les dimanches et les jours fériés, mais elles pourront toutefois exceptionnellement travailler certains dimanches ou le soir assez tardivement, pour exécuter des travaux urgents, par exemple :
  - ✓ un coulage d'ouvrages en béton, ou
  - ✓ le déchargement d'un camion affrété par des sociétés de fabrication ou de distribution des matériaux de construction ;
- les Entreprises devront être tenues de prendre en compte les recommandations suivantes :
  - ✓ utiliser autant que possible des engins non/peu bruyants,
  - ✓ choisir les techniques de construction les moins bruyantes,
  - ✓ mettre en place un planning d'utilisation des engins bruyants,
  - ✓ limiter les découpes de matériaux sur les chantiers situés à proximité de logements,
  - ✓ positionner convenablement les postes fixes bruyants, et
  - ✓ utiliser baraquements et zones de stockage comme des écrans acoustiques.

9.3.3.3.5 - Les moyens de renforcer l'amélioration de la sécurité routière pendant les travaux

Pendant les travaux, le CCTP du DAO devra conbtraindre les Entreprises et leurs sous-traitants à installer une signalisation :

- routière avertissant de la tenue des travaux doit être mise en place;
- d'interdiction au public de l'accès aux divers sites de chantier et au du complexe.

9.3.3.3.6 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts des travaux sur les populations riveraines

Le **Tableau 324** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts des travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les populations riveraines.

Tableau 324 : Matrice de l'atténuation des impacts des travaux sur les populations riveraines

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Gêne visuelle	Impact affectant les habitants des parcelles desquelles il est possible d'apercevoir le chantier, les carrières, les zones d'emprunt ou les gîtes de dépôt	- Maintien de toute la végétation existante - Démarrage des plantations de brise-vents	- Vérification de l'application des deux mesures	- RE des Entreprises - -RE du MOD - A /Forêts des 4 CRDAs
Gêne acoustique	Gêne due aux bruits du chantier pour les habitations proches de l'infrastructure, des carrières, des zones d'emprunt ou des gîtes de dépôt (300 m)	- Respect des horaires de travail : construction pendant les heures de lumières naturelles - Choix des équipements et des engins les moins bruyants et en bon état	- Vérification des horaires de travail - Vérification du niveau de bruit et de l'état des engins	- RE des Entreprises - -RE du MOD
Gêne due aux envols de poussières	Gêne due aux envols de poussières du chantier pour les habitations proches, des carrières, des zones d'emprunt, des gîtes de dépôt ou des pistes les reliant (50 à 150 m)	- Arrosage régulier des pistes empruntées et des zones non revêtues dans l'emprise du chantier	- Vérifications quotidiennes des arrosages - Récupération des doléances des riverains	- RE des Entreprises - -RE du MOD
Gêne due aux coupure de routes et pistes	Gêne due aux coupures de routes et de pistes intersectées par la plateforme	- Installation de rétablissements provisoires	- Vérification des rétablissements provisoires - Récupération des doléances des riverains	- DR/EATDDt - RE des Entreprises - -RE du MOD

9.3.3.4 - Les mesures d'atténuation ou de compensation des impacts des travaux sur le milieu socio-économique

9.3.3.4.1 - Les moyens d'atténuer ou de compenser les impacts de la restructuration des zones amont et aval

On a vu que le non-rétablissement de toutes les pistes rurales va se traduire par un effet de coupure des exploitations situées de part et d'autre de l'emprise. Il serait bon que l'Agence Foncière Agricole (AFA) aide ces exploitations à se réorganiser, soit d'un côté, soit de l'autre, en fonction de la localisation du logement de l'exploitant.

Pour cela, il suffirait que cet organisme inscrive les exploitants intéressés dans un périmètre d'aménagement foncier de son Programme d'action prioritaire pour 2018. En cas de déséquilibre entre les parcellaires amont et aval, elle cherchera à convaincre des exploitants lésés résidant du côté déficitaire à intégrer son périmètre d'aménagement.

Une fois les surfaces amont et aval équilibrées, elle pourra alors y appliquer ses procédures de remembrement, en cherchant à encourager les échanges de parcelles à l'amiable.

9.3.3.4.2 – Les moyens d'atténuer l'impact des travaux sur le patrimoine culturel et historique

Le CCTP du DAO devra contraindre les Entreprises à respecter les termes :

- du Décret n°81-25 du 22 octobre 1981 publié en application de la loi relative à la conservation des monuments historiques et des sites, qui précise que toute modification de l'état des lieux aux abords de monuments classés ou inscrits ne peut intervenir qu'après déclaration préalable lors de l'instruction du permis de construire ;
- de l'Article 68 de la Loi n°94-35 du 24 février 1994 relative au code du patrimoine archéologique, historique et des arts traditionnels, qui précise qu'en cas de découverte fortuite de vestiges anciens, l'auteur de cette découverte est dans l'obligation d'en aviser immédiatement l'autorité territoriale la plus proche ou les services compétents du ministère en charge du patrimoine ; suite à cet avis, le Ministère de la culture intervient par l'entremise de ses représentants afin de réaliser une expertise et de déterminer les conditions définitives auxquelles seront soumis les travaux, allant jusqu'à la possibilité de décider de l'arrêt provisoire de ces derniers.

Un budget de fouilles préventives sera prévu, pour permettre de réagir en cas de découverte d'un site non encore répertorié sous les tractopelles et les bulldozers au cours des travaux de terrassement. Les responsables de l'Institut National du Patrimoine (INP) devront être informés de cette découverte pour qu'ils puissent demander au ministère de la Culture, leur autorité de tutelle, d'émettre un arrêté de suspension momentanée des travaux.

L'Eneprise concernée sera alors appelée à se déplacer un peu plus loin. L'INP affectera un budget pour permettre la réalisation en urgence d'une campagne de reconnaissance. Selon les résultats de cette campagne, deux situations seront possibles :

- si le site est peu important, un relevé sera effectué, les pièces intéressantes prélevées et le chantier sera autorisé à reprendre ;
- si le site s'avérait culturellement important, un déplacement de l'emprise devra être envisagé et son étude technique sera entreprise sur le champ, tandis que l'INP disposera du temps nécessaire pour chercher à mobiliser les moyens financiers et humains nécessaires pour lancer les campagnes de fouille adéquates.

9.3.3.4.3 - Les moyens d'atténuer l'impact des travaux sur la productivité des spéculations agricoles

Dans cette région arrosée et soumise à des vents en général peu violents, les précautions de chantier envisagées pour diminuer l'envol de poussières, telles que l'arrosage des pistes, l'arrêt des terrassements par grand vent, … vont pratiquement éliminer les émissions de poussières de la phase des chantiers.

9.3.3.4.4 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts des travaux sur le milieu socio-économique

Le **Tableau 325** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts des travaux du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu socio-économique.

Tableau 325 : Matrice de l'atténuation des impacts des travaux sur le milieu socio-économique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Coupure des exploitations entre amont et aval de la plateforme autoroutière	Le long de l'emprise de la plateforme	- Opération de réforme agraire sous forme d'échange de parcelles	- Pendant la durée de l'opération de réinstallation des PAP	- AFA
Découverte d'un site archéologique inconnu	Au niveau des emprises de la plateforme et des chantiers	- Activation de l'Article 68 de la Loi n°94-35 du 24 février 1994 relative au code du patrimoine archéologique - Lancement de fouilles préventives	- Quand nécessaire	- RE des Entreprises - RE du MOD - INP
Empoussiérage des spéculations agricoles	variable selon la nature des cultures (cultures sensibles : oliveraies, maraîchage)	- Gestion du chantier, avec la prise des précautions adéquates	- Vérification de l'application des procédures	- RE des Entreprises - -RE du MOD
Diminution de l'efficience des exploitations	Au niveau des emprises du chantier, et quelques centaines de mètres de part et d'autre de l'infrastructure	- Gestion du chantier pour le maintien des communications - Indemnisations	- Contrôle de la praticabilité des rétablissements provisoires par les engins agricoles	- CRDA - RE des Entreprises - -RE du MOD

9.3.4 - LES MESURES DE MITIGATION DES IMPACTS DE L'EXPLOITATION DU TRONÇON PRIORITAIRE

Ces mesures dépendent à la fois des caractéristiques du Projet et de chaque situation de l'état initial des milieux naturel et humain concernés. Elles doivent toutes permettre :

- de limiter les risques d'érosion des sols et de pollution des eaux souterraines ;
- de limiter les impacts sur la faune et la flore.
- de bonifier les impacts sur le milieu naturel positifs attendus de la mise en œuvre du Projet ;
- de bonifier les impacts socio-économiques positifs attendus de la mise en œuvre du Projet ;

9.3.4.1 - La limitation des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

9.3.4.1.1 - Les moyens d'atténuer la pollution de l'air et le réchauffement climatique global

9.3.4.1.1.1 - La limitation des émissions de polluants et du réchauffement climatique global

Lors de l'exploitation des nouvelles sections autoroutières, il est très difficile de limiter la pollution de l'air par les gaz de combustion durant la phase d'exploitation, autrement qu'en profitant :

- des améliorations normatives apportées aux carburants commercialisés en Tunisie, et
- des progrès réalisés par les motoristes pour diminuer les consommations de carburants et les émissions de polluants.

Toutefois, dans le cadre de la politique générale de la Sécurité Routière, il semble intéressant de veiller au respect des limitations de vitesse imposées par le Code de la Route tunisien. En effet, cette mesure destinée à diminuer le nombre d'accidents sur les routes, permet aussi de diminuer la consommation des véhicules empruntant une autoroute.

Par contre, le soulagement des sections routières des RN3 et RN2 de la majeure partie du trafic inter-régional empruntant désormais le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa s'y traduira par une fluidification du trafic résiduel, ce qui limitera la pollution de l'air par les gaz de combustion. Cet impact positif sera surtout sensible le long des 11,480 km de zones urbanisées traversées par ces deux axes, qui subissent déjà une pollution urbaine marquée.

9.3.4.1.2 - Les moyens d'éliminer tout effet de l'exploitation sur la qualité des ressources en eaux

9.3.4.1.2.1 - Les moyens d'atténuer la pollution des ressources en eau de surface et souterraine au cours de l'exploitation

Toutes les mesures envisagées auparavant pour limiter les émissions atmosphériques et la pollution des sols réduisent automatiquement les retombées de polluants sur les sols. De plus, on a vu que cette pollution nouvelle affectant des zones exclusivement rurales et actuellement non polluées, pourra être considérée en situation « normalisée » comme négligeable.

9.3.4.1.2.1.1 - Les moyens d'atténuer la pollution des eaux au niveau des aires de service

Pour les aires de péage et les quatre aires de repos du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, l'installation de déshuileurs couplés avec un décanteur à la fin de leur réseau de collecte des eaux pluviales a été prévue et son coût inclus dans le coût du Projet.

Pour les stations-service qui sont des aires de service plus polluantes, chaque mise en oeuvre devra faire l'objet d'une étude d'impact spécifique préalable qui présentera le système en détail, dont le coût n'a pas été inclus dans le coût du Projet.

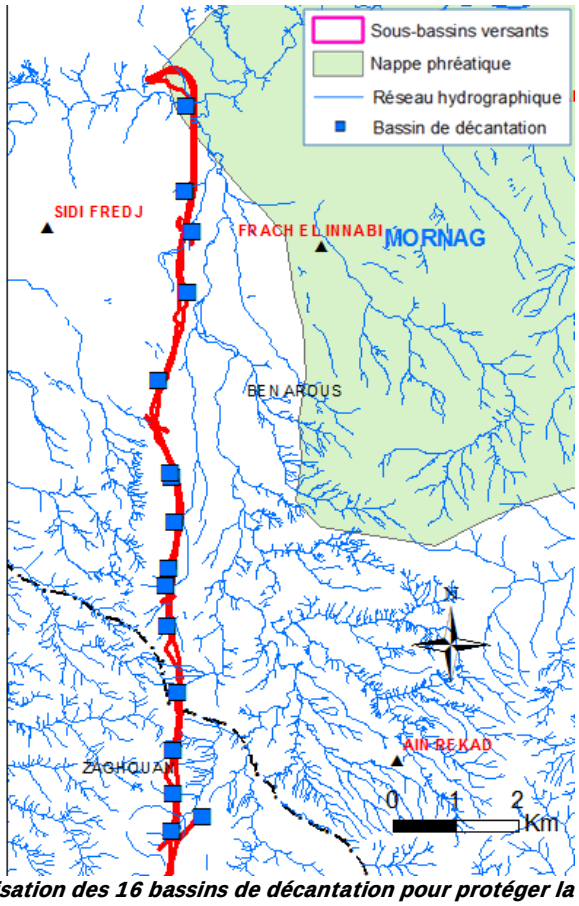
9.3.4.1.2.1.2 - Les moyens d'atténuer la pollution des eaux au niveau de la plateforme du tronçon prioritaire

Pour la pollution liée au lessivage des chaussées de la plateforme et du sol des talus, la reprise des retombées de polluants atmosphériques et de particules par les ruissellements et leur infiltration au niveau du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et des RN3, A1 et RN2, on a vu que le s quantités en jeu seront légèrement inférieures aux quantités retombées dans la situation sans Projet aux alentours des RN3, A1 et RN2 aux trafics saturés.

Toutefois, l'existence de zones sensibles le long du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa conduit à recommander l'installation de bassins de décantation aux débouchés du réseau de drainage de la plateforme. Ces ouvrages hydrauliques auront pour but de collecter les eaux provenant des écoulements des chaussées en vue de leur décantation et de leur filtration avant leur rejet dans les oueds situés à l'aval de ce réseau de drainage.

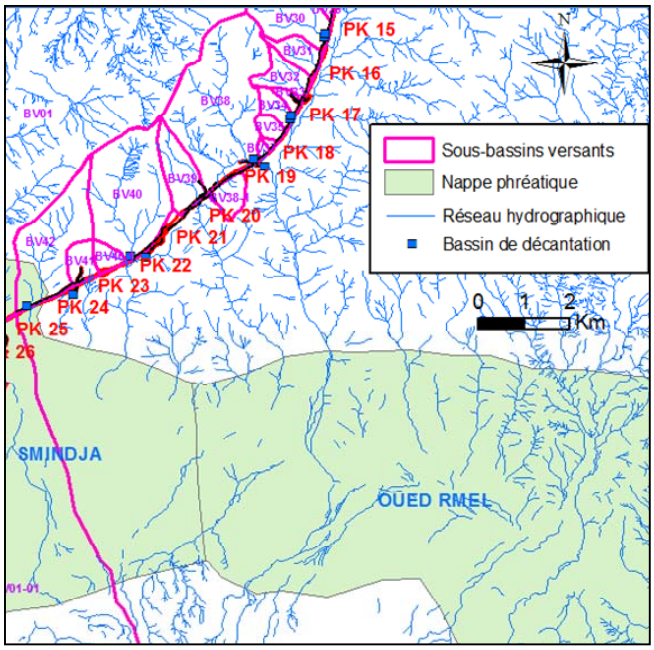
Au vu des **Carte 100** à **Carte 103** des pages 388 à 391 sur les nappes et barrages situés à l'aval de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, les **Carte 111** à **Carte 120** des pages 631 à 636 suivantes présentent la localisation des bassins à prévoir pour protéger ces zones sensibles.

La **Carte 111** suivante présente la localisation des 16 bassins de décantation répartis entre les PK1et PK11 qui permettront de protéger la nappe phréatique de Mornag.



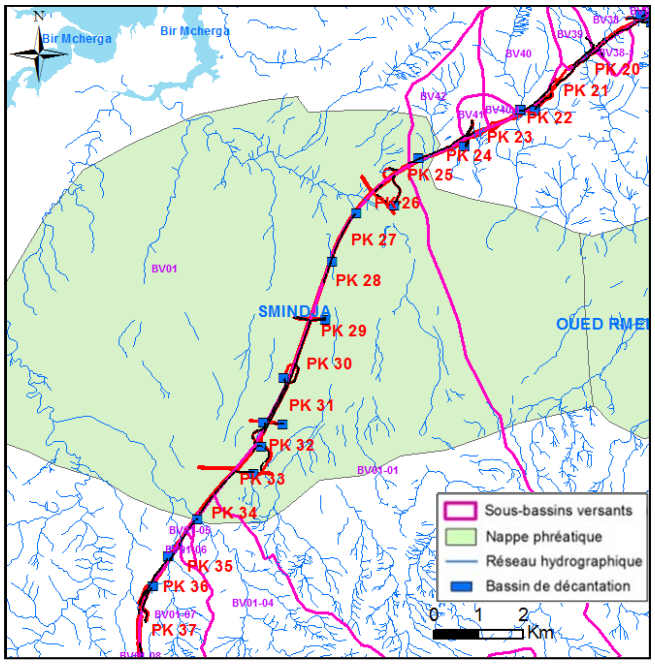
Carte 111 : Localisation des 16 bassins de décantation pour protéger la nappe de Mornag

La **Carte 112** suivante présente la localisation des 6 bassins de décantation répartis entre les PK15 et PK19 qui permettront de protéger la nappe phréatique de l'oued R'mel.



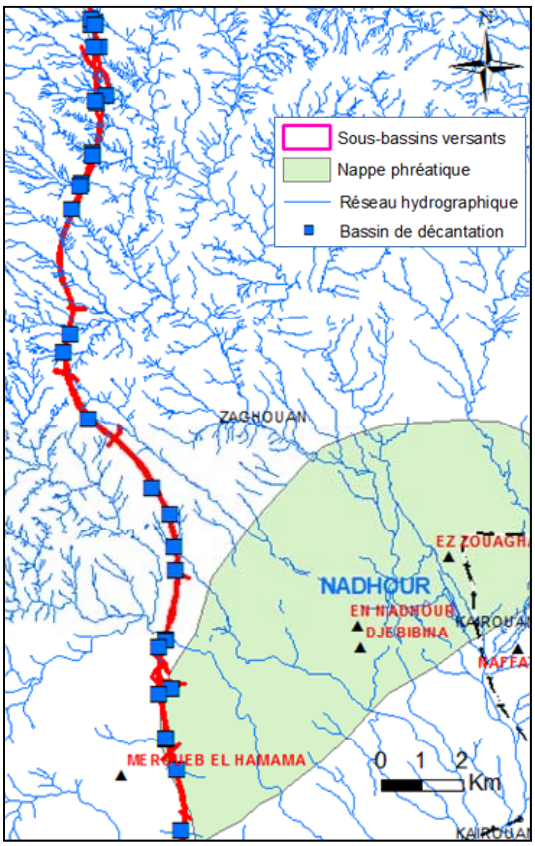
Carte 112 : Localisation des 6 bassins de décantation pour protéger la nappe de l'oued R'mel

La **Carte 113** suivante présente la localisation des 27 bassins de décantation répartis entre les PK22 et PK46 qui permettront d'assurer la protection du barrage Bir M'Cherga, dont 20 répartis entre les PK22 et PK40 permettront aussi de protéger la nappe phréatique de Sminja.



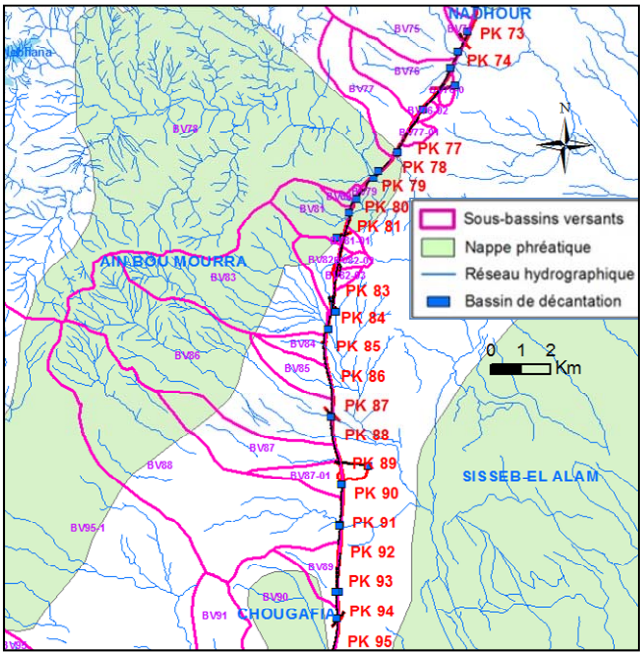
Carte 113 : Localisation des 27 bassins de décantation pour protéger le barrage BirM'Cherga et la nappe de Sminja

La **Carte 114** suivante présente la localisation des 30 bassins de décantation répartis entre les PK51 et PK72 qui permettront de protéger la nappe phréatique d'En-Nadhour.



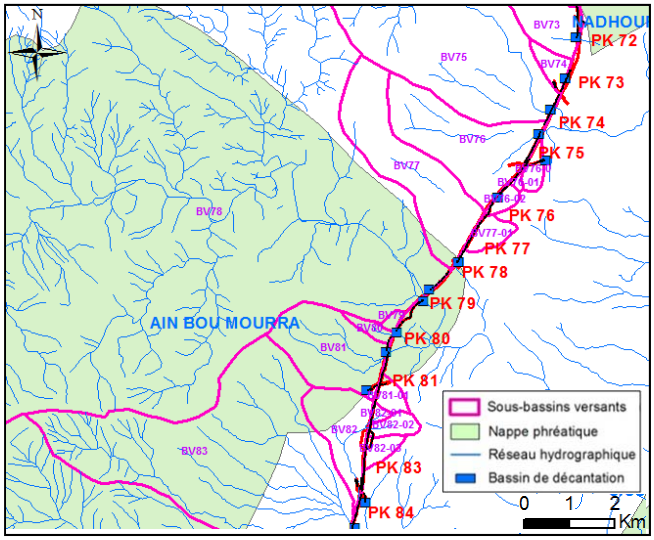
Carte 114 : Localisation des 30 bassins de décantation pour protéger la nappe d'En-Nadhour

La **Carte 115** suivante présente la localisation des 5 bassins de décantation répartis entre les PK73 et PK76, et des 10 bassins de décantation répartis entre les PK84 et PK95, qui permettront de protéger la nappe phréatique de Sisseb El Alem.



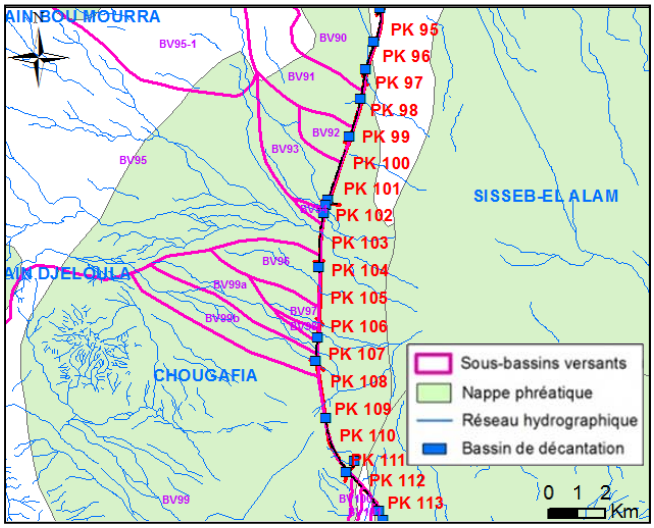
Carte 115 : Localisation des 15 bassins de décantation pour protéger la nappe de Sisseb El Alem

La **Carte 116** suivante présente la localisation des 6 bassins de décantation répartis entre les PK78 et PK82 qui permettront de protéger l'extrémité aval de la nappe phréatique de Aïn Bou Morra.



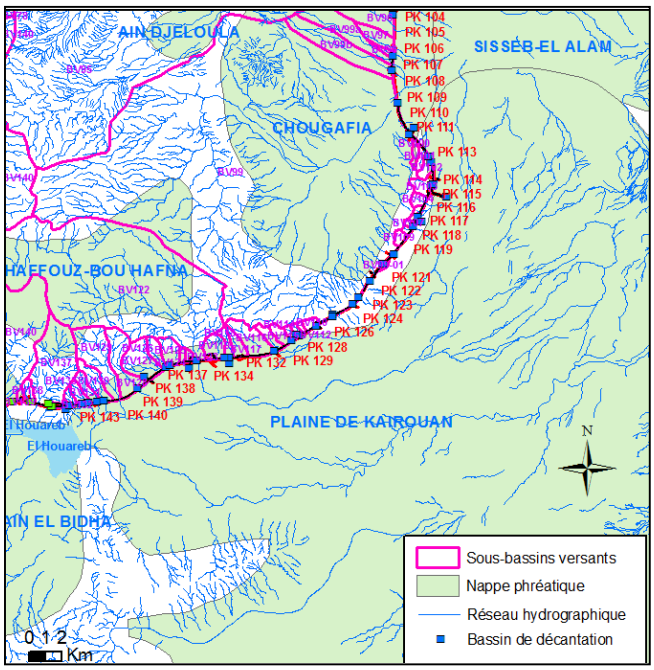
Carte 116 : Localisation des 6 bassins de décantation pour protéger l'extrémité aval de la nappe de Aïn Bou Morra

La **Carte 117** suivante présente la localisation des 14 bassins de décantation répartis entre les PK96 et PK112 qui permettront de protéger la partie aval de la nappe phréatique de Chougafia.



Carte 117 : Localisation des 14 bassins de décantation pour protéger la partie aval de la nappe de Chougafia

La **Carte 118** suivante présente la localisation des 36 bassins de décantation répartis entre les PK114 et PK144 qui permettront de protéger la partie aval de la nappe phréatique de la plaine de Kairouan.

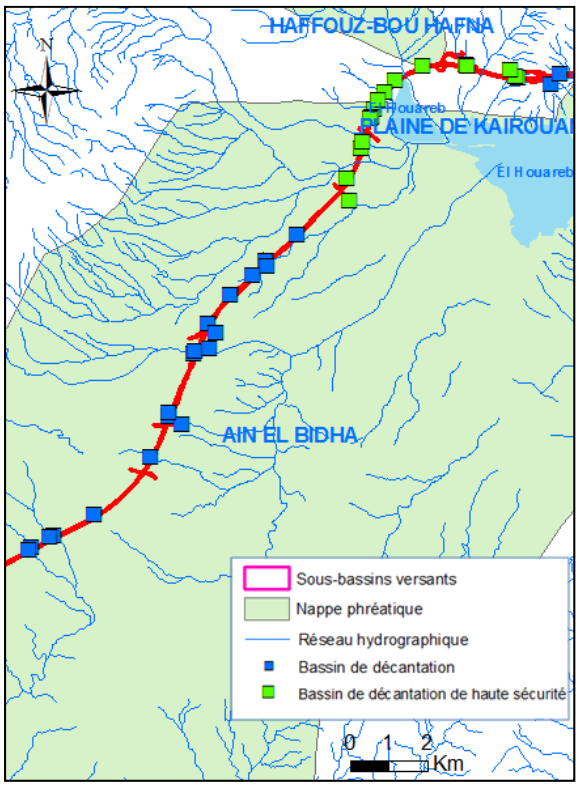


Carte 118 : Localisation des 36 bassins de décantation pour protéger la nappe de la plaine de Kairouan

La **Carte 119** suivante présente la localisation des 31 bassins de décantation répartis entre les PK145 et PK162 qui permettront de protéger la retenue du barrage El Haouareb, dont 11 situés en toute proximité de cette retenue seront des bassins de haute sécurité.

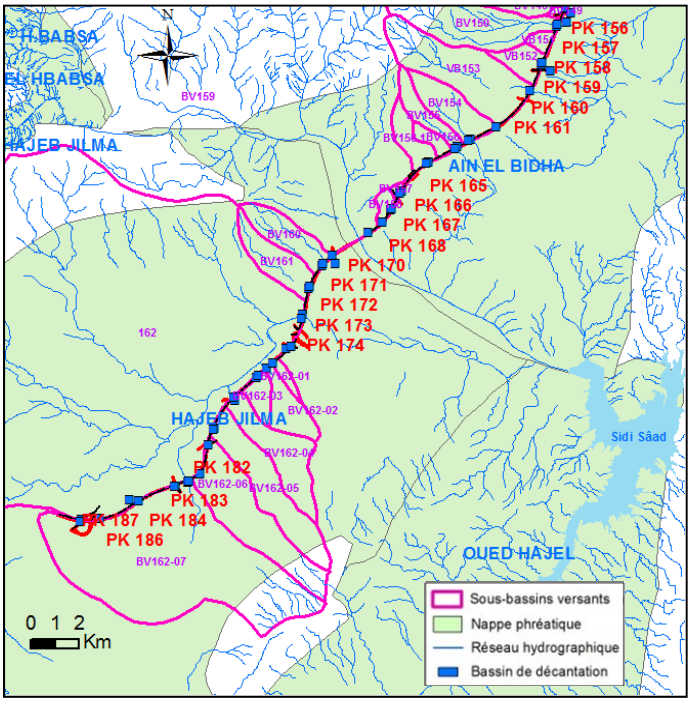
Cette **Carte 119** présente aussi la localisation :

- des 27 de ces bassins répartis entre les PK148 et PK162, dont 7 sont des bassins de haute sécurité, permettront aussi de protéger la nappe phréatique de Aïn El Bidha ;
- des 7 autres bassins situés entre les PK162 et PK169 qui protégeront également cette nappe phréatique.



Carte 119 : Localisation des 38 bassins de décantation pour protéger le barrage El Haouareb et la nappe de Aïn El Bidha

La **Carte 120** suivante présente enfin la localisation des 29 bassins de décantation répartis entre les PK170 et PK187 qui permettront de protéger à la fois la nappe phréatique de Hajeb-Jelma et la retenue du barrage Sidi Saâd.



Carte 120 : Localisation des 24 bassins de décantation pour protéger la nappe de Hajeb-Jelma et le barrage Sidi Saâd

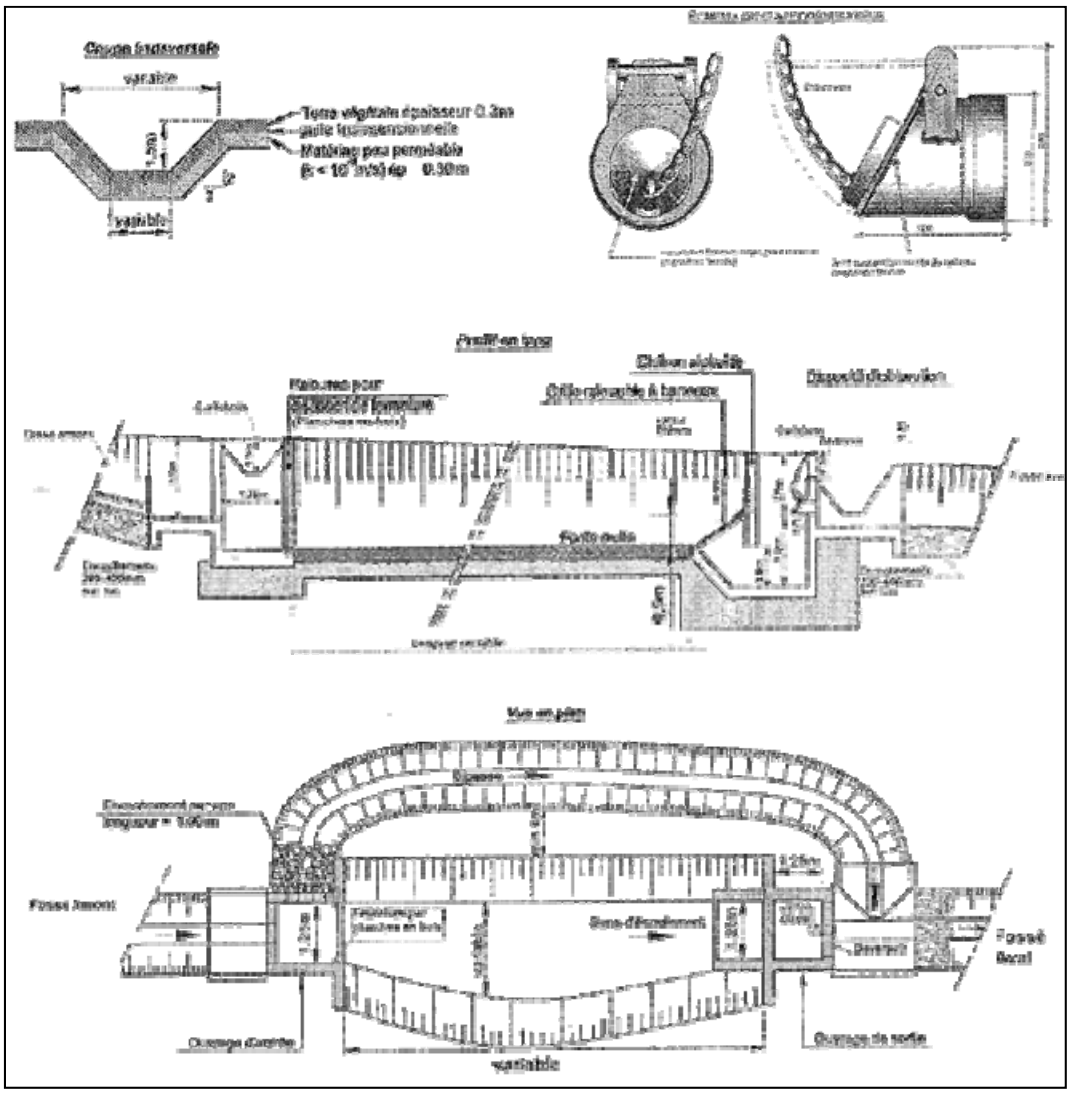
Finalement, le **Tableau 326** suivant récapitule le nombre de bassins de décantation à prévoir tout au long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Tableau 326 : Nombre de bassins de décantation à prévoir au long du tronçon prioritaire

Nappe phréatique à protéger			Double fin		Retenue de barrage à protéger		
Mornag	16	PK0 à PK13					
Oued R'mel	6	PK15 à PK19					
Sminja	20	PK22 à PK40	20	PK22 à PK40	PK22 à PK46	27	Bir M'Cherga
En-Nadhour	30	PK51 à PK72	-	-	-	-	-
Sisseb El Alam	5	PK73 à PK76					
	10	PK84 à PK95					
Aïn Bou Morra	6	PK78 à PK82	-	-	-	-	-
Chougafia	14	PK96 à PK112	-	-	-	-	-
Plaine de Kairouan	36	PK114 à PK144	-	-	-	-	-
Aïn El Bidha	34	PK148 à PK169	22	PK148 à PK162	PK145 à PK162	31	El Haouareb
Hajeb-Jelma	29	PK170 à PK187	29	PK170 à PK187	PK170 à PK187	29	Sidi Saâd
TOTAUX	**206**		**71**			**87**	**TOTAUX**

On voit qu'il va falloir installer 222 bassins de décantation situés à l'aval des principaux drains de la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, dont 71 auront une double fin en protégeant à la fois une nappe phréatique et une retenue de barrage. Deux types de bassin seront à prévoir en fonction de la vulnérabilité des ressources hydrauliques à protéger, des bassins de haute sécurité et des bassins plus simples

11 bassins de haute sécurité devront être implantés entre les PK146 et PK161 du fait de la proximité entre la plateforme autoroutière et la retenue du barrage El Haouareb, pour protéger cette dernière contre les risques de pollution accidentelle. Comme le montre la **Figure 209** suivante qui en présente la coupe transversale, le profil en long et la vue en plan, ce type de bassin de haute sécurité assure une protection maximale du fait que son entrée et sa sortie pourront être obturées par des vannes à clapet afin de piéger les polluants, et sa grande taille lui permet de jouer un rôle d'écrêtement des précipitations importantes.

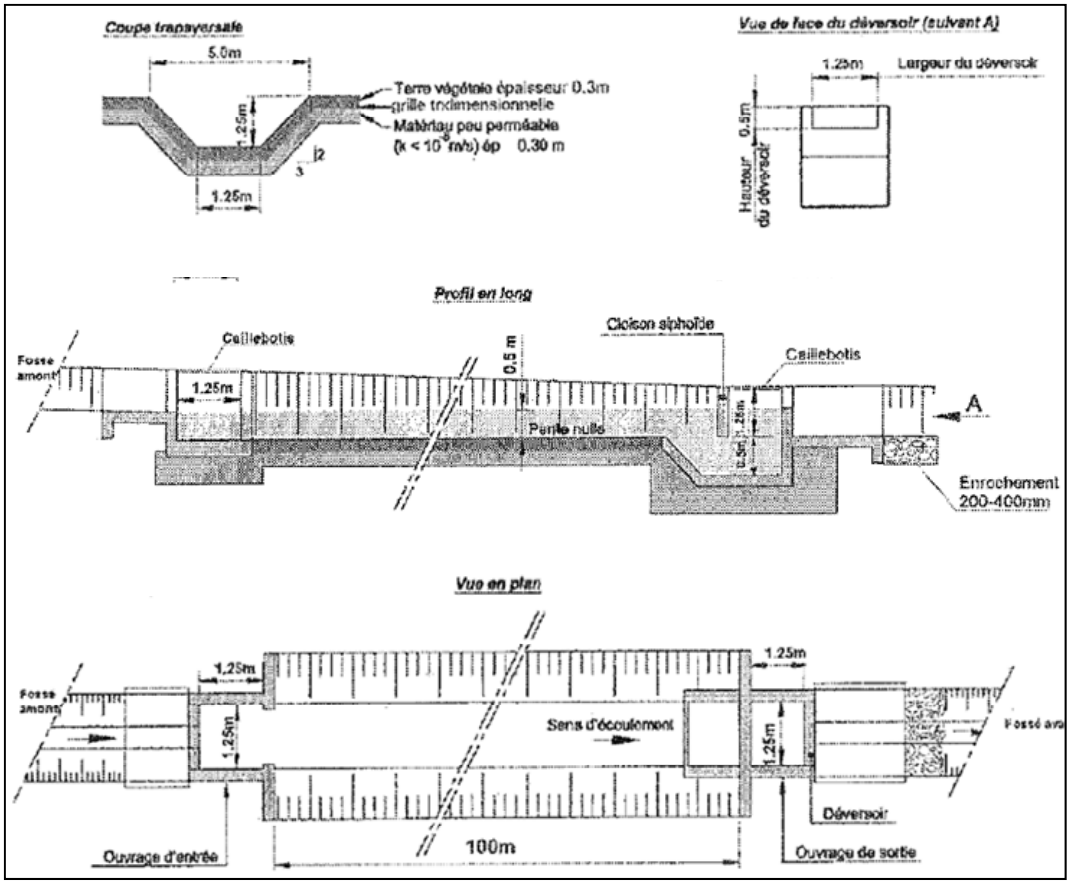


Source : STA, juin 2014

Figure 209 : Coupe transversale, profil en long etvue en plan d'un bassin de décantation de haute sécurité

Le coût unitaire d'un ouvrage de ce type, réalisé en béton pour en assurer l'imperméabilité et en faciliter les opérations de curage, peut être estimé à 300.000 DT. Le coût des 21 ouvrages proposés représentera donc 6,30 millions de DT.

Pour les 203 autres bassins de décantation, l'absence de zones très fortement vulnérables puisque les eaux des oueds, des deux autres retenues de barrage et des nappes phréatiques concernées ne sont utilisées que pour l'irrigation des cultures et pas pour l'AEP des populations permet de se contenter de fossés de décantation. Comme le montre la **Figure 210** suivante qui en présente la coupe transversale, le profil en long et la vue en plan, ce type de bassin a la forme d'un fossé large et horizontal de 100 m de long, équipé à son extrémité part un regard siphoïde.



Source : STA, juin 2014

Figure 210 : Coupe transversale, profil en long etvue en plan d'un fossé de décantation

Le coût unitaire d'un ouvrage de ce type peut être estimé à 90.000 DT s'il est réalisé en béton, et de l'ordre de 50.000 DT s'il est réalisé en terre avec une couche de géotextile pour en assurer l'imperméabilité. Dans cette deuxième variante plus économique, le coût global des 203 ouvrages représentera déjà 10,15 M.DT.

9.3.4.1.2.2 - Les moyens d'atténuer la pollution des ressources en eau de surface et souterraine en cas d'accident en cours d'exploitation

Un impact important à craindre pendant la phase d'exploitation pour les ressources en eau de la zone sous influence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa est le risque d'une pollution accidentelle en cas d'accident d'un véhicule de transport de produits toxiques.

