

***RFR Ligne D : Etude d'impact
environnementale Complémentaire et
Spécifique au passage de la ligne par la ville
du Bardo et des ouvrages d'art OA D10 et OA
D11***



SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	II
LISTE DES TABLEAUX.....	IV
LISTE DES ABBREVIATIONS	V
PREAMBULE	6
1. DESCRIPTION DES COMPOSANTES DU PROJET	11
1.1. L'AMENAGEMENT D'UN PREMIER PASSAGE SOUTERRAIN	11
1.2. L'AMENAGEMENT D'UN SECOND PASSAGE SOUTERRAIN	12
1.3. L'AMENAGEMENT D'UN TROISIEME PASSAGE SOUTERRAIN	13
1.4. L'AMENAGEMENT D'UN QUATRIEME PASSAGE SOUTERRAIN	14
1.5. LE REAMENAGEMENT DE LA PLACE DU BARDO.....	15
1.6. LA MODIFICATION DU PLAN DE CIRCULATION DE LA ZONE DU BARDO.....	15
1.7. AMENAGEMENTS PIETONS	16
2. DIAGNOSTIC DE L'ETAT INITIAL DU PERIMETRE DE L'ETUDE	17
2.1. CADRE NATUREL	17
2.1.1. <i>Cadre topographique</i>	17
2.1.2. <i>Cadre hydrogéologique</i>	17
2.1.3. <i>Contexte climatique</i>	17
2.2. ENVIRONNEMENT HUMAIN ET SOCIO-ECONOMIQUE	24
2.2.1. <i>Population</i>	24
2.2.2. <i>Caractéristiques socio-démographiques de la zone du projet</i>	24
2.2.3. <i>Economie</i>	24
2.2.4. <i>Infrastructures et équipements socio-collectifs</i>	25
2.2.5. <i>Le cadre urbain</i>	25
3. IDENTIFICATION ET ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	39
3.1. IMPACTS LIES A LA REALISATION DU PROJET	39
3.1.1. <i>Impacts potentiels du chantier sur l'environnement naturel</i>	39
3.1.2. <i>Impacts potentiels du chantier sur l'environnement humain</i>	39
3.1.3. <i>Impacts liés à la présence et à l'exploitation du projet</i>	39
3.1.4. <i>Impacts sur le cadre de vie et la santé humaine</i>	45
3.1.5. <i>Impacts socio-économiques</i>	56
4. PRECONISATION DE MESURES ENVIRONNEMENTALES.....	58
4.1. MESURES RELATIVES A LA PHASE DE CHANTIER.....	58
4.1.1. <i>Mesures de prévention du cadre de vie et de la santé humaine</i>	58
4.2. MESURES RELATIVES A LA PRESENCE ET A L'EXPLOITATION DU PROJET	58
4.2.1. <i>Mesures de prévention des impacts sur le fonctionnement urbain</i>	58
4.2.2. <i>Mesures de prévention du cadre de vie et de la santé humaine</i>	59
4.2.3. <i>Mesures de prévention des inondations de la palce du Bardo</i>	61
4.2.4. <i>Mesures d'amélioration des perceptions humaines et de l'intégration paysagère du projet</i>	65
4.2.5. <i>Information et sensibilisation de la population</i>	65
4.2.6. <i>Mesures de préservation de la sécurité humaine</i>	65
4.2.7. <i>Mesures compensatoire des impacts socioéconomiques</i>	67
5. BIBLIOGRAPHIE.....	68

LISTE DES FIGURES

Figure 1: OA D-8 Franchissement des voies de la rue de Casablanca	12
Figure 2: OA D-9 Franchissement des voies par la rue Farhat Hached.....	13
Figure 3: OA D-10/11 Franchissement des voies au niveau de la Place de Bardo.....	14
Figure 4: Plan de circulation du Bardo	16
Figure 5 : Différentes phase d'expansion urbaine du Bardo et de ses environs.....	22
Figure 6: Trafic de véhicules au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraief, et av. Farhat Hached	30
Figure 7: Evolution horaire du trafic routier au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraief, et av. Farhat Hached.....	31
Figure 8: Nombre total de piétons au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraief, et av. Farhat Hached	32
Figure 9: Répartition de la population enquêtée suivant le sexe (%).....	34
Figure 10: répartition de la population enquêtée par tranches d'âge (%)	34
Figure 11: Origine géographique de la population enquêtée (%)	34
Figure 12: Répartition de la population enquêtée suivant l'activité	35
Figure 13: Fréquence des visites à la place du Bardo (%)	35
Figure 14:.....	36
Figure 15: Durée de séjour à la place du Bardo (heure).....	36
Figure 16: Les éléments recherchés par la population qui fréquente la place de Bardo (%)	37
Figure 17: Impacts sur le fonctionnement urbain (%)	40
Figure 18: Zoning du Bardo et points d'échange	42
Figure 19: Emprise des constructions à démolir au niveau de la place du Bardo	44
Figure 20: Bordure de la voie ferrée transformée en dépotoir au niveau de la cité el Barid.....	45
Figure 21: Evaluation des expositions cumulées subies par les riverains	50
Figure 22: Spectres, utilisations et impact des ondes électromagnétiques	55
Figure 23: Impacts sur la sécurité des piétons (%).....	57
Figure 24: Ancien lit de l'oued Bardo longeant le quartier des officiers à Khaznadar et à droite l'amorce de la déviation dans les dalots sous remblai.....	62
Figure 25: Travaux de la nouvelle section de rive gauche du dalot assurant la déviation d'oued Bardo le long du boulevard du 7 novembre	62
Figure 26: Bassin d'écrêtement de la cité el Hadika, en amont du boulevard du 7 novembre.....	63

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: cheminement piétons projetés</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 2 : Evolution de la population du Bardo entre 1926 et 1977</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 3: Cheminement piétons projetés:.....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 4: : Facteurs d'émissions des polluants issus des déplacements à moteur « chaud » pour la catégorie bus</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 5: Hypothèses de calcul des gains en émissions atmosphériques.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 6: Gains en émissions atmosphériques (*)</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 7: Niveaux sonores actuels, sans le projet au niveau de la place du Bardo.....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 8: Seuils des bruits produits par les véhicules à moteur mesurés lors de leur réception</i>	<i>51</i>

LISTE DES ABBREVIATIONS

RFR :	Réseau Ferré Rapide
SNCFT :	Société Nationale des Chemins de Fer Tunisiens
T.A :	Tunis-Algérie
CNSS :	Caisse Nationale de Sécurité Sociale
CNAM :	Caisse Nationale d'Assurance Maladie
SONEDE :	Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux
STEG :	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
PI-CF :	passage inférieur en cadre fermé
PSGN :	Passage souterrain à gabarit normal
BAU :	Bande d'Arrêt d'Urgence
BDD :	Bande Dérasée de Droite
TPC :	Terre-plein central
RGPH :	Recensement général de la population et de l'habitat
DPCF :	Domaine public des chemins de fer
RNEE :	Rapport national sur l'état de l'environnement
CEM :	Champ électromagnétique

PREAMBULE

La présente étude d'impact sur l'environnement (EIE) constitue un complément au dossier environnemental de **la ligne D** du Réseau Ferroviaire Rapide (RFR), Tunis, Bardo, Gobaa.

Il s'agit d'une étude complémentaire et spécifique au passage de la ligne D par la ville du Bardo et à l'aménagement des ouvrages d'art projetés à ce niveau (OA D9, OA-D10/11). Par ailleurs, la présente étude est conçue de manière à apporter des réponses aux remarques formulées par l'ANPE lors de la présentation de l'EIE relative au projet de réalisation de **la ligne D** du Réseau Ferroviaire Rapide (RFR), Tunis, Bardo, Gobaa.

A titre de rappel, les remarques de l'ANPE ont porté sur l'identification des conséquences prévisibles directes et indirectes du projet sur l'environnement dans ses différentes phases au niveau du tronçon Melassine-place du Bardo qui non seulement concentre un nombre important d'enjeux et de contraintes mais qui représente une place qui a une grande valeur historique et symbolique.

RESUME

IMPACTS POTENTIELS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES GÉNÉRALES D'ATTÉNUATION ET DE COMPENSATION DES IMPACTS

La variante retenue pour la place du Bardo et ses environs ne constitue pas la composante adaptée aux problématiques posées en termes de fonctionnement urbain, de réorganisation des échanges routiers et de requalification de l'espace urbain. Le sentiment de division et de « cassure urbaine » s'en trouvera accru. L'ensemble des mesures préconisées contenues dans le tableau ci-dessous portent sur la prévention ou la réduction des impacts potentiels engendrés par ladite variante.