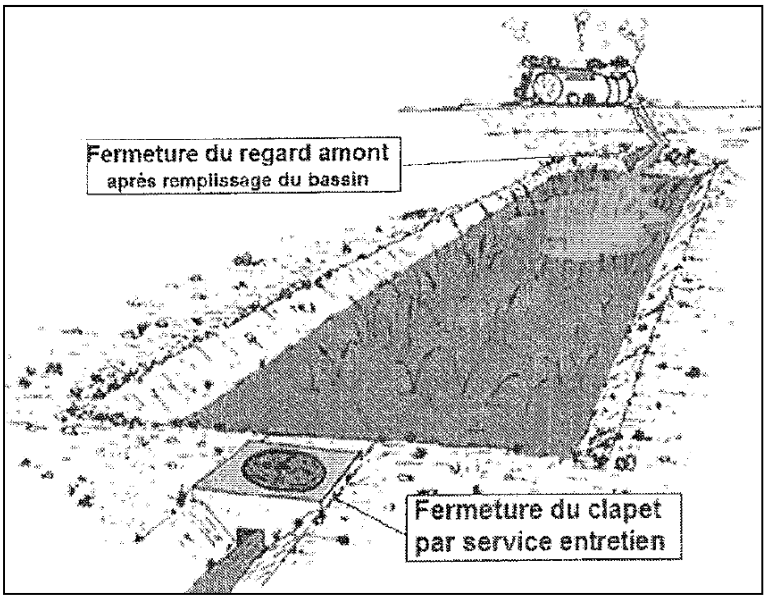
Même s'il s'agit en fait d'un déplacement de ces risques de pollution de l'emprise des RN3, A1 et RN2 vers la nouvelle emprise autoroutière, et que le risque d'accident entre Tunis et Jelma vont diminuer avec la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, il est clair que la STA doit envisager plusieurs mesures de réduction de ce type de risque, surtout lorsque le tracé :

- traverse le cône d'alimentation d'un captage AEP,
- passe à l'amont immédiat d'une zone agricole intensive, ou encore

- passe à l'amont immédiat d'une retenue de barrage, comme c'est le cas au niveau du barrage El Haouareb où les trois bassins de haute sécurité installés vont permettre de confiner la pollution.

Pour ces trois bassins de haute sécurité, la **Figure 211** suivante présente les deux interventions à réaliser en urgence, à savoir:

- la fermeture du clapet de vidange pour confiner les polluants dans le bassin ;
- la fermeture du regard amont après remplissage du bassin pour que les futures eaux de ruissellement après les pluies ne le fassent pas déborder en attendant qu'une entreprise spécialisée en dépollution ne vienne évacuer les polluants confinés.



Source : STA, juin 2014

Figure 211 : Mode d'intervention en cas de pollution accidentelle près d' un bassin de haute sécurité

Comme la STA l'a déjà fait pour les tronçons autoroutiers aujourd'hui en service (Tunis-Sfax, Tunis-Bizerte et Tunis-Oued Zarga) dont elle assure déjà la gestion sous forme de concession, le contrat de concession devra obliger le futur concessionnaire à envisager avant la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- la réalisation d'une étude des conditions de transfert d'une éventuelle pollution ;
- la mise au point d'un plan d'intervention après accident ;
- l'installation de dispositifs de protection complémentaire, tels que :
  - ✓ l'imperméabilisation intégrale du réseau de collecte des eaux de pluie,
  - ✓ l'implantation de glissières de part et d'autre des chaussées pour garantir le maintien des véhicules en perdition dans l'emprise autoroutière, etc …

9.3.4.1.2.3 - Les moyens d'atténuer la pollution des nappes superficielles par les eaux grises au cours de l'exploitation

En ce qui concerne l'impact des eaux grises produits par les blocs sanitaires des gares de péage de la STA et des aires de service de ses concessionnaires sur les nappes superficielles, des obligations de confinement seront instituées en phase d'exploitation par le contrat de concession.

Ce dernier devra obliger le futur concessionnaire, *a priori* la STA, à relier à des fosses septiques les sanitaires de ses gares de péage et de ses aires de repos, et à obliger ses sous-traitants en charge de la gestion des aires de service à en faire de même, sur le modèle des aires existant le long des sections autoroutières tunisiennes déjà en exploitation sous concession de la STA.

9.3.4.1.3 –Les moyens de limiter la pollution des écosystèmes au cours de l'exploitation

On a vu que la loi n°96-41 du 10 juin 1996 précise que la minimisation des Déchets Industriels et Spéciaux (DIS), qui doit être réalisée à travers des mesures d'optimisation de la production, à l'occasion de l'achat et de l'usage du produit, mais aussi après son usage lorsqu'il est devenu un déchet, est de la responsabilité des producteurs. La **Figure 208** de la page 615 a présenté ces trois approches.

La STA au niveau de ses gares de péage et ses concessionnaires au niveau de leurs aires de service de doivent donc, en tant que producteurs des déchets :

- considérer pendant la phase de la conception des produits comment faciliter leur valorisation ou leur élimination propre;
- prendre des mesures préventives pour limiter la quantité et la nocivité des déchets provenant de la production, de l'usage des produits ou des produits abîmés.

9.3.4.1.3.1 - Une bonne gestion de leurs matières premières par le concessionnaire et ses sous-traitants

9.3.4.1.3.1.1 - L'organisation du stockage des matières premières

Il s'agit de dimensionner les capacités de stockage interne en fonction des quantités consommées, équiper le stockage des moyens techniques du premier secours, de la protection des travailleurs, d'extinction de feu et de rétention des eaux d'extinction de feu.

Un plan de stockage des matières dangereuses doit être tenu à jour, avec un suivi et une documentation de la procédure interne, par exemple pour les mélanges admissibles, pour la séparation nécessaire à cause de la réactivité et pour le choix des emballages appropriés. En effet et dans la mesure du possible, les règles de compatibilité suivantes sont à respecter :

- séparer lors du stockage les acides et les bases ;
- éviter de stocker ensemble des produits inflammables et nocifs /irritants car ces derniers deviennent alors réellement dangereux après réaction ;
- séparer lors du stockage les produits toxiques ou très toxiques des autres produits, en les stockant dans un local ou dans une armoire fermée à clé, seul un nombre limité de personnes formées aux risques liés à ces produits pourra pénétrer dans ce local.

Il comportera la localisation précise des différentes classes de produits ainsi qu'un registre des stocks tenu à jour permet, en cas de fuite ou d'incendie, de connaître rapidement la nature des produits stockés et des quantités.

9.3.4.1.3.1.2 - Le suivi du flux des matières premières

Les matières premières doivent être étiquetés suivant la règlementation des matières dangereuses (dans la majorité des cas identifiables par les feuilles de sécurité des produits, sinon par une analyse des composants dangereux) avec choix du code approprié et des caractéristiques de risque comme matière dangereuse, en signalant ces risques sur l'étiquetage des récipients.

9.3.4.1.3.2 - Une bonne gestion de leurs déchets par le concessionnaire et ses sous-traitants

9.3.4.1.3.2.1 - L'organisation du stockage sélectif des déchets

Il s'agit de dimensionner les capacités de stockage interne en fonction des quantités produites, équiper le stockage des moyens techniques du premier secours, de protection des travailleurs, d'extinction de feu et de rétention des eaux d'extinction de feu.

La gestion de ces déchets étant réglementée selon leur nature, le contrat de concession devra obliger le concessionnaire et ses sous-traitants à trier leurs déchets et à éviter leur abandon sur place à la fin du contrat en les obligeant à assurer le nettoyage des lieux. Les déchets doivent être regroupés suivant le plan de traitement prévu en interne, ou la filière d'évacuation envisagée vers une unité de traitement ou de stockage externe. Ce tri des déchets permet de séparer :

- les déchets inertes, dont la valorisation est recommandée, ne génèrent aucun impact significatif si leur collecte respecte des règles minimales de gestion du chantier et n'aboutit à aucun rejet anarchique ;
- les ordures ménagères en provenance de l'activité humaine sur les chantiers ne doivent pas poser de problèmes majeurs, du moment où elles sont collectés et mises à la portée des agents municipaux de collecte des déchets ;
- les déchets classés comme dangereux par leurs propriétés physiques, chimiques ou biologiques sont les huiles, les graisses, les carburants, les apprêts, les peintures, les batteries, les engrais, les pesticides, les solvants pour le nettoyage des composants, etc .... Ils doivent être transférés vers l'unité nationale de traitement des déchets dangereux de Jradou.

Il suffit d'ailleurs que le concessionnaire et ses sous-traitants comprennent que le tri de leurs déchets leur permet de minimiser à la fois :

- leurs coûts, puisqu'il consiste à séparer les déchets dangereux à haut risque des autres déchets qui sont moins chers à éliminer, par exemple dans les décharges contrôlées, et
- leurs risques, puisqu'il consiste en particulier à séparer les différents types de déchets dangereux qui peuvent inter-réagir[37] et provoquer un impact plus grave sur l'environnement en cas d'accident (explosion, émanation de gaz toxiques, etc ...).

9.3.4.1.3.2.2 - Une bonne gestion des déchets dangereux

On a vu précédemment que les huiles usées non chlorées sont recyclées dans une installation de raffinage à Bizerte et que le traitement des autres déchets industrielsa fait l'objet d'un programme spécial comprenant la réalisation et la gestion par l'Agence Nationale de Gestion des déchets (ANGED) :

- d'une unité nationale de traitement de ces déchets située à Jradou, dans le gouvernorat de Zaghouan, et
- de trois centres de stockage et de transfert (IRST), un au nord à Bizerte, un au Centre à Sfax et un au sud à Gabès. sont traitables à Jradou.

Les déchets dangereux du concessionnaire et de ses sous-traitants en phase d'exploitation seront donc gérés pour être éliminés selon les normes en vigueur et, pour aucun motif, ne seront mélangés aux autres déchets. Le concessionnaire et ses sous-traitants devront faire réaliser la collecte, l'entreposage

[37] *Des produits incompatibles ne doivent pas être associés à une même capacité de rétention.*

temporaire, le transport et l'élimination finale de leurs déchets dangereux par des firmes possédant toutes les autorisations nécessaires.

En phase d'exploitation, le contrat de concession de la nouvelle infrastructure autoroutière aura donné obligation au concessionnaire d'élaborer un programme de gestion des déchets dangereux:

- qui sera inclus dans les contrats de concession des quatre aires de service, et
- qu'elle appliquera directement au niveau de ses dix gares de péage.

Le concessionnaire devra notamment s'assurer auprès des gestionnaires de ses statons-service produisant des résidus classés comme substances dangereuses que ces résidus seront :

- collectés, et non dispersés dans l'environnement ou jetées avec les déchets ordinaires ;
- entreposés dans un lieu spécifique prévu à cet effet ;
- manipulés avec tout équipement requis pour leur manutention en toute sécurité : siphon, pompe, contenants étanches et fermés, équipements de protection individuel (EPI : gants, lunettes , etc …) ;
- évacués régulièrement vers le site de traitement adéquat.

9.3.4.1.3.2.3 - Une bonne gestion des déchets inertes et des déchets ménagers et assimilés (banals)

Les déchets domestiques d'exploitation sont constitués essentiellement par des emballages, des contenants en plastique, des papiers, des résidus de table, du verre, des déchets verts, etc ... La rationalisation de la gestion de ces déchets concernera en phase d'exploitation tous les futurs équipements installés le long de la plateforme : dix gares de péage et quatre stations-service et aires de repos.

Une bonne gestion environnementale de ces matières résiduelles pendant toute la durée de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, permettra de conserver l'image de la plateforme autoroutière en limitant la dégradation de son environnement visuel.

En ce qui concerne la collecte des déchets domestiques en phase d'exploitation, le contrat de concession obligera le concessionnaire et ses sous-traitants gestionnaires des stations-service :

- à les collecter régulièrement et
- à faciliter leur transfert et leur dépôt dans la décharge contrôlée la plus proche par des services de collecte d'ordures.

Afin d'assurer une bonne gestion des déchets domestiques rejetés du fait de leurs activités, les dispositions suivantes seront imposées au concessionnaire et à ses sous-traitants gestionnaires des stations-service installés à proximité de l'emprise autoroutière :

- éviter tout déversement de déchets solides en dehors des endroits qu'ils auront affectés à cet effet ;
- assurer eux-mêmes, ou contracter auprès d'un prestataire (service municipal proche du site ou société de service) choisi sur appel d'offres en fonction de la qualité et du prix des prestations qu'il proposera, le transfert de leurs déchets vers le site le plus proche, centre de transfert ou décharge contrôlée ;
- respecter les mesures qui seront édictées par l'ANGeD en matière de temps, de conditionnement et de tri sélectif de ces ordures ménagères.

Le **Tableau 168** de la page 320 a présenté la liste des décharges contrôlées et des centres de transfert opérationnels à ce jour le long de la nouvelle infrastructure autoroutière, et le **Tableau 169** de la page 320 la liste des décharges contrôlées et le nombre de centres de transfert qui pourraient être opérationnels au moment du démarrage des travaux le long de la nouvelle infrastructure autoroutière.

La **Carte 67** de la page 321 a quant à elle présenté la localisation de ces installations où évacuer ordures ménagères et déchets inertes des aires de service mises en service le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

9.3.4.1.4 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

Le **Tableau 327** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu physique.

Tableau 327 : Matrice de l'atténuation des impacts de l'exploitation sur le milieu physique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Pollution des eaux de surface et souterraines situées à l'aval de lLa plateforme autoroutière	Retenues de barrage et nappes phréatiques situées à l'aval	- Mise en place de 58 bassins de décantation et de filtration tous les 2 km le long des zones sensibles - Imperméabilisation du réseau d'assainissement	- Contrôle de l'imperméabilité des ouvrages pendant les travaux de construction	- RE du MOD - DG/RE - DG/BGTH
Pollution du sol en cas d'accident impliquant un véhicule de transport de matières dangereuses	Sols des talus de l'emprise autoroutière	- Rédaction d'un Plan d'intervention - Acquisition d'équipement pour dépolluer ou évacuer les sols contaminés	- Vérification de l'exécution d'exercices d'alerte - Contrôle de l'état de ces équipements	- RE du concessionnaire - APAVE
Pollution de l'eau en cas d'accident impliquant un véhicule de transport de matières dangereuses	A l'amont des zones sensibles (nappes aval et trois retenues de barrage)	- Rédaction d'un Plan d'intervention - Mise en place de 58 bassins de décantation et de filtration tous les 2 km le long des zones sensibles - Imperméabilisation du réseau d'assainissement	- Vérification de l'exécution d'exercices d'alerte - Contrôle de l'imperméabilité	- RE du concessionnaire - DG/BGTH
Gestion des déchets dangereux	Stations-services et aires de repos	- Organisation de l'évacuation des déchets solides dangereux vers le Centre de traitement de Jradou	- Vérification mensuelle des contrats de transport et du site de stockage de ces déchets dangereux	- RE du concessionnaire
Gestion des déchets solides	Stations-services et aires de repos	- Organisation de l'évacuation des déchets solides non dangereux vers le Centre de transfert ou la décharge contrôlée la pls proche	- Vérification des contrats de transport et des zones de stockage des déchets solides	- RE du concessionnaire
Gestion des déchets liquides	Stations-services et aires de repos	- Installation de puits perdus, de surfaces imperméabilisées et de procédures pour récupérer les épandages accidentels de liquides	- Vérification des travaux de construction de ces ouvrages et des procédures mises en place	- RE du concessionnaire
Érosion hydrique	Zone sensible à l'érosion à l'aval des ouvrages de traversée	- Surveillance pour envisager la mise en place des confortements si nécessaires	- Inspections périodiques et après chaque crue	- RE du concessionnaire - A/CES des CRDAs

9.3.4.2 – Les mesures de limitation des impacts de l'exploitation sur le milieu biologique

9.3.4.2.1 – La préservation de la biodiversité en cours d'exploitation

Si l'étude du tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a déjà pris en compte la localisation précise des enjeux écologiques les plus importants, la préservation de la biodiversité de la zone sous l'influence directe de l'emprise autorouroutière ont fait l'objet de plusieurs mesures et recommandations inscrites dans le CCTP du DAO pour être observées par les Entreprises durant les phases d'installation des chantier et de travaux :

- les emprunts de matériaux devront être réalisés, à chaque fois que cela est possible, dans des zones de faible couvert végétal ;
- les opérations de débroussaillage seront aussi limitées aux besoins directs des travaux (assiette de la route, zones de dépôt …).
- dans les zones de grand déblai où les terrassements se font à la verticale, ces travaux se feront avec la mise en place d'ouvrages de soutènement des talus qui pourront abriter un important couvert végétal.

Comme mesures de compensation de l'impact des opérations de déboisement, de débroussaillage et de terrassement sur le milieu, il faut prévoir le reboisement de toutes les zones déboisées ou débroussaillées, et le semis des plantes de strates herbacées.

9.3.4.2.2 – L'atténuation de l'effet de coupure en cours d'exploitation

On a vu que les risques de collision et de mortalité animale engendrés par la présence du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ont été atténués par :

- l'élargissement des trottoirs des ouvrages de rétablissement très fréquentés ;
- le rehaussement à 2,00 m et l'élargissement à 3,00 m des petits dalots utilisables par la macrofaune et les troupeaux ;
- l'installation de clôtures grillagées pour empêcher toute tentative de traversée des chaussées ;
- l'installation de panneaux de signalisation préventive du risque de collision dans les principales zones de passage, avec diminution de la vitesse autorisée.

9.3.4.2.2.1 – Le coût de l'atténuation de l'effet de coupure par l'élargissement des trottoirs des ouvrages de rétablissement très fréquentés

A partir des effectifs présentés dans le **Tableau 179** précédent, le **Tableau 342** suivant présente pour les huit lots par section de tracé les coûts d'élargissement de ces ouvrages de rétablissement très fréquentés du tronçon prioritaire Tunis-Jelma dont les trottoirs devront être élargis pour que le passage des animaux et des troupeaux n'y gêne pas la circulation des véhicules qui les empruntent.

Tableau 328 : Coûts de l'élargissement de ces ouvrages de rétablissement dans les huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Passages supérieurs	Passages inférieurs	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	100 000	125 000	**225 000**
	2	Zaghouan - Al Fahs	100 000	0	**100 000**
	3	El Fahs - Ennadhour	100 000	250 000	**350 000**
	4	Ennadhour - Sbikha	200 000	0	**200 000**
	5	Sbikha - Kairouan	100 000	0	**100 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**600 000**	**375 000**	**975 000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	100 000	0	**100 000**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	100 000	0	**100 000**
	8	Oued Zéroud - Jelma	300 000	0	**300 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**500 000**	**0**	**500 000**
Total lot prioritaire			**1 100 000**	**375 000**	**1 475 000**

A partir des coûts présentés dans ce **Tableau 342**, le **Tableau 343** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux les coûts d'élargissement des trottoirs de ces ouvrages de rétablissement très fréquentés du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 329 : Coûts de l'élargissement de ces ouvrages de rétablissement dans les trois lots de terrassement

TRONÇON	N	Lots	Passages supérieurs	Passages inférieurs	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	300 000	375 000	**675 000**
	A2	Ennadhour - Kairouan	300 000	0	**300 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**600 000**	**375 000**	**975 000**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	500 000	0	**500 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**500 000**	**0**	**500 000**
		Total lot prioritaire	**1 100 000**	**375 000**	**1 475 000**

On voit que l'élargissement de ces ouvrages de rétablissement très fréquentés du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa représentera un coût global de 1,48 M.DT, répartis entre :

- 1,10 M.DT pour l'élargissement de 11 passages supérieurs, et
- 0,38 M.DT pour l'élargissement de 3 passages inférieurs.

Ce budget nécessaire pour élargir tous ces ouvrages de franchissement très fréquentés le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pourra être intégré dans le budget des travaux du Projet.

9.3.4.2.2.2 – Le coût de l'atténuation de l'effet de coupure par l'agrandissement des petits dalots

On a vu que tous les dalots dont le dimensionnement hydraulique a abouti à une hauteur de 1,50 m ou moins ont été rehaussés à 2,00 m de hauteur, et que tous les dalots dont le dimensionnement hydraulique a abouti à une largeur de 2,00 m ou moins ont été élargis à 3,00 m de largeur. Le **Tableau 330** suivant compare le coût moyen unitaire pour des dalots de 50 m programmés après PGES, et le coût moyen unitaire estimé des petits dalots de 50 m prévus par l'étude hydrologique.

Tableau 330 : Coût moyen des petits dalots agrandis

	Etude hydrologique						Après PGES	
Type de dalot	4x1,5 m	3x1,5 m	4x1,5 m	3x1,5 m	4x1,5 m	3x1,5 m	3x2 m	4x2 m
Prix moyen au m.l.	2 300	3 050	2 550	1 780	1 520	1 250	2 800	3 300
Coût moyen unitaire	**115 000**	**152 500**	**127 500**	**89 000**	**76 000**	**62 500**	**140 000**	**165 000**

A partir du nombre de petits dalots prévus par l'étude hydrologique tels que présentés dans le **Tableau 181** de la page 375 et de leur coût unitaire estimé présenté dans ce **Tableau 330**, le **Tableau 331** suivant présente pour les huit lots par section de tracé le coût de ces dalots trop petits du tronçon prioritaire Tunis-Jelma pour permettre le passage aisé des ouvriers d'entretien, de la macrofaune sauvage ou des cheptels des riverains.

Tableau 331 : Coût des petits dalots prévus par l'étude hydrologique dans les huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	2x2 m	4x1,5 m	3x1,5 m	2x1,5 m	1,5x1 m	1x1 m	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	0	0	0	178 000	608 000	62 500	**848 500**
	2	Zaghouan - Al Fahs	0	0	0	0	76 000	0	**76 000**
	3	El Fahs - Ennadhour	0	0	0	0	760 000	62 500	**822 500**
	4	Ennadhour - Sbikha	115 000	152 500	127 500	89 000	76 000	0	**560 000**
	5	Sbikha - Kairouan	345 000	457 500	382 500	178 000	76 000	0	**1 439 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**460 000**	**610 000**	**510 000**	**445 000**	**1 596 000**	**125 000**	**3 746 000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	115 000	152 500	127 500	267 000	152 000	0	**814 000**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0	0	0	267 000	152 000	0	**419 000**
	8	Oued Zéroud - Jelma	0	0	0	0	76 000	0	**76 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**115 000**	**152 500**	**127 500**	**534 000**	**380 000**	**0**	**1 309 000**
Total lot prioritaire			**575 000**	**762 500**	**637 500**	**979 000**	**1 976 000**	**125 000**	**5 055 000**

A partir de ce **Tableau 331**, le **Tableau 332** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux le coût de ces dalots trop petits du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 332 : Coût des petits dalots prévus par l'étude hydrologique dans les trois lots de terrassement par type de travaux

TRONÇON	N	Lots	2x2 m	4x1,5 m	3x1,5 m	2x1,5 m	1,5x1 m	1x1 m	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	0	0	0	178 000	1 444 000	125 000	**1 747 000**
	A2	Ennadhour - Kairouan	460 000	610 000	510 000	267 000	152 000	0	**1 999 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**460 000**	**610 000**	**510 000**	**445 000**	**1 596 000**	**125 000**	**3 746 000**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	115 000	152 500	127 500	534 000	380 000	0	**1 309 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**115 000**	**152 500**	**127 500**	**534 000**	**380 000**	**0**	**1 309 000**
Total lot prioritaire			**575 000**	**762 500**	**637 500**	**979 000**	**1 976 000**	**125 000**	**5 055 000**

5

A partir du nombre de dalots agrandis tels que présentés dans le **Tableau 181** de la page 375 et de leur coût unitaire présenté dans le **Tableau 330** de la page 646, le **Tableau 333** suivant présente pour les huit lots par section de tracé le coût des dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma élargis à 3,00 m et parfois rehaussés à 2,00 m pour limiter l'effet de coupure de la plateforme autoroutière en facilitant le passage des ouvriers d'entretien, de la macrofaune sauvage ou des cheptels des riverains.

Tableau 333 : Coût des petits dalots agrandis dans les huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Dalots 3x2 m	Dalots 4x2 m	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	1 680 000	0	**1 680 000**
	2	Zaghouan - Al Fahs	140 000	0	**140 000**
	3	El Fahs - Ennadhour	1 680 000	0	**1 680 000**
	4	Ennadhour - Sbikha	560 000	165 000	**725 000**
	5	Sbikha - Kairouan	1 260 000	495 000	**1 755 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 320 000**	**660 000**	**5 980 000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	980 000	165 000	**1 145 000**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	700 000	0	**700 000**
	8	Oued Zéroud - Jelma	140 000	0	**140 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 820 000**	**165 000**	**1 985 000**
Total lot prioritaire			**7 140 000**	**825 000**	**7 965 000**

A partir de ce **Tableau 333**, le **Tableau 334** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux le coût de dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma élargis à 3,00 m et parfois rehaussés à 2,00 m.

Tableau 334 : Coût des petits dalots agrandis dans les trois lots de terrassement par type de travaux

TRONÇON	N	Lots	Dalots 3x2 m	Dalots 4x2 m	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	3 500 000	0	**3 500 000**
	A2	Ennadhour - Kairouan	1 820 000	660 000	**2 480 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**5 320 000**	**660 000**	**5 980 000**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1 820 000	165 000	**1 985 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 820 000**	**165 000**	**1 985 000**
		Total lot prioritaire	**7 140 000**	**825 000**	**7 965 000**

A partir des coûts totaux présentés dans les **Tableau 331** et **Tableau 333** précédents, le **Tableau 335** suivant répartit entre les huit lots par section de tracé le surcoût lié à l'élargissement à 3,00 m et parfois au rehaussement à 2,00 m des petits dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma pour diminuer l'effet de coupure.

Tableau 335 : Coûts de l'élargissement et du rehaussement de ces dalots dans les huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Coût initial	Coût après PGES	SURCOÛT
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	848 500	1 680 000	831 500
	2	Zaghouan - Al Fahs	76 000	140 000	64 000
	3	El Fahs - Ennadhour	822 500	1 680 000	857 500
	4	Ennadhour - Sbikha	560 000	725 000	165 000
	5	Sbikha - Kairouan	1 439 000	1 755 000	316 000
	Sous-total Tunis - Kairouan		**3 746 000**	**5 980 000**	**2 234 000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	814 000	1 145 000	331 000
	7	Haffouz - Oued Zéroud	419 000	700 000	281 000
	8	Oued Zéroud - Jelma	76 000	140 000	64 000
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 309 000**	**1 985 000**	**676 000**
		Total lot prioritaire	**5 055 000**	**7 965 000**	**2 910 000**

A partir de ce **Tableau 335**, le **Tableau 336** suivant répartit entre les trois lots de terrassement par type de travaux le surcoût lié à l'élargissement à 3,00 m et parfois au rehaussement à 2,00 m de ces petits dalots du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 336 : Coûts de l'élargissement et du rehaussement de ces dalots dans les trois lots de terrassement

TRONÇON	N	Lots	Coût initial	Coût après PGES	SURCOÛT
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	1 747 000	3 500 000	1 753 000
	A2	Ennadhour - Kairouan	1 999 000	2 480 000	481 000
	Sous-total Tunis - Kairouan		**3 746 000**	**5 980 000**	**2 234 000**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	1 309 000	1 985 000	676 000
	Sous-total Kairouan - Jelma		**1 309 000**	**1 985 000**	**676 000**
		Total lot prioritaire	**5 055 000**	**7 965 000**	**2 910 000**

On voit que l'élargissement de ces ouvrages de franchissement très fréquentés du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa représentera un coût global de 2,91 M.DT. Ce budget nécessaire pour élargir et parfois rehausser tous ces petits dalots le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pourra être intégré dans le budget des travaux du Projet.

9.3.4.2.2.3 – Le coût de la construction des deux passages spécifiques pour animaux

La **Figure 98** de la page 371 a présenté deux zones où, malgré la présence des passages mixtes utilisables par la faune, les écosystèmes naturels seront, dans celle du PK92 divisés et dans celle du PK154+700 séparés, par la plateforme du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Ces deux hypothétiques passages à animaux devant être positionnés sur des portions en déblais, le type d'ouvrage qui pourrait y être envisagé est tel que présenté dans la **Figure 95** de la page 370. Un ouvrage de ce type avec une largeur de 12 mètres représente un investissement unitaire de 1,0 M.DT, soit un investissement global de 2,0 M.DT pour les deux ouvrages proposés.

9.3.4.2.2.4 – Le suivi des statistiques de collisions avec des animaux

Il est par ailleurs recommandé de suivre les statistiques de ce type de collision, pour vérifier si les ouvrages de rétablissement et les ouvrages hydrauliques de traversée s'avéreront finalement suffisants pour éviter l'effet de coupure de la nouvelle emprise autoroutière sur la sauvagine. En cas d'insuffisance, il faudra envisager la mise en place d'autres passages à animaux spécifiques.

La vigilance des usagers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, surtout la nuit lorsque la visibilité est faible et l'activité de la faune sauvage plus forte, reste un facteur important qui contribuera à la diminution de ce risque de collision et de mortalité animale.

9.3.4.2.3 – L'atténuation de la modification du paysage

Dans un but initial d'atténuation de l'impact des émissions atmosphériques du trafic empruntant la nouvelle infrastructure autoroutière lors de la traversée du périmètre prublic irrigué du Mornag, on a vu que des mesures paysagères ont été incluses dans le Projet, ce qui permettra aussi de mieux insérer ces 3,25 km de plateforme autoroutière dans son environnement en atténuant la gêne visuelle qu'elle pourrait procurer.

Ces plantations d'alignement s'ajoutant à la végétalisation des talus vont même faire de cette plateforme autoroutière un point attractif pour les riverains et les usagers.

9.3.4.2.4 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts sur le milieu biologique

Le **Tableau 337** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu biologique.

Tableau 337 : Matrice de l'atténuation des impacts de l'exploitation sur le milieu biologique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Risque de collision et mortalité animale	Tout le long de l'emprise autoroutière	- Installation de clôtures pour limiter les points de passages - Panneaux de signalisation préventifs	- Relevé de tous les accidents impliquant la faune	- RE du concessionnaire
	Autour des PK92 et PK154+700	- Réalisation, si nécessaire en fonction des résultats de l'étude des pistes de passage de la faune sauvage, de deux passages de faune	- Pendant les travaux de ces portions de tracé prioritaire	- RE des Entreprises adjudicataire - RE du MOD
Modification du paysage	Tout le long de la nouvelle plateforme autoroutière	- Conception de mesures paysagères avec végétalisation des talus, pour mieux intégrer la nouvelle infrastructure dans le paysage	- Enquêtes annuelles sur l'aspect paysager pour les riverains et les usagers	- RE du concessionnaire

9.3.4.3 - Les mesures d'atténuation ou de compensation des impacts de l'exploitation sur les populations riveraines

9.3.4.3.1 - Les moyens d'atténuer les dangers pour les populations riveraines au cours de l'exploitation

Pour protéger les populations riveraines, l'étude technique a prévu la clôture de la plateforme autoroutière partout où elle avoisine des lieux de résidence, et l'installation d'ouvrages de rétablissement situés tous les 2,5 kilomètres. Normalement, il n'y a donc aucune interaction entre le trafic automobile du tronçon prioritaire et le public.

9.3.4.3.2 - Les moyens de compenser la gêne visuelle au cours de l'exploitation

Les **Tableau 187** et **Tableau 188** des pages 411 et 412 ont montré que l'étude technique du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa a prévu de revégétaliser 644,5 ha de talus et de rond-points d'échangeur au moyen de petites végétations graminéennes pour fixer les sols, et de quelques milliers de Pins d'Alep au niveau de la Dorsale et de Lauriers-rose dans la plaine de Kairouan et les Basses Steppes au titre de traitement paysager.

Les **Tableau 321** et **Tableau 322** de la page 623 ont quant à eux montré que cette action aura un coût d'environ 2,90 M.DT pour déjà donner à la nouvelle infrastructure un impact visuel positif : la végétalisation des talus et des rond-points d'échangeur en déblais profitera en effet aux usagers, et celle des talus et des rond-points d'échangeur en remblais aux usagers et aux riverains.

9.3.4.3.3 - Les moyens d'atténuer ou de compenser la gêne due aux émissions au cours de l'exploitation

9.3.4.3.3.1 Les mesures générales

Puisqu'il s'agit des émissions atmosphériques des moteurs à combustion interne du trafic automobile sur la nouvelle infrastructure en phase d'exploitation, ce sont les mesures pour protéger la qualité de l'air vues au § 9.3.4.1.1 des pages 629 et suivantes qui s'avèreront utiles.

9.3.4.3.3.2 Les moyens d'atténuer la pollution des productions agricoles irriguées avoisinées

Pendant la phase d'exploitation et en l'absence de poussières du fait du bitumage des chaussées, une pollution des productions agricoles avoisinées pourra être observée au voisinage du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, du fait des retombées des émissions atmosphériques de polluants du trafic qui l'empruntera. Mais elle sera plus que compensée par la diminution des retombées de polluants qui pourra être observée le long des RN3, A1 et RN2, dont le trafic aura été amputé de ce trafic réorienté vers le tronçon prioritaire, et donc fluidifié.

De toute façon, on a vu que la situation avec Projet des émissions atmosphériques de polluants le long de chacun des deux axes sera meilleure que la situation sans Projet le long des RN3 et RN2, où aucun agriculteur n'a jamais été indemnisé pour la diminution de la qualité de ses productions.

Toutefois, on a vu que les 3,25 premiers kilomètres de la nouvelle infrastructure autoroutière vont traverser les périmètres publics irrigués de la plaine du Mornag, qui sont irrigués à partir des eaux du Canal Mejerdah Cap-Bon. De plus, la future emprise va longer de nombreuses parcelles irriguées par des privés à partir de leur propre source d'eau. Le **Tableau 338** suivant présente pour les huit lots par section de tracé les longueurs totales, largeurs moyennes et surfaces des talus du tronçon prioritaire longeant toutes ces parcelles irriguées résiduelles,.

Tableau 338 : Caractéristiques des talus des huit lots par section de tracé longeant des zones irriguées

TRONÇON	N	Lots	Surface (ha)	Longueur totale (m)	Largeur moyenne (m)
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	14,92	5 824	25,6
	2	Zaghouan - Al Fahs	0,00	0	0,0
	3	El Fahs - Ennadhour	5,25	1 821	28,8
	4	Ennadhour - Sbikha	13,18	5 973	22,1
	5	Sbikha - Kairouan	6,62	3 825	17,3
	Sous-total Tunis - Kairouan		**39,97**	**17 443**	**22,9**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	3,39	1 610	21,1
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0,66	565	11,7
	8	Oued Zéroud - Jelma	2,21	1 920	11,5
	Sous-total Kairouan - Jelma		**6,26**	**4 095**	**15,3**
Total lot prioritaire			**46,23**	**21 538**	**21,5**

On voit que l'essentiel de ces zones irriguées longées par l'emprise se situe dans la Dorsale, et jusqu'à Kairouan. A partir du **Tableau 338**, le **Tableau 339** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux les mêmes caractéristiques des talus du tronçon prioritaire longeant toutes ces parcelles irriguées résiduelles.

Tableau 339 : Caractéristiques des talus des trois lots de terrassement par type de travaux longeant des zones irriguées

TRONÇON	N	Lots	Surface (ha)	Longueur totale (m)	Largeur moyenne (m)
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	20,18	7 645	26,4
	A2	Ennadhour - Kairouan	19,79	9 798	20,2
	Sous-total Tunis - Kairouan		**39,97**	**17 443**	**22,9**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	6,26	4 095	15,3
	Sous-total Kairouan - Jelma		**6,26**	**4 095**	**15,3**
Total lot prioritaire			**46,23**	**21 538**	**21,5**

Pour limiter les retombées des polluants émis par la circulation automobile sur ces végétations irriguées situées le long de l'emprise, des opérations de plantations d'alignement d'espèces forestières vont être effectuées sur les remblais partout où le tronçon prioritaire va longer des parcelles irriguées, Peupliers Trembles dans la plaine du Mornag et Pins d'Alep ou Lauriers-rose ailleurs. Ces plantations joueront ainsi le rôle de brise-vents, ce qui limitera les retombées des polluants émis par la circulation automobile en dehors des talus, sur les productions agricoles irriguées avoisinées. En plus de cette protection contre la pollution, ces plantations seront très utiles en participant :

- à l'amélioration des paysages traversés pour les usagers de l'autoroute ;

- à l'atténuation pour les riverains des gênes visuelle et sonore du trafic inter-régional empruntant la nouvelle infrastructure autoroutière.

A partir des caractéristiques présentées dans le **Tableau 338** précédent, le **Tableau 340** suivant présente pour les huit lots par section de tracé le nombre de plants qui vont être complantés sur ces talus, avec remplacement des manquants en année 2.

Tableau 340 : Nombre de plants complantés sur les talus des huit lots par section de tracé longeant des zones irriguées

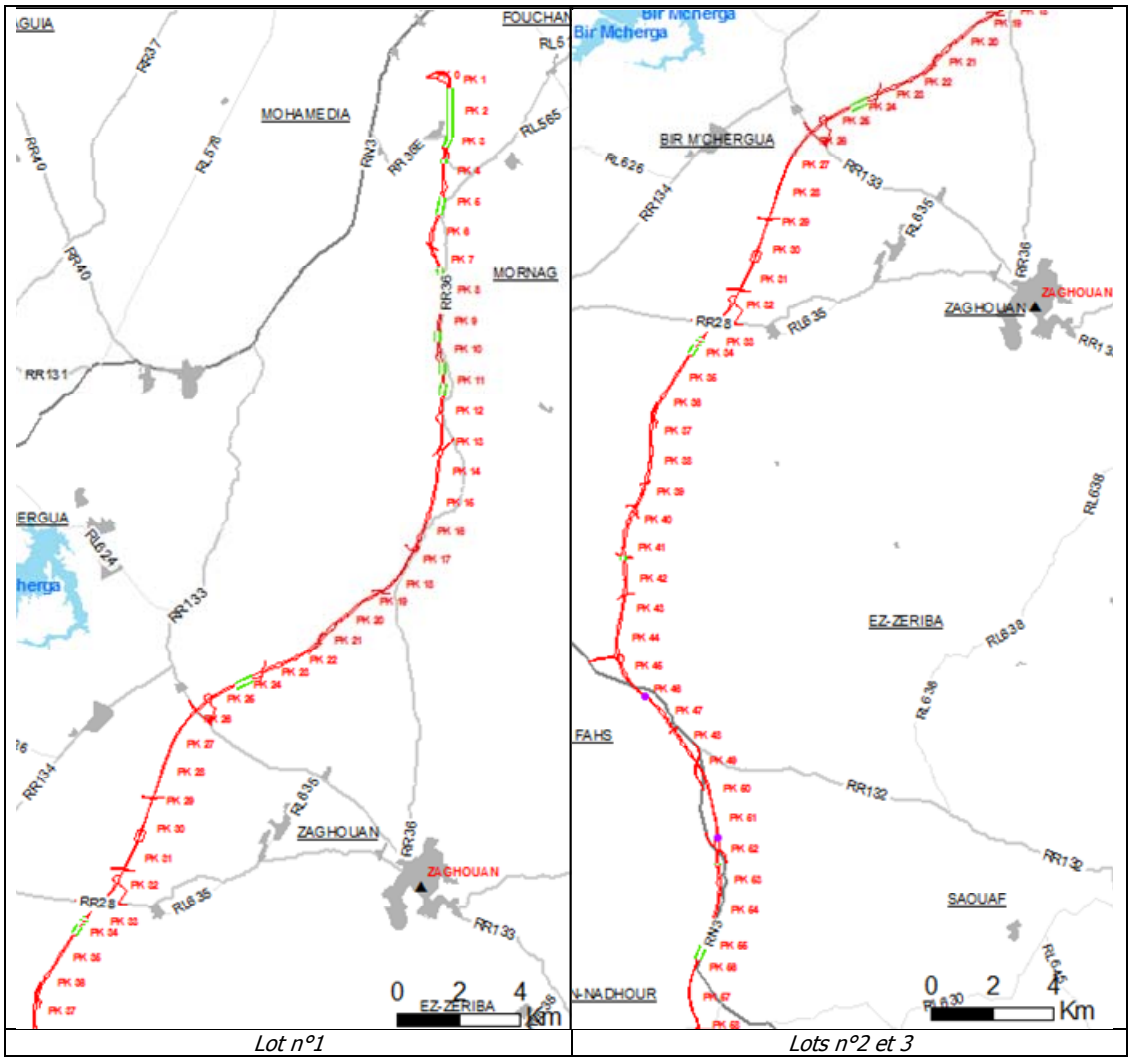
TRONÇON	N	Lots	Type d'arbre	Année 1	Année 2	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	Tremble	13 594	1 359	**14 953**
	2	Zaghouan - Al Fahs	Pin d'Alep	0	0	**0**
	3	El Fahs - Ennadhour	Pin d'Alep	4 864	486	**5 350**
	4	Ennadhour - Sbikha	Pin d'Alep	12 341	1 234	**13 575**
	5	Sbikha - Kairouan	Pin d'Alep	6 260	626	**6 886**
	Sous-total Tunis - Kairouan			**37 059**	**3 705**	**40 764**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	Pin d'Alep	598	60	**658**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	Pin d'Alep	1 923	192	**2 115**
	8	Oued Zéroud - Jelma	Laurier-rose	42 819	4 282	**48 369**
	Sous-total Kairouan - Jelma			**47 646**	**4 765**	**52 411**
Total lot prioritaire				**84 705**	**8 470**	**93 175**

A partir des caractéristiques présentées dans le **Tableau 339** précédent, le **Tableau 341** suivant présente pour les trois lots de terrassaement par type de travaux le nombre de plants qui vont être complantés sur ces talus, avec remplacement des manquants en année 2.

Tableau 341 : Nombre de plants complantés sur les talus des trois lots de terrassement longeant des zones irriguées

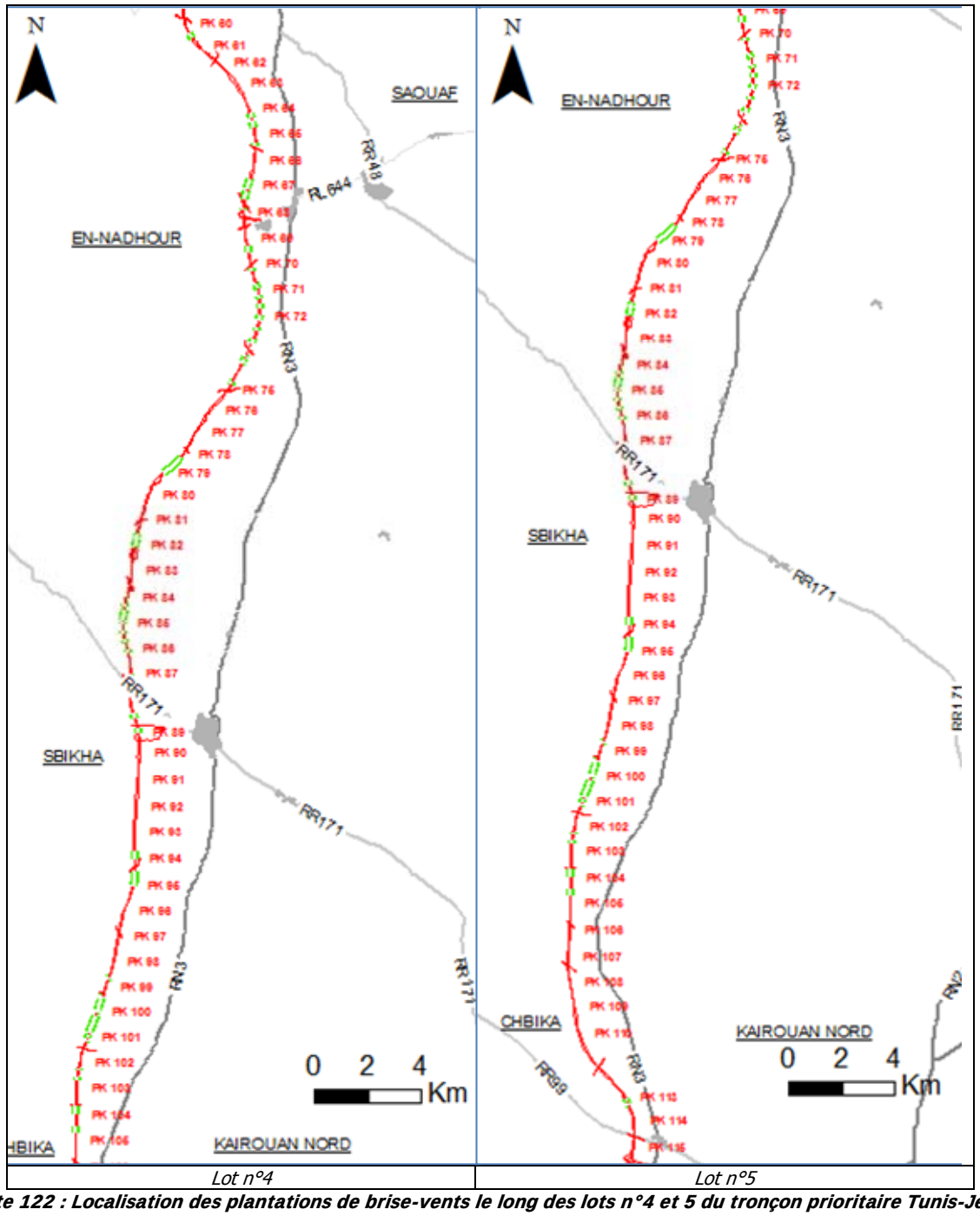
TRONÇON	N	Lots	Type d'arbre	Année 1	Année 2	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	Tremble & Pin d'Alep	18 458	1 845	**20 303**
	A2	Ennadhour - Kairouan	Pin d'Alep	18 601	1 860	**20 461**
	Sous-total Tunis - Kairouan			**37 059**	**3 705**	**40 764**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	Pin d'Alep & Laurier-rose	47 646	4 765	**52 411**
	Sous-total Kairouan - Jelma			**47 646**	**4 765**	**52 411**
Total lot prioritaire				**84 705**	**8 470**	**93 175**

Sachant que le lot n°2 ne longe pas de parcelles irriguées, les **Carte 121** à **Carte 123** suivantes présentent les sections des sept autres lots par section de tracé du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa où seront réalisées ces plantations de brise-vents.

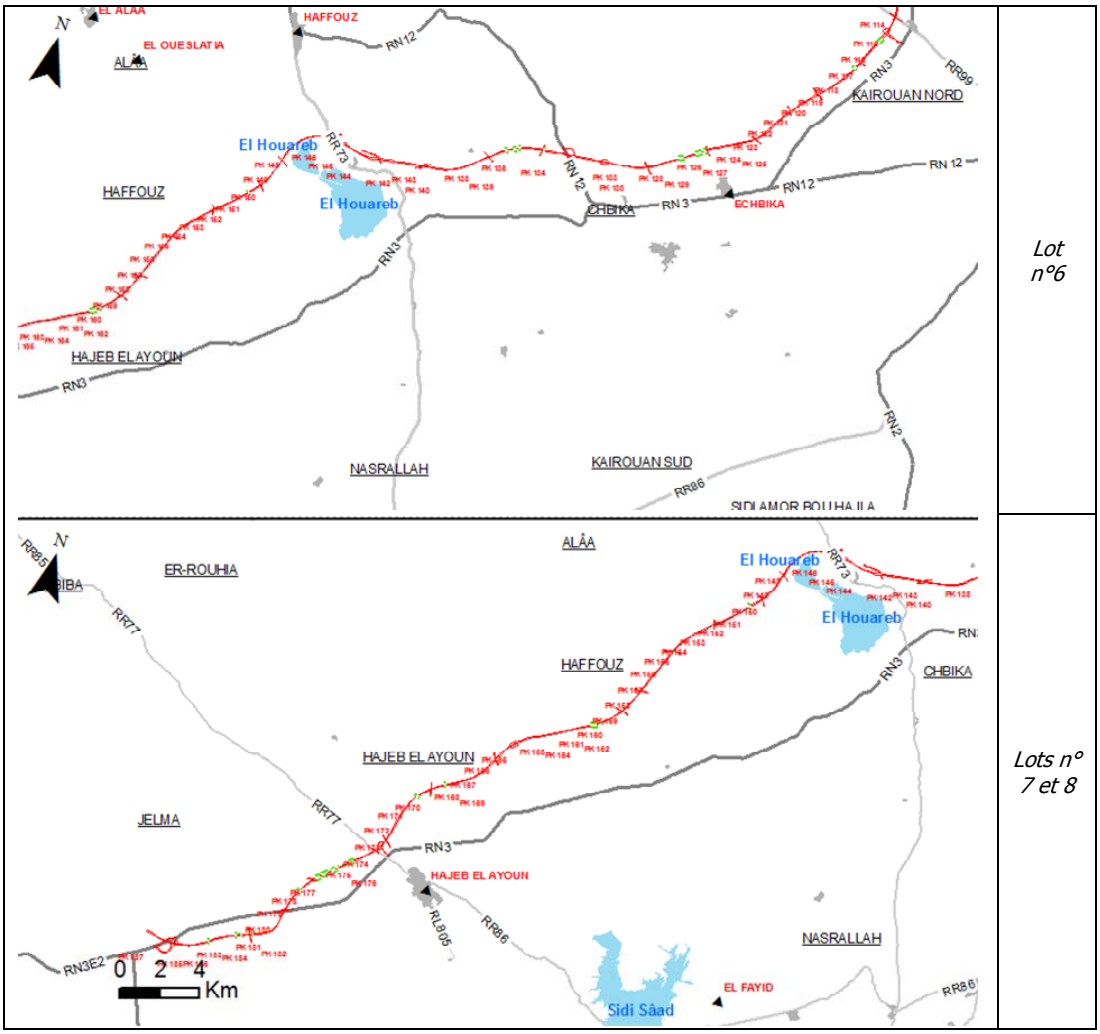


Lot n°1 | *Lots n°2 et 3*

Carte 121 : Localisation des plantations de brise-vents le long des lots n°1,2 et 3 du tronçon prioritaire Tunis-Jelma



Carte 122 : Localisation des plantations de brise-vents le long des lots n°4 et 5 du tronçon prioritaire Tunis-Jelma



Carte 123 : Localisation des plantations de brise-vents le long des lots n°6, 7 et 8 du tronçon prioritaire Tunis-Jelma

Le budget nécessaire pour effectuer toutes ces plantations d'alignement le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa pourra être intégré dans le programme national d'embellissement des principaux axes et voies routières et des zones frontalières, qui est un programme géré par l'ANPE.

Le **Tableau 342** suivant présente pour les huit lots par section de tracé les coûts de plantation et d'entretien de ces brise-vents installés sur les talus du tronçon prioritaire longeant des zones irriguées.

Tableau 342 : Coûts d'installation des brise-vents sur les talus des huit lots par section de tracé longeant des zones irriguées

TRONÇON	N	Lots	Type d'arbre	Année 1	Année 2	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	Tremble	568 210	164 480	**732 690**
	2	Zaghouan - Al Fahs	Pin d'Alep	0	0	**0**
	3	El Fahs - Ennadhour	Pin d'Alep	203 300	58 850	**262 150**
	4	Ennadhour - Sbikha	Pin d'Alep	515 850	149 330	**665 180**
	5	Sbikha - Kairouan	Pin d'Alep	261 670	75 750	**337 420**
	Sous-total Tunis - Kairouan			**1 549 030**	**448 410**	**1 997 440**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	Pin d'Alep	25 000	7 240	**32 240**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	Pin d'Alep	128 590	37 220	**165 810**
	8	Oued Zéroud - Jelma	Laurier-rose	2 273 340	338 580	**2 611 920**
	Sous-total Kairouan - Jelma			**2 426 930**	**383 040**	**2 809 970**
Total lot prioritaire				**3 975 960**	**831 450**	**4 807 410**

A partir des coûts présentés dans ce **Tableau 342**, le **Tableau 343** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux les coûts de plantation et d'entretien de ces brise-vents installés sur les talus du tronçon prioritaire longeant des zones irriguées.

Tableau 343 : Coûts d'installation des brise-vents sur les talus des trois lots de terrassement longeant des zones irriguées

TRONÇON	N	Lots	Type d'arbre	Année 1	Année 2	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	Tremble & Pin d'Alep	771 510	223 330	**994 840**
	A2	Ennadhour - Kairouan	Pin d'Alep	777 520	225 080	**1 002 600**
	Sous-total Tunis - Kairouan			**1 549 030**	**448 410**	**1 997 440**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	Pin d'Alep & Laurier-rose	2 426 930	383 040	**2 809 970**
	Sous-total Kairouan - Jelma			**2 426 930**	**383 040**	**2 809 970**
Total lot prioritaire				**3 975 960**	**831 450**	**4 807 410**

On voit que l'installation de ces brise-vents le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa représentera un coût global de 4,81 M.DT, répartis entre :

- 3,98 M.DT pour leur plantation pendant la durée des travaux, et
- 0,83 M.DT pour leur entretien pendant le début de l'exploitation de ce tronçon Tunis-Jelma.

9.3.4.3.4 - Les moyens d'atténuer ou de compenser la gêne acoustique au cours de l'exploitation

Durant la phase d'exploitation, on a vu que l'étendue de la zone proche, où le niveau acoustique ne baisse pas, croîtra au fil du temps du fait de l'augmentation du trafic empruntant le tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Quant aux zones proches des RN3, A1 et RN2 soulagées du trafic inter-régional empruntant la nouvelle infrastructure, leur étendue sera pour la même raison plus faible en situation avec Projet qu'en situation de référence. Comme cete zone contient de nombreux logements, ce sera un des imapcts positifs du Projet.

De plus, comme le bruit du moteur de chaque véhicule croît avec sa vitesse, toutes les mesures de contrôle du respect des limitations de vitesse pour améliorer la sécurité routière permettront également:

- d'atténuer les nuisances sonores du trafic automobile inter-régional empruntant la nouvelle infrastructure ;
- de bonifier l'impact positif du Projet sur la diminution des nuisances sonores du trafic automobile résiduel empruntant les axes routiers préexistants.

L'évaluation des coûts de cette atténuation préventive a été réalisée en considérant l'installation de barrières acoustiques permettant une réduction jusqu'à 20 dB, avec les caractéristiques minimales suivantes :

- Caractéristiques mécaniques de sécurité : en accord avec les normes EN 1794-1 et EN 1794-2 de 2011 ;
- Réduction sonore : $DL_R \geq 20$ dB (Catégorie B2, d'accord avec la norme EN 1793-2 de 2012) ;
- Absorption sonore : $DL_\alpha \geq 8$ dB (Catégorie A3, d'accord avec la norme EN 1793-1 de 2012).

Il est recommandé en particulier que la partie supérieure de ces murs anti-bruits soit inclinée vers la source pour limiter les phénomènes de réflexion sonore et pour augmenter la portée de l'affaiblissement acoustique qu'ils génèreront. En outre, il est proposé que ces murs soient végétalisés, afin :

- d'améliorer leur esthétique, et
- de participer à l'épuration de l'air pour certains polluants atmosphériques émis par les véhicules.

9.3.4.3.5 - Les moyens de renforcer la sécurité routière au cours de l'exploitation

On a vu que la mise en service de la nouvelle infrastructure autoroutière va permettre de diminuer le nombre des accidents de la circulation et celui des tués parmi les usagers circulant de Tunis à Jelma, mais que la vitesse élevée du trafic entraînera une augmentation du nombre des blessés par rapport à la situation sans Projet.

De plus, les simulations ont aussi permis de constater que l'augmentation du trafic automobile entre Tunis et Jelma allait provoquer une augmentation continue de ces nombres entre 2018 et 2037, et ce même en situation avec Projet. L'amélioration technologique apportée par les constructeurs n'allant pas suffire à stabiliser diminuer le nombre des accidents de la circulation et celui des victimes, il va falloir installer :

- une signalisation routière parfaitement adaptée aux risques encourus par les usagers :
- les moyens de contrôler le respect par les automobilistes de ces consignes de sécurité : radars automatiques fixes, radars mobiles, équipes mobiles de policiers de la circulation, etc …
- au moins un centre de secours par section autoroutière, équipé des moyens d'intervention rapide nécessaires : ambulances, véhicules de pompier, et pourquoi pas un hélicoptère pour une évacuation rapide vers les centres de soins les plus perfectionnés du pays.

9.3.4.3.6 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts de l'exploitation sur les populations riveraines

Le **Tableau 344** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu humain.

Tableau 344 : Matrice de l'atténuation des impacts de l'exploitation sur les populations riveraines

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Pollution des productions irriguées avoisinées	Pollution des productions végétales des parcelles irriguées longées par l'infrastructure	- Plantation de 42.820 pieds sur 21,54 km sur les talus des tronçons de l'infrastructure longeant des parcelles irriguées	- Vérification des plaintes des irrigants riverains	- RE du concessionnaire
Gêne acoustique due au bruit de la circulation	Gêne pour les habitations proches de la nouvelle infrastructure	- Profil de l'infrastructure - Protections acoustiques quand nécessaires - Installation de la signalisation routière adéquate - Installation de systèmes de contrôle du respect du Code de la Route	- Vérification des plaintes de riverains	- RE du concessionnaire
	Diminution de la gêne pour les habitations proches des axes routiers préexistants	- Installation de systèmes de contrôle du respect du Code de la Route	- Vérification des plaintes de riverains	- RE du concessionnaire
Amélioration de la sécurité routière	Impact affectant les riverains lorsqu'ils empruntent le tronçon prioritaire et surtout les axes du réseau routier pré-existant	- Fluidification des trafics - Diminution de l'accidentologie sur les axes du réseau routier pré-existant - Présence de moyens d'intervention rapide de la sécurité civile	- Surveillance des statistiques d'accident - Appui aux opérations de contrôle de la police routière	- RE du concessionnaire

9.3.4.4 - Les mesures d'atténuation ou de compensation des impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique

9.3.4.4.1 - Les moyens d'atténuer l'impact de l'exploitation sur la productivité des spéculations agricoles

Pendant la phase d'exploitation et en l'absence de poussières avec le bitumage des chaussées, une infime dégradation pourra être observée au voisinage du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa du fait des émissions atmosphériques de polluants du trafic qui l'empruntera. Mais elle sera plus que compensée par l'amélioration observée le long de la RN6, dont le trafic aura été amputé de ce trafic réorienté vers la nouvelle section autoroutière, et donc fluidifié.

De toute façon, on a vu que la situation avec Projet des émissions atmosphériques de polluants le long de chacun des deux axes sera meilleure que la situation sans Projet le long des RN3 et RN2, où aucun agriculteur n'a jamais été indemnisé pour la diminution de la qualité de ses productions.

Le **Tableau 345** suivant présente pour les huit lots par section de tracé le nombre de murs anti-bruits qui vont devoir être installés pendant les travaux, et par comparaison ceux qui devront être installés avant 2037 du fait de l'augmentation prévisible des bruits du trafic d'ici là.

Tableau 345 : Nombre de murs anti-bruits à installer le long des huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Pendant travaux	Avant 2037	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	6	5	**11**
	2	Zaghouan - Al Fahs	0	0	**0**
	3	El Fahs - Ennadhour	1	8	**9**
	4	Ennadhour - Sbikha	4	13	**17**
	5	Sbikha - Kairouan	1	7	**8**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**12**	**33**	**45**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	4	17	**21**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0	4	**4**
	8	Oued Zéroud - Jelma	2	9	**11**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**6**	**30**	**36**
Total lot prioritaire			**18**	**63**	**81**

A partir des effectifs de murs présentés dans le **Tableau 345**, le **Tableau 346** suivant présente pour les trois lots de terrassement par type de travaux le nombre de murs anti-bruits qui vont devoir être installés

pendant les travaux, et par comparaison ceux qui devront être installés avant 2037 du fait de l'augmentation prévisible des bruits du trafic d'ici là.

Tableau 346 : Nombre de murs anti-bruits à installer le long des trois lots de terrassement

TRONÇON	N	Lots	Pendant travaux	Avant 2037	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	7	13	**20**
	A2	Ennadhour - Kairouan	5	20	**25**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**12**	**33**	**45**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	6	30	**36**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**6**	**30**	**36**
Total lot prioritaire			**18**	**63**	**81**

En fonction des longueurs de chacun des murs recensé dans le **Tableau 345** précédent, le **Tableau 347** suivant détaille pour les huit lots par section de tracé le coût de ces murs anti-bruits qui vont être installés pendant les travaux, et par comparaison de ceux qui devront être installés avant 2037.

Tableau 347 : Coût des murs anti-bruits à installer le long des huit lots par section de tracé

TRONÇON	N	Lots	Pendant travaux	Avant 2037	TOTAL
Tunis - Kairouan	1	Tunis - Zaghouan	230 000	150 000	**380 000**
	2	Zaghouan - Al Fahs	0	0	**0**
	3	El Fahs - Ennadhour	45 000	375 000	**420 000**
	4	Ennadhour - Sbikha	265 000	755 000	**1 020 000**
	5	Sbikha - Kairouan	45 000	290 000	**335 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**585 000**	**1 570 000**	**2 155 000**
Kairouan - Jelma	6	Kairouan - Haffouz	145 000	860 000	**1 005 000**
	7	Haffouz - Oued Zéroud	0	180 000	**180 000**
	8	Oued Zéroud - Jelma	170 000	320 000	**490 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**315 000**	**1 360 000**	**1 675 000**
Total lot prioritaire			**900 000**	**2 930 000**	**3 830 000**

A partir des coûts présentés dans ce **Tableau 347**, le **Tableau 348** suivant détaille pour les trois lots de terrassement par type de travaux le coût de ces murs anti-bruits qui vont être installés pendant les travaux, et par comparaison de ceux qui devront être installés avant 2037.

Tableau 348 : Coût des murs anti-bruits à installer le long des trois lots de terrassement

TRONÇON	N	Lots	Pendant travaux	Avant 2037	TOTAL
Tunis - Kairouan	A1	Tunis – Ennadhour	275 000	525 000	**800 000**
	A2	Ennadhour - Kairouan	310 000	1 045 000	**1 355 000**
	Sous-total Tunis - Kairouan		**585 000**	**1 570 000**	**2 155 000**
Kairouan - Jelma	A3	Kairouan - Jelma	315 000	1 360 000	**1 675 000**
	Sous-total Kairouan - Jelma		**315 000**	**1 360 000**	**1 675 000**
Total lot prioritaire			**900 000**	**2 930 000**	**3 830 000**

On voit que le budget global à prévoir pour cette mitigation de la gêne sonore le long du tronçon prioritaire Tunis-Jelma représentera un budget de 3,83 M.DT, qui se répartira entre :

- un budget de 0,90 M.DT qui va être inclus dans le coût du Projet mis en œuvre par les diverses Entreprises adjudicataires des travaux, pour atténuer la gêne sonore causée par les travaux, puis par le trafic qui empruntera en 2018 le tronçon prioritaire Tunis-Jelma ;

- un budget estimé à 2,93 M.DT, qui va être dispatché sur les 20 années d'exploitation par le futur concessionnaire, *a priori* la STA, à raison de 146.500 DT /an en moyenne, pour atténuer au fur et à mesure de son apparition la gêne sonore causée par le trafic croissant qui empruntera ce tronçon prioritaire.

9.3.4.4.2 - Les moyens de bonifier l'impact de l'exploitation sur les activités industrielles dans les villes intérieures

On a vu que la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va encourager l'installation d'entreprises dans les zones industrielles de sa zone d'influence. Il est évident que cet effet du "rapprochement" de ces zones industrielles avec l'agglomération tunisoise et le Sahel de Sousse, qui agira en synergie avec les mesures suivantes, sera d'autant plus important que :

- les mesures fiscales du Code tunisien des Investissements, instaurées depuis trente annnées pour favoriser l'installation d'entreprises dans les gouvernorats de l'Intérieur du pays, auront été pérennisées ;
- l'AFI envisagera l'aménagement de nouvelles zones industrielles au débouché des échangeurs de ce tronçon prioritaire, dont l'implantation sera prévue en accord avec les Municipalités concernées qui actualiseront leur PAD en conséquence ;
- l'actualisation de ces PAD tiendra également compte des besoins en logements pour pouvoir accueillir dans de bonnes conditions les familles des employés des entreprises qui viendront s'installer dans ces zones industrielles des gouvernorats de Zaghouan, Kairouan, Kasserine et Sidi Bouzid.

9.3.4.4.3 - Les moyens de compenser l'impact de l'exploitation sur les activités le long des RN3 et RN2

La baisse du trafic automobile le long des RN3 et RN2 provoquée par la mise en service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa va à coup sûr faire baisser la fréquentation des commerces et artisans installés au cœur des villes et villages traversés par ces deux axes routiers, et des gargottes installées aux entrées et sorties de ces mêmes villes et villages.

9.3.4.4.3.1 - Les moyens de compenser la baisse de fréquentation des commerces et artisans installés au cœur des villes et villages traversés

Au titre de compensation, il va falloir penser à faciliter l'ouverture de commerces au niveau des aires de service du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Pour cela, le concessionnaire devra obliger les concessionnaires des aires de service à prévoir l'aménagement d'une aire pour l'installation de commerces:

- pour les artisans intéressés des villes et villages traversés, et
- pour les producteurs agricoles riverains de l'emprise de ces deux tronçons restants.

Les Conseils des trois Gouvernorat où ces aires de service seront implantées devront ensuite aider les personnes affectées par le projet qui le souhaitent, qu'ils s'agissent de commerçants et d'artisans installés le long des RN3 et RN2 ou encore d'agro-pasteurs installés le long de l'emprise du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, à bénéficier d'un local sur l'aire de service la plus proche de ce tronçon prioritaire.

9.3.4.4.3.2 - Les moyens de compenser la baisse de fréquentation des gargottes installées aux entrées et sorties des villes et villages traversés

Au titre de compensation, il va falloir penser à faciliter l'ouverture de gargottes sur les routes de liaison entre le débouché des échangeurs du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et les villes ainsi desservies.

Pour cela, les Conseils de Gouvernorat pourront aider les propriétaires des gargottes installées le long des RN3 et RN2 qui le souhaitent à effectuer ce type de déplacement, tout en incitant les succursales bancaires des trois gouvernorats, ou même la Banque Tunisienne de Solidarité (BTS), à leur accorder des crédits contre la mise en hypothèque de leur local actuel pour le financement de nouveaux locaux installés aux débouchés routiers du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Puisque le trafic inter-régional empruntera pour les 2/3 la nouvelle infrastructure autoroutière en 2037, il suffira que la diminution du nombre de gargottes fonctionnant le long des RN3 et RN2 représente à cette date les 2/3 des effectifs initiaux pour qu'il y ait eu redistribution complète des activités actuelles entre :

- les gargottes nouvellement installées sur les routes d'accès aux dix villes desservies à la sortie des dix échangeurs, et
- les gargottes demeurées installées sur les deux RN au trafic routier amoindri.

9.3.4.4.4 - Le récapitulatif de la mitigation des impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique

Le **Tableau 349** suivant présente la matrice de la mitigation des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le milieu socio-économique.

Tableau 349 : Matrice de l'atténuation des impacts de l'exploitation sur le milieu socio-économique

Impacts	Localisation et occurrence	Mesures de réduction	Fréquence ou période	Responsable
Baisse d'activités des commerçants et artisans installées le long des RN3 et RN2	Au cœur des agglomérations traversées	- Réserver une aire pour l'installation de commerces sur les aires de service du tronçon prioritaire - Faciliter l'installation des commerçants et artisans et des agro-pasteurs riverains souhaitant y écouler leurs produits avec les usagers du tronçon prioritaire	- Inspections pendant l'aménagement des aires de service - Inspections semestrielles en cours d'exploitation	- Concessionnaire, système bancaire et BTS
Baisse d'activités des gargottes installées le long des RN3 et RN2	Aux entrées et sorties des agglomérations traversées	- Faciliter l'ouverture de gargottes au débouché des échangeurs du tronçon prioritaire	- Inspections semestrielles en cours d'exploitation	- Système bancaire et BTS
Amélioration de la sécurité routière	Impact affectant tous les usagers de la route entre Tunis et Jelma	- Installation de la signalisation routière adéquate - Installation de systèmes de contrôle du respect du Code de la Route - Installation de moyens d'intervention rapide de la sécurité civile	- Surveillance des statistiques d'accident - Appui aux opérations de contrôle de ela police routière	- RE du concessionnaire

9.4 - Le programme de surveillance environnementale

Une fois les enjeux environnementaux et sociaux clairement identifiés, on peut envisager les voies et moyens de s'assurer de la bonne exécution des mesures de mitigation proposées pour atténuer, compenser ou effectivement les impacts négatifs de l'aménagement bonifier ses impacts positifs.

Le programme de surveillance environnemental et social fait partie intégrante de l'évaluation environnementale et sociale. En effet, une ÉIES risque de ne pas produire les bénéfices attendus sans l'application d'un plan de surveillance de la qualité de la mise en œuvre des mesures d'atténuation des impacts environnementaux et sociaux pendant les travaux, qu'ils aient été inclus dans le design du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qu'ils constituent des actions d'accompagnement ou qu'ils correspondent à des engagements pris par les 'Entreprises au niveau du CCES du CCTP du marché des travaux.

9.4.1 - LES OBJECTIFS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

L'objectif général de la surveillance environnementale est de parvenir à une bonne mise en œuvre de toutes les activités précédemment envisagées pour mitiger (supprimer ou au moins réduire, et éventuellement compenser) les conséquences dommageables pour les environnements naturel et humain des chantiers d'aménagement et du début de l'exploitation de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

La surveillance environnementale est une activité d'inspection, de contrôle et d'intervention visant à contrôler du respect de l'environnement lors de l'aménagement et de l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière. Pour cela, elle cherche à vérifier que :

- toutes les mesures d'atténuation et de bonification proposées dans l'ÉIES seront effectivement mises en œuvre pendant la phase d'aménagement ;
- toutes les exigences et conditions en matière de protection de l'environnement sont effectivement respectées avant, pendant et après les travaux d'aménagement.

Pendant la durée des travaux d'aménagement du tronçon prioritaire, l'objectif de la surveillance et du suivi environnemental est de vérifier si les mesures initialement proposées pour la protection du milieu naturel, des populations riveraines et du milieu socio-économique contre les impacts négatifs de ces travaux ont été correctement mises en œuvre par les Entreprises adjudicataires des marchés de travaux et par les autres institutions concernées. Il peut être formulé comme la vérification :

- de la conformité des travaux avec les permis octroyés ;
- de la bonne mise en application des mesures de mitigation des impacts à court et moyen termes confirmés.

Au cours de l'exploitation, l'objectif de la surveillance environnementale du tronçon prioritaire est de vérifier si les mesures initialement proposées pour la protection du milieu naturel et des populations riveraines contre les impacts négatifs de l'exploitation et pour le renforcement de ses impacts positifs sur le milieu socio-économique sont correctement mises en œuvre par le concessionnaire, *a priori* la STA, et par les autres institutions concernées. Il peut être formulé comme la vérification de la bonne mise en œuvre des mesures de mitigation prévues pour atténuer ou bonifier les impacts à long terme envisagés :

- dans la conception du Projet, et
- en tant que mesures d'accompagnement.

9.4.2 - L'ORGANISATION INSTITUTIONNELLE DE LA SURVEILLANCE DE LA BONNE MISE EN ŒUVRE DES MESURES DE MITIGATION DU PGES

9.4.2.1 - La responsabilité institutionnelle de la surveillance pendant les travaux d'aménagement

Dans le cadre des travaux d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, la surveillance environnementale portera essentiellement sur le contrôle des aspects suivants :

- le respect par les Entreprises adjudicataires des travaux de leurs engagements contractuels, c'est-à-dire de toutes les clauses environnementales et sociales incluses dans les marchés avec la BEI ;
- la mise en œuvre dans de bonnes conditons par les Entreprises adjudicataires des travaux des mesures de mitigation environnementales et sociales identifiées dans l'ÉIES ;
- le respect par les Entreprises adjudicataires des travaux des législations et réglementations en vigueur, par la vérification de la mise en œuvre de toutes les dispositions juridiques tunisiennes relatives à la protection des éléments de l'environnement (air, sol, eaux, faune, flore, déchets, etc …).

Pour réaliser ce programme, les Maîtres d'Œuvre doivent sous le contrôle de l'ANPE réaliser la surveillance environnementale pendant l'installation des chantiers et pendant les travaux, afin de vérifier la mise en oeuvre des mesures environnementales et sociales prévues par les Entreprises adjudicataires des travaux d'aménagement de ce tronçon prioritaire.

9.4.2.2 - La responsabilité institutionnelle de la surveillance pendant l'exploitation

Dans le cadre de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa et sachant que les stations-service auront leur propre PGES, la surveillance environnementale des activités du concessionnaire, *a priori* la STA, portera essentiellement sur le contrôle des aspects suivants :

- le respect par le concessionnaire de ses engagements contractuels, c'est-à-dire de toutes les clauses environnementales et sciales incluses dans le marché de concession avec la DG/PC ;
- la mise en œuvre dans de bonnes conditions par le concessionnaire des mesures de mitigation environnementales et sociales identifiées dans la présente ÉIES ;
- le respect par le concessionnaire des législations et réglementations en vigueur, par la vérification de la mise en œuvre de toutes les dispositions juridiques tunisiennes relatives à la protection des éléments de l'environnement (air, sol, eaux, faune, flore, déchets, etc …).

Pour réaliser ce programme, l'ANPE devra assurer la surveillance environnementale de l'exploitation de ce tronçon prioritaire, afin de vérifier la bonne mise en œuvre par le concessionnaire des mesures environnementales et sociales proposées.

9.4.2.3 - Les activités des divers intervenants dans l'aménagement du tronçon prioritaire

L'expérience récente de l'aménagement de sections autoroutières a montré que des difficultés importantes ont été soulevées par les populations riveraines qui considérait que le Projet n'avait pas suffisamment pris en compte leurs préoccupations en matière d'expropriation et de réinstallation

Il est donc clair que la qualité de la mise en œuvre des mesures prévues au PGES de ce Projet

d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa doit faire l'objet d'une attention soutenue. Il est donc proposé la création d'un comité de surveillance, qui sera placée sous la responsabilité de l'ANPE et demandera des éléments d'information objectifs et chiffrés à l'OTED, En effet :

- l'ANPE est chargée de proposer aux autorités compétentes toute mesure revêtant un caractère général ou particulier et destinée à assurer la mise en œuvre de la politique de l'Etat en matière de lutte contre la pollution et de protection de l'environnement, et notamment les mesures tendant à assurer la préservation de l'environnement et à renforcer les mécanismes qui y conduisent, et en général à proposer les mesures de prévention des risques et des catastrophes naturelles ou industrielles ;
- l'OTED est chargé de fournir une analyse systémique des interactions et un éclairage prospectif à long terme aux décideurs, pour permettre d'orienter les choix en faveur d'un développement durable, respectueux des aspects environnementaux.

9.4.2.3.1 - Le comité de surveillance de la mise en œuvre du PGES

La cellule Autoroutes de la DG/PC mettra en place dès réception du PAR du Projet un comité de surveillance placé sous la responsabilité de l'ANPE, qui pourra dès la fin des travaux se constituer en comité de suivi également placé sous la responsabilité de l'ANPE. Ce comité de surveillance pourra s'appuyer sur les compétences des personnels :

- de la Société Tunisienne des Autoroutes (STA), qui sera *a priori* le Maître d'ouvrage Délégué (MOD) du Projet ;
- de la Direction Générale des Ponts et Chaussées (DG/PC) et des deux Directions Régionales (Zaghouan, Kairouan) du ministère de l'Equipement, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Durable ;
- de la Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques (DG/BGTH) qui assure la protection des ressources fluviales et des barrages du pays et des deux Commissariats Régionaux (Zaghouan, Kairouan) du ministère de l'Agriculture ;
- des quatre Commissions Régionales de Conciliation (Ben Arous, Zaghouan, Kairouan et Sidi Bouzid) du ministère des Domaines de l'Etat, qui coordonne les indemnisations des personnes dont les biens sont expropriés pour cause d'utilité publique.

La **Figure 212** suivante présente toute cette organisation institutionnelle pour la surveillance de la mise en œuvre des mesures d'atténuation listées précédemment, et des bonnes pratiques environnementales et sociales des Entreprises.

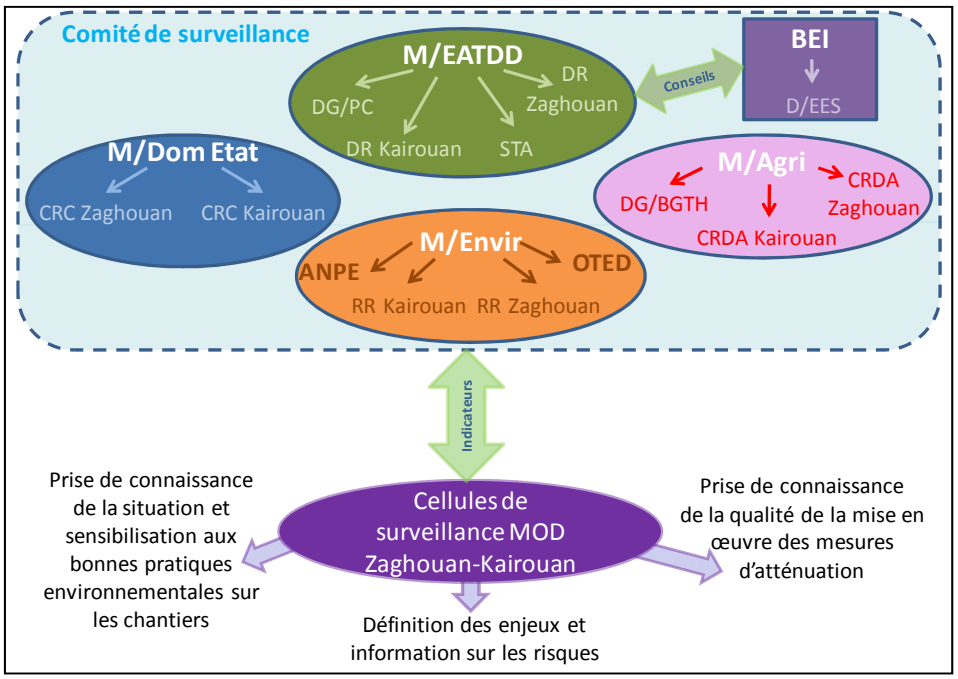


Figure 212 : Organisation institutionnelle de la surveillance environnementale et sociale

9.4.2.3.2 - Les rôles des cellules de surveillance à mettre en place par le Maître d'Ouvrage Délégué

Vu l'importance des chantiers à superviser, il est recommandé que le Maître d'Ouvrage Délégué, *a priori* la STA, crée au moins deux cellules de surveillance :

- une première cellule serait basée à Zaghouan où elle aura pour vis-à-vis la Représentation Régionale du Nord-Est de l'ANPE, et s'occupera des sections appartenant aux gouvernorats de Ben Arous et de Zaghouan ;
- la seconde cellule serait basée à Kairouan où elle aura pour vis-à-vis la Représentation Régionale du Centre-ouest de l'ANPE, et s'occupera des sections appartenant aux gouvernorats de Kairouan et de Sidi Bouzid.

Ces deux cellules de surveillance devront chacune disposer au moins des profils suivants :

- un environnementaliste, spécialiste en surveillance environnementale et sociale de chantiers ;
- un hydraulicien, spécialiste en génie sanitaire ;
- un sociologue, spécialiste en organisations communautaires ;
- un expert Genre.

Pour assurer correctement leurs activités de surveillance, chacune de ces deux cellules devra disposer des structures de gestion suivantes :

- un système administratif pour la planification, la conception et la coordination ;
- des mécanismes de vérification périodique du bon déroulement de ce Plan de Surveillance ;
- un système et des mécanismes de prise de décision quant aux mesures à prendre :
  - ✓ lorsque les résultats laissent entrevoir des problèmes,

- ✓ lorsqu'il faut envisager un remaniement de ce Plan ou encore la modification des mesures d'atténuation, ou
- ✓ un système informatique pour le stockage, la sortie, l'analyse et la diffusion des données.

9.4.2.3.2.1 - Les rôles de ces cellules de surveillance avant le démarrage des travaux

Avant les travaux, les deux cellules de surveillance mises en place au niveau de Zaghouan et de Kairouan par le Maître d'Ouvrage Délégué, *a priori* la STA, seront seules sur le terrain pour assurer la surveillance environnementale et sociale de la phase d'installation des Entreprises, et informer la cellule centrale de surveillance de l'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière.

Leur travail consistera alors à s'assurer qu'ont été incorporées aux plans et devis de l'aménagement du tronçon prioritaire, ainsi que dans tous les autres documents contractuels relatifs à ce Projet :

- toutes les indemnisations et actions prévues dans le Plan d'Action de Réinstallation ;
- toutes les normes, les directives et les mesures environnementales et sociales prévues dans le document de l'ÉIES ;
- toutes les exigences en matière d'autorisations gouvernementales.

9.4.2.3.2.2 - Les rôles de ces cellules de surveillance pendant les travaux

Pendant toute la durée des chantiers de travaux, les deux cellules de surveillance constituées au niveau de Zaghouan et de Kairouan par le Maître d'Ouvrage Délégué, *a priori* la STA, assureront de manière spécifique :

- des interventions sur le terrain pour veiller à l'application des mesures correctives ;
- l'organisation de réunions périodiques pour faire le bilan circonstancié des problèmes posés dans la période précédente, et dégager des solutions pour anticiper de nouveaux impacts ;
- le contrôle permanent de l'échéancier de mise en œuvre et de production des rapports.

En outre, chaque cellule pourra proposer au comité de surveillance de réaliser les opérations suivantes, que le comité entérinera ou non :

- la modification éventuelle de son échéancier ou de ses méthodes de travail, afin d'atteindre les objectifs de protection des milieux naturel et humain si nécessaire ;
- si besoin est, des actions correctives ou atténuatrices nouvelles ayant pour but de réparer les atteintes à l'environnement des travaux et d'empêcher la répétition des dysfonctionnements constatés.