Grille de lecture du tableau

Impact négatif
 Impact positif
 Impact équilibré
 Mesures

Principaux impacts socio-économiques et environnementaux potentiels en phase de travaux	Mesures préconisées pour la prévention et l'atténuation des impacts
Impacts liés à l'installation de la base de vie : déchets solides, eaux de vanne, encombrement par les gros engins et les zones de stockage des matériaux.	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte des déchets ménagers pour leur entreposage dans les conteneurs municipaux ; - Choix raisonné des lieux de stockage des déchets d'excavation. - Evacuation des déchets vers des décharges autorisées et procéder au tri des déblais selon leur nature
Risques de pollution atmosphérique (dégradation de la qualité de l'air suite au dégagement de poussières et de fumées) ou accidentelle liés au déversement de substances (huiles usagées et carburants) ou à la réparation des divers engins.	<ul style="list-style-type: none"> - Collecte et confinement des huiles usagées dans des récipients appropriés pour livraison à la SOTULUB ; - Contrôle technique et l'entretien régulier des moteurs; - Limitation de la vitesse ; - Aspersion d'appoint de la voirie pour atténuer les émanations de poussière.
Impacts sonores dus aux engins et aux travaux.	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des normes de travail sur les chantiers
Perturbations dues au déplacement de certains réseaux (électricité, eau, téléphone) et causant des coupures momentanées d'alimentation et donc des désagréments aux populations.	<ul style="list-style-type: none"> - Déplacement et sécurisation des différents réseaux (SONEDE, STEG, ONAS, Tunisie Télécom).
Perturbation de la circulation routière et ferroviaire (réseau SNCFT): ralentissement ou allongement des parcours, déviations de la circulation, risques d'accidents.	<ul style="list-style-type: none"> - Signalisation du chantier: Le type, le contenu et l'emplacement de la signalisation devra avoir l'accord du Maître d'Ouvrage avant installation et elle devra être conforme à la réglementation en vigueur.
Perturbation des écoulements de surface par le caractère linéaire et de l'effet de « barrage » de la plateforme.	<ul style="list-style-type: none"> - Consolidation du dispositif d'évacuation des eaux pluviales attendant à la plateforme ferroviaire.
Risques pour la sécurité des personnes en rapport avec la proximité des habitations, des commerces et de certains services et en	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien et sécurisation des cheminements lors des travaux. - Organisation de campagnes de

particulier les établissements éducatifs.	sensibilisation.
Dynamisation de certains commerces de proximité et de services à la personne dans les quartiers limitrophes en rapport avec la présence des ouvriers sur le chantier.	
Changement des comportements d'achat.	

Principaux impacts en phase d'exploitation du projet sur le fonctionnement urbain	Mesures préconisées pour la prévention et l'atténuation des impacts
Accentuation de l'effet de « cassure urbaine ».	<u>La principale mesure susceptible de mettre un terme à la division du Bardo par cette voie ferrée centenaire et d'atteindre les objectifs fixés pour le projet serait l'adoption de la variante souterraine</u>
Redistribution de l'espace public au niveau de la place du Bardo.	<ul style="list-style-type: none"> - Piétonisation d'une bonne partie de la place du Bardo ; - Développement de la fonction récréative.
Allongement des temps de parcours et modification des flux routiers.	<ul style="list-style-type: none"> - Installation de la signalisation routière adéquate, l'entretien et la sécurisation de la voirie - Installation de la signalisation verticale de prescription et d'indication adéquate; - Installation de ralentisseurs, type dos d'âne, aux principales intersections ; Amélioration de la visibilité aux différentes intersections et suppression des obstacles visuels ; Réglementation du stationnement des voitures sur la voirie ; - Aménagement de passages piétons pour garantir des traversées sûres sur les circuits fréquentés ; - Entretien et amélioration de la voirie (éclairage, réfection des trottoirs...).
Modification des « rapports de force » entre la voiture et les piétons au niveau de la place du Bardo.	<ul style="list-style-type: none"> - Aménagement d'un nombre suffisant de traversées ; - Aménagement de passages zébrés ; - Aménagement de plateaux ralentisseurs à l'amont des passages zébrés situés à la sortie des passages souterrains ; - Limitation de la vitesse à 30 km/h au niveau de la place du Bardo ; - Aménagement spécifique des « trottoirs carrossables » ; - Aménagement de trottoirs infranchissables et implantation de certains dispositifs (barrières, potelets, bornes...).

Entrave à l'accès à certains grands équipements et services de part et d'autre de la voie ferrée.	- Elargissement des passages souterrains pour améliorer le franchissement de l'emprise ferroviaire par les piétons et en particulier par les personnes à mobilité réduite.
Gêne à la circulation et condamnation des entrées carrossables de certaines habitations suite à l'aménagement des trémies et des voies latérales.	- Indemnisation des personnes lésées par l'aménagement des trémies.
Effet d'emprise sur quelques bâtiments.	- Indemnisation des personnes expropriées ou subissant des dommages momentanés ou durables
Revalorisation de certains axes urbains.	
Densification des « friches ferroviaires » urbaines.	
Transformation de l'axe routier Place du Bardo-Avenue Taïeb Mhiri en voie « soulagée » et sécurisée.	

Principaux impacts socioéconomiques et environnementaux du projet en phase d'exploitation	Mesures préconisées pour la prévention et l'atténuation des impacts
Pollution atmosphérique.	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place de campagnes de surveillance afin de déterminer l'importance du problème ; - Organisation de campagnes de sensibilisation et d'incitation des automobilistes des quartiers voisins à un changement de comportement axé sur la réduction du trafic à travers le report modal ou le covoiturage ; - Limitation du stationnement dans le périmètre urbain jouxtant la place du Bardo
Nuisances acoustiques et vibratoires liées à l'augmentation du trafic.	<ul style="list-style-type: none"> - Isolation acoustique des façades des habitations riveraines ; - Protection acoustique à la source à vocation collective ; - Précautions relatives à la conception de l'ouvrage, à son dimensionnement et à sa maintenance ; - Amélioration des qualités techniques du matériel roulant et de la voie et entretien régulier des équipements et des infrastructures ; - Recours à des revêtements de chaussées peu bruyants ; - Reprise de l'assise de la plateforme ferroviaire.

Pollution électromagnétique.	<ul style="list-style-type: none"> - Contrôle périodique des niveaux de pollution électromagnétique ; - Adoption d'une démarche préventive active pour faire face aux risques sanitaires.
Impacts visuels de proximité.	<ul style="list-style-type: none"> - Intégration de la gare ferroviaire dans son cadre urbain ; - Intégration paysagère de l'écran acoustique. Un écran en verre ou en béton avec «doubleur» un écran végétal et un grillage métallique contre sa face extérieure pour prévenir les tags et l'affichage
Destruction de certains espaces verts	<ul style="list-style-type: none"> - Remplacement des espaces verts détruits.
Risque d'envoyage des tunnels ferroviaires et routiers ainsi que des habitations et des locaux commerciaux attenants à la place du Bardo.	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'un dispositif complémentaire de réduction des risques d'inondations qui complètera le projet de protection de Tunis ouest en cours de réalisation. Les principales mesures concernent les écoulements de surface en milieu urbain : - Réalisation d'un diagnostic du réseau afin d'en déterminer les points noirs, les insuffisances et les améliorations à apporter. - Redimensionnement des ouvrages d'assainissement, notamment du réseau unitaire des quartiers situés en amont de la place du Bardo. - Egouttement des chaussées, des terre-pleins centraux et des diverses barrières bordant les voies du métro léger.
Vie sociale réduite.	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des espaces de sociabilité ; - Ouverture réglementée du parc du musée national du Bardo ; - Révision des plans d'aménagement urbain pour doter les quartiers populaires de la rive sud (Sijoumi, Ezzouhour, Somrane, Sidi Hassine) d'espaces verts et de loisirs.
Pertes de sources de revenus potentielles pour de nombreux petits métiers.	
Amélioration de la sécurité de la ligne ferroviaire T.A	
Amélioration relative de la sécurité des personnes	
Amélioration des conditions de desserte	
Repositionnements et ajustements au niveau des commerces et des activités riveraines.	

1. DESCRIPTION DES COMPOSANTES DU PROJET

Le projet consiste à aménager la section de la ligne D du RFR, située entre Mellassine et le Bardo. Cette section évolue le long de l'emprise ferroviaire existante et comprend les deux voies RFR et la voie SNCFT relative à la ligne T.A et qui traverse de la place du Bardo.

L'aménagement de la ligne D du RFR en site propre nécessite l'élimination des passages à niveau soit par l'aménagement d'ouvrages de franchissement, soit en les fermant et en proposant une solution de rechange à la circulation. Les principaux aménagements prévus sont :

1.1. L'aménagement d'un premier passage souterrain

Il sera aménagé au niveau de la rue de Casablanca permettant la dénivellation du Mouvement "Avenue Taieb MHIRI – Rue de Casablanca" ; (OA D-8). Cet ouvrage assure les échanges entre la zone 3 d'une part, et les zones 4, 5, 6 et 7 d'autre part, il prendra en charge une partie importante des flux de trafic qui empruntaient les avenues Bayrem Ettounsi et de la République.

La structure de l'ouvrage est de type passage inférieur en cadre fermé (PI-CF) de portée 9 m, sa longueur totale est de 60 m. L'importance de cette longueur est dictée par le biais important que présente l'axe de l'ouvrage par rapport à la ligne RFR.

L'ouvrage qui est un Passage souterrain à gabarit normal (PSGN) est bidirectionnel sans séparateur central. Par sens de circulation, il présente une seule voie de largeur 3 m à laquelle s'ajoute une Bande Dérasée de Droite (BDD) de largeur 0,75 m disposée dans un seul sens étant données les emprises disponibles très limitées.

Le gabarit minimal offert par l'ouvrage est de 4,40 m. Les trémies d'accès présentent des longueurs de 80 et de 60 m, leur pente longitudinale est de 8 % des deux côtés. Cette valeur limite s'est imposée par le souci de rejoindre le niveau du terrain naturel avant les accès des rues de Cordoba et 4171

Toutefois, les constructions riveraines du côté Nord restent gênées par les trémies qui se trouvent assez proches des clôtures adjacentes, les accès existants aux habitations sont donc à modifier.