Comme leur nom l'indique, elle surveilleront les activités des R/E&S et R/HSS qui auront été mises en place au niveau des Entreprises, et des experts environnementaux et sociaux des Maîtres d'Œuvre, pour vérifier :

- la conformité environnementale et sociale des activités des Entreprises, et
- l'efficacité du contrôle environnemental et social effectué par les Maîtres d'Œuvre.

9.4.2.3.3 Le rôle de chaque cellule d'organisation et de contrôle à mettre en place par les Entreprises

Il serait certainement souhaitable de favoriser lors du dépouillement des soumissions des Entreprises celles qui ont obtenu la certification environnementale ISO-14001. Cela facilitera en effet certainement

les conditions de la mise en place par les Entreprises adjudicataires des travaux d'une cellule d'organisation et de contrôle des chantiers, qui devra avoir été exigée dans les DAOs.

Cette cellule sera responsable de la bonne gestion environnementale et sociale des chantiers d'aménagement du tronçon prioritaire. Il est recommandé que cette cellule comprenne au moins :

- un responsable environnemental et social (R/E&S) ;
- un responsable Hygiène, Santé et Sécurité (R/HSS) ;
- un responsable Genre (R/G).

9.4.2.3.4 Le rôle du responsable environnemental et social des Maîtres d'œuvres

Le responsable environnemental et social désigné par chaque Maître d'œuvre sera le principal intervenant en charge :

- de la vérification de la conformité environnementale et sociale des plans définitifs, des spécifications et des dossiers d'appels d'offres (DAO), qu'il devra viser, et réviser si nécessaire, avant leur distribution à son Entrepreneur qu'il contrôle.
- du contrôle et de la mise en application quotidienne des exigences environnementales et sociales applicables aux chantiers d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière ; à ce titre, il devra notamment :
  - ✓ organiser, en rapport avec les Représentations Régionales du Nord-Est et du Centre-Ouest de l'ANPE, des rencontres d'information et de sensibilisation au niveau régional et local sur le programme et les enjeux du PGES ;
  - ✓ mettre en place des comités de collecte des doléances, où seront représentés les CRDA, les autorités administratives, les collectivités locales et des représentants des groupes vulnérables, des jeunes et des femmes ;
  - ✓ animer des réunions de coordination avec la D/EES de la BEI et les membres des cellules d'organisation et de contrôle des Entrepreneurs, pour évaluer la conformité environnementale des activités de ces derniers, et définir, le cas échéant, les correctifs à apporter ;
  - ✓ tenir avec l'appui des responsables Environnement des Entreprises des séances de sensibilisation et de formation destinées aux travailleurs affectés au chantier, où seront présentées les principales composantes environnementales sensibles, les mesures de protection de l'environnement applicables aux travaux et la structure d'alerte en cas de déversement accidentel de polluants ;
  - ✓ tenir avec l'appui des responsables HSS des Entreprises des séances de sensibilisation et de formation, destinées aux travailleurs affectés au chantier, où seront présentées les principaux risques sanitaires qu'ils encourrent et fopnt encourrir aux riverains, les mesures de protection applicables au cours des travaux et le système d'alerte en cas d'accident ;
  - ✓ tenir avec l'appui des responsables Genre des Entreprises des séances de sensibilisation et de formation, destinées aux personnels administratifs qui gère les recrutements et le fonctionnement des chantiers, où seront présentées les principales mesures permettant de faciliter l'insertion professionnelle des femmes ;
  - ✓ veiller à l'application de toutes les mesures d'atténuation et autres dispositions relatives à la protection de l'environnement, au respect de l'hygiène, de, la santé et de la sécurité des travailleurs et des riverains et à l'insertion professionnelle des femmes, relever tout manquement et faire appliquer par le Responsable concerné les correctifs nécessaires ;

- ✓ orienter la prise de décisions en matière de protection de l'environnement, d'hygiène, santé et sécurité et du Genre au fur et à mesure de l'avancement des travaux, de même qu'en situation imprévue ou d'urgence.

9.4.2.3.5 Le rôle des divers services administratifs régionaux

Les Représentations Régionales du Nord-Est et du Centre-Ouest de l'ANPE, qui supervise les quatre gouvernorats traversés devront, en tant que responsables de la protection de l'environnement, être associés par la D/EES de la BEI à la surveillance environnementale des travaux de construction du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

Mais le responsable environnemental et social du Maître d'œuvre aura toute latitude pour faire également appel à tout autre service technique dont les compétences dans le domaine de l'environnement et de la HSS sont avérées.

9.4.3 – LE CONTENU DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

9.4.3.1 - La surveillance environnementale pendant les travaux d'aménagement

Pendant la phase des travaux, la mise en œuvre du plan de surveillance permettra de s'assurer du respect des termes du CCES du CCTP du DAO, c'est-à-dire de la qualité environnementale et sociale apportée à l'exécution de tous les travaux, et à la qualité de la remise en état des sites provisoires. Les principaux éléments objet de vérification sont :

- le programme général d'exécution des travaux ;
- le plan général de protection des environnements naturel et humain du Projet ;
- la formation du personnel à la protection de l'environnement ;
- le plan d'urgence en cas de déversement accidentel.

9.4.3.1.1 - Le détail des mesures de surveillance du PGES de l'aménagement du tronçon prioritaire

Le système de surveillance du respect par les Entreprises adjudicataires des travaux d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa du Cahier des Clauses environnementales des CCTP proposées ci-dessus, qui fait partie intégrante de son PGES, correspondra en final au Programme de surveillance des chantiers de cette composante.

Les décideurs (DG/PC, STA, CRDA, ANPE) pourront ainsi juger du respect par les Entreprises des bonnes pratiques environnementales et sociales, et de la mise en œuvre correcte des mesures d'atténuation recommandées dans le PGES, suivant l'évolution d'indicateurs de l'avancement de ces activités dans le cadre de l'aménagement de ce tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Les **Tableau 350** à **Tableau 352** des pages 670 à 672 synthétisent le plan de surveillance des impacts négatifs significatifs de l'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière sur les milieux physique, biologique, socio-culturel et humain.

9.4.3.1.2 Le budget de ce programme de surveillance de l'aménagement de la desserte autoroutière

Toutes les analyses qui précèdent permettent en final de constater que cette surveillance concernera essentiellement la cellule mise en place au niveau de la STA et les services sanitaires régionaux commis à la surveillance des indicateurs de prévalence de certaines maladies. Le coût spécifique non inclus dans les

budgets Titre I ou Titre II et dans les marchés de travaux et de contrôle des travaux comprendra le paiement :

- pour les deux cellules de la STA, le coût de la location de locaux, d'achat d'équipements et de leurs frais de fonctionnement (salaires, per-diems, carburant et lubrifiant) pendant les 24 mois de la phase de réinstallation des PAP et d'installation des Entreprises et les 36 mois de chantiers ;
- pour les services sanitaires des deux gouvernorats, le coût de leurs frais de fonctionnement spécifiques (perdiems, carburant et lubrifiant) pendant les 36 mois de chantiers.

Pour la surveillance des chantiers, les coûts des quatre Ingénieurs de chaque cellule seront affectés pour 60 mois, pour un salaire brut total de 1.200.000 DT. S'y rajouteront les frais engagés pour leur logistique, qui représenteront pour chaque cellule :

- véhicules : 2 Pick-up double cabine = 120.000 DT + forfait Carburant et lubrifiants = 20.000 DT /an + forfait Entretien = 10.000 DT /an ;
- matériels informatiques = 20.000 DT + forfait fournitures bureautiques = 5.000 DT /an ;
- autres matériel (cyclomètre, appareil photo numérique, supports didactiques pour séances diverses de sensibilisation aux enjeux environnementaux) : Forfait = 15.000 DT + forfait consommables = 2.500 DT /an ;
- matériels de bureau = 20.000 DT + forfait consommables bureau = 2.500 DT /an.

Tableau 350 : Plan de surveillance des impacts négatifs significatifs des chantiers d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière sur le milieu physique

Impacts négatifs significatifs identifiés	Mesures d'atténuation qui sont mis en œuvre	Indicateur objectivement vérifiable	Responsable de la vérification	Périodicité des actions de suivi et de vérification	Phase du Projet
- Pollution de l'air par les envols de poussières dûs aux déplacements des engins de chantier et des camions de transport	- Paillage des zones de travail des engins de chantiers - Arrosages des pistes et des zones d'emprunt - Installation de tachymètres dans tous les véhicules ds Entreprises - Couverture du chargement et limitation de vitesse pour les camions de transport	- Consommation de paille par l'Entreprise - Consommation d'eau pour l'arrosage - Courbes de vitesse tracées par les tachymètres - Nombre de bâches achetées pour le bâchage des camions de transport	- Cellule environnement concessionnaire	- Visites à l'improviste sur les chantiers - Visites à l'improviste sur les pistes utilisées - Récupération régulière et contrôle des courbes de vitesse des tachymètres - Contrôles à l'improviste des camions de transport	- Chantiers
- Pollution de l'air par les émissions atmosphériques de polluants des moteurs des engins de chantier et des camions de transport - Emissions atmosphériques de gaz à effet de serre (CO_2) des moteurs des engins de chantier et des camions de transport - Pollution des sols, des eaux de surface et de la nappe phréatique par les retombées des polluants atmosphériques émis par les moteurs des engins de chantier et des camions de transport	- Formation des chauffeurs aux consignes du CCTP concernant la limitation stricte de la vitesse des camions de transport en voyages à plein et à vide - Formation des chauffeurs aux consignes du CCTP concernant la maintenance régulière des engins de chantier et des camions de transport	- Taux : chauffeurs formés /chauffeurs recrutés - Courbes de vitesse tracées par les tachymètres installés dans tous les véhicules - Carnets de contrôle technique de tous les engins de chantier et camions de transport	- Cellule environnement concessionnaire	- Récupération journalière et contrôle des courbes de vitesse tracées par les tachymètres installés dans tous les véhicules - Contrôle des carnets de contrôle technique de tous les véhicules	- Chantiers
- Perturbation de la structure et de la texture des sols autour des zones des bases-vie, des bases-chantiers, des sites d'emprunt et gîtes de dépôt par tassement t à cause des véhicules qui y circulent	- Conservation de la terre végétale de ces quatre zones et de leurs lisières, pour la replacer à la fin des travaux après démontage des bases - Remise en état des sites d'usage temporaire	- Volumes de terre végétale décapée et stockée - Epaisseur de la terre végétale après remise en place	- Cellule environnement concessionnaire	- Contrôle à l'ouverture de chaque site - Contrôle à la fermeture de chaque site	- Chantiers
- Pollution des eaux de la nappe phréatique par les eaux usées provenant des des bases-chantier et des bases-vie	- Confinement des opérations de maintenance des bases-chantiers - Stockage des eaux usées des bases-vie dans des bassins étanches pour leur aération et leur solarisation avant pompage pour évacuation vers la STEP la plus proche	- Nombre de latrines construites dans chaque base-vie et base-chantier - Analyse de terre aux alentours des bases-chantier - Analyse des eaux des nappes phréatiques aux alentours des bases-vie et bases-chantier	- Cellules environnement concessionnaire	- Contrôle de l'étanchéité des zones de confinement pour les eaux de service des bases-chantier - Contrôle de l'étanchéité des bassins étanches pour le stockage des eaux usées des bases-vie - Contrôle du volume de crédits mis à disposition des villageois pour la construction de latrines	- Chantiers

Tableau 351 : Plan de surveillance des impacts négatifs significatifs des chantiers d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière sur le milieu biologique

Impacts négatifs significatifs identifiés	Mesures d'atténuation qui sont mis en œuvre	Indicateur objectivement vérifiable	Responsable de la vérification	Périodicité des actions de suivi et de vérification	Phase du Projet
- Déboisement et débroussaillage de l'emprise du périmètre, de ses aménagements connexes, des bases-chantier, des bases-vie, des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt	- Limitation au strict nécessaire des terres déboisées et débroussaillées Végétalisation des talus de l'emprise Re-végétalisation des sites d'emprunt et gîtes de dépôt - Installation de plantations d'ornement sur le TPC	- Surfaces déboisées et débroussaillées - Surfaces de talus végétalisées - Surfaces de sites d'emprunt et de gîtes de dépôt re-végétalisées - Longueurs plantations d'ornement installées sur le TPC	- Cellules environnement concessionnaire	- Contrôle à l'ouverture de chaque site et hebdomadaire sur l'emprise - Contrôle à la fin de l'aménagement de chaque section	- Installation
- Perte définitive de SAU agro-pastorale dans l'emprise de la plateforme autoroutière	- Décapage et stockage des 30 cm de terre végétale - Remise en place de cette terre végétale sur les talus de la plateforme autoroutière à la fin des chantiers	- Volumes de terre végétale décapée et stockée - Epaisseur de la terre végétale après remise en place	- Cellules environnement concessionnaire	- Contrôle à l'ouverture de chaque site - Contrôle à la fermeture de chaque site	- Installation et chantiers
- Perte provisoire de SAU agro-pastorale dans les zones d'emprunt des argiles et les gîtes de dépôt des déblais non réutilisables	- Décapage et stockage des 30 cm de terre végétale - Remise en place de cette terre végétale à la fin des chantiers	- Volumes de terre végétale décapée et stockée - Epaisseur de la terre végétale après remise en place	- Cellules environnement concessionnaire	- Contrôle à l'ouverture de chaque site - Contrôle à la fermeture de chaque site	- Installation et chantiers
- Diminution de la biodiversité dans ces zones par la transformation du paysage originel et la disparition d'habitats pour la faune	- Equilibrage maximal entre volumes de déblais réutilisables et volumes de remblais - Décapage et stockage de la terre végétale, pour sa remise en place en fin de travail	- Volumes effectivement déblayés - Volumes effectivement remblayés - Volumes de terre végétale décapée et stockée - Epaisseur de la terre végétale après remise en place	- Cellules environnement concessionnaire	- Contrôle de la qualité du stockage, puis de la remise en place de la terre végétale	- Installation et chantiers
- Risques de collisions avec la faune tout le long des pistes reliant les chantiers aux sites d'emprunt et aux gîtes de dépôt - Perturbation des écosystèmes par les nuisances sonores et vibratoires du trafic des camions de transport	- Formation des chauffeurs aux consignes du CCTP concernant la limitation stricte de la vitesse des camions de transport lors de la traversée des zones urbanisées - Installation de tachymètres dans tous les véhicules - Panneautage des zones urbanisées traversées	- Taux : chauffeurs formés /chauffeurs recrutés - Courbes de vitesse tracées par les tachymètres installés dans tous les véhicules - Carnets de contrôle technique de tous les engins de chantier et camions de transport	- Cellules environnement concessionnaire	- Récupération journalière et contrôle des courbes de vitesse tracées par les tachymètres - Contrôle à l'improviste des carnets de contrôle technique de tous les véhicules	- Chantiers

Tableau 352 : Plan de surveillance des impacts négatifs significatifs des chantiers d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière sur les populations riveraines

Impacts négatifs significatifs identifiés	Mesures d'atténuation mises en œuvre	Indicateurs objectivement vérifiables	Responsable de la vérification	Périodicité des actions de vérification	Phase du Projet
- Pertes définitive de sources de revenus pour les PAP qui vont être définitivement expropriées - Pertes provisoire de sources de revenus pour les PAP qui vont être provisoirement expropriées	- Indemnisation étudiée dans le cadre d'un Plan de Réinstallation mis en œuvre pour régler tous les problèmes fonciers en instance - Conception d'un planning opérationnel des travaux sur 24 mois entre expropriation et réinstallation des PAP	- Nombre de plaintes de PAP - Suivi des retards par rapport au calendrier prévisionnel des travaux	- Cellules surveillance concessionnaire	- Vérification avant tout démarrage des travaux des plaintes de riverains (PAR) - Optimisation du calendrier prévisionnel des travaux	- Installation
- Risques de frictions sociales	- Promotion du recrutement de PAP par les Entreprises adjudicataires des travaux	- Nombre de PAP recrutés par l'Entreprise	- Cellules surveillance concessionnaire	- Vérification au démarrage des travaux de l'embauche des PAP	- Installation
- Désouchage de nombreux oliviers	- Fourniture du bois aux propriétaires des parcelles d'où ils proviennent - Plantations compensatoires organisées par les CRDA pur respecter la loi tunisienne de protection des terres agricoles	- Nombre d'oléiculteurs touchés - Volume de bois fourni à chaque oléiculteur - Nombre de pieds arrachés/nombre de plants fournis à chaque oléiculteur	- Cellules surveillance concessionnaire	- Recueil des doléances des oléiculteurs - Consultaton des rapports d'activité annuels de l'A/PV des CRDA	- Installation et chantiers
- Gêne visuelle pour les habitants des logements desquels il est possible d'apercevoir l'emprise, les carrières, zones d'emprunt et gîtes de dépôt	- Maintien de toute la végétation existante qui n'a pas à être arrachée pour la libération des emprises	- Nombre d'arbres arrachés aux alentours des emprises qui n'auraient pas dû l'être	- Cellules surveillance concessionnaire	- Comptages à la fin des travaux de libération des emprises	- Chantiers
- Gêne acoustique due aux bruits de chantier et des camions de transport pour les habitants des logements situés à moins de 100 m des emprises, des carrières, des sites d'emprunt ou des gîtes de dépôt ou des pistes les reliant	- Respect des horaires de travail : travaux uniquement pendant les heures de lumières naturelles - Choix des équipements et les engins les moins bruyants et en bon état	- Nombre de plaintes des riverains sur les horaires de travail en dehors des heures de lumière naturelle	- Cellules surveillance concessionnaire	- Recueil hebdomadaire des doléances des riverains	- Chantiers
- Augmentation des infections pulmonaires due aux poussières du chantier pour les ouvriers et les résidents proches des chantiers, des carrières, des zones d'emprunt, des gîtes de dépôt ou des pistes les reliant	- Port de masques de protection pour les ouvriers - Paillage des zones de travail des engins de chantiers - Arrosage régulier des routes et pistes non revêtues empruntées par les camions de transport de matériaux - Couverture du chargement des camions de transport	- Nombre de masques de protection à la disposition des employés - Consommation de paille par l'Entreprise - Consommation d'eau pour l'arrosage - Nombre de bâches achetées pour le bâchage des camions de transport	- Cellules surveillance concessionnaire	- Visites à l'improviste sur les chantiers - Contrôles à l'improviste de l'arrosage des pistes utilisées - Contrôles à l'improviste de camions de transport	- Chantiers
- Augmentation de la prévalence des IST/VIH-SIDA dans les villages accueillant les personnels salariés de l'Entreprise - Risques de dépravation des mœurs dans les villes et villages accueillant les personnels salariés de l'Entreprise	- Animation de campagnes de sensibilisation des jeunes aux ISTs et au VIH/SIDA - Promotion du recrutement par les Entreprises adjudicataires des travaux de villageois et de salariés mariés avec installation en famille	- Nombre de campagnes de sensibilisation auprès des jeunes - Nombre de villageois et de salariés mariés s'installant en famille recrutés par l'Entreprise	- ONG - Communes - DR/Santé Publique	- Recueil mensuel des doléances des parents - Recueil mensuel des doléances des jeunes - Recueil mensuel des doléances des riverains non recrutés	- Chantiers
- Risque de concurrence pour l'accès à l'eau	- Amélioration de la desserte en eau des villages riverains - Satisfaction des besoins des chantiers en eau potable et en eau	- Nombre de forages creusés à proximité des villages - Nombre de branchements aux réseaux SONEDE et GR	- Cellules surveillance concessionnaire	- Vérification annuelle du nombre de forages creusés - Vérification annuelle du nombre de branchements aux réseaux SONEDE et GR - Recueil mensuel des doléances des riverains	- Chantiers

Impacts négatifs significatifs identifiés	Mesures d'atténuation mises en œuvre	Indicateurs objectivement vérifiables	Responsable de la vérification	Périodicité des actions de vérification	Phase du Projet
- Accidents du travail des salariés des Entreprises	- Mise au point de consignes de sécurité drastiques	- Nombre d'accidents du travail	- Cellules surveillance STA	- Vérification hebdomadaire du nombre d'accidents du travail	- Chantiers
- Accidents de la circulation impliquant des camions de transport des Entreprises	- Mise en place de séparatifs entre les itinéraires de chantier et ceux empruntés par les riverains - Réalisation d'un piquetage des chantiers - Formation des chauffeurs aux consignes de limitation de vitesse pour les camions de transport	- Linéaire des séparatifs mis en place - Linéaire du piquetage mis en place - Taux : chauffeurs formés /chauffeurs recrutés	- Cellules surveillance STA	- Vérification hebdomadaire de l'état des séparatifs - Vérification hebdomadaire de l'état du piquetage - Vérification semestrielle du taux de chauffeurs formés	- Chantiers
- Altération du cadre de vie par les rejets d'ordures ménagères autour des bases-vie et les pièces de rechange usagées autour des bases-chantier	- Formation des salariés aux contraignantes consignes du CCTP pour la gestion des ordures ménagères et des déchets de chantier	- Taux : employés formés / employés recrutés - Contrôle de l'état de propreté des alentours des emprises des sites temporaires de chantier	- Cellules surveillance STA	- Vérification semestrielle du taux d'employés formés - Vérification hebdomadaire de l'état de propreté des alentours des sites temporaires de chantier	- Chantiers
- Ralentissement du trafic sur le réseau emprunté par les camions de transport	- Localisation adéquate des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt - Bonne gestion des chantiers - Organisation raisonnée de ces transports	- Distance parcourue mensuellement par chaque camion - Nombre de voyages quotidiens	- Cellules surveillance STA	- Contrôle mensuel du kilométrage parcouru par les camions de transport - Contrôle hebdomadaire du nombre de voyages A-R des camions de transport	- Chantiers

On a alors pu dresser le **Tableau 353** suivant qui synthétise les budgets du programme de surveillance de la mise en œuvre des mesures d'atténuation du PGES et des bonnes pratiques environnementale du chantier d'aménagement du tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 353 : Budget du programme de surveillance de l'aménagement de la desserte autoroutière

Intervenants	Budget PGES	
	Equipement	Fonctionnement (5 ans)
ANPE	p.m. (inclus dans le budget Titre II de cet organisme)	p.m. (inclus dans le budget Titre I de cet organisme)
Cellule surveillance MOD Zaghouan	175 000	1 400 000
Cellule surveillance MOD Kairouan	175 000	1 400 000
Services sanitaires Zaghouan	p.m. (inclus dans le budget Titre II de cet organisme)	180 000
Services sanitaires Kairouan	p.m. (inclus dans le budget Titre II de cet organisme)	120 000
Maître d'Œuvre	p.m. (inclus dans le marché de contrôle des travaux)	p.m. (inclus dans le marché de contrôle des travaux)
Entreprises	p.m. (inclus dans le marché de travaux)	p.m. (inclus dans le marché de travaux)
TOTAL	**350 000**	**3 100 000**

Ce budget global spécifique de surveillance atteindra donc globalement la somme de 3,45 M.DT, qui sera apportée à ces diverses institutions par le budget du Projet pendant les deux années consacrées à l'expropriation et pendant les trois années de chantier.

9.5 - Le programme de suivi environnemental

Une fois les enjeux environnementaux et sociaux clairement identifiés, on peut envisager les voies et moyens de s'assurer de l'efficacité de la protection qui leur a été apportée par le programme de mesures de mitigation proposées pour atténuer ou compenser effectivement les impacts négatifs de l'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, et pour bonifier ses impacts positifs.

9.5.1 - LA FINALITÉ DE CE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Le suivi environnemental, ou monitoring, est une activité d'observations et de mesures à court, moyen et long termes qui vise à déterminer les impacts réels de l'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les cadres naturel et humain de ses zones d'influence directe et indirecte. Il a pour but de fournir des informations sur les effets de l'installation, des travaux et de l'exploitation de ce tronçon prioritaire sur les composantes environnementales de son cadre naturel et sur les composantes sociales de son cadre humain, afin de pouvoir juger de l'efficacité des mesures d'atténuation du PGES mises en œuvre. Il permet d'évaluer les progrès accomplis et de prendre des mesures correctives en cas de besoin.

Le PGES définit les objectifs et les méthodes utilisées pour effectuer ce suivi. Pour ce faire, le programme de suivi doit :

- définir aussi clairement que possible toute une série d'indicateurs représentatifs de l'évolution de l'état de certaines et la des mesures spécifiques effectuées composantes environnementales et sociales affectées ou bonifiées par le Projet, dont les valeurs traduisent l'efficacité des mesures d'atténuation et de bonification appliquées pendant la mise en œuvre et/ou l'exploitation du Projet ;

- définir pour chaque indicateur la valeur-seuil au-delà de laquelle il faudra envisager la conception et l'application de mesures correctives ;
- fournir les détails techniques sur les activités de suivi pour chaque indicateur, telles que les méthodes de mesure à employer avec les limites de détection tolérées, les lieux d'échantillonnage, la fréquence de ces mesures ;
- définir les procédures d'établissement et la périodicité des rapports de suivi visant à fournir des informations sur les progrès accomplis et sur les résultats des mesures d'atténuation, pour y évaluer les impacts du Projet atténué en garantissant la détection rapide des conditions nécessitant l'adoption d'un nouveau programme de mesures correctives.

La finalité de ce suivi des effets du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur les cadres naurel et humain de sa zone d'influence est de collecter, d'analyser et de diffuser les informations jugées utiles auprès des instances chargées de surveiller l'état de l'environnement, en vue d'une prise de décision profitable. Ainsi, le suivi environnemental permettra à la DG/PC du M/EATDD, maître d'ouvrage de cet aménagement autoroutier :

- d'anticiper l'évolution de l'environnement directement et indirectement provoquée par l'aménagement et l'exploitation de ce tronçon prioritaire ;
- de promouvoir la protection des composantes des acdres naturel et humain de la zone d'influence de ce tronçon prioritaire ;
- d'améliorer ses capacités en matière d'environnement.

Le suivi environnemental commencera par fournir un « état des lieux » initial, c'est-à-dire la situation de référence avant que la présence de cette infrastructure et le développement économique induit par sa présence ne viennent impacter ces composantes des cadres naturel et humain. Ce suivi va s'avérer d'autant plus nécessaire que cette amélioration des conditions de transport inter-régional peut par la suite, si elle est accompagnée par une politique suffisamment incitative pour les investisseurs, induire indirectement l'implantation de toute une série de projets de développement économique, en matière d'infrastructures agro-alimentaires, touristiques, industrielles, etc ….

Le suivi environnemental au cours de l'aménagement et de l'exploitation de ce tronçon prioritaire fournit ensuite l'évolution de ces indicateurs des composantes des milieux naturel et humain sous l'influence des travaux et de l'exploitation de ce tronçon prioritaire. Il sera ainsi possible de comparer ces observations avec les pronostics d'impacts atténués par le programme de mitigation réalisés dans le cadre de la présente ÉIES. Cette comparaison permettra alors de déterminer les impacts les plus préoccupants afin de pouvoir, le cas échéant, apporter aux mesures d'atténuation initialement préconisées les correctifs nécessaires.

Ce suivi permettra donc d'aboutir à une meilleure compréhension des processus évolutifs à l'œuvre dans la zone sous l'influence directe ou indirecte de ce tronçon prioritaire.

9.5.1.1 - Les objectifs du suivi environnemental au cours des travaux

Les objectifs du suivi environnemental pendant la durée des travaux d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa peuvent être formulés comme la vérification :

- de la justesse dans la prévision des impacts à court et moyen termes contenues dans la présente ÉIES ;
- de la suffisance et de l'efficacité des mesures de mitigation mises en œuvre pendant les chantiers par les Entreprises adjudicataires des travaux pour atténuer les impacts négatifs et bonifier les impacts positifs à court et moyen termes.

Elle a pour but de vérifier si les mesures initialement proposées pour la protection du milieu naturel, des populations riveraines et du milieu socio-économique contre les impacts négatifs des travaux ont été réellement efficaces.

Ce programme de suivi environnemental s'intéressera à l'évolution des caractéristiques sensibles de certaines composantes environnementales ou sociales affectées par des impacts provoqués par les chantiers ou l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière, mais aussi susceptibles d'être affectés par le développement socio-économique induit par la présence de cette nouvelle infrastructure de transport inter-régional. Il devrait porter sur les domaines tels que :

- l'efficacité du traitement naturel des eaux usées et des eaux de ruisselemment (niveau de contamination des eaux de surface et des nappes phréatiques à l'aval de la plateforme),
- l'efficacité de la gestion des déchets solides sur le milieu (propreté, contamination des eaux de surface et souterraines), ou encore
- les retombées et la création d'emplois sur les économies locale et régionale ;
- les effets sur les communautés humaines locale et régionale.

S'il s'avère que l'efficacité de certaines mesures de mitigation est insuffisante du fait d'une mauvaise conception ou d'une mauvaise mise en œuvre, cette évaluation de l'efficacité réelle des diverses mesures de mitigation réalisées pendant la phase des travaux permettra en final à l'ANPE une optimisation du PGES :

- en autorisant le MOD à permettre aux Entreprises à poursuivre en l'état la mise en œuvre des mesures de mitigation dont l'efficacité est jugée satisfaisante, et
- en demandant au MOD d'obliger les Entreprises à mettre en œuvre de nouvelles mesures de mitigation en lieu et place de celles dont l'efficacité n'a pas été avérée.

9.5.1.2 - Les objectifs du suivi environnemental au cours de l'exploitation

Les objectifs du suivi environnemental au long de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa peuvent être formulés comme la vérification :

- de la justesse dans la prévision des impacts à long terme de cette exploitation après mitigation contenues dans la présente ÉIES ;
- de la suffisance et de l'efficacité des mesures de mitigation mises en œuvre dans la conception du Projet et en tant que mesures d'accompagnement pour atténuer les impacts négatifs et bonifier les impacts positifs à long terme de cette exploitation.

Elle a pour but de permettre de vérifier l'efficacité les mesures initialement proposées pour la protection du milieu naturel et des populations riveraines contre les impacts négatifs de l'exploitation du tronçon prioritaire, et pour le renforcement des impacts positifs de cette exploitation sur le milieu socio-économique.

Ce programme de suivi environnemental s'intéressera à l'évolution des caractéristiques sensibles des composantes environnementales ou sociales affectées par des impacts provoqués par l'exploitation de ce tronçon prioritaire, mais aussi susceptibles d'être affectés par le développement socio-économique induit par la présence de cette nouvelle infrastructure de transport inter-régional. Il devrait porter sur les domaines tels que :

- la pérennité des zones sensibles sous influence, telles que la retenue des barrages Bir M'Cherga, El Haouareb et Sidi Saâd, ou
- la qualité des eaux de surface du réseau hydrographique intersecté à l'aval de l'emprise.

S'il s'avère que l'efficacité de certaines mesures de mitigation mises en œuvre pendant la phase d'exploitation est insuffisante du fait d'une mauvaise conception ou d'une mauvaise réalisation, cette évaluation de l'efficacité réelle des diverses mesures de mitigation réalisées pendant la phase d'exploitation permettra en final à l'ANPE d'obtenir une optimisation du PGES :

- en autorisant le concessionnaire à poursuivre en l'état la mise en œuvre des mesures de mitigation dont l'efficacité est jugée satisfaisante, et
- en obligeant le MEATDD à contraindre le concessionnaire à à mettre en œuvre de nouvelles mesures de mitigation en lieu et place de celles dont l'efficacité n'est pas avérée.

9.5.2 - L'ORGANISATION DU SUIVI DE LA QUALITÉ DES COMPOSANTES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

Le programme de suivi environnemental que le concessionnaire va devoir mettre en place fait partie intégrante de l'évaluation environnementale et sociale du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Pour cela, la mesure de la performance environnementale et sociale du Projet devra s'appuyer sur des indicateurs objectivement vérifiables. Apr-ès avoir été définis en situation de référence, le suivi de leur évolution permettra de cerner :

- la dégradation des composantes biophysiques et humaines affectées par le Projet, afin de juger de l'efficacité réelle de toutes les mesures de correction et d'atténuation mises en place dans le cadre du PGES pour atténuer les impacts négatifs de ses chantiers et de son exploitation ;
- l'amélioration des composantes biophysiques et humaines bénéficiaires du Projet, afin de juger de l'efficacité réelle de toutes les mesures de bonification mises en place dans le cadre du PGES pour renforcer les effets bénéfiques attendus de ces chantiers et de cette exploitation.

Le concessionnaire se doit donc d'agir en conformité avec les attentes de l'ANPE qui, conformément à sa mission de suivi environnemental, peut périodiquement procéder à la surveillance des impacts effectifs sur l'environnement de tous les projets de développement et unités industrielles installés en Tunisie tout au long de leur cycle de vie.

Pour réaliser ces objectifs, la présente ÉIES a défini des indicateurs de suivi comme pertinents pour traduire l'état des enjeux environnementaux et sociaux perturbés par l'installation des chantiers, les travaux et/ou l'exploitation. Le suivi de ces indicateurs doit être basé sur :

- un système efficient de collecte périodique et d'analyse des données quantifiant ces indicateurs, pour pouvoir suivre leur évolution au fil de l'exécution des travaux d'aménagement du périmètre et du début de son exploitation ;
- une organisation efficiente pour l'analyse de ces évolutions des données quantifiant ces indicateurs, afin de comprendre l'évolution de l'état des composantes environnementales et sociales affectées ou bonifiées par l'aménagement et de l'exploitation de la nouvelle infrastructure autoroutière.

Le principal résultat de ce suivi sur ces composantes affectées et bénéficiaires de l'aménagement de cette nouvelle infrastructure de transport inter-régional consiste en la vérification de l'exactitude des prévisions d'impact de la présente ÉIES. Il pourra s'effectuer par simple lecture d'un tableau de bord rassemblant les valeurs de ces divers indicateurs environnementaux et sociaux.

A partir de ces résultats, les décideurs (DG/PC, concessionnaire, ANPE) pourront suivre l'évolution, et ainsi juger de l'efficacité des mesures d'atténuation mises en place conformément à ce PGES pour protéger les composantes des milieux naturel et humain affectés ou bénéficiaires de ce Projet.

9.5.2.1 - Le cadre institutionnel à mettre en place pour assurer ce suivi environnemental

A la fin des travaux, il suffira de récupérer l'expertise accumulée par les personnels ayant participé au comité de surveillance du Maître d'Ouvrage Délégué (MOD) en essayant de le récupérer au sein du comité de suivi des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire qui effectuera également la surveillance du concessionnaire. Ces ctivités éclaireront ce concessionnaire sur les décisions correctrices à prendre, par exemple en cas de pollution progressive d'un milieu. Ce comité de suivi, qui sera également placé sous la responsabilité de la DG/PC, pourra lui aussi s'appuyer sur les compétences des personnels :

- de la cellule Autoroutes, des deux Directions Régionales (Zaghouan, Kairouan) et de l'Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement Durable (OTED) du M/EATDD ;
- de la Direction Générale (DG/BGTH) qui assure la protection des ressources fluviales et des barrages du pays et des deux CRDA (Zaghouan, Kairouan) du M/Agriculture ;
- des ONG écologiques intervenant dans la zone, par exemple « Les amis des Oiseaux », etc ...

Ce comité s'appuiera sur les informations qui seront diffusées par les deux cellules de surveillance de l'installation et des travaux qui avaient été mises en place pendant à Zaghouan et à Kairouan par le Maître d'Ouvrage Délégué. A la mise en service de la nouvelle infrastructure autoroutière, ces deux cellules se transformeront en cellules de surveillance de l'expoitation et de suivi des impacts de l'aménagement de cette nouvelle infrastructure de transport inter-régional gérée par le concessionnaire, *a priori* la STA, qui sera désormais chargée :

- de surveiller la bonne mise en œuvre par le concessionnaire et par les utres intervenants des mesures d'atténuation ou de bonification des impacts de l'exploitation ;
- de vérifier l'efficacité réelle de ces mesures d'atténuation et de bonification proposées, et
- de suivre le respect par les différents intervenants, directs et indirects, de la réglementation environnementale et sociale.

S'appuyant sur les capacités de l'OTED en matière de traitement, de stockage et d'archivage des données recueillies, ces deux cellules assureront la collecte, la diffusion et l'utilisation des informations pour la prise de décision du comité de suivi. La **Figure 213** suivante présente toute cette organisation institutionnelle pour le suivi des impacts de l'exploitation du tronçon prioritaire, et les principales activités de ces deux cellules de suivi.

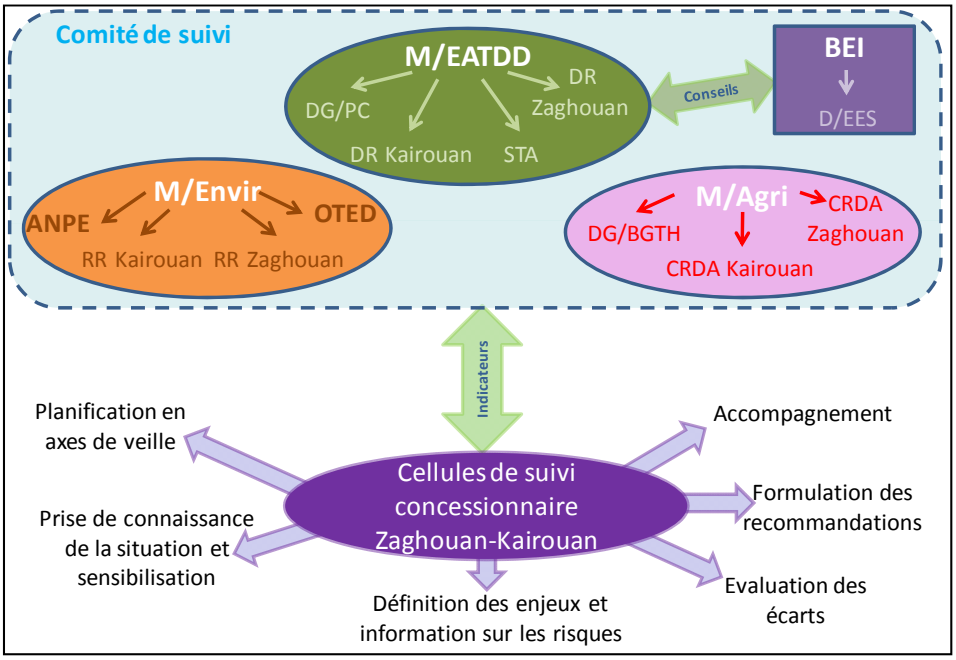


Figure 213 : Organisation institutionnelle du suivi environnemental et social

En mesurant ainsi régulièrement l'évolution de ces indicateurs au fil des années, les deux cellules de suivi vont permettre au comité de suivi et au concessionnaire d'acquérir progressivement une connaissance très approfondie de la dynamique naturelle de la région traversée par le tronçon prioritaire et des effets sur cette dynamique :

- de l'installation et du déroulement des chantiers d'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa ;
- de l'exploitation de ces deux nouvelles infrastructures de transport inter-régional qui faciliteront la liaison entre les quatre gouvernorats intérieurs desservis et le gouvernorat de Gafsa avec l'agglomération tunisoise.

Ils permettront également d'acquérir progressivement une connaissance très approfondie des effets de l'exploitation de ce tronçon prioritaire et des mesures d'accompagnement visant à inciter les investissements sur le développement économique de sa zone d'influence indirecte, et de la rétroaction de ce développement économique sur cette dynamique.

9.5.2.2 - Le choix des indicateurs pertinents pour permettre le suivi des impacts des deux tronçons

9.5.2.2.1 - La méthodologie pour le choix des indicateurs les plus pertinents

9.5.2.2.1.1 - Le choix d'indicateurs pour lesquels il y a possibilité de suivi facile

La **Figure 214** suivante présente les différents cas de suivi possible et /ou nécessaire des impacts d'un projet de développement sur les enjeux environnementaux et sociaux qu'il affecte ou bonifie.