Un aménagement routier du côté Sud de l'ouvrage permet à la rue 4159, dont l'accès se trouve bloqué par les trémies, de se raccorder au niveau de la rue de Casablanca, et ce en face de la rue Menzel Bourguiba.

D'autre part, vue l'importance que pourrait prendre cet ouvrage et par conséquent les rues de Casablanca et de Grenade, le réaménagement du carrefour sur l'avenue TAIEB MHIRI serait éventuellement à prévoir. Ce réaménagement consisterait en l'ouverture du TPC existant et la création de voies de stockage permettant les mouvements "Tourne à gauche".



Figure 1: OA D-8 Franchissement des voies de la rue de Casablanca

1.2. L'aménagement d'un second passage souterrain

Il se situera au niveau de la rue Farhat Hached permettant la dénivellation du Mouvement "Avenue 20 Mars – Avenue de la République" ; (OA D-9). Cet ouvrage permettra l'accès aux zones 2 et 3 à partir des zones 4, 5, 6 et 7.

Cet ouvrage est projeté en prolongement de la rue Farhat Hached. Il part de cette dernière en trémie pour venir s'insérer par la droite dans l'Avenue de la République.

Aussi bien du côté de l'avenue Farhat Hached que de l'avenue de la République, l'urbanisation est de nature résidentielle dense, les emprises disponibles sont très réduites et la hauteur importante que nécessite le gabarit d'électrification ont orienté le choix vers une solution d'ouvrage routier souterrain aux dépens d'un ouvrage aérien qui occasionnera une gêne importante aux riverains et nécessitera des rampes d'accès plus longues.

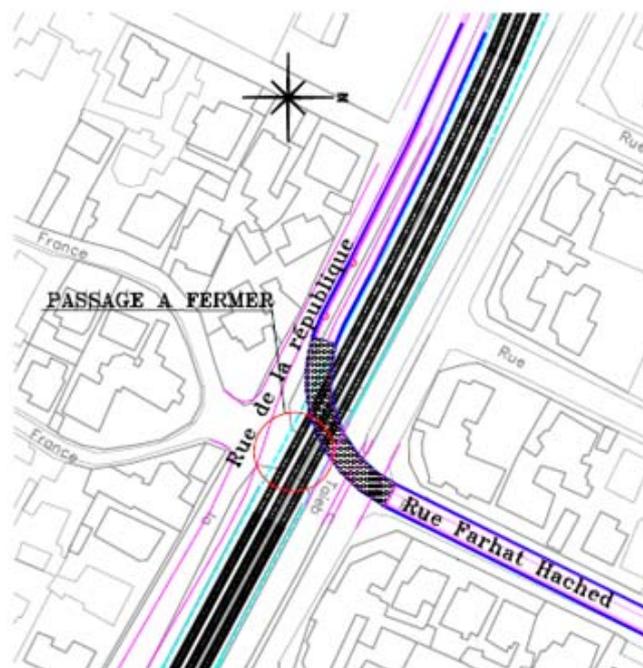


Figure 2: OA D-9 Franchissement des voies par la rue Farhat Hached

La structure de l'ouvrage projeté est de type (PI-CF) de portée 7,5 m. la section couverte présente une longueur d'environ 60 m permettant le franchissement de l'emprise ferroviaire et de l'Avenue Taïeb Mhiri pour remonter le long de l'avenue de la République.

L'ouvrage qui est un Passage souterrain à gabarit normal (PSGN) unidirectionnel, présente une seule voie de circulation de 3,5 m de large à laquelle s'ajoutent une BDD de 2 m de large et une bande dérasée de gauche (BDG) de 0,5 m de large. Le gabarit minimal offert par l'ouvrage est de 4,40 m. Les trémies d'accès présentent une longueur de 90 m et des pentes longitudinales de 7% du côté de l'avenue de la République et de 9% du côté de la rue Farhat Hached, cette dernière pente correspond à une valeur exceptionnelle imposée par la proximité du carrefour précédent avec la rue El Bachir Sfar.

Toutefois, l'aménagement des trémies sur la rue Farhat Hached ne laisse que 3,5 m au maximum d'espace libre de part et d'autre. Les accès aux constructions riveraines existants se trouvent réduits, une solution d'aménagement de trottoirs carrossables a de ce fait été envisagée.

1.3. L'aménagement d'un troisième passage souterrain

Il est prévu au niveau de la place du Bardo permettant la dénivellation des mouvements, "RN5 – Place du Bardo" et "Avenue Bayrem Ettounsi – Place du Bardo" ; (OA D-10). Cet ouvrage permettra la sortie des zones 1 et 2, en direction des zones 4, 5, 6 et 7.

Cet ouvrage permet le regroupement des 2 flux en un seul par l'intermédiaire de 2 trémies d'accès aux passages souterrains. Le croisement entre les deux trémies à une voie se fera en section couverte du passage souterrain pour former un passage souterrain unidirectionnel à deux voies qui ressortira au Sud de la place du Bardo avec une trémie à deux voies.

L'aménagement des quais et des deux voies RFR, nécessite la démolition de l'immeuble situé au niveau de la place. En effet, l'emprise située entre l'immeuble et l'emprise du Métro léger n'est que de 12 m, alors que l'emprise nécessaire pour le passage des trois voies ferrées est de 20 m.

Au niveau des entrées, l'ouvrage est un passage souterrain à gabarit normal (PSGN) unidirectionnel, il présente une seule voie de circulation de largeur 3,5 m à laquelle s'ajoutent

une Bande d'Arrêt d'Urgence (BAU) d'une largeur de 2 m et une BDG d'une largeur de 0,5 m.

Au niveau de la sortie, l'ouvrage est un passage souterrain à gabarit normal (PSGN) unidirectionnel à deux voies de circulation de largeur de 3,5 m chacune. Le gabarit minimal offert par l'ouvrage est de 4,40m.

La structure de l'ouvrage est de type PI-CF avec une portée de 7,25 m en entrée pour chacune des 2 bretelles et une portée de 9 m en sortie.

Il est à noter que cet ouvrage présente un tronçon permettant la jonction et l'insertion des deux trémies d'entrée. La section varie de 15 m jusqu'à 9 m. La longueur totale de l'ouvrage est de 100 m, et celles des trémies d'accès étant de 95 m et de 80m avec des pentes longitudinales maximales de 7,5 %.

1.4. L'aménagement d'un quatrième passage souterrain

Il sera réalisé au niveau de la place du Bardo permettant la dénivellation du mouvement "Place du Bardo – RN5" ; (OA D-11). Cet ouvrage permettra l'accès à la zone 1 à partir des zones 4, 5, 6 et 7.

Cet ouvrage assure le mouvement entre la place du Bardo et l'avenue de l'indépendance (RN5), la trémie d'accès débute au niveau de la place du Bardo, pour sortir du côté Sud au niveau de la RN5.

La section couverte permet le franchissement des voies de la RN7 et des voies RFR et SNCFT, elle présente une longueur d'environ 100 m avec des trémies de longueurs d'environ 75 m de part et d'autre et présentant une pente longitudinale de 7 % du côté de la RN5, et une autre de 8% du côté de la place du Bardo imposée par la distance limitée entre les différents franchissements au sol et le giratoire projeté de la place du Bardo.

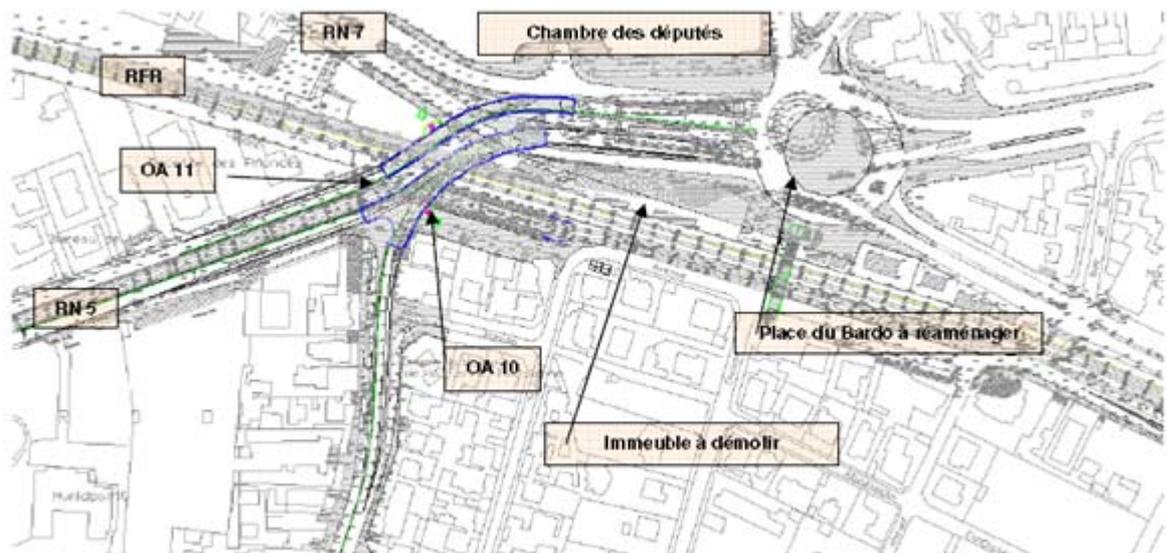


Figure 3: OA D-10/11 Franchissement des voies au niveau de la Place de Bardo

L'ouvrage qui est un Passage souterrain à gabarit normal (PSGN) est unidirectionnel, il présente une seule voie de circulation d'une largeur de 3,5 m à laquelle s'ajoutent une BAU d'une largeur de 2 m et une BDG d'une largeur de 0,5 m. Le gabarit minimal offert par l'ouvrage est de 4,40 m.