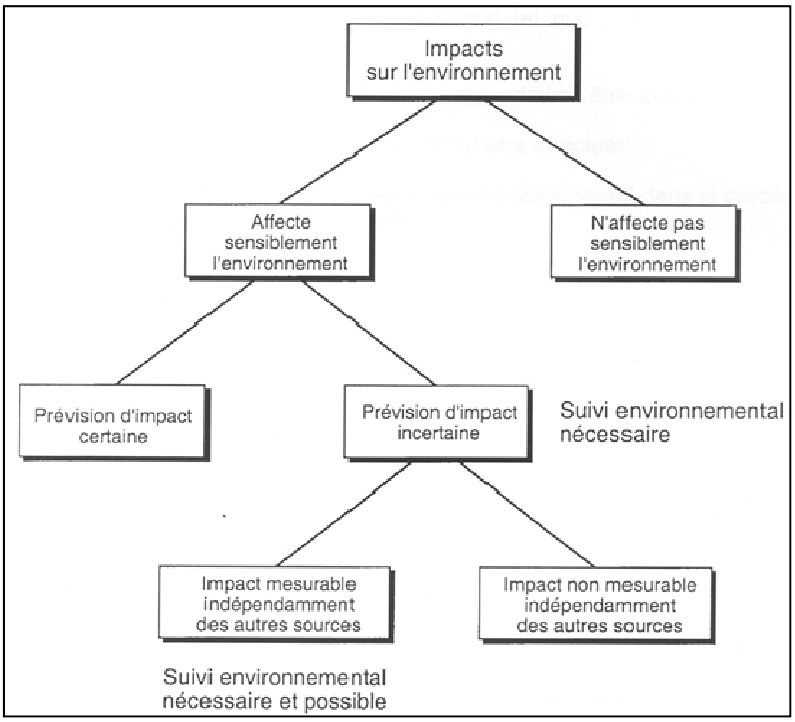


Figure 214 : Possibilité du suivi d'un impact d'un projet

On voit que le suivi environnemental d'un impact dépend de son importance effective et de la qualité de sa prévision. En effet :

- si les impacts n'affectent pas sensiblement l'environnement, un suivi environnemental n'est en règle générale pas nécessaire;
- si les impacts affectent sensiblement l'environnement, deux cas peuvent se présenter :
  - ✓ soit la prévision d'impact est certaine et un suivi n'est pas directement nécessaire, la surveillance environnementale de la mise en place des mesures et de leur efficacité s'avérant alors suffisante,
  - ✓ soit la prévision d'impact est incertaine, et un suivi environnemental est alors nécessaire.

9.5.2.2.1.2 La mesurabilité des impacts

La mesurabilité des impacts est un concept important dans le cadre du suivi environnemental de tout Projet. Il détermine souvent si un suivi est possible, et fournit une première réponse quant à la nécessité de ce suivi. Il peut y avoir plusieurs types de problèmes:

- les impacts d'une source ne sont pas mesurables indépendamment des autres sources;

- les impacts sont qualitatifs et non quantitatifs, car la qualité des données de base et les niveaux de connaissance ne sont pas suffisants.

La **Figure 215** suivante présente la situation lorsqu'un un enjeu environnemental d'un projet particulier est impacté par plusieurs autres sources d'impact.

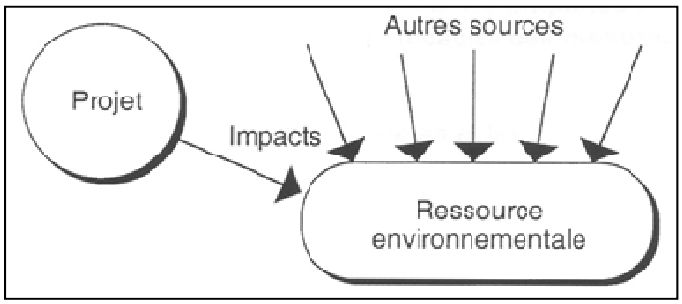


Figure 215 : Impossibilité du suivi de l'impact d'un projet sur un enjeu en cas d'autres sources d'impact

Si l'impact spécifique du projet sur un enjeu environnemental n'est pas ou est très difficilement mesurable indépendamment de ceux d'autres sources d'impact, il devient alors impossible d'établir une relation de cause à effet avec le projet étudié, car les modifications mesurées de son indicateur peuvent être dues aux autres sources.Bien que nécessaire, le suivi environnemental de cet impact spécifique du projet lié à une source d'impact non indépendante d'autres sources ne devra alors pas être envisagé.

Quand un impact est quantifiable grâce à l'évolution d'un indicateur objectivement mesurable, il est possible de lui prévoir des impacts quantitatifs et de les vérifier ensuite dans le cadre du programme de suivi environnemental et social.

Quand un impact n'est pas quantifiable, il devient difficile, voire impossible de le mesurer. Les prévisions d'impact s'expriment alors en termes qualitatifs, pour lesquelles un suivi peut néanmoins être fait après réalisation du projet, le plus souvent sous la forme, non plus de mesures, mais d'observations, d'enquêtes et d'inspections.

La **Figure 216** suivante présente les différentes composantes environnementales et les paramètres les plus usuellement utilisés, certains étant quantitatifs et d'autres plutôt qualitatifs.

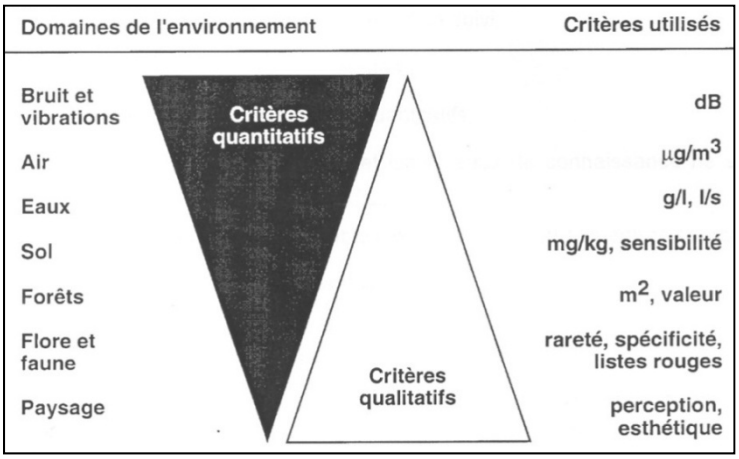


Figure 216 : Paramètres de suivi des principaux domaines environnementaux

9.5.2.3 - L'établissement de la situation de référence des milieux récepteurs

L'efficacité des actions entreprises dans le cadre du PGES nécessite de disposer d'une bonne connaissance des caractéristiques environnementales préalables des milieux récepteurs des émissions, rejets et déchets générés par les chantiers et par l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa. Or, si certaines caractéristiques environnementales préalables des milieux récepteurs font déjà l'objet d'un suivi de la part de certains organismes (qualité de l'air par le RNSQA), plusieurs caractéristiques initiales vont devoir faire l'objet d'un programme de détermination spécifique, sur financement du Projet.

La compréhension de l'efficacité des actions entreprises dans le cadre du PGES nécessitera bien sûr des années d'observation des enjeux et de la qualité de la mise en application de ces mesures. Elle se traduira par le relevé régulier de données effectué dans le cadre d'un programme de suivi rigoureux. L'analyse des résultats de ce suivi permettra alors d'adapter aux exigences environnementales :

- les mesures initialement proposées dans le PGES, et jugées peu efficaces ;
- les différents volets du développement économique des deux gouvernorats.

9.5.2.4 – L'évolution des principaux indicateurs environnementaux de suivi des effets du PGES sur le cadre naturel

9.5.2.4.1 - L'évolution des caractéristiques de la qualité de l'air

Faute de sources fixes d'émissions atmosphériques importantes préexistantes dans la zone d'influence du Projet d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière ni du fait du Projet, aucune campagne de prélèvement ne sera prévue pour suivre les concentrations instantanées le long du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa :

- en CO_2, gaz à effet de serre et
- en NO_x, CO, SO_2, COVNM, principaux polluants atmosphériques gazeux émis durant les travaux
- en PM_{10}, principal polluant atmosphérique particulaire émis durant les travaux.

9.5.2.4.2 - L'évolution des caractéristiques des sols le long de l'emprise autoroutière

Les retombées de polluants et leur reprise par les eaux d'infiltration seront suffisamment faibles pour qu'il n'y ait pas vraiment de dégradation de la structure et des caractéristiques physico-chimiques des sols le long de l'emprise autoroutière. Aussi il n'a été prévu aucun suivi régulier des caractéristiques physico-chimiques de ces sols.

Quant aux perturbations de la structure et de la texture des sols autour des zones des bases-vie, des bases-chantiers, de l'emprise autoroutière, des sites d'emprunt et des gîtes de dépôt par tassement à cause des véhicules qui y ont circulé, une simple surveillance visuelle annuelle de la reprise de la végétation naturelle dans ces zones permettra de vérifier la qualité de la remise en état des sites d'usage temporaire

9.5.2.4.3 - L'évolution de la qualité des eaux dans les retenues des barrages à l'aval de l'emprise

L'analyse périodique de la qualité des eaux de ruissellement ou au moins des retenues des barrages et des sebkhas situées à l'aval de l'emprise pourront faire l'objet de protocoles d'accords entre la STA et la DG/BGTH.

Les analyses porteront sur les paramètres identifiés et retenus d'un commun accord parmi les paramètres présentés dans le **Tableau 354** suivant et susceptibles d'être retrouvés à des concentrations significatives conformément aux normes nationales et internationales en la matière.

Tableau 354 : Paramètres de suivi physico-chimique de la qualité de l'eau dans les retenues

physiques	chimiques	bactériologiques
Taux de matières en suspension	pH et salinité	Coliformes totaux et fécaux
Transparence des eaux	DBO_5 et DCO	Streptocoques fécaux
	N et P	Vibrio parahæmolyticus
	Détergents	Salmonelles
	Métaux lourds : Cd, Zn, Mo	Clostridium sulfito-réducteurs

Il est proposé de réaliser certaines de ces analyses avec des fréquences:

- soit trimestrielle correspondant aux quatre saisons, l'automne, l'hiver et le printemps humides, et l'été sèche, ou
- soit semestrielle correspondant aux deux périodes de basses et de hautes eaux, respectivement le début de l'automne et le début du printemps.

9.5.2.5 – L'évolution des principaux indicateurs sociaux de suivi des effets du PGES sur le cadre humain

9.5.2.5.1 - Le suivi des nuisances sonores de l'exploitation de l'autoroute

L'application de cette mesure peut être faite de deux façons en fnction des résultats de la modélisation acoustique par le logiciel Cadna A :

- un suivi immédiat pour tous les récepteurs où le niveau de bruit calculé ne dépasse pas les limites de plus de 5 dB(A) ;
- un suivi quinquennal pour les récepteurs où le niveau de bruit calculé ne dépasse pas les limites en 2037.

Les résultats de la campagne de suivi, aussi bien que les éventuelles doléances de riverains, permettront d'ajuster le nombre et l'emplacement des points de vérification des niveaux sonores.

9.5.2.5.1.1 - Le suivi immédiat

Pour tous les récepteurs où le niveau de bruit calculé ne dépasse pas les limites de plus de 5 dB(A), il est recommandé de faire un suivi rapproché, en mesurant les niveaux de bruit deux fois par an à partir de l´année de la mise en service de la section autoroutière concernée. Dès que le niveau de bruit constaté dépasse les niveaux définis dans la législation, la construction de barrières acoustiques ou le relogement doivent être envisagés.

Le **Tableau 355** suivant présente les 85 récepteurs se trouvant dans ces conditions selon la modélisation acoustique effectuée au moyen du logiciel Cadna A.

Tableau 355 : Récepteurs où le niveau de bruit calculé ne dépasse pas les limites de plus de 5 dB(A)

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté
R001	5+825	180	Gauche	R119	116+116	72	Gauche
R002	7+720	116	Droit	R120	117+603	94	Droit
R007	18+125	175	Gauche	R124	121+681	82	Gauche
R014	19+405	88	Droit	R125	121+912	84	Gauche
R015	19+760	82	Droit	R128	122+576	99	Gauche
R016	20+057	95	Droit	R129	122+745	61	Gauche
R021	23+253	104	Gauche	R130	123+657	79	Gauche
R023	33+798	63	Gauche	R131	123+696	64	Droit
R025	34+705	56	Droit	R137	124+587	60	Droit
R026	35+751	69	Droit	R138	124+660	95	Droit
R028	39+247	103	Gauche	R140	125+443	112	Gauche
R031	40+535	87	Droit	R141	126+302	61	Droit
R032	40+585	60	Gauche	R142	126+409	89	Gauche
R033	40+822	70	Gauche	R145	127+059	101	Droit
R035	41+307	62	Droit	R150	130+191	59	Gauche
R039	46+595	153	Gauche	R151	130+237	55	Droit
R044	51+392	120	Droit	R155	137+658	66	Droit
R045	51+888	105	Gauche	R161	141+380	127	Gauche
R049	59+855	77	Gauche	R164	141+883	91	Gauche
R050	59+915	64	Droit	R166	142+046	82	Droit
R053	62+235	119	Gauche	R167	143+566	61	Droit
R054	65+566	100	Droit	R168	143+614	85	Gauche
R056	66+365	105	Gauche	R173	150+726	80	Droit
R057	66+459	91	Gauche	R178	151+474	71	Gauche
R060	67+359	86	Gauche	R179	152+667	102	Droit
R065	70+122	90	Droit	R180	153+280	144	Gauche
R072	71+036	111	Gauche	R182	154+174	113	Gauche
R075	71+233	81	Droit	R183	166+540	102	Gauche
R078	71+507	124	Gauche	R184	170+909	110	Droit
R085	74+415	100	Gauche	R188	174+423	114	Droit
R087	79+562	57	Droit	R189	174+562	94	Droit
R090	80+100	58	Droit	R190	174+860	102	Droit
R094	86+527	127	Droit	R191	175+000	78	Gauche
R095	86+685	127	Gauche	R192	175+156	62	Droit
R097	86+981	76	Droit	R196	177+084	130	Gauche
R099	87+234	77	Gauche	R198	177+446	109	Gauche
R100	88+624	72	Droit	R199	177+555	76	Gauche
R101	91+490	72	Gauche	R201	178+212	54	Droit
R102	93+590	103	Droit	R208	183+120	123	Droit
R104	95+878	97	Gauche	R212	184+337	101	Gauche
R107	97+130	140	Gauche	R213	184+643	133	Droit
R113	101+620	92	Droit	R214	184+747	75	Droit
R117	113+808	100	Gauche				

Chaque barrière devant avoir une extension de 150 m, la protection de ces récepteurs par des barrières acoustiques nécessitera la construction progressive d'un linéaire de 25.500 m de barrières. En considérant une hauteur de 4 m, la surface totale de ces barrières acoustiques sera de 102.000 m².

9.5.2.5.1.1.1 - L'évolution du nombre de plaintes de riverains de l'autoroute pour les bruits de circulation

Des contacts périodiques seront réalisés par les deux cellules de suivi avec les autorités locales (imadas, communes et délégations) pour s'informer des doléances exprimées par les riverains de l'infrastructure autoroutière en matière :

- de bruit de chantiers pendant les travaux d'aménagement, et
- de bruit circulation pendant le début de l'exploitation.

Chaque doléance sera analysée au moyen d'un déplacement chez le plaignant pour vérifier le bien-fondé de la plainte. Les résultats de ces enquêtes seront ensuite collationnées:

- par la DG/PC pour être analysés dans le cadre de ses recensements quinquennaux ;
- par la STA dans le cadre de son suivi quinquennal des nuisances sonores.

9.5.2.5.1.1.2 Le suivi quinquennal des nuisances sonores

Pour tous les autres récepteurs pour lesquels la modélisation acoustique effectuée au moyen du logiciel Cadna A, dont les résultats sont récapitulés dans l'annexe « Bruit de la circulation », a abouti à conclure que les limites légales ne seront pas dépassées en 2037, on recommande d'effectuer des mesures de bruit tous les cinq ans à partir de la mise en service de la section concernée. Ce suivi quinquennal suffira pour vérifier si le niveau sonore y demeure dans des valeurs acceptables.

Il est également recommandé d'inclure dans ces campagnes quinquennales la mesure du bruit au niveau des 18 récepteurs dont les barrières acoustiques de protection auront été éfifiées par les Entreprises adjudicataires des travaux. Ce suivi quinquennal suffira également pour vérifier l'efficacité de cette protection.

9.5.2.5.2 - L'évolution des temps de trajet entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma

Des enquêtes périodiques seront menées au niveau des péages pour vérifier les temps de trajet des utilisateurs de la nouvelle infrastructure autoroutière, qui pourront être comparés aux temps de trajet enregistrés lors de l'enquête trafic de l'étude d'APS et aux temps de trajet calculés dans la présente ÉIES.

Ces enquêtes seront réalisées par la DG/PC dans le cadre de ses enquêtes annuelles, avec l'appui des personnels de péage de la STA..

9.5.2.5.3 - L'évolution des trafics entre Tunis et Kairouan et entre Kairouan et Jelma

Des enquêtes périodiques seront menées au niveau des péages pour vérifier les TJM des utilisateurs de la nouvelle infrastructure autoroutière, et sur les postes d'enquête de l'étude d'APS situés sur le réseau pré-existant pour y vérifier les TJM résiduels.

Ces trafics futurs pourront être comparés aux TJM enregistrés lors de l'enquête trafic de l'étude d'APS et aux trafics prévisionnels calculés dans la présente ÉIES jusqu'en 2037. Ces enquêtes seront réalisées par la DG/PC dans le cadre de ses recensements quinquennaux.

9.5.3 – LE PROGRAMME DE SUIVI DES INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX

Le programme de suivi environnemental sera présenté sous forme de tableau synthétique renfermant toutes les informations suivantes :

- les paramètres à suivre,
- l'endroit où s'effectueront les mesures,
- le type de contrôle : méthodes et équipements,
- la fréquence des mesures,
- les normes applicables,
- la responsabilité des actions, et enfin
- les coûts estimatifs.

Après une campagne pour l'établissement de la situation de référence en 2016-2017, les analyses trimestrielles seront poursuivies durant les travaux entre 2018 et 2020 pour observer leur impact, puis à un rythme plus faible à partir de 2021 pendant pour observer l'impact de l'exploitation du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sur le long terme. En conséquence, le **Tableau 356** suivant présente le programme d'établissement de la situation de référence, et les **Tableau 357** et **Tableau 358** des pages 689 et 690 les programmes annuels de suivi des travaux et de l'exploitation de cette infrastructure autoroutière.

Tableau 356 : P rogramme d'établissement de la situation de référence

Impact	Endroit	Type de contrôle	Mesures	Norme applicable	Responsabilités institutionnelles	Coût estimatif (DT)
Pollution atmosphérique	Au niveau des deux péages d'entrée et de sortie Au niveau des villes traversées par la RN3	Qualité de l'air	CO_2, NO_2, CO, SO_2, PM_{10}: semestrielle Pb,O_3 : annuelle	NT.37.01 (NO_2), NT.37.09 (CO), NT.37.10 (SO_2), NT.37.11 (PM_{10}), NT.37.13 (Pb), NT.37.50 (O_3)	RNSQA	12.500 DT /an
Qualité des eaux de la retenue du barrage El Haouareb	Embouchure de l'oued Marguellil Lâchures du barrage	Analyses des paramètres de pollution des eaux (physico-chimiques et bactériologiques)	pH et salinité : semestrielle DBO_5 et DCO : semestrielle N et P : semestrielle Détergents : annuelle Métaux lourds : annuelle Bactériologie : semestrielle	NT 106.002	DG/BGTH	12.500 DT /an
						25.000 DT /an

Tableau 357 : Programme de suivi des impacts de suivi des travaux de cette infrastructure autoroutière

Impact	Endroit	Type de contrôle	Fréquence des mesures	Norme applicable	Responsabilités institutionnelles	Coût estimatif (DT)
Envol de poussières	Site de chantier	Concentrations en poussières	mensuelle	150 µg /m^3	BE ou consultant + Entreprises	2.000 DT/an
Nuisances sonores	Site de chantier	Bruit	mensuelle	70 db (A)	BE ou consultant + Entreprises	3.000 DT/an
Trafic routier	Voies d'accès au site du chantier et aux sites d'emprunt	Respect du code de la Route par les chauffeurs de camions	mensuelle	Signalisation routière + signalisation spécifique au chantier	Entreprises + Police de la circulation	p.m.
Qualité des eaux de la retenue du barrage El Haouareb	Embouchure de l'oued Marguellil Lâchures du barrage	Analyses des paramètres de pollution des eaux (physico-chimiques et bactériologiques)	pH et salinité : trimestrielle DBO_5 et DCO : trimestrielle N et P : trimestrielle Détergents : semestrielle Métaux lourds : semestrielle Bactériologie : trimestrielle	NT 106.002	DG/BGTH	25.000 DT /an
Gestion des déchets liquides		Application d'un plan de gestion des déchets liquides	mensuelle	Loi n°96-41 du 10 juin 1996	Entreprises + STA	5.000 DT /an
Gestion des déchets solides		Application d'un plan de gestion des déchets solides	hebdomadaire	Loi n°96-41 du 10 juin 1996	Entreprises + STA	20.000 DT /an
						55.000 DT /an

Tableau 358 : Programme de suivi des impacts de l'exploitation de cette infrastructure autoroutière

Impact	Endroit	Type de contrôle	Fréquence des mesures	Norme applicable	Responsabilités institutionnelles	Coût estimatif (DT)
Pollution atmosphérique	Au niveau des deux péages d'entrée et de sortie Au niveau des villes traversées par la RN3	Qualité de l'air	CO_2, NO_2, CO, SO_2, PM_{10}: semestrielle Pb,O_3 : annuelle	NT.37.01 (NO_2), NT.37.09 (CO), NT.37.10 (SO_2), NT.37.11 (PM_{10}), NT.37.13 (Pb), NT.37.50 (O_3)	RNSQA	12.500 DT /an
Qualité des eaux de la retenue du barrage El Haouareb	Embouchure de l'oued Marguellil Lâchures du barrage	Analyses des paramètres de pollution des eaux usées (physico-chimiques et bactériologiques)	pH et salinité : semestrielle DBO_5 et DCO : semestrielle N et P : semestrielle Détergents : annuelle Métaux lourds : annuelle Bactériologie : semestrielle	NT 106.002	DG/BGTH	12.500 DT /an
Gestion des déchets liquides		Application d'un plan de gestion des déchets liquides	trimestrielle	Loi n°96-41 du 10 juin 1996	ONAS + communes concernées	2.000 DT /an
Gestion des déchets solides		Application d'un plan de gestion des déchets solides	trimestrielle	Loi n°96-41 du 10 juin 1996	ANGED + communes concernées	3.000 DT /an
Nuisances sonores	Au niveau des 85 récepteurs dépassant les normes légales avant 2037	Bruit de circulation	Deux fois par an	Jour : Niveau Sonore Moyen Energétique Diurne $L_d \leq 60$ dB(A) Nuit: Niveau Sonore Moyen Energétique Nocturne $L_n \leq 55$ dB(A)	Inspection ANPE	5.000 DT /an
	Au niveau des récepteurs ne dépassant pas encore les normes légales en 2037 et au niveau des 18 récepteurs protégés par le Projet		Quinquennal			
	Au niveau des PAP ayant présenté des doléances		Au cas par cas		STA	
						35.000 DT /an

On voit que ce budget représentera :

- globalement des budgets de 50.000 DT pour l'établissement de la situation de référence et 165.000 DT pour le suivi des travaux, et
- annuellement un budget de 35.000 DT pour le suivi de l'exploitation.

9.5.3.1 - Le budget de ce programme de suivi des effets du Projet atténué

Le coût du suivi, c'est-à-dire non inclus dans les budgets Titre I ou Titre II et dans les marchés de travaux et de contrôle des travaux concerneront essentiellement les frais de fonctionnement des deux cellules mises en place par la STA et les frais de fonctionnement spécifiques des A/RE des quatre CRDA commis aux analyses physico-chimiques trimestrielles des eaux de surface. Le coût spécifique comprendra le paiement :

- pour les deux cellules de la STA, le coût de la location de locaux et de leurs frais de fonctionnement (salaires, per-diems, carburant et lubrifiant) pendant les 36 mois du démarrage de l'exploitation (les coûts d'équipement et les coûts de fonctionnement pendant les 24 mois de suivi de la situation de référence et les 36 mois de chantiers «étant inclus dans les coûts de surveillance) ;
- pour les A/RE des quatre CRDA, le coût de leurs frais de fonctionnement spécifiques (perdiems, carburant et lubrifiant pour le prélèvement des échantillons, frais d'analyses) pendant les 36 mois du démarrage de l'exploitation.

On a alors pu dresser le **Tableau 359** suivant qui synthétise les budgets du programme de suivi des effets de la mise en œuvre des mesures d'atténuation prévues dans le PGES et de bonnes pratiques environnementales et sociales sur les chantiers d'aménagement de la nouvelle infrastructure autoroutière sur ses environnements naturels et humain.

Tableau 359 : Budget du programme de suivi des effets de la mise en œuvre du PGES

Budget	Avant (situation de référence)	Travaux	Début exploitation	ENSEMBLE
Cellule concessionnaire Zaghouan	p.m.	p.m.	360 000	360 000
Cellule concessionnaire Kairouan	p.m.	p.m.	360 000	360 000
Analyses trimestrielles des eaux	40 000	80 000	80 000	200 000
Enquête de durée des trajets	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
Recensement des TJM	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.
TOTAL	**40 000**	**80 000**	**800 000**	**920 000**

Ce budget global spécifique de surveillance atteindra donc globalement la somme de 0,92 M.DT, qui sera essentiellement apporté à ces diverses institutions par le budget du Projet durant les trois premières années de sa mise en exploitation.

9.6 - Le budget de mitigation des impacts du tronçon prioritaire

La répartition annuelle des budgets de mitigation du Projet du tronçon prioritaire Tunis-Jelma de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa sont répartis sur huit années selon les hypothèses suivantes :

- les deux premières années seront consacrées à la mise en oeuvre du PAR et à l'installation des Entreprises adjudicataires des marchés de travaux de ce tronçon prioritaire ;

- les trois années suivantes seront consacrées à la construction de ce tronçon prioritaire ;
- les trois dernières années correspondront aux trois premières années d'exploitation de ce tronçon prioritaire.

9.6.1 - LES BUDGETS GLOBAUX ET ANNUELS DU PAR ET DES AMÉNAGEMENTS DE MITIGATION INCLUS DANS LA CONCEPTION DE CE TRONÇON

Toutes les analyses budgétaires qui précèdent permettent en final de dresser le **Tableau 360** suivant qui synthétise tous les coûts spécifiques au PAR et à la mitigation des impacts environnementaux et sociaux de l'aménagement du tronçon prioritaire Tunis-Jelma inclus dans sa conception.

Tableau 360 : Coûts du PAR et des aménagements de mitigation des impacts du tronçon prioritaire (M.DT)

Année / Type de mitigation	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
Indemnisation des terres	13,08	19,62							**32,70**
Indemnisation du bâti	1,05	0,45							**1,50**
Bassins de haute sécurité			0,83	1,65	0,83				**3,30**
Fossés de décantation			2,64	5,28	2,64				**10,55**
Passages spécifiques pour animaux			0,50	1,00	0,50				**2,00**
Agrandissement des petits dalots			0,73	1,46	0,73				**2,91**
Elargissement 14 OF de RN/RR			0,37	0,74	0,37				**1,48**
Construction de 18 murs anti-bruits			0,23	0,45	0,23				**0,90**
Végétalisation des talus			0,00	0,73	2,18				**2,90**
Plantations le long des PI			0,00	1,99	1,59	0,40			**3,98**
Entretien des jeunes plants						0,21	0,28	0,343	**0,83**
TOTAL	**14,13**	**20,07**	**5,28**	**13,28**	**9,05**	**0,61**	**0,28**	**0,34**	**63,05**

On voit que:

- les indemnisations représenteront un budget 34,20 M.DT, soit 2,9% des 1.190 M.DT nécessaires pour l'aménagement du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa;
- les aménagements inclus dans la conception du tronçon prioritaire représenteront un budget compris entre 26,02 et 28,02 M.DT, soit entre 2,1% et 2,3% de ces 1.190 M.DT augmentés de ces sommes.

La **Figure 217** suivante présente la répartition annuelle de ces budgets des indemnisations versés pendant les deux premières années consacrées à la mise en oeuvre du PAR, des aménagements de mitigation inclus dans la conception du tronçon prioritaire versés pendant les trois années seront consacrées à la construction et de l'entretien des plantations paysagères versés pendant les trois premières années d'exploitation de ce tronçon prioritaire.

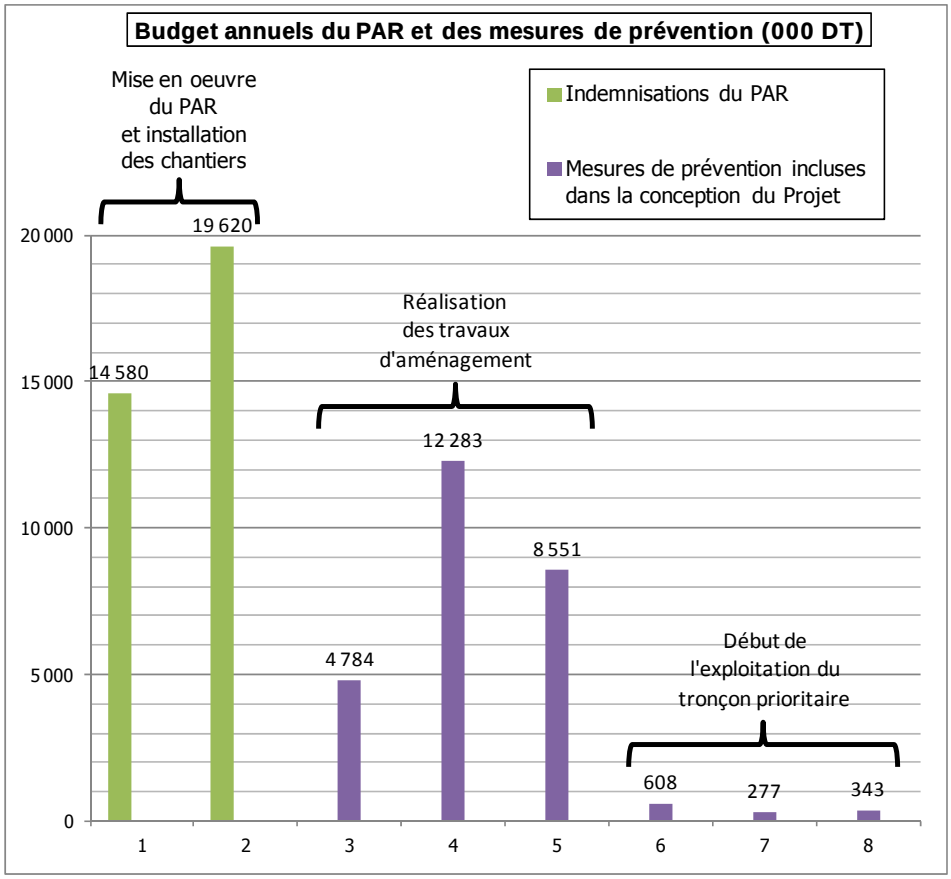


Figure 217 : Budgets annuels spécifiques pour la mise en oeuvre du PAR et des aménagement de mitigation inclus

9.6.2 - LE BUDGET GLOBAL ET ANNUEL DU PGES *SENSU STRICTO* DE CE TRONÇON

Toutes les analyses budgétaires qui précèdent permettent en final de dresser le **Tableau 361** suivant qui synthétise tous les coûts spécifiques du PGES *sensu stricto* de l'aménagement du tronçon tronçon prioritaire Tunis-Jelma.

Tableau 361 : Coûts du PGES de l'aménagement du tronçon tronçon prioritaire (DT)

Phase	Avant (situation de référence)	Travaux	Début exploitation	TOTAL
Equipement cellules MOD et concessionnaire	630 000	0	0	**630 000**
Fonctionnement cellules MOD et concessionnaire	1 475 000	2 400 000	720 000	**4 595 000**
Programme spécifique de surveillance	112 500	187 500	0	**300 000**
Programme spécifique de suivi	40 000	80 000	80 000	**200 000**
TOTAL	**2 257 500**	**2 667 500**	**800 000**	**5 725 000**

On voit que ce PGES proprement dit représentera quant à lui un budget de 5,73 M.DT, soit à peine 0,5% du budget d'aménagement du tronçon tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa, qui se répartira entre :

- ✓ 2,26 M.DT pour l'installation des deux cellules de surveillance et de suivi du concessionnaire, *a priori* la STA et l'établissement de la situation de référence des environnements naturels et humain du Projet ;

- ✓ 2,67 M.DT pour la surveillance de la mise en œuvre par les Entreprises adjudicataires des travaux d'aménagement et par le concessionnaire, *a priori* la STA, de bonnes pratiques environnementales et sociales et pour le suivi de leurs effets ;
- ✓ 0,80 M.DT pour le suivi des effets du début de l'exploitation du Projet atténué, pour vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation proposées au niveau du PGES et proposer si nécessaire de nouvelles mesures mieux adaptées.

La **Figure 218** suivante présente la répartition annuelle de ces budgets spécifiques des trois programmes du PGES *sensu stricto* de ce tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

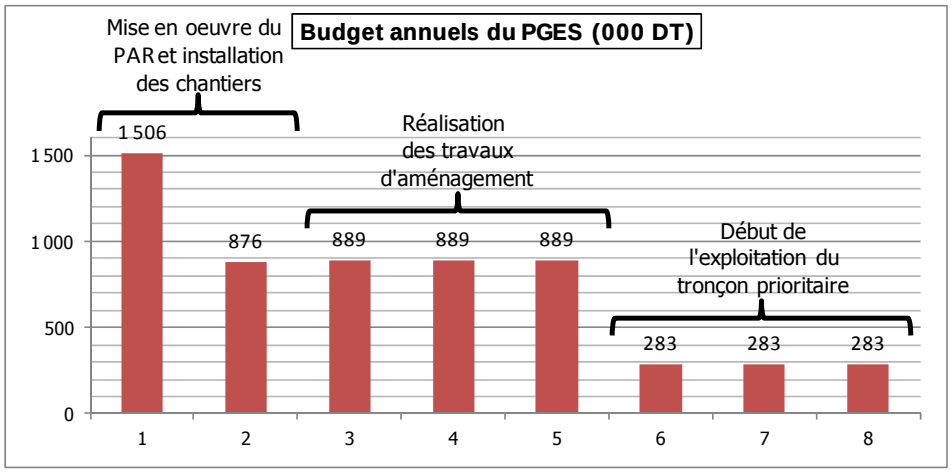


Figure 218 : Budgets annuels spécifiques pour la mise en oeuvre du PGES du tronçon prioritaire

DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, SIDI BOUZID, KASSERINE ET GAFSA

ÉTUDE D'AVANT PROJET DETAILLE DU TRONÇON PRIORITAIRE

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU TRONÇON PRIORITAIRE

ANNEXE 1 : ÉTUDE DE BRUIT

SOMMAIRE DE L'ANNEXE 1

1. INTRODUCTION 1
2. RESULTATS DE LA MODELISATION 1
3. MESURES DE REDUCTION DU BRUIT 14
A. DETERMINATION DES RECEPTEURS SITUES HORS LIMITE 14
B. MESURES PROPOSEES 18

Annexe 2 : Étude de bruit

1. Introduction

Pour analyser le besoin de mesures de réduction du bruit le long de la desserte autoroutière directe de Jelma depuis Tunis, la méthodologie et les bases de travail sont les suivantes:

- Prévision des niveaux sonores utilisant le *software* de modélisation acoustique en extérieur Cadna A[1], suivant la méthodologie de prévision de trafic autoroutier recommandée par la Directive Européenne 2002/49/EC: NMPB-Routes-96 (*Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit*). Les données de base de la modélisation ont été:
    a. Cartographie 3D de la voie et de la zone enveloppante, effectuée dans le cadre des études d'APD ;
    b. Donnés de trafic suivant l'étude effectué en phase APD, considérant le scénario moyen, pour un taux de croissance du PIB de 4%. Ces données sont indiquées au tableau ci-dessous ;
    c. Valeurs standard pour les autres variables ayant une influence sur le niveau de bruit, notamment la considération d'une chaussée bitumineuse normale et 100% de probabilité d'occurrence de conditions favorables à la propagation du son dans toutes les directions, pendant la période nocturne.
- Les limites acoustiques applicables pour les bâtiments d'habitation pour la sensibilité au bruit sont définies par la législation tunisienne (L_d: Niveau Sonore Moyen Energétique Diurne; L_n: Niveau Sonore Moyen Energétique Nocturne):
    a. jour: $L_d \leq 60$ dB(A).
    b. nuit: $L_n \leq 55$ dB(A).

Tableau 1: Données du trafic autoroutier

Sections	Vitesse Moyenne [km/h]		Pourcentage de poids lourds		Trafic Moyen Horaire (TMH)			
					diurne	nocturne	diurne	nocturne
	2018	2037	2018	2037	2018	2018	2037	2037
Tunis-Zaghouan	108	104	19%	20%	747	264	1 684	594
Zaghouan-Fahs Est	109	106	19%	20%	528	186	1 250	441
Fahs Est-Fahs Sud	109	107	19%	19%	432	152	1 044	368
Fahs Sud-Ennadhour	109	107	23%	24%	474	167	1 143	403
Ennadhour-Sbikha	109	107	24%	24%	435	153	1 064	376
Sbikha-El Bathen	109	107	23%	23%	467	165	1 137	401
El Bathen-Chbika	109	108	24%	24%	353	125	874	308
Chbika-Jelma	109	107	22%	23%	458	162	1 063	375

2. Résultats de la modélisation

Sur les photos aériennes du tracé, les bâtiments qui peuvent être gênés par le bruit de l'autoroute ont été identifiés, Ces bâtiments sont indiqués aux figures annexées à ce rapport et sont indiqués au Tableau 2, avec l'identification de sa nature et type d'utilisation. Seulement les bâtiments avec une occupation humaine importante sont considérés comme des bâtiments ayant sensibilité au bruit.

[1] http://www.datakustik.com/

Tableau 2: Identification des bâtiments en proximité du tracé de l'autoroute

1	PK 2 Caserne militaire, la nature des bâtiments affectés n'est pas connue, Mur de clôture de 4m de hauteur en maçonnerie et arbres à l'intérieur du mur
2	PK 5 Ferme, installations agricoles et habitation
3	PK 7 Magasins d'utilisation agricole
4	PK 7 Puits et installations agricoles
5	PK 7 Ferme, installations agricoles et habitation
6	PK10 Petit village, habitations et installations agricoles
7	PK 16 Ferme, installations agricoles et habitation
8	PK 16 Habitation isolée
9	PK 16 Habitation isolée
10	PK 18 Habitation isolée
11	PK 18 Ferme, installations agricoles et habitation
12	PK 18 Habitation isolée
13	PK 18 Installations industrielles ou chantier (?)
14	PK 18 Habitation isolée
15	PK 18 Installations agricoles
16	PK 18 Ferme, installations agricoles et habitation
17	PK 18 Installations agricoles
18	PK 18 Habitation isolée
19	PK 18 Habitation isolée
20	PK 18 Habitation isolée
21	PK 19 Habitation isolée
22	PK 19 Habitation isolée
23	PK 20 Habitation isolée
24	PK 20 Ferme, installations agricoles et habitation
25	PK 20 Ferme, installations agricoles et habitation
26	PK 21 Habitation isolée
27	PK 21 Ferme, installations agricoles et habitation
28	PK 23 Ferme, installations agricoles et habitation
29	PK 23 Petit village, installations agricoles et habitations (2 ou 3)
30	PK 25 Ferme à exproprier
31	PK 26 Ferme, unité agro-industrielle
32	PK 26 Habitation isolée
33	PK 26 Grande installation agro-industrielle
34	PK33 Installations agricoles
35	PK 33 Ferme, installations agricoles et habitation
36	PK 34 Ferme, installations agricoles et habitation
37	PK 34 Ferme, installations agricoles et habitation
38	PK35 Installations agricoles
39	PK 35 Ferme, installations agricoles et habitation
40	PK 38 Ferme, installations agricoles et habitation
41	PK 39 Ferme, installations agricoles et habitation
42	PK 39 Ferme, installations agricoles et habitation
43	PK 39 Ferme, installations agricoles et habitation
44	PK 39 Ferme, installations agricoles et habitation
45	PK 39 Ferme, installations agricoles et habitation
46	PK 40 Habitations (5)
47	PK 40 Ferme, installations agricoles et habitation
48	PK 40 Habitations (3)
49	PK 40 Petit village, habitations

50	PK 41 Installations agricoles
51	PK 41 Habitation isolée
52	PK 41 Ferme, installations agricoles et habitation
53	PK 41 Ferme, installations agricoles et habitation
54	PK 45 Ferme, installations agricoles et habitation
55	PK 45 Installations agricoles
56	PK 46 Installations agricoles
57	PK 46 Habitation isolée
58	PK 46 Installation industrielle
59	PK 46 Ferme, installations agricoles et habitation
60	PK 46 Ferme, installations agricoles et habitation
61	PK 47 Ferme, installations agricoles et habitation
62	PK 47 Ferme, installations agricoles et habitation
63	PK 49 Habitation isolée
64	PK 51 Ferme, installations agricoles et habitation
65	PK 51 Ferme, installations agricoles et habitation
66	PK 51 Ferme, installations agricoles et habitation
67	PK 55 Habitation isolée
68	PK 55 Ferme, installations agricoles et habitation
69	PK 59 Ferme, installations agricoles et habitation
70	PK 59 Ferme, installations agricoles et habitation
71	PK 59 Ferme, installations agricoles et habitation à exproprier
72	PK 59 Ferme, installations agricoles et habitation
73	PK 59 Ferme, installations agricoles et habitation
74	PK 62 Ferme, installations agricoles et habitation
75	PK 61 Ferme, installations agricoles et habitation
76	PK 65 Ferme, installations agricoles et habitation
77	PK 65 Petit village, habitations
78	PK 66 Installations agricoles
79	PK 67 Installation agricole
80	PK 67 Habitation isolée
81	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitation
82	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitation
83	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitation
84	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitation
85	PK 67 Habitation isolée
86	PK 67 Installations agricoles
87	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitation
88	PK 67 Peuplement, installations agricoles et habitations (8 ?)
89	PK 67 Installations agricoles
90	PK 67 Installations agricoles
91	PK 67 Ferme, installations agricoles et habitations (3)
92	PK 68 Ferme, installations agricoles et habitation
93	PK 69 Habitations (3)
94	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
95	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
96	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
97	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
98	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
99	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
100	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation

101	PK 70 Ferme, installations agricoles et habitation
102	PK 70 Habitations (4)
103	PK 70 Habitation isolée
104	PK 70 Habitation isolée
105	PK 71 Ferme, installations agricoles et habitation
106	PK 71 Ferme, installations agricoles et habitation
107	PK 71 Habitations (5)
108	PK 71 Habitation isolée
109	PK 71 Ferme, installations agricoles et habitation
110	PK 71 Ferme, installations agricoles et habitation
111	PK 71 Habitations (8)
112	PK 71 Petit village, habitations
113	PK 71 Habitations (6)
114	PK 72 Ferme, installations agricoles et habitation
115	PK 72 Habitation isolée
116	PK 72 Ferme, installations agricoles et habitation
117	PK 72 Habitation isolée
118	PK 73 Ferme, installations agricoles et habitation
119	PK 72 Fermes, installations agricoles et 6 habitations
120	PK 73 Ferme, installations agricoles et habitation
121	PK 73Installations agricoles
122	PK 79 Ferme, installations agricoles et habitation
123	PK 79 Ferme, installations agricoles et habitation
124	PK 79 Ferme, installations agricoles et habitation
125	PK 79 Ferme, installations agricoles et habitation
126	PK 79 Installation agricole
127	PK 80 Ferme, installations agricoles et habitation
128	PK 80 Ferme, installations agricoles et habitation
129	PK 85 Ferme, installations agricoles et habitation
130	PK 85 Ferme, installations agricoles et habitation
131	PK 85 Ferme, installations agricoles et habitation
132	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
133	PK 86 Installation agricole
134	PK 86 Installation agricole
135	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
136	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
137	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
138	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
139	PK 86 Ferme, installations agricoles et habitation
140	PK 87 Habitation isolée
141	PK 87 Ferme, installations agricoles et habitation
142	PK 88 Ferme, installations agricoles et habitation
143	PK 88 Installation agricole
144	PK 91 Ferme, installations agricoles et habitation
145	PK 93 Habitation isolée
146	PK 93 Installation agricole
147	PK 94 Installation agricole
148	PK 94 Magasin, agro-industrie (?)
149	PK 95 Ferme, installations agricoles et habitation
150	PK 95 Ferme, installations agricoles et habitation
151	PK 96 Fermes, installations agricoles et habitations

152	PK 96 Ferme, installations agricoles et habitation
153	PK 97 Ferme, installations agricoles et habitation
154	PK 97 Installation agricole
155	PK 98 Ferme, installations agricoles et habitation
156	PK 100 Ferme, installations agricoles et habitation
157	PK 101 Ferme, installations agricoles et habitation
158	PK 101 Installation agricole
159	PK 101 Ferme, installations agricoles et habitation
160	PK 101 Installation agricole
161	PK 101 Installation agricole
162	PK 101 Ferme, installations agricoles et habitation
163	PK 101 Ferme, installations agricoles et habitation
164	PK 102 Installation agricole
165	PK 102 Ferme, installations agricoles et habitation
166	PK 102 Installation agricole
167	PK 103 Ferme, installations agricoles et habitation
168	PK 104 Installation agricole
169	PK 104 Installation agricole
170	PK 104 Ferme, installations agricoles et habitation
171	PK 113 Ferme, installations agricoles et habitation
172	PK 114 Ferme, installations agricoles et habitation
173	PK 116 Ferme, installations agricoles et habitation
174	PK 116 Installation agricole
175	PK 116 Installation agricole
176	PK 117 Habitation isolée
177	PK 121 Habitation isolée
178	PK 121 Habitation isolée
179	PK 121 Habitation isolée
180	PK 121 Habitation isolée
181	PK 121 Habitation isolée
182	PK 121 Habitation isolée
183	PK 121 Peuplement, habitations
184	PK 122 Habitation isolée
185	PK 122 Ferme, installations agricoles et habitation
186	PK 122 Habitation isolée
187	PK 122 Habitation isolée
188	PK 123 Peuplement, habitations
189	PK 123 Peuplement, habitations
190	PK 123 Ferme, installations agricoles et habitation
191	PK 123 Ferme, installations agricoles et habitation
192	PK 123 Ferme, installations agricoles et habitation
193	PK 124 Ferme, installations agricoles et habitation
194	PK 124 Habitation
195	PK 124 Habitation
196	PK 124 Habitation
197	PK 124 Habitation
198	PK 124 Habitation
199	PK 124 Habitation
200	PK 124 Habitation
201	PK 125 Installation agricole
202	PK 125 Habitations (4)

203	PK 126 Installation industrielle
204	PK 126 Ferme, installations agricoles et habitation
205	PK 126 Habitation
206	PK 126 Ferme, installations agricoles et habitation
207	PK 126 Installation agricole
208	PK 127 Ferme, installations agricoles et habitation
209	PK 127 Habitation
210	PK 128 Ferme, installations agricoles et habitation
211	PK 129 Ferme, installations agricoles et habitation
212	PK 129 Habitation
213	PK 129 Habitations (8)
214	PK 129 Installation agricole
215	PK 129 Installation agricole
216	PK 129 Installation agricole
217	PK 130 Installation agricole
218	PK 130 Installation agricole
219	PK 130 Habitation
220	PK 130 Ferme, installations agricoles et habitation
221	PK 130 Ferme, installations agricoles et habitation
222	PK 130 Habitation (?)
223	PK 137 Ferme, installations agricoles et habitation
224	PK 137 Ferme, installations agricoles et habitation
225	PK 137 Ferme, installations agricoles et habitation
226	PK 137 Ferme, installations agricoles et habitation
227	PK 137 Habitations (4)
228	PK 139 Installation agricole
229	PK 139 Petit village, habitations
230	PK 139 Ferme, installations agricoles et habitation
231	PK 140 Installation agricole
232	PK 140 Grande ferme, installations agricoles et habitations
233	PK 141 Ferme, installations agricoles et habitation
234	PK 141 Habitation
235	PK 141 Ferme, installations agricoles et habitation
236	PK 141 Habitation
237	PK 141 Ferme, installations agricoles et habitation
238	PK 141 Ferme, installations agricoles et habitation
239	PK 141 Habitation
240	PK 141 Installation agricole
241	PK 141 Ferme, installations agricoles et habitation
242	PK 141 Habitation
243	PK 142 Ferme, installations agricoles et habitation
244	PK 142 Installation agricole
245	PK 143 Habitation
246	PK 143 Habitation
247	PK 143 Installation agricole
248	PK 144 Installation agricole
249	PK 144 Installation agricole
250	PK 144 Ferme, installations agricoles et habitation
251	PK 145 Installation agricole
252	PK 145 Installation agricole
253	PK 145 Installation agricole

254	PK 149 Ferme, installations agricoles et habitation
255	PK 150 Ferme, installations agricoles et habitation
256	PK 150 Ferme, installations agricoles et habitation
257	PK 150 Ferme, installations agricoles et habitation
258	PK 150 Installation agricole
259	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
260	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
261	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
262	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
263	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
264	PK 151 Installation agricole
265	PK 151 Ferme, installations agricoles et habitation
266	PK 151 Installation agricole
267	PK 151 Installation agricole
268	PK 152 Ferme, installations agricoles et habitation
269	PK 153 Ferme, installations agricoles et habitation
270	PK 153 Ferme, installations agricoles et habitation
271	PK 153 Installation agricole
272	PK 153 Installation agricole
273	PK 154 Ferme, installations agricoles et habitation
274	PK 154 Installation agricole
275	PK 154 Installation agricole
276	PK 166 Ferme, installations agricoles et habitation
277	PK 171 petit village (habitations)
278	PK 172 Installation agricole
279	PK 172 petit village (habitations)
280	PK 173 Habitation isolée
281	PK 173 Habitation isolée
282	PK 174 Installation industrielle
283	PK 174 Habitation isolée
284	PK 174 Ferme, installations agricoles et habitation
285	PK 174 Installation industrielle
286	PK 174 Ferme, installations agricoles et habitation
287	PK 174 Ferme, installations agricoles et habitation
288	PK 175 Ferme, installations agricoles et habitation
289	PK 175 Ferme, installations agricoles et habitation
290	PK 175 Habitation isolée
291	PK 175 Installation agricole
292	PK 175 Ferme, installations agricoles et habitation
293	PK 175 Ferme, installations agricoles et habitation
294	PK 176 Installation agricole
295	PK 176 Installation agricole
296	PK 176 Habitation isolée
297	PK 176 Habitation isolée
298	PK 176 Installation agricole
299	PK 177 Ferme, installations agricoles et habitation
300	PK 177 Ferme, installations agricoles et habitation
301	PK 177 Habitation isolée
302	PK 177 Installation agricole
303	PK 177 Habitation isolée
304	PK 177 Habitation isolée

305	PK 177 Habitation isolée
306	PK 177 Installation agricole
307	PK 178 Habitation isolée
308	PK 178 Installation agricole
309	PK 178 Habitation isolée
310	PK 178 Ferme, installations agricoles et habitation
311	PK 178 Installation agricole
312	PK 179 Habitation isolée
313	PK 179 Ferme, installations agricoles et habitation
314	PK 179 Ferme, installations agricoles et habitation
315	PK 179 Ferme, installations agricoles et habitation
316	PK 180 Ferme, installations agricoles et habitation
317	PK 180 Ferme, installations agricoles et habitation
318	PK 180 Ferme, installations agricoles et habitation
319	PK 182 Petit village (habitations)
320	PK 183 Ferme, installations agricoles et habitation
321	PK 183 Installation agricole
322	PK 183 Ferme, installations agricoles et habitation
323	PK 183 Ferme, installations agricoles et habitation
324	PK 183 Habitation isolée
325	PK 183 Habitation isolée
326	PK 184 Installation agricole
327	PK 184 Installation agricole
328	PK 184 Installation agricole
329	PK 184 Habitation isolée
330	PK 184 Grande ferme, installations agricoles et habitation
331	PK 184 Ferme, installations agricoles et habitation
332	PK 184 Installation agricole
333	PK 184 Installation agricole
334	PK 184 Installation agricole

Les résultats de la modélisation sont présentés sous la forme de 4 Cartes de Bruit (L_d-2018; L_n-2018; L_d-2037; L_n-2037), où le code des couleurs utilisé suit les normes établies au Tableau 1 de la norme ISO 1996-2: 1987 (*Acoustics: Description and Measurement of Environmental Noise*), et sous la forme de valeurs individuels prévus à 4 mètres au-dessus du sol, près des bâtiments ayant sensibilité au bruit (Récepteurs Sensibles existants), identifiés en proximité du tracé, comme indiqué au Tableau 3.

Tableau 3: Niveaux sonores prévus au niveau des Récepteurs Sensibles existants en proximité du tracé

Nº identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
2	R001	5+825	180	Gauche	60	57	64	60
5	R002	7+720	116	Droit	62	59	66	62
6	R003	10+856	38	Gauche	70	66	74	69
8	R004	16+400	280	Gauche	57	54	61	57
9	R005	16+460	230	Gauche	58	54	61	58
7	R006	16+620	65	Droit	64	61	68	64
12	R007	18+125	175	Gauche	60	56	64	60
14	R008	18+320	240	Gauche	57	54	60	57
10	R009	18+395	197	Droit	59	55	62	59
15	R010	18+425	310	Gauche	53	50	56	54
20	R011	18+757	85	Gauche	64	61	67	64

N° identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
18	R012	18+798	220	Droit	59	55	63	59
19	R013	18+867	69	Droit	65	61	68	65
21	R014	19+405	88	Droit	62	59	66	62
22	R015	19+760	82	Droit	64	60	68	64
23	R016	20+057	95	Droit	63	59	67	63
24	R017	20+093	49	Gauche	68	64	72	68
25	R018	20+380	227	Gauche	51	48	55	52
26	R019	21+000	52	Gauche	68	64	71	67
27	R020	21+737	265	Droit	58	54	62	58
28	R021	23+253	104	Gauche	61	58	65	62
32	R022	26+282	200	Gauche	57	55	61	58
35	R023	33+798	63	Gauche	64	60	68	64
36	R024	34+237	204	Droit	54	51	57	55
37	R025	34+705	56	Droit	63	60	67	63
39	R026	35+751	69	Droit	62	59	66	63
40	R027	38+498	134	Droit	45	42	49	46
41,42,43	R028	39+247	103	Gauche	60	56	63	60
44	R029	39+526	152	Droit	56	53	60	56
45	R030	39+645	236	Droit	53	50	57	54
46	R031	40+535	87	Droit	60	57	64	60
47	R032	40+585	60	Gauche	64	60	68	64
48	R033	40+822	70	Gauche	63	59	67	63
49	R034	41+029	241	Gauche	53	50	57	54
51,52	R035	41+307	62	Droit	63	59	67	63
53	R036	41+428	146	Droit	54	51	58	55
54	R037	45+705	46	Gauche	67	63	71	67
57,59	R038	46+317	192	Gauche	59	55	63	59
60	R039	46+595	153	Gauche	60	56	64	60
61	R040	47+083	289	Gauche	54	51	58	55
62	R041	47+446	148	Gauche	59	55	63	59
63	R042	49+899	213	Droit	57	53	61	57
64	R043	51+220	153	Droit	58	55	62	59
65	R044	51+392	120	Droit	60	56	64	60
66	R045	51+888	105	Gauche	59	56	63	60
68	R046	55+480	271	Gauche	52	50	56	54
67	R047	55+700	252	Droit	54	51	57	55
69	R048	59+776	163	Gauche	58	55	62	59
70	R049	59+855	77	Gauche	63	60	67	63
72	R050	59+915	64	Droit	62	59	66	63
73	R051	60+000	174	Droit	56	53	60	57
75	R052	61+794	245	Droit	53	51	57	55
74	R053	62+235	119	Gauche	60	57	64	61
76	R054	65+566	100	Droit	59	56	63	60
77	R055	65+799	123	Droit	57	55	61	58
80	R056	66+365	105	Gauche	61	58	65	62
81	R057	66+459	91	Gauche	61	58	65	62
82,83,84	R058	66+672	166	Gauche	58	55	62	59
85	R059	66+709	351	Gauche	52	49	55	53
87,88	R060	67+359	86	Gauche	62	59	66	63

N° identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
91	R061	67+775	232	Gauche	55	52	59	56
92	R062	68+868	185	Droit	57	54	60	58
93	R063	69+165	217	Gauche	54	52	58	56
94	R064	69+913	219	Gauche	55	53	59	57
96	R065	70+122	90	Droit	61	58	64	61
95	R066	70+154	62	Gauche	64	61	68	65
97	R067	70+280	303	Droit	54	51	58	55
98,99	R068	70+412	249	Droit	55	52	59	56
100	R069	70+450	316	Gauche	51	49	55	53
101,102,103	R070	70+762	47	Gauche	68	64	72	67
104	R071	70+840	241	Gauche	54	52	58	56
105	R072	71+036	111	Gauche	61	57	65	61
106	R073	71+036	332	Droit	51	49	55	53
107	R074	71+136	43	Droit	65	61	69	65
108	R075	71+233	81	Droit	61	58	65	62
111	R076	71+255	265	Gauche	52	50	55	53
109;110	R077	71+354	226	Droit	54	52	58	56
112	R078	71+507	124	Gauche	60	57	64	61
113	R079	71+645	299	Droit	54	51	58	55
114	R080	71+434	289	Droit	52	50	56	54
115;116	R081	71+434	172	Gauche	50	48	54	52
117	R082	71+554	138	Gauche	49	47	53	51
118	R083	73+473	253	Droit	54	52	58	56
119	R084	73+687	165	Droit	57	55	61	58
120	R085	74+415	100	Gauche	61	58	65	62
122;123	R086	79+476	324	Droit	52	49	56	53
124	R087	79+562	57	Droit	59	57	63	61
125	R088	79+796	266	Droit	52	49	56	53
127	R089	80+050	254	Droit	50	47	54	51
128	R090	80+100	58	Droit	62	58	66	62
129	R091	85+037	202	Droit	56	53	60	57
130	R092	85+196	211	Droit	55	53	59	57
131	R093	85+388	295	Droit	52	50	56	54
132	R094	86+527	127	Droit	58	56	62	60
135	R095	86+685	127	Gauche	60	57	63	61
136;137	R096	86+865	46	Gauche	67	63	71	67
138;139	R097	86+981	76	Droit	62	59	66	63
140	R098	87+054	190	Droit	55	53	59	57
141	R099	87+234	77	Gauche	64	60	68	64
142	R100	88+624	72	Droit	62	59	66	63
144	R101	91+490	72	Gauche	61	58	65	62
145	R102	93+590	103	Droit	60	57	64	61
149	R103	95+533	161	Droit	58	55	61	59
150	R104	95+878	97	Gauche	62	59	66	63
151	R105	96+188	204	Gauche	57	55	61	58
152	R106	96+320	224	Droit	56	53	60	57
153	R107	97+130	140	Gauche	59	56	63	60
155	R108	97+766	222	Gauche	56	54	60	58
156	R109	100+697	212	Droit	56	54	60	58

Nº identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
157	R110	101+000	212	Droit	56	54	60	58
159	R111	101+195	195	Droit	57	54	60	58
162	R112	101+494	64	Gauche	65	62	69	65
163	R113	101+620	92	Droit	61	58	65	62
165	R114	102+758	205	Gauche	57	54	61	58
167	R115	103+914	198	Droit	56	54	60	58
170	R116	104+595	207	Gauche	57	54	61	58
171	R117	113+808	100	Gauche	61	58	65	62
172	R118	114+353	233	Gauche	56	53	59	57
173	R119	116+116	72	Gauche	64	60	67	64
177	R120	117+603	94	Droit	60	57	64	61
178	R121	121+204	165	Gauche	55	52	58	56
179	R122	121+488	124	Gauche	59	55	63	59
180	R123	121+596	53	Gauche	66	62	69	65
181;182	R124	121+681	82	Gauche	62	58	66	62
183	R125	121+912	84	Gauche	62	58	66	62
184	R126	122+050	225	Gauche	55	52	59	56
185	R127	122+306	152	Gauche	57	54	61	58
186	R128	122+576	99	Gauche	59	56	63	60
187	R129	122+745	61	Gauche	64	60	68	64
189;190	R130	123+657	79	Gauche	62	58	66	62
188	R131	123+696	64	Droit	63	59	67	63
191	R132	123+837	114	Droit	59	55	62	59
192	R133	123+865	283	Gauche	53	50	57	54
193	R134	124+351	134	Droit	57	54	61	58
198;199	R135	124+470	53	Gauche	65	61	69	65
200	R136	124+520	142	Gauche	56	53	60	57
195;196	R137	124+587	60	Droit	63	59	67	63
197	R138	124+660	95	Droit	59	57	63	60
194	R139	124+723	215	Droit	53	50	57	54
202	R140	125+443	112	Gauche	59	56	63	60
204	R141	126+302	61	Droit	62	59	66	63
205	R142	126+409	89	Gauche	62	58	65	62
206	R143	126+659	139	Droit	58	55	62	59
208	R144	126+958	135	Droit	58	55	62	59
209	R145	127+059	101	Droit	60	57	63	60
210	R146	128+413	187	Droit	56	53	60	57
213	R147	129+337	236	Gauche	55	52	58	56
211;212	R148	129+550	155	Droit	57	54	60	57
219	R149	130+150	185	Gauche	56	53	60	57
220	R150	130+191	59	Gauche	63	60	67	63
221	R151	130+237	55	Droit	64	60	68	64
222	R152	130+371	120	Gauche	58	55	62	59
223	R153	137+482	463	Gauche	52	49	56	53
224;225	R154	137+532	243	Gauche	56	53	59	57
226	R155	137+658	66	Droit	63	60	67	63
227	R156	137+777	259	Droit	54	52	58	56
229	R157	139+329	170	Droit	56	54	60	58
230	R158	139+714	197	Droit	54	52	58	56

N° identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
232	R159	140+757	172	Droit	57	54	60	58
233	R160	141+209	53	Droit	65	61	69	65
234	R161	141+380	127	Gauche	59	56	63	60
235	R162	141+592	22	Gauche	71	66	74	70
236	R163	141+731	141	Gauche	58	55	62	59
237;238;239;242	R164	141+883	91	Gauche	60	57	64	61
241	R165	141+883	184	Droit	58	54	62	58
243	R166	142+046	82	Droit	62	58	66	62
245	R167	143+566	61	Droit	64	60	68	64
246	R168	143+614	85	Gauche	61	58	65	61
250	R169	144+732	155	Gauche	58	55	61	59
254	R170	149+648	211	Droit	56	53	60	57
255	R171	150+413	163	Droit	56	54	60	57
256	R172	150+568	249	Gauche	55	53	59	56
257	R173	150+726	80	Droit	62	58	65	62
259;260	R174	151+068	154	Droit	58	55	61	59
261	R175	151+068	222	Gauche	56	54	60	57
263	R176	151+374	165	Gauche	58	55	62	59
262	R177	151+374	221	Droit	56	53	60	57
265	R178	151+474	71	Gauche	64	60	67	64
268	R179	152+667	102	Droit	60	57	64	61
269	R180	153+280	144	Gauche	60	56	64	60
270	R181	153+447	159	Droit	56	53	59	57
273	R182	154+174	113	Gauche	59	56	62	60
276	R183	166+540	102	Gauche	61	58	65	62
277	R184	170+909	110	Droit	59	56	62	60
279	R185	172+567	39	Droit	67	63	71	67
280;281	R186	173+826	453	Gauche	50	48	54	51
283	R187	174+288	339	Gauche	51	48	54	52
284	R188	174+423	114	Droit	59	57	63	60
286	R189	174+562	94	Droit	61	58	64	61
287	R190	174+860	102	Droit	60	57	64	61
288	R191	175+000	78	Gauche	63	60	67	63
289	R192	175+156	62	Droit	63	60	67	64
290	R193	175+228	61	Gauche	65	61	68	65
292;293	R194	175+656	427	Gauche	47	45	51	49
296;297	R195	176+888	236	Gauche	53	51	57	54
299	R196	177+084	130	Gauche	59	57	63	60
300;301	R197	177+186	159	Gauche	57	55	61	59
303;304	R198	177+446	109	Gauche	60	57	64	61
305	R199	177+555	76	Gauche	63	60	67	63
307	R200	178+212	165	Gauche	58	55	61	59
309	R201	178+212	54	Droit	64	60	67	64
310	R202	178+263	280	Droit	53	51	57	54
312;313	R203	179+741	249	Gauche	54	52	58	56
314	R204	179+953	160	Gauche	58	55	62	59
318	R205	180+038	218	Gauche	56	53	59	57
317	R206	180+097	434	Gauche	51	49	54	52
319	R207	182+910	230	Gauche	54	51	58	55

Nº identification	Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Ld-2018 [dB(A)]	Ln-2018 [dB(A)]	Ld-2037 [dB(A)]	Ln-2037 [dB(A)]
320	R208	183+120	123	Droit	60	57	64	60
322	R209	183+628	288	Gauche	51	49	54	52
324	R210	183+757	335	Droit	53	50	57	54
325	R211	183+903	81	Gauche	58	55	61	58
329	R212	184+337	101	Gauche	61	58	64	61
330	R213	184+643	133	Droit	58	56	62	60
331	R214	184+747	75	Droit	62	59	66	63

3. Mesures de Réduction du Bruit

a. Détermination des récepteurs situés hors limite

Nous présentons au tableau 4 la situation de chaque récepteur en considérant les limites de :

- Période diurne: $L_d \leq 60$ dB(A).
- Période nocturne: $L_n \leq 55$ dB(A).

Tableau 4: Situation des récepteurs

Récepteur	PK	Distance à l'axe [m]	Côté	Dans les limites / hors limites
R001	5+825	180	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R002	7+720	116	Droit	Hors limites à partir de 2018
R003	10+856	38	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R004	16+400	280	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R005	16+460	230	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R006	16+620	65	Droit	Hors limites à partir de 2018
R007	18+125	175	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R008	18+320	240	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R009	18+395	197	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R010	18+425	310	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R011	18+757	85	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R012	18+798	220	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R013	18+867	69	Droit	Hors limites à partir de 2018
R014	19+405	88	Droit	Hors limites à partir de 2018
R015	19+760	82	Droit	Hors limites à partir de 2018
R016	20+057	95	Droit	Hors limites à partir de 2018
R017	20+093	49	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R018	20+380	227	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R019	21+000	52	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R020	21+737	265	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R021	23+253	104	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R022	26+282	200	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R023	33+798	63	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R024	34+237	204	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R025	34+705	56	Droit	Hors limites à partir de 2018
R026	35+751	69	Droit	Hors limites à partir de 2018
R027	38+498	134	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R028	39+247	103	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R029	39+526	152	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R030	39+645	236	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R031	40+535	87	Droit	Hors limites à partir de 2018
R032	40+585	60	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R033	40+822	70	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R034	41+029	241	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R035	41+307	62	Droit	Hors limites à partir de 2018
R036	41+428	146	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R037	45+705	46	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R038	46+317	192	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R039	46+595	153	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R040	47+083	289	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037

Récepteur	PK	Distance à l'axe [m]	Côté	Dans les limites / hors limites
R041	47+446	148	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R042	49+899	213	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R043	51+220	153	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R044	51+392	120	Droit	Hors limites à partir de 2018
R045	51+888	105	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R046	55+480	271	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R047	55+700	252	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R048	59+776	163	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R049	59+855	77	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R050	59+915	64	Droit	Hors limites à partir de 2018
R051	60+000	174	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R052	61+794	245	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R053	62+235	119	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R054	65+566	100	Droit	Hors limites à partir de 2018
R055	65+799	123	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R056	66+365	105	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R057	66+459	91	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R058	66+672	166	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R059	66+709	351	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R060	67+359	86	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R061	67+775	232	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R062	68+868	185	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R063	69+165	217	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R064	69+913	219	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R065	70+122	90	Droit	Hors limites à partir de 2018
R066	70+154	62	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R067	70+280	303	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R068	70+412	249	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R069	70+450	316	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R070	70+762	47	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R071	70+840	241	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R072	71+036	111	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R073	71+036	332	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R074	71+136	43	Droit	Hors limites à partir de 2018
R075	71+233	81	Droit	Hors limites à partir de 2018
R076	71+255	265	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R077	71+354	226	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R078	71+507	124	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R079	71+645	299	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R080	71+434	289	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R081	71+434	172	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R082	71+554	138	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R083	73+473	253	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R084	73+687	165	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R085	74+415	100	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R086	79+476	324	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R087	79+562	57	Droit	Hors limites à partir de 2018
R088	79+796	266	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R089	80+050	254	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037

Récepteur	PK	Distance à l'axe [m]	Côté	Dans les limites / hors limites
R090	80+100	58	Droit	Hors limites à partir de 2018
R091	85+037	202	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R092	85+196	211	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R093	85+388	295	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R094	86+527	127	Droit	Hors limites à partir de 2018
R095	86+685	127	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R096	86+865	46	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R097	86+981	76	Droit	Hors limites à partir de 2018
R098	87+054	190	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R099	87+234	77	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R100	88+624	72	Droit	Hors limites à partir de 2018
R101	91+490	72	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R102	93+590	103	Droit	Hors limites à partir de 2018
R103	95+533	161	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R104	95+878	97	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R105	96+188	204	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R106	96+320	224	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R107	97+130	140	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R108	97+766	222	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R109	100+697	212	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R110	101+000	212	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R111	101+195	195	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R112	101+494	64	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R113	101+620	92	Droit	Hors limites à partir de 2018
R114	102+758	205	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R115	103+914	198	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R116	104+595	207	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R117	113+808	100	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R118	114+353	233	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R119	116+116	72	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R120	117+603	94	Droit	Hors limites à partir de 2018
R121	121+204	165	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R122	121+488	124	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R123	121+596	53	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R124	121+681	82	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R125	121+912	84	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R126	122+050	225	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R127	122+306	152	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R128	122+576	99	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R129	122+745	61	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R130	123+657	79	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R131	123+696	64	Droit	Hors limites à partir de 2018
R132	123+837	114	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R133	123+865	283	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R134	124+351	134	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R135	124+470	53	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R136	124+520	142	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R137	124+587	60	Droit	Hors limites à partir de 2018
R138	124+660	95	Droit	Hors limites à partir de 2018

Récepteur	PK	Distance à l'axe [m]	Côté	Dans les limites / hors limites
R139	124+723	215	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R140	125+443	112	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R141	126+302	61	Droit	Hors limites à partir de 2018
R142	126+409	89	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R143	126+659	139	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R144	126+958	135	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R145	127+059	101	Droit	Hors limites à partir de 2018
R146	128+413	187	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R147	129+337	236	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R148	129+550	155	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R149	130+150	185	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R150	130+191	59	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R151	130+237	55	Droit	Hors limites à partir de 2018
R152	130+371	120	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R153	137+482	463	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R154	137+532	243	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R155	137+658	66	Droit	Hors limites à partir de 2018
R156	137+777	259	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R157	139+329	170	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R158	139+714	197	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R159	140+757	172	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R160	141+209	53	Droit	Hors limites à partir de 2018
R161	141+380	127	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R162	141+592	22	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R163	141+731	141	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R164	141+883	91	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R165	141+883	184	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R166	142+046	82	Droit	Hors limites à partir de 2018
R167	143+566	61	Droit	Hors limites à partir de 2018
R168	143+614	85	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R169	144+732	155	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R170	149+648	211	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R171	150+413	163	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R172	150+568	249	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R173	150+726	80	Droit	Hors limites à partir de 2018
R174	151+068	154	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R175	151+068	222	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R176	151+374	165	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R177	151+374	221	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R178	151+474	71	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R179	152+667	102	Droit	Hors limites à partir de 2018
R180	153+280	144	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R181	153+447	159	Droit	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R182	154+174	113	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R183	166+540	102	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R184	170+909	110	Droit	Hors limites à partir de 2018
R185	172+567	39	Droit	Hors limites à partir de 2018
R186	173+826	453	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R187	174+288	339	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037

Récepteur	PK	Distance à l'axe [m]	Côté	Dans les limites / hors limites
R188	174+423	114	Droit	Hors limites à partir de 2018
R189	174+562	94	Droit	Hors limites à partir de 2018
R190	174+860	102	Droit	Hors limites à partir de 2018
R191	175+000	78	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R192	175+156	62	Droit	Hors limites à partir de 2018
R193	175+228	61	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R194	175+656	427	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R195	176+888	236	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R196	177+084	130	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R197	177+186	159	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R198	177+446	109	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R199	177+555	76	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R200	178+212	165	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R201	178+212	54	Droit	Hors limites à partir de 2018
R202	178+263	280	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R203	179+741	249	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R204	179+953	160	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R205	180+038	218	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R206	180+097	434	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R207	182+910	230	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R208	183+120	123	Droit	Hors limites à partir de 2018
R209	183+628	288	Gauche	DANS LES LIMITES EN 2037
R210	183+757	335	Droit	DANS LES LIMITES EN 2037
R211	183+903	81	Gauche	Dans les limites en 2018 mais hors limites en 2037
R212	184+337	101	Gauche	Hors limites à partir de 2018
R213	184+643	133	Droit	Hors limites à partir de 2018
R214	184+747	75	Droit	Hors limites à partir de 2018

b. Mesures proposées

Considérant les données des tableaux 3 et 4, les Mesures de Réduction de Bruit ou les Mesures de Suivi proposées sont les suivantes :

- Mesures de Réduction de Bruit par l'installation de barrières acoustiques:
  - Les barrières acoustiques permettent une réduction jusqu'à 20 dB [2]. En conséquence nous recommandons la construction de barrières acoustiques pour protection des Récepteurs quand les niveaux sonores prévus dépassent d'au moins de 5 dB les limites ;
  - Comme la valeur maximale de niveau sonore déterminée par l'étude (pour le cas du récepteur R162) dépasse de 15 dB seulement la valeur légale, la prévision de barrières acoustique permet de respecter les limites définis pour tous les récepteurs ;
  - Les barrières acoustiques doivent avoir les caractéristiques minimales suivantes :
    - Caractéristiques mécaniques de sécurité : en accord avec les normes EN 1794-1, de 2011 et EN 1794-2, de 2011 ;
    - Réduction sonore : $DL_R \geq 20$ dB (Catégorie B2, d'accord avec la norme EN 1793-2, de 2012) ;

[2] *selon "Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio – More than one insertion loss, throughout the day, fore the same outdoor noise barrier. ICSV18, Rio de Janeiro, 2011*

- Absorption sonore : $DL_\alpha \geq 8$ dB (Catégorie A3, d'accord avec la norme EN 1793-1, de 2012) ;

- Nous avons identifié 18 récepteurs (indiqués au tableau 5 ci-dessous) pour lesquels une barrière acoustique doit être prévue ;
- Chaque barrière devra avoir une extension de 150 m. L'extension totale déterminée est de 2.700 m ;
- En considérant une hauteur de 4 m, la surface totale de barrières acoustiques sera de 10.800 m².

- Mesures de suivi : L'application de cette mesure peut être faite de deux façons :
  - Mesures de suivi immédiates – Pour tous les cas où le niveau de bruit calculé ne dépasse pas les limites de plus de 5 dB(A), il est recommandé de faire un suivi, en mesurant les niveaux de bruit deux fois par an à partir de l´année de la mise en service de l'autoroute. Quand le niveau de bruit constaté dépasse les niveaux définis dans la législation, la construction de barrières acoustiques doit être envisagée.

    Nous avons identifié 85 récepteurs dans ces conditions. La protection de ces récepteurs par des barrières acoustiques entraînera la construction d'un linéaire de 25.500 m de barrières.
  - Mesures de suivi quinquennales – pour les locaux où les limites ne sont pas dépassés en 2037, on devra faire des mesures de bruit, de façon régulière mais espacé dans le temps pour vérifier que le niveau sonore reste dans les valeurs acceptables. Ces campagnes devront être réalisés tous les cinq ans, pour vérifier que le niveau sonore reste dans les valeurs acceptables.

En plus de ces mesures de suivi, il est recommandé de faire des campagnes quinquennales de mesure du bruit pour les récepteurs protégés par les barrières acoustiques, pour vérifier l'efficacité de cette protection.

Les résultats de toutes ces campagnes de suivi, aussi bien que les éventuelles réclamations permettront d'ajuster le nombre et l'emplacement des points de vérification des niveaux sonores. Le tableau 5 présente les mesures recommandées pour chaque récepteur.

Tableau 5: Mesures recommandées

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Mesures recommandées
R001	5+825	180	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R002	7+720	116	Droit	Mesures de suivi immédiates
R003	10+856	38	Gauche	Barrière acoustique
R004	16+400	280	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R005	16+460	230	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R006	16+620	65	Droit	Barrière acoustique
R007	18+125	175	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R008	18+320	240	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R009	18+395	197	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R010	18+425	310	Gauche	-
R011	18+757	85	Gauche	Barrière acoustique
R012	18+798	220	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R013	18+867	69	Droit	Barrière acoustique
R014	19+405	88	Droit	Mesures de suivi immédiates
R015	19+760	82	Droit	Mesures de suivi immédiates
R016	20+057	95	Droit	Mesures de suivi immédiates
R017	20+093	49	Gauche	Barrière acoustique
R018	20+380	227	Gauche	-
R019	21+000	52	Gauche	Barrière acoustique
R020	21+737	265	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R021	23+253	104	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R022	26+282	200	Gauche	Mesures de suivi quinquennales

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Mesures recommandées
R023	33+798	63	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R024	34+237	204	Droit	-
R025	34+705	56	Droit	Mesures de suivi immédiates
R026	35+751	69	Droit	Mesures de suivi immédiates
R027	38+498	134	Droit	-
R028	39+247	103	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R029	39+526	152	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R030	39+645	236	Droit	-
R031	40+535	87	Droit	Mesures de suivi immédiates
R032	40+585	60	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R033	40+822	70	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R034	41+029	241	Gauche	-
R035	41+307	62	Droit	Mesures de suivi immédiates
R036	41+428	146	Droit	-
R037	45+705	46	Gauche	Barrière acoustique
R038	46+317	192	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R039	46+595	153	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R040	47+083	289	Gauche	-
R041	47+446	148	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R042	49+899	213	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R043	51+220	153	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R044	51+392	120	Droit	Mesures de suivi immédiates
R045	51+888	105	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R046	55+480	271	Gauche	-
R047	55+700	252	Droit	-
R048	59+776	163	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R049	59+855	77	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R050	59+915	64	Droit	Mesures de suivi immédiates
R051	60+000	174	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R052	61+794	245	Droit	-
R053	62+235	119	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R054	65+566	100	Droit	Mesures de suivi immédiates
R055	65+799	123	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R056	66+365	105	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R057	66+459	91	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R058	66+672	166	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R059	66+709	351	Gauche	-
R060	67+359	86	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R061	67+775	232	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R062	68+868	185	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R063	69+165	217	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R064	69+913	219	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R065	70+122	90	Droit	Mesures de suivi immédiates
R066	70+154	62	Gauche	Barrière acoustique
R067	70+280	303	Droit	-
R068	70+412	249	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R069	70+450	316	Gauche	-
R070	70+762	47	Gauche	Barrière acoustique
R071	70+840	241	Gauche	Mesures de suivi quinquennales

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Mesures recommandées
R072	71+036	111	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R073	71+036	332	Droit	-
R074	71+136	43	Droit	Barrière acoustique
R075	71+233	81	Droit	Mesures de suivi immédiates
R076	71+255	265	Gauche	-
R077	71+354	226	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R078	71+507	124	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R079	71+645	299	Droit	-
R080	71+434	289	Droit	-
R081	71+434	172	Gauche	-
R082	71+554	138	Gauche	-
R083	73+473	253	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R084	73+687	165	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R085	74+415	100	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R086	79+476	324	Droit	-
R087	79+562	57	Droit	Mesures de suivi immédiates
R088	79+796	266	Droit	-
R089	80+050	254	Droit	-
R090	80+100	58	Droit	Mesures de suivi immédiates
R091	85+037	202	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R092	85+196	211	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R093	85+388	295	Droit	-
R094	86+527	127	Droit	Mesures de suivi immédiates
R095	86+685	127	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R096	86+865	46	Gauche	Barrière acoustique
R097	86+981	76	Droit	Mesures de suivi immédiates
R098	87+054	190	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R099	87+234	77	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R100	88+624	72	Droit	Mesures de suivi immédiates
R101	91+490	72	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R102	93+590	103	Droit	Mesures de suivi immédiates
R103	95+533	161	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R104	95+878	97	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R105	96+188	204	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R106	96+320	224	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R107	97+130	140	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R108	97+766	222	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R109	100+697	212	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R110	101+000	212	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R111	101+195	195	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R112	101+494	64	Gauche	Barrière acoustique
R113	101+620	92	Droit	Mesures de suivi immédiates
R114	102+758	205	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R115	103+914	198	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R116	104+595	207	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R117	113+808	100	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R118	114+353	233	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R119	116+116	72	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R120	117+603	94	Droit	Mesures de suivi immédiates

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Mesures recommandées
R121	121+204	165	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R122	121+488	124	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R123	121+596	53	Gauche	Barrière acoustique
R124	121+681	82	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R125	121+912	84	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R126	122+050	225	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R127	122+306	152	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R128	122+576	99	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R129	122+745	61	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R130	123+657	79	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R131	123+696	64	Droit	Mesures de suivi immédiates
R132	123+837	114	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R133	123+865	283	Gauche	-
R134	124+351	134	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R135	124+470	53	Gauche	Barrière acoustique
R136	124+520	142	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R137	124+587	60	Droit	Mesures de suivi immédiates
R138	124+660	95	Droit	Mesures de suivi immédiates
R139	124+723	215	Droit	-
R140	125+443	112	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R141	126+302	61	Droit	Mesures de suivi immédiates
R142	126+409	89	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R143	126+659	139	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R144	126+958	135	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R145	127+059	101	Droit	Mesures de suivi immédiates
R146	128+413	187	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R147	129+337	236	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R148	129+550	155	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R149	130+150	185	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R150	130+191	59	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R151	130+237	55	Droit	Mesures de suivi immédiates
R152	130+371	120	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R153	137+482	463	Gauche	-
R154	137+532	243	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R155	137+658	66	Droit	Mesures de suivi immédiates
R156	137+777	259	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R157	139+329	170	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R158	139+714	197	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R159	140+757	172	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R160	141+209	53	Droit	Barrière acoustique
R161	141+380	127	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R162	141+592	22	Gauche	Barrière acoustique
R163	141+731	141	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R164	141+883	91	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R165	141+883	184	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R166	142+046	82	Droit	Mesures de suivi immédiates
R167	143+566	61	Droit	Mesures de suivi immédiates
R168	143+614	85	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R169	144+732	155	Gauche	Mesures de suivi quinquennales

Récepteur	PK [m]	Distance à l'axe [m]	Côté	Mesures recommandées
R170	149+648	211	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R171	150+413	163	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R172	150+568	249	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R173	150+726	80	Droit	Mesures de suivi immédiates
R174	151+068	154	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R175	151+068	222	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R176	151+374	165	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R177	151+374	221	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R178	151+474	71	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R179	152+667	102	Droit	Mesures de suivi immédiates
R180	153+280	144	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R181	153+447	159	Droit	Mesures de suivi quinquennales
R182	154+174	113	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R183	166+540	102	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R184	170+909	110	Droit	Mesures de suivi immédiates
R185	172+567	39	Droit	Barrière acoustique
R186	173+826	453	Gauche	-
R187	174+288	339	Gauche	-
R188	174+423	114	Droit	Mesures de suivi immédiates
R189	174+562	94	Droit	Mesures de suivi immédiates
R190	174+860	102	Droit	Mesures de suivi immédiates
R191	175+000	78	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R192	175+156	62	Droit	Mesures de suivi immédiates
R193	175+228	61	Gauche	Barrière acoustique
R194	175+656	427	Gauche	-
R195	176+888	236	Gauche	-
R196	177+084	130	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R197	177+186	159	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R198	177+446	109	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R199	177+555	76	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R200	178+212	165	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R201	178+212	54	Droit	Mesures de suivi immédiates
R202	178+263	280	Droit	-
R203	179+741	249	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R204	179+953	160	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R205	180+038	218	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R206	180+097	434	Gauche	-
R207	182+910	230	Gauche	-
R208	183+120	123	Droit	Mesures de suivi immédiates
R209	183+628	288	Gauche	-
R210	183+757	335	Droit	-
R211	183+903	81	Gauche	Mesures de suivi quinquennales
R212	184+337	101	Gauche	Mesures de suivi immédiates
R213	184+643	133	Droit	Mesures de suivi immédiates
R214	184+747	75	Droit	Mesures de suivi immédiates

Bibliographie

- EN 1794-1 – *Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 1: Mechanical performance and stability requirements*. 2011.
- EN 1794-2 – *Road traffic noise reducing devices. Non-acoustic performance. Part 2: General safety and environmental requirements*. 2011.
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*. 2007.
- Journal Officiel de L'Union Européenne, L212, 28-08-2003 – Recommandation de la Comission2003/613/CE du 6 Aout 2003.
- Journal Officiel de la Communité Européenne, L189, 18-07-2002 – Directive 2002/49/CE, du 25 Juin.
- NP EN 1793-1
- NP EN 1793-2
- NP EN 1793-3
- NP ISO 1996-1.
- NP ISO 1996-2
- Rosão, Vitor – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. Tese de Doutoramento, Universidade do Algarve, 2011.
- Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SÉTRA) – *Road noise prediction: 1: Calculating sound emissions from road traffic*. 2009.
- Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements (SÉTRA) – *Road noise prediction: 2: Noise propagation computation method including meteorological effects (NMPB 2008)*. 2009.