Toutefois, l'aménagement des trémies de sortie, utilise toute l'emprise disponible, et ne laisse que 2,5 m d'espace libre du côté des constructions. Un seul accès existe de ce côté, cet accès pourrait être réaménagé et des trottoirs carrossables seraient éventuellement à prévoir sur une partie de l'aménagement projeté.

1.5. Le réaménagement de la place du bardo

Le réaménagement de la place du Bardo en vue d'insérer les trémies d'accès des différents ouvrages.

Les aménagements au sol proposés dépendent des passages souterrains et des trémies d'accès projetées, ils consistent en :

- La création de deux bretelles unidirectionnelles, la première sur l'avenue de l'indépendance (RN5), et la seconde sur l'avenue Bayrem Ettounsi, ces bretelles permettent de rétablir le mouvement "Tourne à Droite" assurant le trafic de la zone 1 vers la zone 2 ;
- La création d'une bretelle "Tourne à Droite" permettant le rétablissement de l'accès vers la rue Annaba ;
- La fermeture du tronçon de l'avenue de la République situé derrière la station métro, cet espace sera utilisé pour la future gare intermodale du Bardo ;
- La séparation des flux provenant de la RN7 en direction de la place du Bardo. Cette séparation s'effectue par la création d'un îlot permettant de séparer, à l'amont de la place, les flux en direction de l'Avenue Habib Bourguiba, de ceux allant à l'avenue 20 Mars ou Taieb MHIRI. Cette séparation est très importante dans la mesure où elle évite le cisaillement avec les flux sortants de la trémie ;
- L'aménagement au sol de voies parallèles à la trémie pour les sens "RN5 - Avenue Habib Bourguiba" et "RN5 – Avenue 20 Mars" ;
- La fermeture du premier carrefour giratoire situé en face de l'entrée de la chambre des députés ;
- Le réaménagement et l'agrandissement du second giratoire afin d'intégrer l'ensemble des branches à adapter conformément à la nouvelle configuration du carrefour ;
- L'aménagement d'une seconde station à la place du Bardo avec Bâtiment Voyageurs souterrain commun au RFR et au métro léger existant.

1.6. La modification du plan de circulation de la zone du bardo

Le projet prévoit également la modification du plan de circulation de la zone du Bardo en vue de son adaptation aux nouveaux aménagements.

La modification apportée au fonctionnement de la zone du Bardo et par l'aménagement des différents passages souterrains dans le cas de la variante retenue nécessite la modification du plan de circulation.

Ces modifications sont rendues nécessaires non seulement par la mise en site propre du RFR, mais aussi par la fermeture du passage à niveau de la rue Ali Bach Hamba et par la fermeture de certaines voiries au niveau des passages souterrains.

Les principales modifications par rapport à la situation existante consistent en la mise à sens unique d'un tronçon de l'avenue de la République, en la réorganisation des sens des voies situées entre le boulevard du 20 Mars et l'avenue de la République et permettant la desserte vers la trémie d'accès du passage souterrain de la rue Farhat Hached, et en la mise à sens unique des rues Annaba, Sakiet Sidi Youssef et Constantine.

- La création de deux bretelles unidirectionnelles, la première sur l'avenue de l'indépendance (RN5), et la seconde sur l'avenue Bayrem Ettounsi, ces bretelles permettent de rétablir le mouvement "Tourne à Droite" assurant le trafic de la zone 1 vers la zone 2 ;
- La création d'une bretelle "Tourne à Droite" permettant le rétablissement de l'accès vers la rue Annaba ;
- La fermeture du tronçon de l'avenue de la République situé derrière la station métro et qui servira à l'aménagement de la future gare intermodale du Bardo ;

- La séparation des flux provenant de la RN7 en direction de la place du Bardo. Cette séparation s'effectue par la création d'un îlot permettant de séparer, à l'amont de la place, les flux en direction de l'Avenue Habib Bourguiba, de ceux allant au boulevard 20 Mars ou Taïeb Mhiri;
- L'aménagement au sol de voies parallèles à la trémie pour les sens "RN5 - Avenue Habib Bourguiba" et "RN5 – boulevard du 20 Mars" ;
- La fermeture du premier carrefour giratoire situé en face de l'entrée de la chambre des députés;
- Le réaménagement et l'agrandissement du second giratoire afin d'intégrer l'ensemble des branches à adapter conformément à la nouvelle configuration du carrefour ;

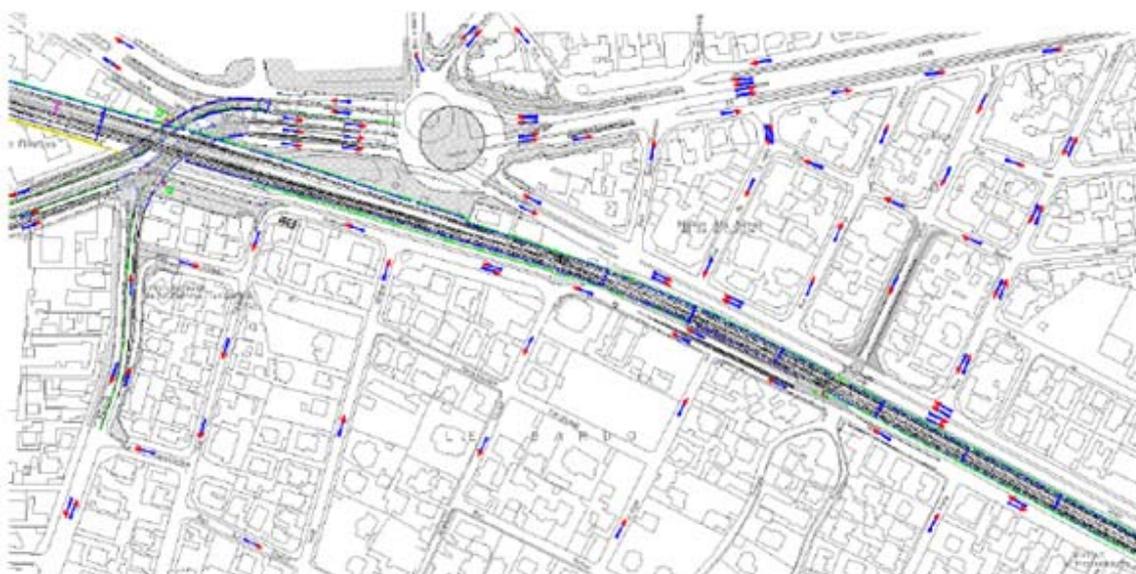


Figure 4: Plan de circulation du Bardo

1.7. Aménagements piétons

Une certaine coupure entre les différentes zones se fait déjà sentir avec la présence des lignes métro et SNCFT, l'aménagement en site propre de la ligne D du RFR, risque d'aggraver la situation si des aménagements spécifiques aux piétons ne sont pas engagés le long de la section Mellassine - Bardo, les passages souterrains étant réservés au trafic routier.

Le tableau suivant récapitule l'ensemble des cheminements piétons projetés le long de cette section :

PK	N° OA ou de pp	Intersection	Passage piétons proposé
4+620	P P C-2	Station Erraoudha	Aménagement d'un passage inférieur piétons
4+870	PSP D-2	Avenue Taïeb Mhiri	Aménagement d'un passage supérieur piétons
5+650	P P C-3	Place du Bardo	Prolongement d'un passage inférieur piétons existant
5+890	-	Station du Bardo	Le bâtiment voyageurs de la station du Bardo permettra les échanges piétons

Tableau 1: cheminement piétons projetés

2. DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT INITIAL DU PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

2.1. Cadre naturel

2.1.1. Cadre topographique

Le tronçon Melassine-Bardo de la ligne D du RFR s'insère dans la plaine de Tunis-La Manouba qui correspond à une basse plaine marécageuse dont l'altitude moyenne varie entre 10 et 20 m et qui s'incline très faiblement des collines qui bordent le Bardo au Nord vers la sebkha Sijoumi qui en constitue le niveau de base.

Cette plaine fait partie de la cuvette effondrée et subsidente de Sijoumi, colmatée par des dépôts alluviaux argileux, argilo-sableux et sableux épais (environ 600 m) d'âge mio-plio-quadernaire.

2.1.2. Cadre hydrogéologique

La plaine du Sijoumi renferme 3 nappes individualisées:

- une nappe phréatique longtemps exploitée par de nombreux puits de surface et dont la sebkha de Sijoumi constitue l'exutoire. Elle est logée dans des formations argilo-sableuses mio-plio-quadernaires et se distingue par son aspect lenticulaire et une discontinuité spatiale. L'invasion urbaine au niveau de cette nappe a fait qu'elle n'est plus sollicitée par l'activité agricole. Cela a engendré une remontée sensible au niveau des puits » (CRDA de Manouba). Cette nappe sera directement affectée par les travaux d'excavations et de fondations et fait l'objet d'un suivi par le BIRH à travers une série de puits mais qui se situent tous en dehors des zones urbaines traversées par la ligne D du RFR.
- une nappe profonde et une nappe intermédiaire complètent le complexe hydrogéologique de cette zone.

2.1.3. Contexte climatique

2.1.3.1. *La pluviométrie*

Les données pluviométriques sont fournies par la station Tunis-Mannoubia ; qui constitue la station la plus représentative et la plus proche de la Sebkha. La moyenne pluviométrique interannuelle est de 450mm avec un minimum absolu de 221mm et un maximum absolu de 808mm.

Les précipitations sont généralement enregistrées entre les mois d'octobre et de mars. Une pluie de plus de 55 mm/jour peut être enregistrée pendant cette période, mais son occurrence est très rare. Les précipitations apparaissent avec une moyenne de 10 à 15 jours par mois. Les mois les moins arrosés se situent entre mai et septembre. En été, on enregistre rarement une pluie de 5 à 10 mm/jour.

2.1.3.2. *Les températures*

La température de l'air est variable au cours des saisons, sa moyenne annuelle est de l'ordre de 20°C. Les valeurs les plus basses sont enregistrées en Décembre. Les minima moyens de températures oscillent entre 6°C et 8°C.

La température peut atteindre en Juillet, lors des vents de type sirocco, des valeurs supérieures à 42°C, mais sa valeur moyenne en été est de l'ordre de 35°C.

2.1.3.3. *Les vents*

Les vents dominants viennent du secteur nord-ouest. Les vents du sud et du sud-est représentent une troisième composante, du printemps à l'automne. Ce vent est une source importante d'évaporation.

Les vitesses moyennes sont de l'ordre de 5 à 8 m/s, alors que les vents les plus forts sont de 9 à 17 m/s. La moyenne calculée pour l'ensemble de la période de 20 ans est de 5,9 m/s sans tenir compte des temps calmes.

2.1.3.4. *L'évaporation*

L'évaporation dans la région de Tunis est relativement importante surtout en été avec les vents chauds provenant des directions sud et sud-est. L'évaporation annuelle calculée par la station météorologique de Tunis-Mannoubia, est de 1424mm.

2.1.3.5. *La faune et la flore*

Étant située entièrement en milieu urbain, l'emprise du projet ne comporte pas de faune sauvage digne d'intérêt, hormis quelques espèces d'oiseaux citadins. Elle ne comporte pas, non plus une couverture végétale naturelle.

Le long du tracé, par endroit, dans les gares existantes et sur les délaissées du DPCF on remarque la présence de quelques arbres de reboisement (eucalyptus, plusieurs variétés d'acacias).

Le long de la barrière de la voie (côté sud de l'avenue de la République) un alignement municipal de lauriers roses est visible. De même que deux alignements de 200 à 300 m chacun ornent le voisinage de la voie SNCFT. Tous ces espaces seront affectés par les aménagements prévus.

2.1.3.6. *Eaux de surface*

Il n'existe pas de cours d'eau dans les parages immédiats de la place du Bardo. Toutefois, les collines bordières situées au nord et au nord-est de la ville comptent un certain nombre de ravins dont la majorité a été estompée par les aménagements urbains (lotissements et infrastructures). Cet état fait que les eaux de ruissellement empruntent la voirie pour venir inonder périodiquement certains quartiers du Bardo et en particulier la place du 7 novembre.

La place du Bardo et les principales voies qui y convergent sont sujettes périodiquement à des inondations qui traumatisent la population et causent une perturbation plus ou moins longue de la circulation automobile et ferroviaire. Le tunnel voisin du métro léger connaît les mêmes désagréments deux à trois fois par an. Diverses causes expliquent cet état dont :

- Un bassin versant très largement urbanisé. Une étude diachronique des cartes topographiques et des photographies aériennes ou satellitaires permet de relever une urbanisation massive et ininterrompue des zones situées à l'amont du Bardo. Cette urbanisation s'est opérée aux dépens des olivettes et des champs de cultures annuelles qui couvraient les espaces environnants. Ceci a eu pour corollaire un changement fondamental du cycle naturel de l'eau, à travers la diminution de l'infiltration et l'augmentation du ruissellement lors des épisodes pluvieux. L'imperméabilisation des sols par les constructions et autres équipements a eu des conséquences aggravantes sur le ruissellement et a augmenté les risques d'inondations.
- Un réseau hydrographique remodelé ou estompé. Le Bardo est dominé au nord et au nord-est par un ensemble de collines qui culminent à des altitudes variant entre 80 et 100 m. Ces collines sont drainées par quelques ravins qui présentent des cours étroits et limités mais dont la pente s'adoucit brutalement au contact de la plaine

voisine pour déverser brusquement leur eau et leur charge solide. La cité du Bardo était à l'abri de l'effet dommageable de ces ravins car l'impluvium est relativement exigu et les terrains agricoles et les friches qui colonisaient les hauteurs et leur piémont assuraient le rôle d'espaces tampons qui absorbaient les volumes ruisselés. L'urbanisation rampante et les infrastructures réalisées (boulevard du 7 novembre) ont introduit des perturbations notables et participé à la désorganisation du réseau. Nombre de ces ravins ont été estompés suite à l'expansion urbaine comme ceux qui dévalaient le versant occidental de la colline de Ras Tabia (rue de Fès par exemple). D'autres ont fait l'objet de travaux de correction ou de déviation comme ceux qui drainaient les collines septentrionales occupées par les quartiers Ibn Khaldoun, Ettahrir el Hadika... Ces travaux de remodelage ont concerné le principal drain qui correspond à oued Bardo qui prend naissance au nord de la cité et qui forme le tributaire de rive gauche de oued Guériana avec lequel il conflue au sud de la cité Bou Mya avant son débouché dans la Sebkhha Sijoumi.

Ces travaux ont porté sur l'endiguement, le recalibrage et le changement de tracé. Or, ces travaux se sont révélés inappropriés ou insuffisants à l'occasion de l'épisode orageux de l'automne 2007. En effet, le pont dalot qui passe sous la voie ferrée au débouché de l'oued à l'aval de cité de Bortal Hayder était obstrué par des débris et incapable d'évacuer de tels débits, ce qui favorisé son débordement et sa « défluviation » pour emprunter l'emprise ferroviaire qui a fonctionné à l'occasion comme un drain et inonder la place du bardo et les quartiers environnants.

- Une morphologie en cuvette artificielle. Les quartiers amont du Bardo sont soit situés sur les versants des collines bordières, soit sur un glacis de raccordement qui assure la transition entre les collines et la plaine de Tunis-La Manouba. Cette topographie favorise l'écoulement gravitaire des eaux de ruissellement qui s'épandaient à la faveur d'une pente très douce ou atteignaient la sebkhha Sijoumi, réceptacle naturel de ces eaux. Ce ruissellement quelque peu entravé par l'emprise de la ligne ferroviaire n'était pas à l'origine d'une stagnation des eaux ou d'inondations impressionnantes. L'expansion urbaine, les nombreux obstacles architecturaux et une série d'aménagements sont venus désorganiser l'écoulement naturel et transformer cette place légèrement déprimée, en cuvette artificielle et en réceptacle des eaux engendrées par le ruissellement entravé. L'emprise du métro léger et les terre-pleins qui séparent le boulevard du 20 mars des contre-allées adjacentes transforment ces dernières en drains qui canalisent des volumes considérables dépassant la capacité d'évacuation du dalot situé sous la place du Bardo.
- Une trame urbaine qui favorise le ruissellement.
La trame urbaine historique correspondant aux quartiers qui jouxtent au nord et au sud l'avenue Habib Bourguiba est en quelque sorte la mémoire de l'eau. En effet, les principales artères qui composent cette maille (rues de Beyrouth, Kamel Atatürk, Carthage, Raqada ...) présentent une direction subméridienne et sont orientées parallèlement à l'écoulement naturel prolongeant ainsi les ravins qui drainaient les collines septentrionales et favorisant ainsi le transit des eaux vers la plaine. Cette bonne compréhension du fonctionnement du milieu naturel semble avoir fait défaut aux concepteurs des excroissances urbaines postérieures aux années soixante dix (cités Fatouma Bourguiba et Hached en particulier). Les îlots filiformes composés d'habitations individuelles aérées et disposant de jardins ont cédé la place à un habitat au contenu social et urbanistique différent, fait de masses compactes qui se placent en travers du ruissellement et qui génèrent davantage de volumes ruisselés. Résultat, les artères jouent désormais le rôle de drains qui évacuent les eaux de ruissellement vers la place du Bardo. Les écoulements sont parfois accélérés par les petites ruptures de pente qui marquent encore la limite d'extension du glacis du raccordement (amont de la rue de Beyrouth et ses environs). Ces rues sont relayées en aval de l'avenue Habib Bourguiba par de nombreuses artères comme la rue des

orangers qui leur servent de relais pour acheminer les eaux ruisselées vers le boulevard du 20 mars.

Par ailleurs, un système de « rues-relais » s'est mis en place. Les rues el Fell et Kébili, situées de l'autre côté de l'avenue Habib Bougatfa servent de réceptacle aux eaux qui dévalent le versant occidental de la colline de Ras Tabia et les canalisent pour rejoindre à travers d'autres rues l'avenue Habib Bourguiba puis la place du Bardo.