DESSERTE AUTOROUTIERE DE KAIROUAN, SIDI BOUZID, KASSERINE ET GAFSA

ÉTUDE D'AVANT PROJET DETAILLE DU TRONÇON PRIORITAIRE

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL DU TRONÇON PRIORITAIRE

ANNEXE 1 : Évolution des émissions atmosphériques unitaires conventionnelles des moteurs automobiles

SOMMAIRE DE L'ANNEXE 1

1 - L'EVOLUTION DES NORMES D'EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES DES VEHICULES AUTOMOBILES 1

1.1 – L'évolution des normes d'émissions conventionnelles de polluants des moteurs à combustion interne 3

1.1.1 - Le principe de la mesure d'émissions conventionnelles des polluants de l'air ambiant 3

1.1.2 - L'évolution des normes d'émissions conventionnelles des polluants de l'air ambiant 4

1.2 - L'évolution des consommations de carburants et émissions de CO_2 conventionnelles unitaires 9

1.2.1 Les incitations communautaires à la baisse des émissions de CO_2 10

1.2.2 - Les incitations spécifiques françaises à la baisse des émissions de CO_2 11

1.3 - L'évolution des émissions d'autres gaz à effet de serre 11

1.4 - L'évolution des normes d'émissions d'autres polluants 12

1.5 - La détermination des émissions réelles unitaires de polluants atmosphériques 12

2 - L'INFLUENCE DE LA VITESSE D'UN VEHICULE SUR SES NIVEAUX D'EMISSION DE POLLUANT 13

2.1 La notion de situation de trafic 13

2.2 - La vitesse des véhicules selon les situations de trafic 13

2.3 - Les émissions unitaires des diverses catégories de véhicule en fonction de leur vitesse 14

2.3.1 - Les émissions des véhicules selon les vitesses en France 15

3 - LE PASSAGE DES EMISSIONS CONVENTIONNELLES AUX EMISSIONS REELLES DES AUTRES POLLUANTS 16

3.1 - L'effet de la pente sur les émissions selon les situations de trafic en France 16

3.2 - Le passage des émissions conventionnelles aux émissions réelles de CO_2 17

3.3 - Le passage des émissions conventionnelles aux émissions réelles des autres polluants 18

4 - LA VITESSE DE PENETRATION DES PROGRES TECHNOLOGIQUES DANS UN PARC AUTOMOBILE 19

4.1 – L'exemple français de la loi de survie des véhicules automobiles par catégorie 19

4.2 - L'exemple français de la vitesse de pénétration naturelle d'une nouvelle technologie dans le parc automobile 19

4.3 - L'exemple français de la vitesse de pénétration accélérée d'une nouvelle technologie dans le parc automobile 20

Annexe 1 : Évolution des émissions atmosphériques unitaires conventionnelles des moteurs automobiles

Cette évolution des émissions atmosphériques unitaires des moteurs automobiles dépend à la fois de l'évolution progressive des normes d'émissions atmosphériques unitaires de leurs moteurs imposées aux constructeurs automobiles par les législations environnementales des pays industriels, et de la substitution progressive au sein d'un parc automobile des véhicules anciens aux moteurs très polluants par des véhicules récents aux moteurs beaucoup plus "propres".

1 – LA NOTION D'ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES DES VÉHICULES AUTOMOBILES

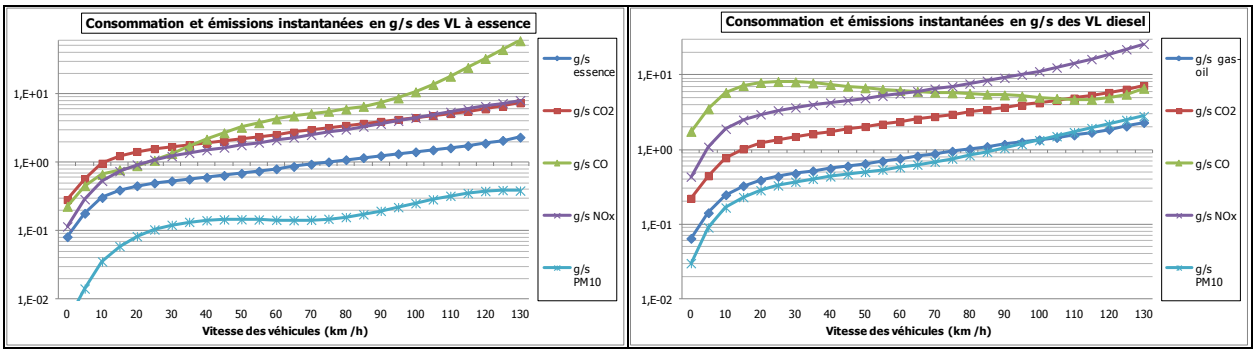
Comme on l'a vu récemment avec la décision de la mairie de Paris de "limiter la pollution de la circulation automobile" en réduisant la vitesse autorisée de circulation sur le Périphérique, une voie expresse urbaine de 2*4 voies, de 80 à 70 km /h, une confusion totale existe dans l'esprit des décideurs entre les niveaux instantanés de consommation de carburants et d'émission de polluants atmosphériques d'un moteur et:

- la quantité de carburant consommé sur un trajet donné qui traduit l'efficacité énergétique d'un véhicule, et
- la quantité de polluants émis dans un volume d'air donné, qui traduit le degré de pollution généré par le véhicule considéré pour les riverains de l'axe routier considéré.

De fait, la décision des édiles parisiens va augmenter la pollution subie par tous les riverains de cette voie expresse urbaine de 2*4 voies !

1.1 - Les niveaux de consommation et d'émissions instantanées d'un moteur

A titre d'exemple, la Figure 1 suivante présente la courbe des consommations de carburants et des émissions de polluants atmosphériques instantanées des véhicules légers1 du parc automobile français en 2014 au vu de la composition par âge de ce parc automobile.



1 *Pour les véhicules utilitaires et les divers types de poids lourds à moteur diesel, les courbes vont être de la même forme que celles des véhicules légers à moteur diesel, mais avec des valeurs plus élevées en fonction de la cylindrée des moteurs concernés.*

Figure 1 : Courbes de consommations et d'émissions instantanées des VL français en 2014

On voit que ces quantités instantanées sont bien croissantes avec la vitesse, hormis pour les émissions atmosphériques :

- de particules PM_{10} pour le parc français des véhicules légers à essence où on peut observer un palier d'émissions instantanées entre les vitesses de 35 et de 75 km /h.
- de CO pour le parc français des véhicules légers diesel où on peut observer un pic d'émissions instantanées entre les vitesses de 25 et 35 km /h, puis une décroissance de ces émissions entre les vitesses de 35 et de 110 km /h.

1.2 - La consommation et les émissions effectives d'un moteur

Toutefois ces quantités instantanées ne signifient rien en elles-mêmes, car :

- pour pouvoir juger de la consommation effective de ces véhicules légers français sur un trajet donné, ces consommations instantanées de carburant doivent être rapportées à la distance qu'elles permettent de parcourir ;
- pour pouvoir juger du degré de pollution généré par ces véhicules légers français pour les riverains des axes routiers empruntés, ces émissions instantanées de polluants atmosphériques de ces véhicules doivent être rapportées à la distance parcourue par le véhicule pendant cette durée d'une seconde.

La **Figure 2** suivante présente donc les courbes des quantités de carburants consommées et de polluants atmosphériques émis par kilomètre par les véhicules légers du parc automobile français en 2014 au vu de la composition de ce type de véhicules automobiles par âge.

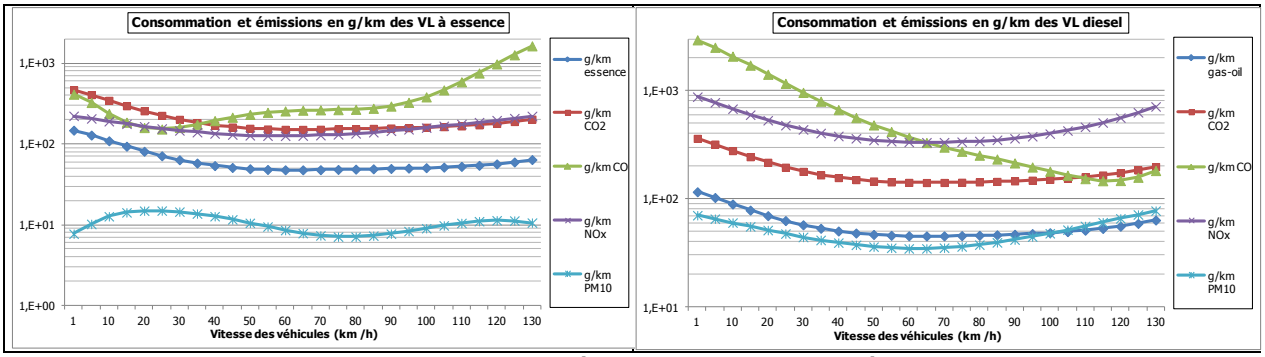


Figure 2 : Courbe des consommations et émissions en g /km des VL à essence français en 2014

On voit bien cette fois qu'hormis pour le CO des véhicules légers à essence où les minimums de consommation et d'émissions se situent dans un palier entre les vitesses de 15 et de 35 km /h, ces quantités instantanées sont bien minimales dans des paliers compris entre les vitesses :

- de 50 à 100 km /h pour la consommation de carburants et les émissions de CO_2 ;
- de 100 à 125 km /h pour les émissions de CO des véhicules légers diesel ;
- de 45 à 80 km /h pour les émissions de NO_x ;
- de 55 à 80 km /h pour les émissions de PM_{10}.

C'est pour cette raison que les normes de consommation de carburants et d'émission de polluants atmosphériques des véhicules automobiles sont toujours basées sur des consommations et des émissions effectuées sur une distance donnée dans ds cnditions de conduite bien précisées.

2 - L'ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSION DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES DES VÉHICULES AUTOMOBILES

Le principal facteur d'impact de tout projet routier réside en situation sans Projet et en phase d'exploitation après sa mise en service, dans le fonctionnement des moteurs thermiques du trafic automobile empruntant le nouveau tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa objet du Projet et les RN3, RN2 et A1 jusqui'à Enfidha.

La prise en compte de la consommation de carburant du trafic de transit de Jelma depuis Tunis et des émissions de polluants atmosphériques que cette consommation génère est indispensable pour intégrer les enjeux environnementaux et économiques dans l'évaluation des impacts du tronçon prioritaire de la desserte autoroutière de Kairouan, Kasserine, Sidi Bouzid et Gafsa.

2.1 - L'évolution des normes d'émissions conventionnelles de polluants des moteurs à combustion interne

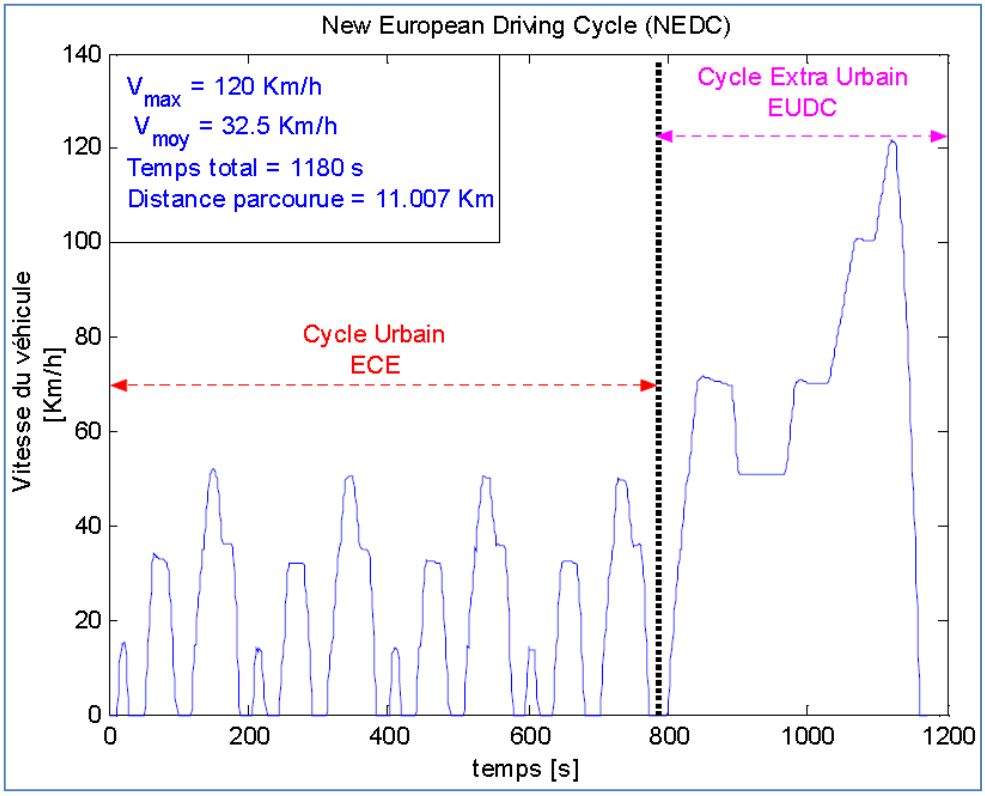
Le modèle de calcul des émissions des trafics interurbains entre Tunis et Jelma a été fondé sur une base de données des facteurs d'émission routiers (FE), facteurs qui permettent de convertir des données quantitatives d'activité, ici des données relatives aux caractéristiques du trafic automobile, en émissions de polluants. Ces émissions sont généralement quantifiées de manière spécifique grâce à différents modèles et outils établis à partir des variables qui influent sur ces émissions, telles que la vitesse, la pente, etc …

2.1.1 - LE PRINCIPE DE LA MESURE D'ÉMISSIONS CONVENTIONNELLES DES POLLUANTS DE L'AIR AMBIANT

Ces émissions sont mesurées sur des véhicules dépourvus d'options, dans des conditions qui tentent d'être représentatives de la vie réelle [2]. En effet, le New European Driving Cycle (ou cycle NEDC), aussi appelé le Motor Vehicle Emissions Group (MVEG), est un cycle de conduite automobile effectué sur un banc à rouleaux qui a été conçu pour imiter de façon reproductible les conditions rencontrées sur les routes européennes. Il est principalement utilisé pour la mesure de la consommation et des émissions polluantes des véhicules au moyen de la procédure décrite par la directive européenne 70/220/CEE [1]. Le cycle d'essai défini par cette directive est en vigueur dans la CEE depuis juillet 1973.

Le principe de ce cycle est un « scénario » fait d'accélérations/décélérations et de paliers de vitesse sur une durée de 20 minutes, qui représente un déplacement d'environ 11 km. La vitesse à tout moment du test doit être maintenue dans un certain écart de tolérance autour de la consigne. Après un démarrage à froid préalable, il comprend un cycle plus ancien, le cycle ECE-15 à dominante urbaine, qui est répété 4 fois dans les 800 premières secondes afin de fournir la partie urbaine du test, puis un cycle extra-urbain (*Extra-Urban Driving Cycle* : EUDC) qui dure les 400 dernières secondes afin de fournir la partie extra-urbaines. La **Figure 3** suivante présente le détail de ce scénario du cycle NEDC.

[2] *Les moteurs sont d'ailleurs réglés pour respecter la norme dans le cadre légal. Les valeurs s'envolent par exemple très rapidement quand les véhicules dépassent les 130 km/h, vitesse maximale autorisée en France. Il n'en demeure pas moins que ces moteurs produisent, à puissance égale, moins de rejets polluants que des moteurs d'ancienne génération.*



Source : Delphi

Figure 3 : Variation de la vitesse du véhicule sur le cycle NEDC (départ à froid).

A la différence des consommations à vitesse stabilisée utilisées par les constructeurs, ce cycle permet désormais de juger le véhicule suivant la quantité moyenne émise des polluants en g /Km en situation proche d'une utilisation courante.

2.1.2 - L'ÉVOLUTION DES NORMES D'ÉMISSIONS CONVENTIONNELLES DES POLLUANTS DE L'AIR AMBIANT

Vu l'impact sur la qualité de l'air ambiant, surtout en milieu urbain, des principaux polluants atmosphériques contenus dans les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne, plusieurs polluants ont fait l'objet en Europe, aux USA et au Japon de mesures normatives pour contraindre les motoristes à limiter les émissions de leurs produits.

Ces normes n'ont pas concerné les rejets de CO_2, pour lesquels la recherche de diminution de la consommation en carburant (principal poste de dépenses de fonctionnement pour tout automobiliste) depuis la fin des années 70, et plus récemment la prise de conscience du phénomène du réchauffement climatique global, avaient suffi à pousser les motoristes à améliorer par eux-mêmes l'efficience de leurs produits.

2.1.2.1 - L'évolution temporelle des normes d'émissions des véhicules particuliers selon leur carburant

Pour protéger la qualité de l'air ambiant, la législation européenne est devenue au fil des ans de plus en plus sévère sur les rejets admissibles de ces moteurs à explosion. Les normes d'émissions « Euro » se succèdent depuis 20 ans comme le montre le **Tableau 1** suivant.

Tableau 1 : Dates d'entrée en vigueur des normes Euro successives

	Véhicules particuliers		Poids
Norme	mis en service	d'un nouveau type	**lourds**
Euro 0			octobre 1990
Euro 1	après 1993	juillet 1992	octobre 1993
Euro 2 (*)	après 1997	janvier 1996	octobre 1996
Euro 3 (**)	après 2001	janvier 2000	octobre 2001
Euro 4	après 2006	janvier 2005	octobre 2006
Euro 5	après 2011	septembre 2009	octobre 2009
Euro 6	après 2018	septembre 2014	janvier 2014

(*) Depuis la norme Euro 2, tous les moteurs d'un constructeur doivent être conformes aux limites d'émissions en sortie de chaînes de production, et pas seulement quelques échantillons subissant des tests de certification en laboratoire.

(**) Apparition du cycle d'essai transitoire NEDC

On voit d'ailleurs que leur mise en œuvre s'est faite à des dates légèrement décalées pour les automobiles des types pré-existants et des nouveaux types, les véhicules utilitaires légers, les motos et les poids-lourds.

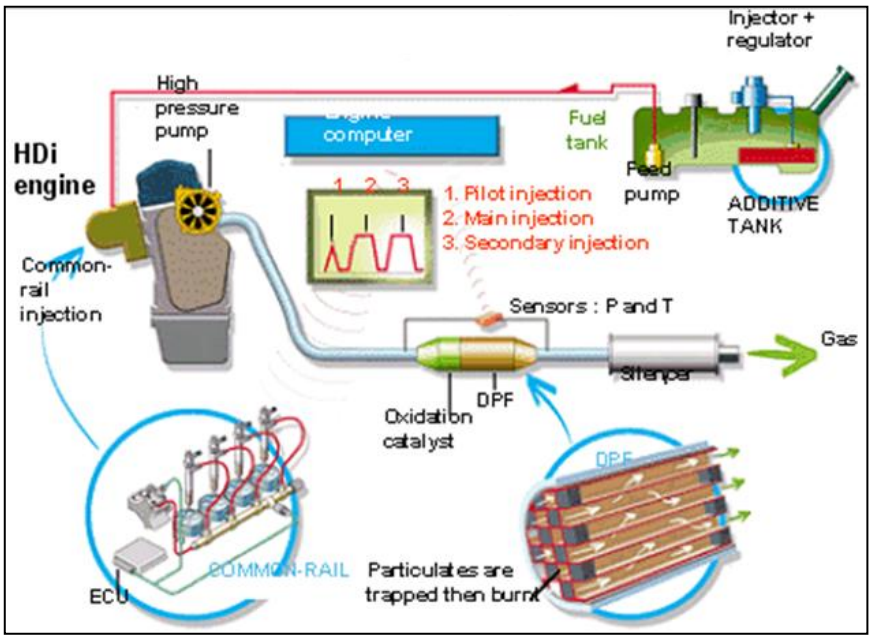
Ces normes diffèrent entre les différents types de moteurs (moteurs à allumage commandé (essence, GPL...) ou moteurs Diesel) et de véhicules, jusque dans les unités choisies, rapportées à la distance parcourue (par exemple g/km), sauf pour les véhicules lourds où elles sont rapportées à l'énergie développée (par exemple g/kWh).Le **Tableau 2** suivant présente l'évolution de ces normes Euro pour les véhicules particuliers à moteur Diesel.

Tableau 2 : Evolution des normes Euro pour les véhicules particuliers à moteur Diesel

Normes (en mg/km) Polluants	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6[2]
Oxydes d'azote (NO_X)	-	-	500	250	180	80
Monoxyde de carbone (CO)	2 720	1 000	640	500	500	500
Hydrocarbures (HC)	-	-	-	-	-	-
HC + NO_X	970	900	560	300	230	170
Particules (PM)	140	100	50	25	5	5
Particules (P)*	-	-	-	-	-	

(*) Nombre de particules. Une valeur limite doit être définie au plus tard pour la date d'entrée en vigueur de la norme Euro 6

Pour pouvoir respecter ces normes, les constructeurs ont introduit de nouvelles technologies. Par exemple, le filtre à particules a été mis en place sur les voitures neuves depuis le début des années 1990 pour diminuer les émissions de particules. Pour ce faire, les gaz d'échappement passent désormais par un filtre dans lequel une réaction de catalyse se produit au contact de métaux précieux et transforme ainsi les polluants, une partie des NO_x, le CO et les hydrocarbures imbrûlés (HC) en N_2, H_2O et CO_2, selon le schéma présenté dans la **Figure 4** suivante.



Source : PSA

Figure 4 : Principe du filtre à particules pour moteur Diesel

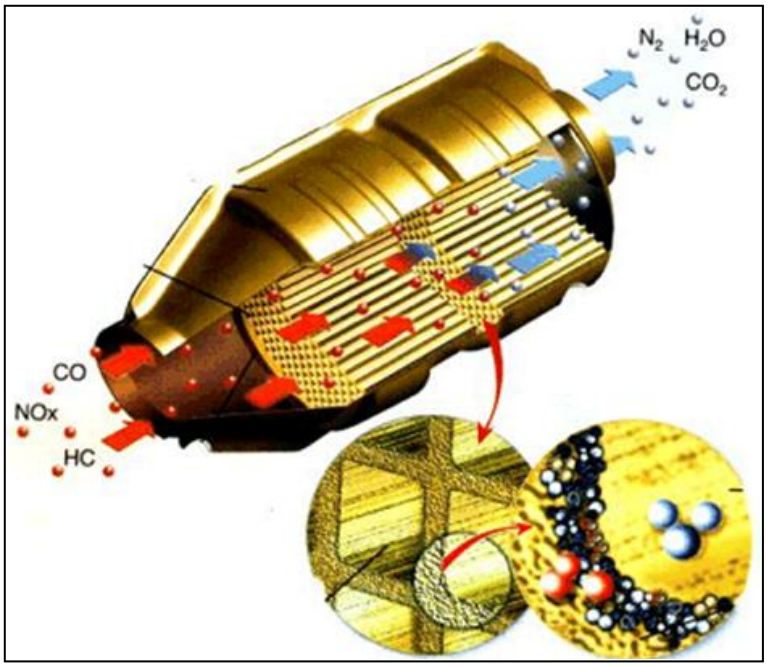
De la même manière, le **Tableau 3** suivant présente l'évolution de ces normes Euro pour les véhicules particuliers à moteur essence ou fonctionnant au gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou au gaz naturel pour véhicules (GNV).

Tableau 3 : Evolution des normes Euro pour les véhicules particuliers à moteur essence, GPL ou GNV

Normes (en mg/km) Polluants	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Oxydes d'azote (NOx)	-	-	150	80	60	60
Monoxyde de carbone (CO)	2 720	2 200	2 200	1 000	1 000	1 000
Hydrocarbures (HC)	-	-	200	100	100	100
Particules (PM)	-	-	-	-	5(*)	5(*)
Particules (P)**	-	-	-	-	-	
Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	-	-	-	-	68	68

(*) *Uniquement pour les voitures à essence à injection directe fonctionnant en mélange pauvre (combustion stratifiée)*
(**) *Nombre de particules. Une valeur limite doit être définie au plus tard pour la date d'entrée en vigueur de la norme Euro 6*

Pour pouvoir respecter ces normes, les constructeurs ont introduit de nouvelles technologies. Par exemple, la catalyse trois voies a été mise en place sur les voitures neuves depuis le début des années 1990 pour diminuer les émissions de NOx, de CO et d'hydrocarbures imbrûlés (HC). Pour ce faire, les gaz d'échappement passent désormais par un filtre dans lequel une réaction de catalyse se produit au contact de métaux précieux et transforme ainsi les polluants, une partie des NOx, le CO et les hydrocarbures imbrûlés (HC) en N_2, H_2O et CO_2, selon le schéma présenté dans la **Figure 5** suivante.



Source : PSA

Figure 5 : Principe de la catalyse trois voies

La **Figure 6** suivante montre quant à elle que ces normes européennes sont finalement moins strictes que les normes américaines et japonaises correspondant à la même période.

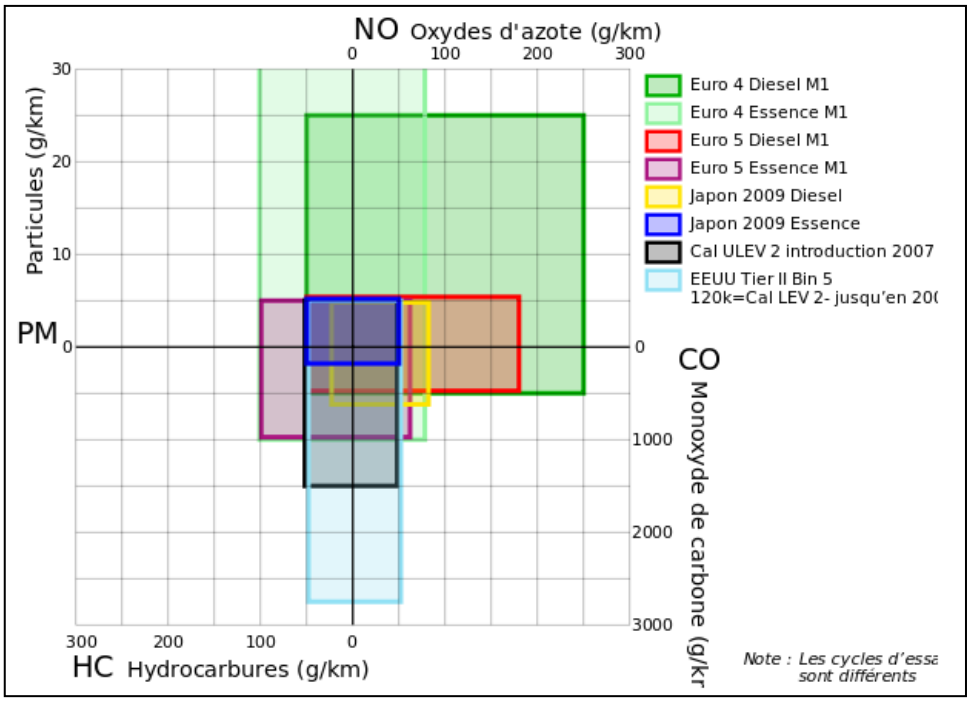


Figure 6 : Comparatif des masses-limite tolérée des émissions en mg/km en Europe, Japon, et aux USA

2.1.2.2 - L'évolution temporelle des normes d'émissions des poids lourds

De la même manière, le **Tableau 4** suivant présente l'évolution très contraignantes de ces normes Euro pour les moteur Diesel des poids lourds, qui étaient avant 1993 d'énormes sources de pollution mobiles.

Tableau 4 : Evolution des normes Euro pour les poids lourds à moteur Diesel

Normes (en mg /kWh)	Euro 1 (1993)	Euro 2 (1996)	Euro 3 (2001)	Euro 4 (2006)	Euro 5 (2009)	Euro 6 (2013)[3]
Oxydes d'azote (NO_X)	8 000	7 000	5 000	3 500	2 000	460
Particules (PM)	360	150	100	20	20	10

(*)Particules : Poids combiné de l'ensemble des particules produites par kilowatt-heure

La **Figure 7** suivante permet de visualiser le durcissement de ces normes d'émissions Euro pour les moteurs des poids lourds en 20 ans.

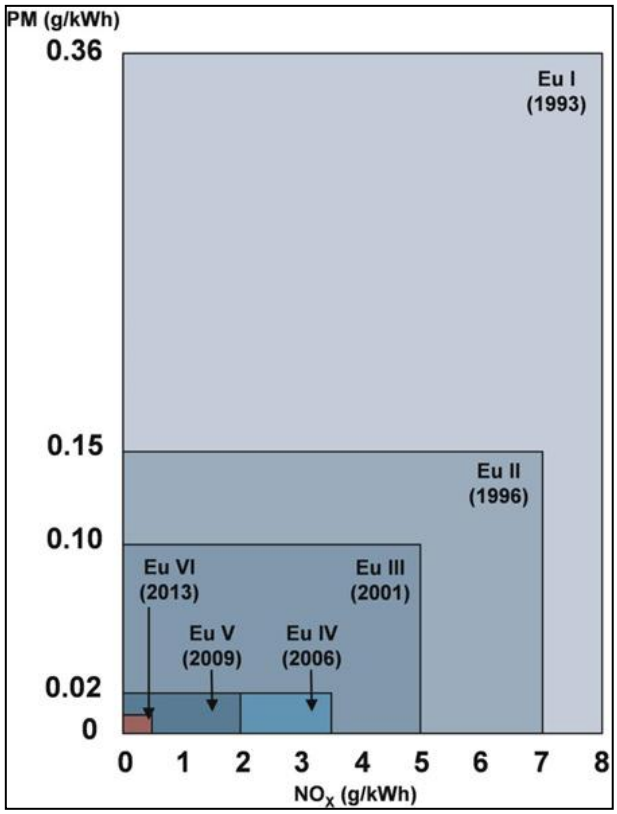


Figure 7 : Evolution des masses-limite tolérée des émissions de NO_x et de PM pour les poids lourds[17]

Le **Tableau 5** suivant présente les améliorations technologiques adoptées par les motoristes poids lourds pour parvenir à se conformer à ces normes de plus en plus drastiques.

Tableau 5 : Technologies adoptées par les motoristes pour parvenir à se conformer à ces normes

Norme	Technologies adoptées par les constructeurs pour parvenir à se conformer à ces normes
Euro 1 (1993)	Mise au point d'injecteurs-pompes Amélioration du logiciel d'injection du module de commande électronique
Euro 2 (1996)	Amélioration du turbocompresseur Amélioration du logiciel d'injection de carburant
Euro 3 (2001)	Amélioration du turbocompresseur Augmentation de la pression d'injection
Euro 4 (2006)	Amélioration du post-traitement des gaz d'échappement par l'introduction de la réduction catalytique sélective (SCR) Introduction du système On Board Diagnostics (OBD) (*)
Euro 5 (2009)	Perfectionnement de la réduction catalytique sélective (SCR)
Euro 6 (**) (2013)[3]	Perfectionnement de la réduction catalytique sélective (SCR) Introduction d'une sorte de filtration pour le post-traitement des gaz d'échappement

(*) Système ODB : diagnostic embarqué, sorte de « boîte noire » qui enregistre les conditions de fonctionnement du moteur et émet une alerte ou même limite certaines fonctions en cas de défaillance

[3] *Nota : Les limites d'émissions des normes Euro 6 n'étant pas encore été fixées, les valeurs indiquées reposent donc sur les travaux préparatoires réalisés en vue de la nouvelle réglementation.*

(**) Niveaux d'émissions et exigences de développement durable de cette nouvelle réglementation n'ont pas encore été fixés précisément

2.2 - L'évolution des consommations de carburants et émissions de CO_2 conventionnelles unitaires

Si les normes Euro n'ont pas intégré jusqu'à présent de normes d'émission pour le CO_2, les constructeurs et les dirigeants européens sont conscients depuis le premier choc pétrolier de 1973 qu'il convient de diminuer la dépendance du secteur des transports envers les produits pétroliers. Et c'est désormais sous la pression d'une exigence accrue des consommateurs qui ont fini par prendre conscience des risques que fait courir à la civilisation humaine le bouleversement climatique global, que les constructeurs automobiles vont continuer à travailler sur cette amélioration de l'efficacité énergétique de leurs moteurs[4].

Les carburants sont des mélanges d'hydrocarbures, dont la composition dépend du produit : essence, gas-oil, gaz de pétrole liquéfié (GPL), gaz naturel véhicules (GNV) ou encore super-éthanol (E85), biocarburant utilisé dans les véhicules à carburant modulable pouvant rouler avec des taux d'éthanol variant entre 0 et 85%.

Un carburant qui brûle dans un moteur produit donc du dioxyde de carbone (CO_2), gaz qui contribue au phénomène de l'effet de serre responsable du réchauffement global de la surface de la terre et de l'atmosphère, la quantité produite étant proportionnelle à la masse de carbone que contient le carburant. La quantité de CO_2 dégagée par un moteur est donc proportionnelle à la consommation du carburant qu'il utilise. Il faut donc tenir compte de la consommation spécifique d'un véhicule, qui détermine ses rejets de CO_2.

La consommation conventionnelle est une valeur théorique – *a priori* plus faible que la consommation réelle – établie en fonction d'une procédure de mesures normalisée à l'échelon européen, commune à l'ensemble des modèles présentés dans nos tableaux. En France, c'est l'Union Technique de l'Automobile, du motocycle et du Cycle (UTAC) qui est chargée de la mesure des consommations conventionnelles, et donc des émissions. Elle permet de comparer les véhicules, les uns par rapport aux autres en fonction de leurs performances énergétiques.

Au cours des dernières années, l'amélioration du rendement énergétique des moteurs, l'évolution de l'aérodynamique et l'utilisation de matériaux plus légers ont permis de gagner de 15 à 20% en consommation. Mais parallèlement, l'intégration de systèmes de sécurité complexes et d'équipements de confort a alourdi les véhicules. Pour compenser ces suppléments de poids, des motorisations plus puissantes, donc plus gourmandes en carburant, ont été adoptées. C'est ainsi que le bénéfice des progrès réalisés aurait pu, dans certains cas, être minoré, ce qui a poussé les autorités communautaires et françaises à encouragé le progrès technologique permettant de baisser l consommation des véhicules, et donc les émissions de CO_2.

---

[4] *Ils s'orientent à présent vers plusieurs solutions techniques innovantes sur lesquelles ils vont travailler ces prochaines années, mais dont seule la première pourrait être significativement introduite en Tunisie avant 2035 :*

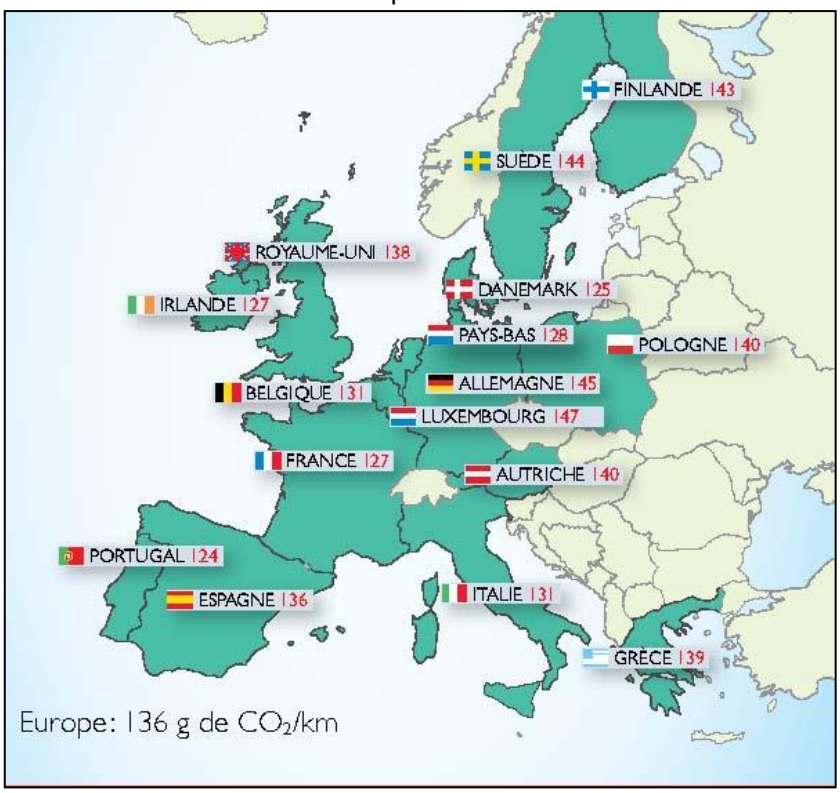
- *le développement des véhicules hybrides disposant d'un moteur thermique pour assurer la propulsion du véhicule à haut régime et lorsqu'il est soumis à des charges relativement grandes et d'un moteur électrique utilisé pour déplacer le véhicule à faible et moyenne vitesse et pour assister le moteur thermique en cas de forte accélération ;*
- *l'amélioration de l'autonomie et de la durée de vie des batteries et la diminution du temps nécessaire à leur recharge afin de booster l'emploi de la voiture tout-électrique ;*
- *la mise au point de piles à combustibles utilisant l'hydrogène dont la combustion en présence d'oxygène produit uniquement de la vapeur d'eau accompagnée d'un dégagement de chaleur.*

2.2.1 LES INCITATIONS COMMUNAUTAIRES À LA BAISSE DES ÉMISSIONS DE CO_2

Au niveau communautaire, le Parlement européen a adopté le 17 décembre 2008 le compromis sur le projet de loi visant à réduire les émissions de CO_2 des voitures neuves à partir de 2012. Ce compromis prévoit d'étaler, sur la période 2012-2018, l'effort demandé aux constructeurs pour ramener la moyenne des émissions de CO_2 des voitures neuves à 130 g /km (et même 120 g /km en comptant la contribution des équipements et des pneumatiques). Le compromis introduit un second objectif de 95 g /km de CO_2 d'ici à 2020.

Afin d'atteindre ces objectifs, une directive européenne garantit que les informations relatives à la consommation de carburant et aux émissions de CO_2 des voitures particulières neuves[5] soient mises à la disposition des consommateurs, afin de permettre à ceux-ci d'opérer un choix éclairé. Ainsi, dans chaque point de vente ou de crédit-bail de véhicules particuliers neufs, il est rendu obligatoire d'afficher clairement l'étiquette Energie /CO_2 qui informe de la consommation de carburant et des émissions de dioxyde de carbone de chaque véhicule.

De même, la directive impose qu'une liste comparative présentant des données des consommations de carburant et des émissions de CO_2 soit dressée par marques, types de carburant et émissions de CO_2 croissantes. Cette liste doit être proposée de manière visible à tout acheteur de véhicule particulier neuf, dans tous les lieux de vente des territoires nationaux des-membres de l'UE. La **Carte 1** suivante présente les résultats obtenus à l'échelle nationale en 2011 par les 27 états-membres.



Carte 1 : Emissions moyennes de CO_2 des trafics 2011 en Europe (en g CO_2 /km)

On voit que, avec une moyenne de 127 g /km parcouru, le parc automobile français fait partie des « bons élèves » avec ceux du Portugal, du Danemark, de l'Irlande et des Pays-Bas. En effet, le « Grenelle de l'Environnement » y a fixé depuis 2007 des objectifs ambitieux pour le secteur des transports :

[5] *Par la Directive n°1999 / 94 / CE du 13 décembre 1999, transposée en droit français par le Décret n° 2002-1508 du 23 décembre 2002*

globalement, il s'agit de réduire les émissions de CO_2 de 20% d'ici à 2020, pour les ramener au niveau qu'elles avaient en 1990.

2.2.2 - LES INCITATIONS SPÉCIFIQUES FRANÇAISES À LA BAISSE DES ÉMISSIONS DE CO_2

Pour y parvenir, plusieurs mesures phares ont été mises en place pour renforcer l'efficacité de l'étiquetage européen Énergie /CO_2 :

- réduction des émissions au niveau national, comme le dispositif du bonus /malus et les taxes sur les véhicules d'occasion et de société ;
- programme national de véhicules décarbonés ;
- programme des Investissements d'avenir, qui soutiennent la recherche et le développement de véhicules hybrides et électriques ;
- étiquetage Énergie /CO_2 proposant des améliorations à la Directive européenne 1999/94 : apposé depuis le 10 mai 2006 sur tout véhicule particulier neuf exposé dans les lieux de vente en France, il comporte sept classes de couleurs différentes, permettant ainsi à tout acheteur potentiel d'une automobile d'être renseigné de manière lisible et comparative sur ses émissions de CO_2 et de carburant [6] ;
- instauration du bonus écologique[7], qui a pour objet d'inciter financièrement les acheteurs de véhicules neufs à privilégier les voitures les moins émettrices de CO_2.

Le bonus ou le malus est déduit en fonction des émissions unitaires à partir du barème général présenté dans le **Tableau 6** suivant.

Tableau 6 : Barème général du bonus /malus en France en 2012

Taux d'émission (g CO_2 /km)	Bonus (*)	Taux d'émission (g CO_2 /km)	Malus
< 51	5 000 €	entre 141 et 150	200 €
entre 51 et 60	3 500 €	entre 151 et 155	500 €
entre 61 et 90	400 €	entre 156 et 180	750 €
entre 91 et 105	100 €	entre 181 et 190	1 300 €
entre 106 et 140	0 €	entre 191 et 230	2 300 € + 160 € /an
Véhicule hybride < 110	2 000 €	> 230	3 600 €+ 160 € /an

(*) : Les véhicules fonctionnant au superéthanol E85. bénéficient d'un abattement de 40 % sur les niveaux d'émissions de CO_2 mesurés lors de leur homologation si leurs émissions de CO_2 sont supérieures à 250 g /km, mais cet abattement ne permet pas d'obtenir un bonus.

2.3 - L'évolution des émissions d'autres gaz à effet de serre

Quand elle fonctionne, on a vu que la climatisation provoque une surconsommation de carburant et donc des émissions annuelles de CO_2 accrues de 1 à 7%.

Mais qu'elle fonctionne ou non, les fuites, les opérations de maintenance, l'entretien, les accidents et la non-récupération en fin de vie du véhicule,... entraînent aussi le rejet d'une partie du fluide frigorigène (R134a) présent dans le circuit de climatisation. Or, ce fluide a un potentiel d'effet de serre 1.430 fois

[6] *Rappelons en effet cette évidence que, moins on consomme de carburant, moins on émet de dioxyde de carbone (CO2) et moins on contribue au changement climatique !*

[7] *Objet des Décrets n° 2007-1824 du 25 décembre 2007, n° 2007-1873 du 26 décembre 2007, n° 2009-66 du 19 janvier 2009, du Décret n° 2009-1581 du 19 décembre 2009, du Décret 2010-1618 du 23 décembre 2010 et du Décret 2011-2055 du 29 décembre 2011*

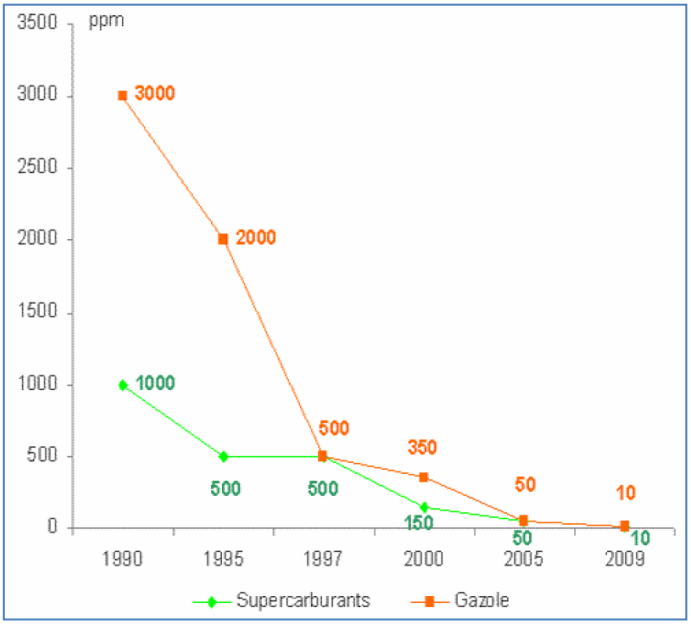
plus puissant que celui du CO_2. Dans le cadre d'une prochaine réglementation, il est d'ailleurs prévu de le remplacer par un autre fluide à moindre impact.

Dans ces conditions, la climatisation est finalement responsable à elle seule (usage, fuites, fin de vie...) d'une augmentation de 7 à 13%, voire plus, des émissions annuelles de gaz à effet de serre d'un véhicule de gamme moyenne.

2.4 - L'évolution des normes d'émissions d'autres polluants

En même temps, on a vu que les normes européennes ont évolué en matière de qualité des carburants. Ainsi le plomb dans l'essence a été définitivement interdit en France depuis le 1 Janvier 2000 et la teneur en soufre des carburants a été progressivement réduite en Europe, où elle doit être depuis le 7 janvier 2005 inférieure à 50 ppm pour l'essence et le gas-oil, et on prévoit pour cette année 2009 une teneur en soufre inférieure à 10 ppm.

A titre d'exemple, la **Figure 8** suivante présente la diminution de la teneur en soufre des carburants européens au cours des deux dernières décennies.



Source : Union Française des Industries Pétrolières (UFIP), 2006

Figure 8 : Diminution de la teneur en soufre des carburants en Europe

En Tunisie, l'apparition du gas-oil 50 en 2007 a permis de faire baisser la teneur en soufre du Diesel de 2.000 à 50 ppm, moyennant malheureusement un surcoût important pour le consommateur, ce qui retarde la généralisation de son utilisation.

2.5 - La détermination des émissions réelles unitaires de polluants atmosphériques

Dans la réalité, des différences apparaissent entre les valeurs conventionnelles indiquées dans les fiches techniques des véhicules et les valeurs réelles de consommation. Ces écarts sont liés à de nombreux facteurs qui conduisent à une augmentation de la consommation réelle de carburant : vitesse du véhicule en fonction des situations de trafic rencontrées, style de conduite du conducteur, charge et entretien du véhicule, ...

3 - L'INFLUENCE DE LA VITESSE D'UN VÉHICULE SUR SES NIVEAUX D'ÉMISSION DE POLLUANT

Selon les niveaux de trafic qui emprunteront les sections du réseau routier préexistant en l'absence de nouvelle infrastructure autoroutière, le trafic pourra y être fluide, chargé, quasi-saturé ou congestionné sur certaines sections de ce réseau routier.

3.1 La notion de situation de trafic

Le calcul d'émission à l'échelle d'une section routière nécessite la définition de « situations de trafic », cohérentes, satisfaisantes par-delà les frontières et agréées par les utilisateurs. Une analyse des classifications routières existantes et des pratiques a permis d'élaborer la typologie présentée dans le Erreur ! Source du renvoi introuvable. suivant, qui distingue entre urbain et rural en s'appuyant sur l'organisation hiérarchique et fonctionnelle du réseau routier, et en déclinant routes et autoroutes selon leurs caractéristiques et vitesses-limite.

Tableau 7 : Typologie des voies routières

Milieu	Fonction principale	Caractéristiques	Vitesse limite
Urbain	Réseau National et Régional - Trafic de transit	5a - Autoroute	70 - 110 km/h
		5b - Route nationale	60 - 90 km/h
	Réseau principal d'agglomération - réseau primaire, distribution principale	4a – Voie express, périphérique, etc.)	50 - 80 km/h
		4b - Boulevard	50 - 70 km/h
	Distribution inter quartier, réseau secondaire	3 - Avenue	40 - 70 km/h
	Distribution locale - échange intérieur	2 - Rue	30 - 50 km/h
	Voies d'accès, trafic local.	1 - Ruelle, voie, etc..	20 - 50 km/h
Rural	Réseau National et Régional - Trafic de transit et distribution	5 - Autoroute	90 - 110 km/h
		4 - Route nationale	70 - 90 km/h
	Distribution	3 – Route régionale	60 - 90 km/h
	Distribution locale - échange intérieur, trafic local	2 – Route locale	60 - 80 km/h
	Voies d'accès, trafic local	1 – Piste rurale	40 - 60 km/h

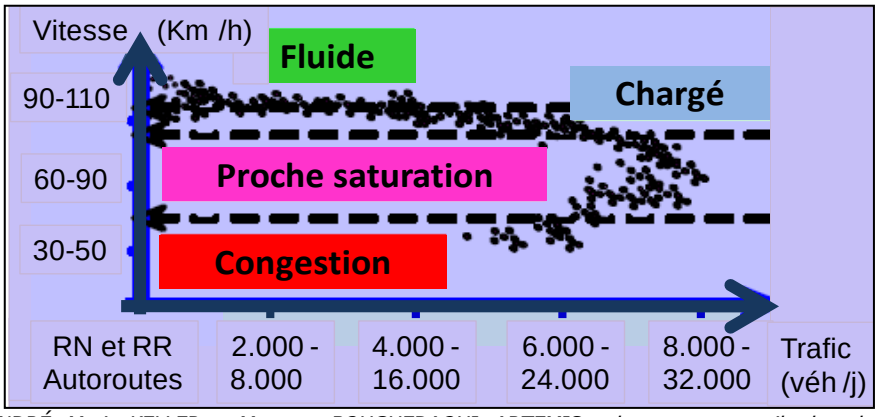
Source : André et al, 2006

3.2 - La vitesse des véhicules selon les situations de trafic

Pour représenter les différentes situations de trafic résultant de la combinaison des types de routes et des conditions de trafic, des vitesses ou cinématiques représentatives ont été recueillies à partir de mesures embarquées sur véhicules (données existantes). Les conditions de circulation ont été décrites qualitativement en fonction du flux de véhicules empruntant la route. A titre d'exemple, pour une route nationale, le trafic peut être considéré :

- comme fluide lorsque le trafic journalier est inférieur à 4.000 véh /j,
- comme chargé lorsque le trafic journalier est compris entre 4.000 et 6.500 véh /j,
- comme instable ou quasi-saturé, lorsque le trafic journalier est compris entre 6.500 et 8.000 véh /j, et
- comme « stop-and-go » ou congestionné, lorsque le trafic journalier retombe sous 6.000 véh /j circulant à moins de 45 km /h.

La Figure 9 suivante présente à titre d'exemple les nuages de vitesse constatés dans les quatre situations de trafic envisagées, respectivement sur une RN et sur une autoroute.



Source : Michel ANDRÉ, Mario KELLER et Menouer BOUGHEDAOUI, ARTEMIS : de nouveaux outils de calcul des émissions de polluants des transports routiers

Figure 9 : Dépendance de la vitesse des véhicules selon les situations de trafic sur une RN et sur une autoroute

De fait, on constate que la vitesse des véhicules inclus dans un trafic :

- **fluide** est de l'ordre de 85 à 100% de la vitesse libre,
- **chargé** est contrainte autour de 70 à 85% de la vitesse libre,
- **instable, quasi-saturé**, est variable avec des arrêts éventuels, autour de 50 à 70% de la vitesse libre, et
- **de stop-and-go ou bouchon**, est de l'ordre de 30 km/h.

La disponibilité de ces courbes de vitesses-types permet de calculer les émissions de polluants, selon l'approche particulière envisagée, sur chacune des situations de trafic et pour chaque catégorie de véhicules.

3.3 - Les émissions unitaires des diverses catégories de véhicule en fonction de leur vitesse

Il apparaît donc important d'établir une typologie des conditions de conduite, afin de déterminer des émissions de référence pour chacune des conditions-types. Ces émissions de référence - et les caractéristiques cinématiques des conditions-types - sont ensuite utilisées pour calculer les émissions de toute autre situation de trafic, ainsi que pour élaborer des fonctions d'émissions selon la vitesse moyenne.

Par contre, comme il s'agit de trajets inter-régionaux, il n'a pas été besoin d'intégrer dans le calcul des modèles sophistiqués élaborés pour le calcul de l'émission de départ à froid, qui aurait tenu compte des longueurs de trajets et autres aspects liés à l'utilisation du véhicule.

Comme déjà précisé, le calcul d'émission à l'échelle d'une section routière nécessite simplement la définition de « situations de trafic », cohérentes, satisfaisantes par-delà les frontières et agréées par les utilisateurs. La disponibilité de ces courbes de vitesses-types permet de calculer les émissions de polluants, selon l'approche particulière envisagée, sur chacune des situations de trafic et pour chaque catégorie de véhicules.

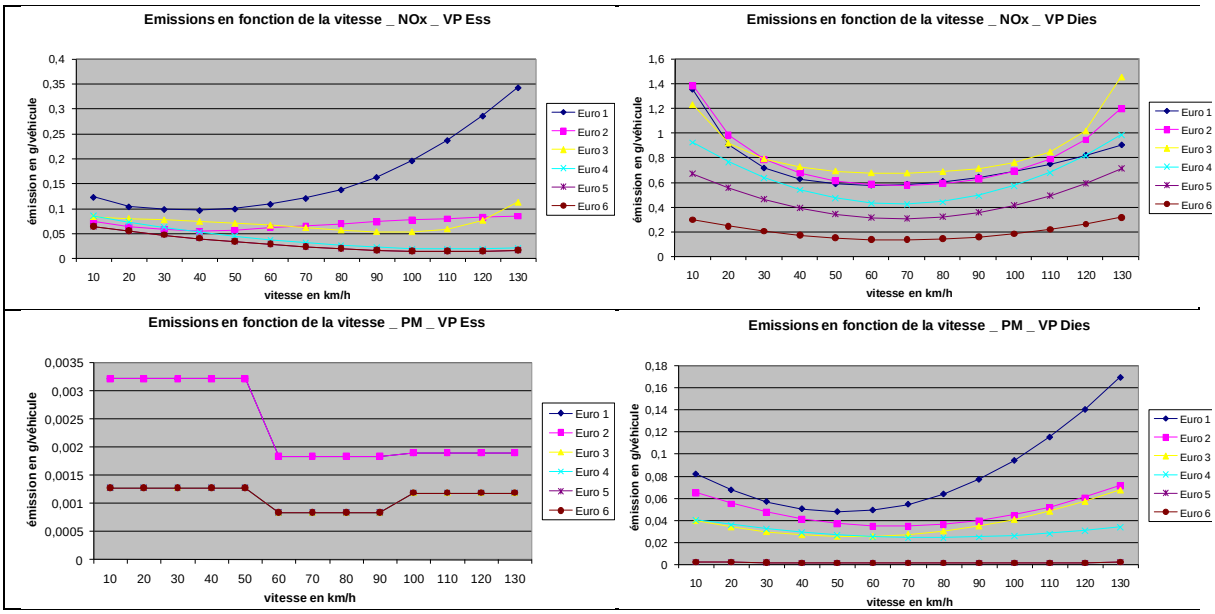
3.3.1 - LES ÉMISSIONS DES VÉHICULES SELON LES VITESSES EN FRANCE

La note d'information du Sétra [8] présentant le modèle COPERT (COmputer Program to calculate Emission from Road Transport) inuique qu'il est fondé sur une base de données des facteurs d'émission routiers (FE de l'équation), facteurs qui permettent de convertir des données quantitatives d'activité (ici des données relatives aux caractéristiques du trafic automobile) en émissions de polluants. Pour déterminer les FE à différentes vitesses, des mesures réelles des émissions ont été effectuées en laboratoire pour différents cycles représentatifs de conditions réelles de circulation et correspondant à une vitesse moyenne donnée.

Le fichier des immatriculations a constitué la donnée de base pour déterminer le parc automobile actuel et celui des années précédentes. Des lois de survie ont ensuite permis d'extrapoler ces données pour les années à venir pour déterminer la composition du parc automobile futur, son âge médian et son âge moyen du parc.

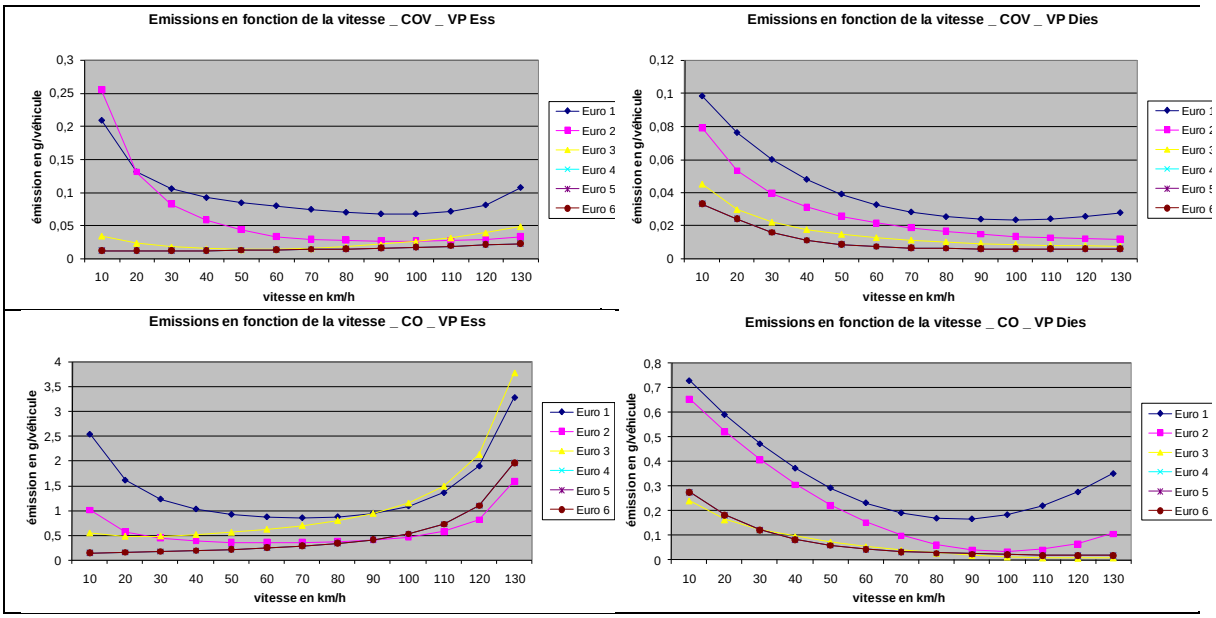
Ces données ont permis à l'INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) de modéliser la composition du parc automobile roulant français de 1970 à 2025 [9]. Les normes anti-pollution et les avancées technologiques connues ont été intégrées pour aboutir à des courbes d'émissions en fonction de la vitesse.

A titre d'exemple, la **Figure 10** suivante présente les effets des classes technologiques associées aux normes de restriction des émissions Euro 1 à 6 sur les émissions des véhicules particuliers en fonction de la vitesse.



[8] *Note d'information du Sétra – Série Economie Environnement Conception n° 92, Émissions routières de polluants atmosphériques, Novembre 2009*

[9] *Transport routier – Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025. Charlotte Hugrel, Robert Joumard, INRETS : rapport LTE n°0420, 2004.*



Source : Charlotte Hugrel, Robert Joumard, INRETS

Figure 10 : Effet des classes technologiques sur les émissions des VL en fonction de la vitesse

Toutes ces tendances ont été utilisées pour constituer à partir des valeurs réelles des consommations et émissions des catégories de véhicules du parc tunisien précédemment déterminées entre 2018 et 2037 des courbes de consommations et d'émissions de ces mêmes catégories.

4 - LE PASSAGE DES ÉMISSIONS CONVENTIONNELLES AUX ÉMISSIONS RÉELLES DES POLLUANTS

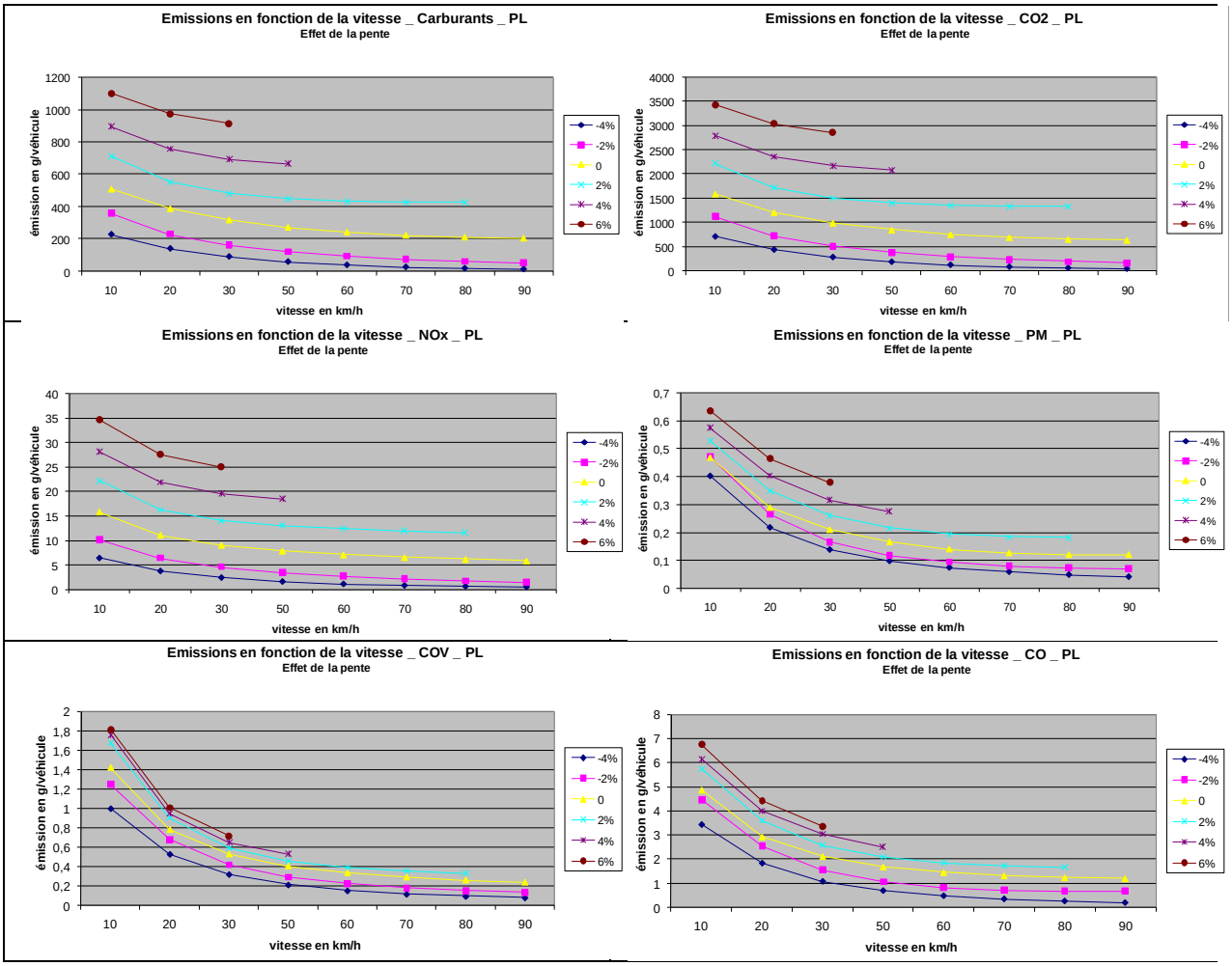
Dans la réalité, des différences apparaissent entre les valeurs conventionnelles indiquées dans les fiches techniques des véhicules et les valeurs réelles de consommation. Ces écarts sont liés à de nombreux facteurs qui conduisent à une augmentation de la consommation réelle de carburant : style de conduite, charge et entretien du véhicule, conditions de circulation, ...

4.1 - L'effet de la pente sur les émissions selon les situations de trafic en France

Dans COPERT, l'effet de la pente est pris en compte seulement pour les PL. En effet, le phénomène est moins bien connu pour les VL et il est jugé de moindre importance, en considérant que les effets de pente négative (ce qui correspond à une descente) arrivent à compenser les effets de pente positive.

A titre d'exemple, la **Figure 11** suivante présente les effets des pentes sur les émissions d'un PL moyen (au sens du parc INRETS, avec une charge de 50 % en poids) et pour l'année 2007[10].

[10] *Pour les pentes supérieures à 4%, les vitesses maximales des PL diminuent, ce qui explique que les courbes « s'arrêtent » à 30 ou 50 km/h.*



Source : Charlotte Hugrel, Robert Joumard, INRETS

Figure 11 : Effet des pentes sur les émissions des Poids Lourds en fonction de la vitesse

On voit que l'effet de la pente sur les émissions polluantes des poids lourds est clair : les émissions sont maximales quand le PL est en montée avec une pente importante, et sont minimales quand le véhicule est en descente sur des pentes à 4%. Les courbes subissent une translation vers le bas au fur et à mesure que la pente évolue d'une montée forte à une descente forte.

4.2 - Le passage des émissions conventionnelles aux émissions réelles de CO_2

En termes de consommation d'énergie et de pollution, les embouteillages constituent de fait la situation la plus pénalisante. Coincé dans une circulation qui stoppe et redémarre sans cesse, un véhicule peut quasiment doubler sa consommation. Le volume de polluants rejetés atteint alors des seuils préoccupants, surtout que la plupart de ces embouteillages interviennent au cœur des zones urbaines, où un accroissement aussi sensible du niveau de pollution déjà élevé constitue un risque réel pour la santé et pour l'environnement. Cette surconsommation a de fait déjà été cernée dans l'analyse de la consommation en fonction de la vitesse, en situation de trafic congestionné.

Les autres surconsommations qui vont maintenant être prises en compte sont dues au fait :

- qu'un véhicule chargé consomme plus en fonction de la charge qu'il transporte, par rapport aux valeurs conventionnelles mesurées avec une seule personne à bord, le conducteur ;

- qu'un véhicule mal entretenu peut entraîner une surconsommation de carburant pouvant aller jusqu'à 25% ;
- qu'une vitesse trop rapide, obtenue peu après le démarrage avec un moteur encore froid, fait croître la consommation de 50% sur le premier kilomètre et use considérablement le moteur ;
- qu'un comportement de conduite agressive (rouler trop vite, accélérer plus que nécessaire, puis freiner brutalement, changer sans cesse de rapport de vitesses, ...) peut accroître la consommation de 20% sur route... et de 40% en ville ;
- que le moteur va s'approcher de son régime maximum lors d'une accélération trop longue effectuée sans passer la vitesse supérieure : pousser à chaque rapport de vitesse le moteur à ce régime augmente la consommation du véhicule d'environ 30% ;
- qu'un sous-gonflage de 0,3 bar des pneumatiques entraîne une surconsommation d'environ 1% ;
- que la présence d'une galerie ou de barres de toit entraîne automatiquement une surconsommation, car :
  - ✓ à vide, la galerie oppose une résistance aérodynamique qui augmente déjà la consommation de 10%, mais
  - ✓ une fois chargée, la forme et le poids des objets embarqués font passer cette sur-consommation à 15% au moins.
- que le fonctionnement de la climatisation offre certes plus de confort et de sécurité (vigilance du conducteur améliorée quand il a moins chaud, fourniture d'un air sec qui désembue très rapidement le pare-brise et les vitres latérales), mais il augmente notablement la consommation de carburant d'un véhicule ; à 25°C par temps clair, un réglage de la climatisation à 20°C entraîne une surconsommation de carburant ;
  - ✓ de 20% en moyenne en ville, et
  - ✓ d'environ 6% sur route-autoroute.

Finalement, le **Tableau 8** suivant estime les surconsommations des différents types de véhicules en fonction des écarts constatés sur le parc automobile tunsien et le comportement des diverses catégories de conducteurs tunisiens durant les trajets inter-urbains.

Tableau 8 : Surconsommations et surémissions par type de véhicules par rapport aux données conventionnelles

Causes de surconsommations	Voiture particulière	Camionnette	Minibus et louage	Camion léger	Camion lourd	Bus-Autocar	Ensemble. articulé
Charge du véhicule	10%	30%	25%	40%	35%	25%	35%
Mauvais entretien du véhicule	12%	20%	15%	20%	8%	6%	5%
Comportement de conduite agressive	12%	15%	20%	12%	8%	10%	8%
Sous-gonflage des pneumatiques	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
Présence d'une galerie ou de barres de toit	1%	12%	2%	15%	10%	8%	10%
Utilisation de la climatisation	4%	2%	3%	3%	4%	6%	7%
ENSEMBLE	40%	80%	65%	90%	65%	55%	65%

4.3 - Le passage des émissions conventionnelles aux émissions réelles des autres polluants

En considérant toutes choses égales par ailleurs (réglage des injecteurs, des carburateurs, des filtres à particules, ...), on a considéré en première approximation que les taux de surconsommation de carburant, déjà appliqués aux surémissions de CO_2 provenant de la combustion complète du carburant, pouvaient aussi être appliqués aux autres polluants émis du fait de sa combustion incomplète.

5 - LA VITESSE DE PÉNÉTRATION DES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES DANS UN PARC AUTOMOBILE

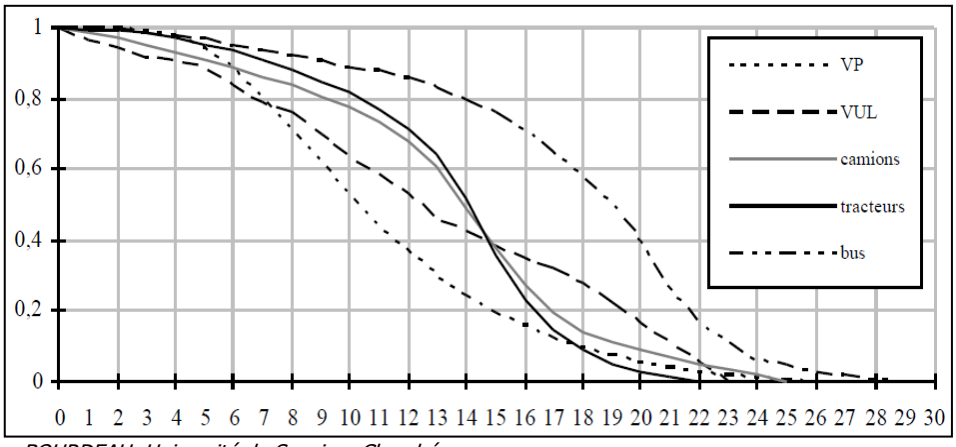
Compte tenu des achats de véhicules et des véhicules mis à la casse chaque année, un parc automobile national est toujours constitué de véhicules d'âge différent, et ces véhicules ont donc été soumis au moment de leur construction à des normes de pollution différentes, qui ont conduit leur constructeur à les équiper ou non de certains équipements apparus ces dernières années.

La vitesse de pénétration de ces progrès technologiques au sein d'un parc automobile dépend donc à la fois:

- du nombre de véhicules du parc équipés de ce progrès technologique, qui est lié au taux de pénétration de ce progrès parmi les véhicules neufs mis sur le marché et au taux de renouvellement annuel du parc automobile ;
- du nombre de véhicules du parc non équipés de ce progrès technologique, qui est lié à la durée de vie moyenne des véhicules de ce parc.

5.1 – L'exemple français de la loi de survie des véhicules automobiles par catégorie

La loi de survie des véhicules par catégorie a fait l'objet de modélisation dans le cadre de l'étude de l'évolution du parc automobile français entre 1970 et 2020[11]. La **Figure 12** suivante présente la synthèse des résultats auxquels cette étude a abouti pour le véhicule moyen représentant les principales catégories de véhicules étudiés.



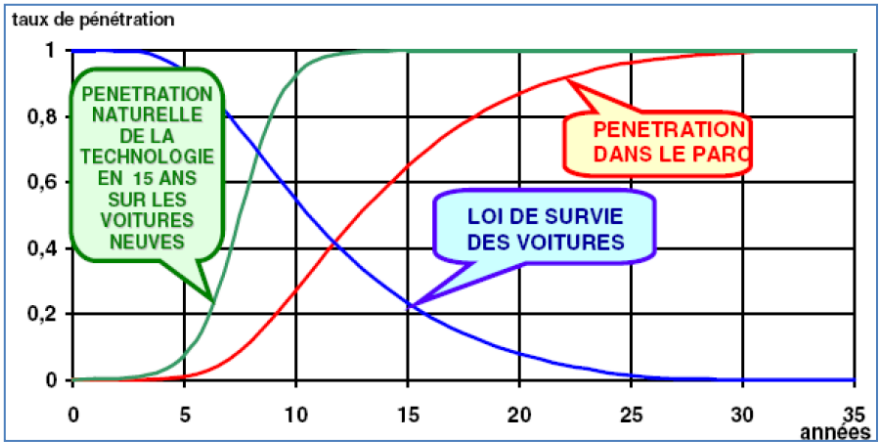
Source : Béatrice BOURDEAU, Université de Savoie – Chambéry

Figure 12 : Coefficients de survie des véhicules légers et lourds en France

5.2 - L'exemple français de la vitesse de pénétration naturelle d'une nouvelle technologie dans le parc automobile

La **Figure 13** suivante montre les résultats des études faites par l'INRETS pour le compte de l'ADEME pour visualiser la courbe de pénétration naturelle effective d'une nouvelle technologie dans le parc automobile français.

[11] *Béatrice BOURDEAU, Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020, Projet de Thèse de Doctorat et Ingénierie de l'Environnement, Université de Savoie – Chambéry, Laboratoire de Chimie et Ingénierie de l'Environnement1996*



Source : C. Gallez (Inrets/ ADEME)

Figure 13 : Courbe de pénétration naturelle effective d'une nouvelle technologie dans le parc automobile français

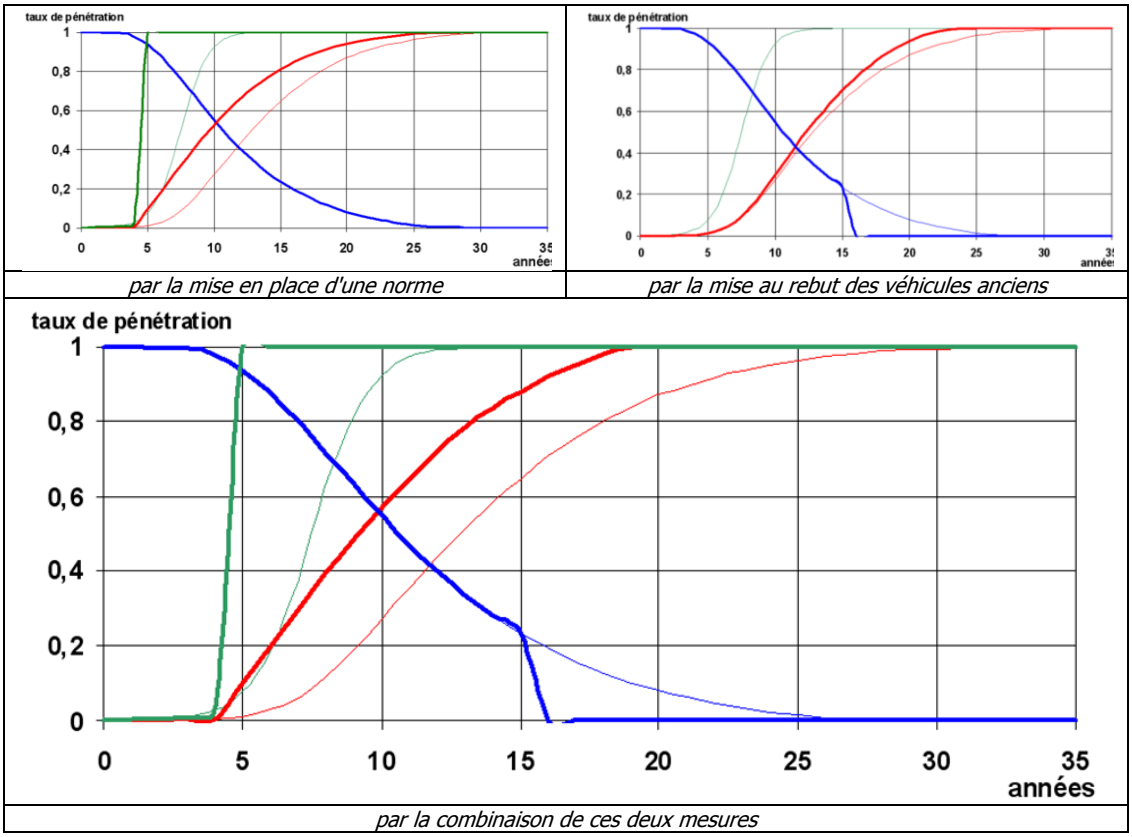
Cette **Figure 13** se base sur :

- les études faites par l'ADEME sur la pénétration de la climatisation automobile sur les marchés américain et japonais, très en avance sur le marché européen, montrent qu'entre le moment où la première voiture neuve équipée est mise en vente et le moment où cette technologie s'est généralisée à toutes les voitures neuves, il se passe environ 15 ans et que cette pénétration naturelle d'une nouvelle technologie n'est pas linéaire (courbe verte), mais suit plutôt une courbe en « S » ;
- l'étude de la dynamique de renouvellement du parc automobile français a montré que le parc met environ 25 ans pour se renouveler complètement et que, malgré les diverses primes à la casse proposées par l'Etat puis par les constructeurs, le parc de voitures particulières français met 15 années pour renouveler 50% de ses voitures et 24 ans pour en renouveler 95% : cette loi de survie des véhicules (courbe bleue) suit donc également une courbe en « S ».

5.3 - L'exemple français de la vitesse de pénétration accélérée d'une nouvelle technologie dans le parc automobile

En complément, la **Figure 14** suivante montre l'effet des différentes mesures qui ont été envisagées pour accélérer la rapidité de la pénétration des nouvelles technologies dans le parc automobile français, ces mesures pouvant être :

- réglementaires, et donc gratuites pour l'Etat et coûteuse pour les automobilistes : mise en œuvre de normes, instauration d'un contrôle technique, etc ... ;
- incitatives, et donc coûteuse pour l'Etat : primes à la casse, bonus écologique, etc ...



par la mise en place d'une norme | *par la mise au rebut des véhicules anciens*

par la combinaison de ces deux mesures

Source : Servant et al (Inrets/ ADEME)

Figure 14 : Moyens pour accélérer la pénétration d'une nouvelle technologie

On voit que toutes ces mesures coûteuses se sont révélées finalement avoir individuellement peu d'effet sur la rapidité de la pénétration des nouvelles technologies dans le parc automobile français.