Enfin, les trois principales artères du Bardo sont disposées en marches d'escaliers qui expriment la morphologie originelle mais qui favorisent le transvasement des eaux de ruissellement de l'une vers l'autre. Ainsi, l'Avenue Habib Bourguiba est surélevée par rapport au boulevard du 20 mars, qui est à son tour surélevé par rapport à l'avenue Taïeb Mhiri. La superposition de plusieurs couches d'asphalte n'a fait qu'accentuer le dénivelé, au point que l'extrémité de l'îlot triangulaire situé entre le boulevard du 20 mars et l'avenue Taïeb Mhiri (rues Ali Bach Hamba, 13 août, El Arbi Zarrouk, Farhat Hached) se trouve nettement déprimée par rapport à ces deux artères, ce qui en fait l'un des points noirs du secteur.



Photo 1 : Partie amont de la rue de Beyrouth avec au milieu la petite rupture de pente qui accélère le ruissellement et au fond l'avenue Habib Bourguiba



Photo 2 : Rue de Fès à Ras Tabia dont les eaux rejoignent la place du Bardo à travers les rues des quartiers nord du Bardo

Un réseau de collecte des eaux pluviales inexistant sauf au niveau des avenues Habib Bourguiba, 20 mars et Taïeb Mhiri. L'évacuation des eaux pluviales se fait par le biais du réseau de collecte des eaux usées dont le diamètre des canalisations d'excède pas 250 mm et qui se réduit souvent à sa plus simple expression, un avaloir ou deux à l'intersection des rues avec les principales transversales.

La rue de Beyrouth qui s'étire sur environ 850 m ne compte que deux avaloirs à son intersection avec l'avenue Habib Bourguiba. La rue Ziyadet Allah 1er qui est prolongée par celle de Fatouma Bourguiba ne compte que deux avaloirs. La rue Ibn Khaldoun n'en compte qu'un seul, le reste des rues (Istanbul, Raqada) en est

dépourvu. Par ailleurs, et en maints endroits, la chaussée est surélevée et se trouve au même niveau que les accotements qui bordent la trémie du métro léger, ce qui favorise le débordement et le transvasement des eaux dans le tunnel. Ces avaloirs sont souvent inefficaces car bouchés ou défoncés. Dans d'autres cas, l'intégration des grilles d'avaloirs aux surfaces drainantes est imparfaite puisqu'elles ne tiennent pas compte de la pente longitudinale ou sont surélevées par rapport au caniveau ou à la chaussée. Toutes ces imperfections expliquent l'égouttement dissymétrique des principales artères et des chaussées au sein de la même artère.

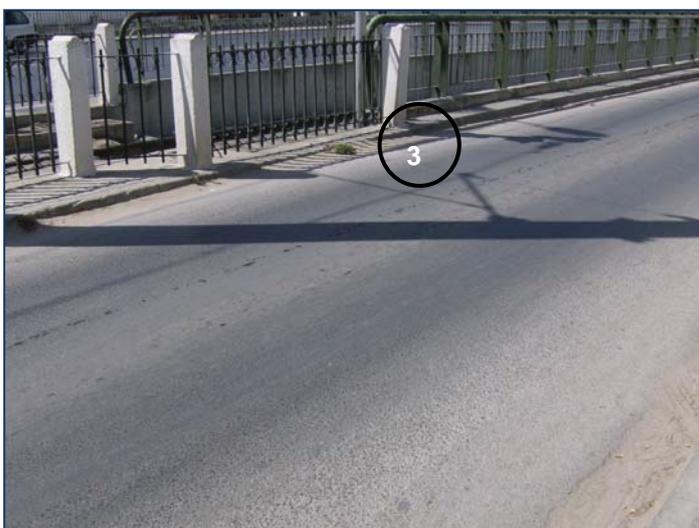


Photo 3 : Avaloir colmaté par les atterrissements de boues et de sédiments sur le boulevard du 20 mars.

Photo 4 : Avaloir obstrué par les débris au niveau de l'avenue Habib Bourguiba

Photo 5 : Chaussée surélevée et au même niveau que l'entrée de la trémie du métro léger sur le boulevard du 20 mars.

Figure 5 : Différentes phase d'expansion urbaine du Bardo et de ses environs



Extrait de la carte topographique de Tunis 1/50000

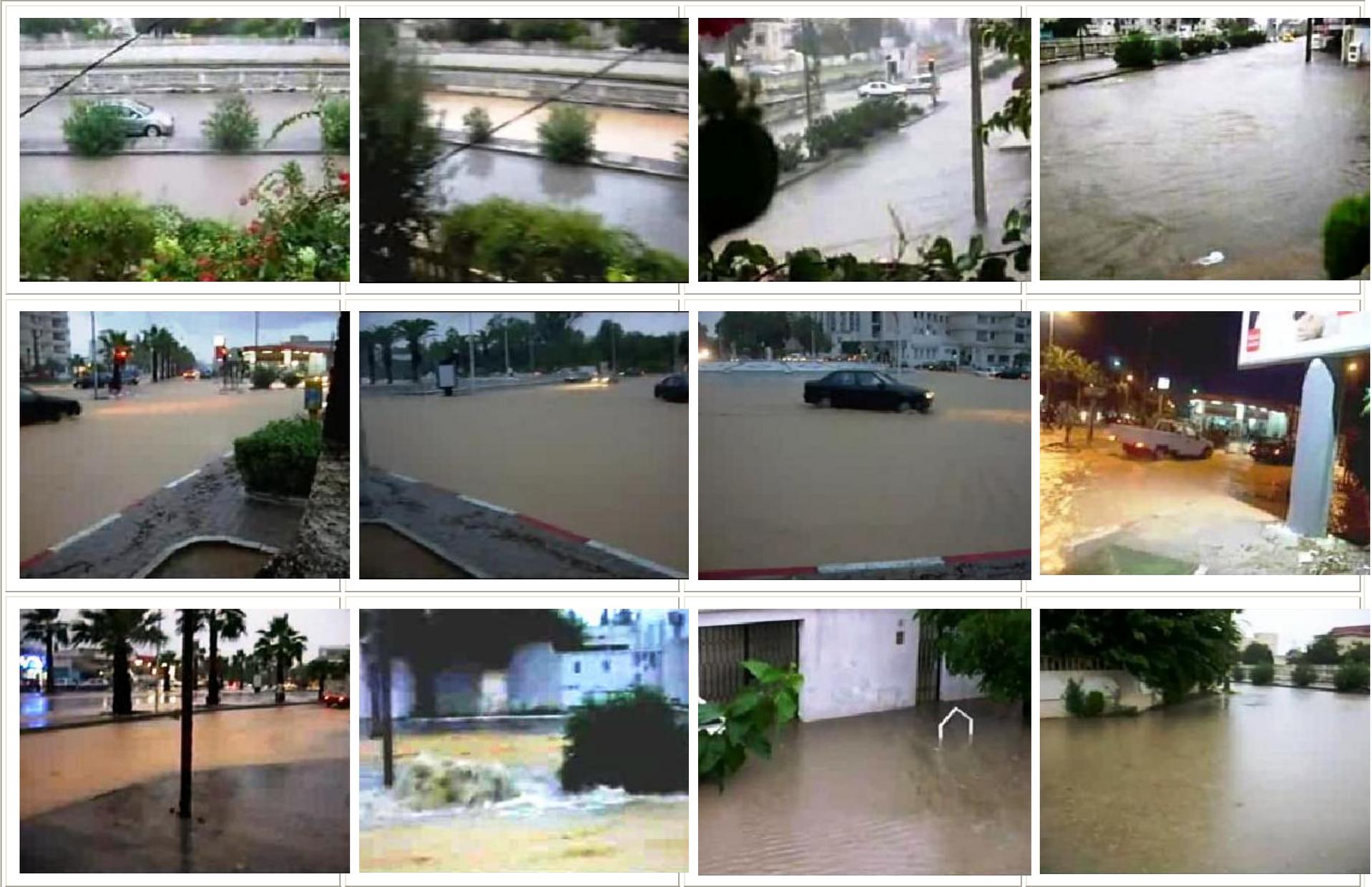


Extrait de la carte topographique de Tunis 1/25 000



Source : Google earth 30 mai 2009

Photos 6 : La place du Bardo et ses environs sous les eaux le 13/10/2007



2.2. Environnement humain et socio-économique

2.2.1. Population

D'après le RGPH de 2004 la délégation du Bardo comptait un total de 70244 habitants. Elle représente 7.13% de la population du gouvernorat de Tunis. Cette population a connu un accroissement remarquable après la seconde guerre mondiale.

Tableau 2 : Evolution de la population du Bardo entre 1926 et 1977

Année	Population (habitants)
1926	384
1936	968
1946	7085
1956	15 977
1966	41 714
1975	49 367

Cet accroissement est dû à l'extension du noyau historique mais surtout à l'apparition de nombreux quartiers à sa périphérie. Signalons que le Bardo a été érigé en commune le 8 mai 1909.

En réalité, certains impacts du projet débordent largement la commune du Bardo pour s'étendre aux secteurs limitrophes, ce qui fait augmenter de manière significative les effectifs de la population. Si on adjoint les populations des délégations d'Ezzouhour, de Sidi Hassine et de Sijoumi, ces effectifs augmenteraient pour atteindre 155 986 habitants, soit 16% environ de la population du gouvernorat de Tunis.

2.2.2. Caractéristiques socio-démographiques de la zone du projet

Les principales caractéristiques sociodémographiques de cette population sont les suivantes :

- La prédominance des jeunes qui représentaient selon le RGPH de 2004, 28.1% de la population totale pour les jeunes de moins de 20 ans mais 48.5%, si on y ajoute ceux de moins de 30 ans, soit un peu moins de la moitié de la population globale. Si on comptabilise les jeunes des délégations voisines susmentionnées, le taux de jeunes bondirait sensiblement. A Sidi Hassine par exemple, le taux de jeunes de moins de 30 ans est de 60% ! A Sijoumi il est de 50.9% et 48.7% à Ezzouhour.
- Un taux de scolarisation élevé estimé à 98.2%, légèrement supérieur au taux national (97.8%). Le taux de scolarisation dans l'enseignement supérieur y est encore plus élevé 42.9% contre 30.7% seulement pour la moyenne du gouvernorat de Tunis.
- Un taux de chômage de 13.3% et inférieur à celui du gouvernorat 14.1% mais aussi de celui des zones limitrophes de Sijoumi (25%), d'Ezzouhour (15.3%) de Sidi Hassine (14.9%).
- Une taille moyenne des ménages <4 personnes au Bardo, contre 4.03% pour le gouvernorat, 4.7% à Sijoumi, 4.67% à Sidi Hassine et 4.29% à Ezzouhour.
- Un taux de motorisation élevé au Bardo, 38.1% contre respectivement 8.3%, 14.5% et 24.5% pour les délégations de Sijoumi, Sidi Hassine et Ezzouhour. La moyenne du gouvernorat se situant à 29.4%.

2.2.3. Economie

La zone du Bardo est essentiellement à caractère résidentiel mais elle recèle des activités productives appartenant en majorité au secteur tertiaire (administration, enseignement, commerces de proximité, grande distribution, services à la personne ...). Le secteur qui jouxte la place du 7 novembre en est l'exemple typique. Il se caractérise par sa mixité fonctionnelle intéressante où se côtoient les fonctions administrative (sièges de la délégation et de la municipalité) et productive. Les fonctions récréative et culturelle sont présentes aussi avec le musée national du Bardo, la piscine municipale, le complexe

sportif de l'armée nationale... La fonction politique liée au pouvoir législatif (chambre des Députés mais aussi celle des Conseillers) et administrative (délégation, municipalité) est éminemment importante

2.2.4. [Infrastructures et équipements socio-collectifs](#)

De par sa situation en plein périmètre communal, la zone d'étude se caractérise par des niveaux d'équipements socio-collectifs élevés même si on note quelques différences significatives entre la délégation du Bardo et les délégations limitrophes, surtout au niveau des équipements sportifs et culturels. Les taux de raccordement des logements aux réseaux publics (d'électricité et de gaz, eau potable, assainissement) sont comparables et se situent à des niveaux très élevés.

Les conditions de logement montrent des écarts importants entre les diverses délégations. Les logements de type villa ou étage de villa représentent 61.3% au Bardo contre 35% à Ezzouhour, 24.5% à Sidi Hassine mais 19.8% seulement à Sijoumi. Les studios ne représentent que 21.1% du total du parc de logements au Bardo contre 78.6% à Sijoumi, 54% à Ezzouhour et 73.9% à Sidi Hassine. Les appartements qui représentent 17.2% de ce parc des représentent que 1.1%, 10.8% à Ezzouhour et 1.2% à Sidi Hassine. Ces conditions de logement expliquent en partie l'affluence des populations de ces quartiers vers la place du Bardo au cours de la saison estivale.

2.2.5. [Le cadre urbain](#)

2.2.5.1. [Le tissu urbain](#)

Le projet s'insère au cœur d'un paysage urbain qui dépasse le simple cadre de la place du Bardo et où le rail constitue un trait de séparation. On peut y distinguer les principales unités suivantes :

Les quartiers situés au nord de la voie ferrée

C'est un secteur composite formé d'éléments variés :

- La place du Bardo. Elle constitue le cœur de cet espace et le point de convergence des principales voies de communication. Le paysage est marqué par la prédominance du minéral représenté par les jets d'eau centraux, le bâti et les infrastructures. Cette place borde des quartiers au contenu urbain varié et en mutation qui souffre souvent de rupture d'échelle. Le long du boulevard du 20 mars et de l'avenue Habib Bourguiba, les immeubles denses et hauts (Bardo Center, bâtiment de l'UIB) côtoient des bâtiments de moindre hauteur. Il s'agit de quartiers mixtes où s'interpénètrent la fonction résidentielle avec des bâtiments à caractère commercial et de services (banques, assurances, services médicaux, grande distribution, établissements scolaires, commerces divers ...). Au nord de la place, cet aspect minéral est cassé par l'îlot vert correspondant à l'emprise de la Chambre des Députés, du musée national du Bardo et du complexe sportif militaire. Il est caractérisé par des bâtiments aérés et de faible hauteur dont la valeur patrimoniale est incontestable, tandis qu'au sud de cette place trône la nouvelle annexe de la Chambre des Députés. Construit en verre et acier à l'emplacement de la station des bus du Bardo.
- Au nord, les quartiers d'habitat social de Hached et de Fattouma Bourguiba qui juxtaposent un habitat dense semi-collectif à un autre légèrement plus aéré.

Les quartiers situés au sud de la voie ferrée

On y distingue :

- Un îlot d'habitations anciennes verdoyant d'époque coloniale (ex-jardins du Bardo) situé au sud de l'avenue de la République. Cet îlot est le plus homogène du tissu urbain et est composé d'habitations basses (habitat pavillonnaire) très aérées en cours de rénovation. Il connaît en outre un début de processus de densification qui touche les franges limitrophes des principales voies d'accès et de la station du métro léger. La fonction résidentielle connaît un début de diversification. En effet, les nouveaux immeubles construits abritent les sièges de quelques administrations (CNSS et CNAM).

- Des quartiers d'habitat social dense réalisés par divers organismes publics (SNIT, municipalité de Tunis ...) dans le cadre des différentes opérations de recasement des populations issues de la Médina de Tunis ou de l'exode rural et de résorption de l'habitat spontané. Ils correspondent aux quartiers de Somrane et Ezzouhour dont la morphologie d'ensemble est assez variée :
 - Les quartiers de Somrane et de Tayarane se caractérisent par leur aspect enclavé et leur morphologie en blocs compacts qui « s'apparente à une conception villageoise » qui privilégie les déplacements à pied et où les ouvertures sont inexistantes.
 - Les différents quartiers d'Ezzouhour et d'Ezzouhour III qui se caractérisent par des plans orthogonaux composés de blocs plus aérés grâce à une emprise plus importante.

2.2.5.2. *La place du Bardo*

La place du Bardo symbolise les divers enjeux interdépendants des places publiques, l'enjeu de mobilité et des usages, l'enjeu identitaire et l'enjeu de sociabilité. Elle a un rôle varié en fonction de l'heure du jour ou de la nuit, de la semaine ou de la saison : lieu de trafic, de commerce, de relations de production, de relations sociales de production et de détente. Ces variations des rythmes impliquent une dynamique des pratiques et de conflits ou de concurrence entre les divers usagers.

▪ L'enjeu de mobilité et des usages.

La place du Bardo est d'abord un nœud routier et elle en est le produit. Point de transit et passage obligé des caravanes et des voyageurs en provenance des régions occidentales du pays depuis les temps les plus reculés, elle se situe au point de convergence de deux axes routiers importants, la RN 5 (avenue de l'Indépendance) et la RN 7 (Avenue du 2 mars 1934) qui connaissent aujourd'hui un important trafic routier, soutenu par l'installation de la gare routière de Bab Saadoun d'où partent les bus vers les gouvernorats de Siliana, Béja, Jendouba et du Kef. Elle permet aussi de relier à travers des pénétrantes les quartiers de Tunis ouest au centre de la capitale mais également aux grandes voies de ceinture et assure, grâce à la voirie de distribution et de desserte, l'accès des habitants aux diverses activités urbaines.

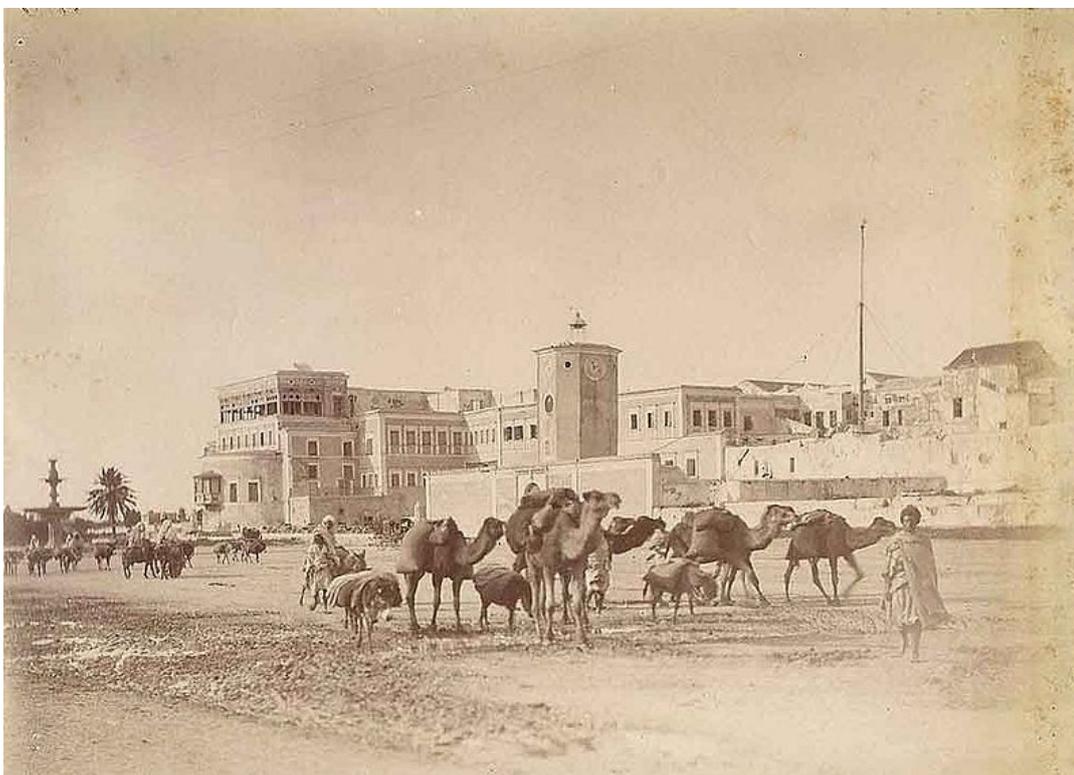


Photo 7 : Caravanes passant par la place du Bardo au début du XX^{ème} siècle

Sa mixité fonctionnelle qui contraste avec d'autres parties de la ville où la fonction résidentielle est dominante, en fait le cœur de la cité et son hyper centre commercial. Elle organise la vie de la cité en permettant à un grand nombre d'usagers d'accéder à tout l'urbain en mettant les fonctions les plus utilisées à leur portée.

Elle assure en outre, une fonction festive ou celle d'espace cérémoniel puisqu'elle a constitué des années durant le point de départ du traditionnel défilé militaire de la fête de l'indépendance qu'accueillait le boulevard du 20 mars et accueille épisodiquement d'autres manifestations festives organisées telle la parade des scouts locaux organisée le 10 mai 2009 dans le cadre des festivités commémorant le centenaire de la municipalité du Bardo ou spontanées comme point de ralliement des supporters après les victoires de l'équipe locale de football ou de l'équipe nationale.

▪ **La fonction de nœud de communication**

Un comptage des véhicules et des piétons a été opéré les 4 et 5 août 2010 au niveau des passages à niveau concernés par les ouvrages de franchissement de la place du Bardo (OA D9 et OA D-10 et OA d-11). Ce comptage s'est étalé sur des tranches horaires significatives et reflétant la nature du trafic estival, les heures de pointe et les migrations pendulaires liées au travail. La première tranche s'est étalée entre 6 et 10 heures du matin et correspond à la plage horaire de début de journée marquée par l'intensification du trafic en relation avec la reprise des activités économiques et sociales. La deuxième tranche a concerné la plage horaire 11 – 15 heures qui représente la fin de la séance unique et le début d'une période d'accalmie relative coïncidant avec la sieste. La troisième tranche, plus courte, a porté sur la plage horaire 18 -21 heures qui marque la fin de l'après midi et le début de la soirée mais surtout l'amorce du mouvement conduisant les populations vers la place du Bardo.

La représentativité de cette opération de comptage est somme toute relative. Sa représentativité ne doit pas faire l'objet d'une extrapolation abusive, dans la mesure où elle est ponctuelle et correspond à une saison donnée, l'été, dont la temporalité et les pratiques sont en net décalage par rapport au reste de l'année. En réalité, les paramètres changent considérablement avec l'entrée en vigueur de l'horaire d'hiver et notamment avec la rentrée scolaire qui voit se multiplier les déplacements des écoliers, des lycéens et des étudiants ainsi que des dessertes spécialement affectées à cette catégorie de la population.

▪ **Le trafic routier**

Les principaux éléments qui ressortent de cette opération de comptage sont les suivants :

- ***Le passage à niveau reliant la place du Bardo aux avenues de l'Indépendance et de Bayram Ettounsi connaît le trafic le plus intense à toutes les heures de la journée.*** Il permet le passage des automobilistes venant des zones 1 et 2 se dirigeant vers la place du Bardo et vis-versa.

Au cours de la tranche horaire 6h-10h, 5149 mouvements ont été enregistrés dans les deux sens.

Au cours de la même tranche horaire, le passage à niveau de la rue Mustapha Khraïef vient en deuxième position avec 2280 mouvements précédant celui de la rue Farhat Hached qui n'enregistre que 2280 véhicules et au niveau duquel sera aménagé l'OA D9. Cependant, ces deux passages à niveau qui court-circuitent la place du Bardo et permettent de relier les zones 2 et 3 aux zones 5 et 6 ont un total cumulé de 4106 véhicules. La différence entre ces deux passages à niveau et celui du Bardo se situe essentiellement au niveau des bus (1 bus contre 302 !) et des vélos et vélomoteurs (303 contre 638).

Entre 11h et 15 h, le passage à niveau de la place du Bardo enregistre le passage de plus de 7000 véhicules (7009) contre 1540 seulement pour le passage à niveau de la rue Farhat Hached.

- ***Le trafic routier est nettement influencé par les migrations pendulaires.*** Ces migrations sont dictées par la discordance entre les lieux de travail et de résidence. En effet, les pics sont enregistrés aux heures de départ et de retour du travail. Ainsi, entre 7 et 8 heures, le passage à niveau du Bardo voit passer 500 voitures et 57 bus en direction de la place du Bardo contre 373

et 42 en direction de Khaznadar-Denden. La tendance s'inverse à l'heure de sortie des bureaux. Entre midi et 14 heures, 1513 voitures et véhicules utilitaires traversent le passage à niveau vers la zone de Khaznadar-Denden contre 1269 seulement en direction de la place du Bardo. Les mêmes observations sont faites au niveau des deux autres passages à niveau. Celui de Farhat Hached enregistre l'entrée de 121 véhicules à l'avenue de la République et 328 sorties en direction de Taïeb Mhiri.

Le pic journalier est atteint entre 11h et midi au passage à niveau de la place du Bardo et de la rue Farhat Hached avec respectivement 3076 et 1430 véhicules.

L'analyse du sens des déplacements montre que pour la journée du 5 août 2010, le nombre de véhicules entrants à l'avenue de la République par le passage à niveau de la rue Farhat Hached (sens de circulation du passage souterrain projeté) a été de 718 entre 6h et 10h, alors que ceux empruntant le sens inverse (vers Taïeb Mhiri) a été de 1108. Ces données donnent une idée sur les reports de flux potentiels après la réalisation du projet.

Le nombre de véhicules passant par la rue Farhat Hached et entrant à l'avenue de la République a été de 1921 véhicules entre 11h et 15 heures contre 741 seulement pour le sens inverse (avenue de la République/avenue Taïeb Mhiri).

Du point de vue de l'intensité du trafic routier, le passage à niveau de la rue Mustapha Khraïef occupe le deuxième rang alors qu'il est appelé à disparaître. Entre 6h et 10, 2280 y sont relevés contre 1826 pour le passage à niveau voisin de la rue Farhat Hached.

- **Le trafic est caractérisé par la prééminence des voitures particulières.** La part des voitures particulières représente 68.3% des véhicules traversant le passage à niveau de la place du Bardo entre 6h et 10 heures. Elles sont suivies par les véhicules utilitaires qui forment 13.4% des véhicules puis les vélos et les cyclomoteurs 12.4% et enfin les bus 5.9%. Ces derniers caractérisent le passage à niveau du Bardo et sont quasi absents aux deux autres passages à niveau.

▪ **Le trafic piétonnier**

Le comptage des piétons effectué lors des journées du 4 et 5 août 2010 montre que le trafic piétonnier se calque en grande partie sur le trafic routier. Les principaux éléments relevés sont :

- **Le passage à niveau de la place du Bardo polarise les plus grands flux de piétons.** Entre 6 h et 10 h un flux de piétons de 4060 personnes y a été enregistré contre 596 pour le passage à niveau de la rue Mustapha Khraïef et 406 seulement pour celui de la rue Farhat Hached. Une bonne part de ce trafic est déterminée par la proximité de station de métro du Bardo. En effet, une proportion non négligeable de voyageurs accède ou sort de la station à partir de ce passage à niveau.

Le mouvement de piétons canalisé par le passage à niveau de la rue Mustapha Khraïef est en partie ordonné par sa proximité des locaux de la CNAM et de la CNSS. D'ailleurs

- **Les flux piétonniers sont également influencés par les mouvements pendulaires.** L'analyse des flux selon le sens du déplacement montre par exemple que le nombre de piétons qui traversent le passage à niveau de la place du Bardo vers Khaznadar-Denden entre 6h et 10h est plus élevé que celui s'opérant en sens inverse, 2053 contre 1506. Le même constat est fait pour la tranche horaire s'étalant de 11h à 15h, avec toutefois l'inversion des flux au profit de la direction Khaznadar-denden, 1421 pour le premier contre 1653. Ces différences s'expliquent en partie par l'accès à la station du métro à travers ce passage à niveau.

Le flux de piétons entrant vers la place du Bardo entre 18h et 21h est plus élevé que celui enregistré en sens inverse, 1446 contre 1321. Cette différence coïncide avec la fréquentation de la place du Bardo par les riverains et en particulier ceux provenant des quartiers de Saïdia, Khaznadar, d'Ezzouhour et de Sidi Hassine.

- **Une part du trafic piétonnier se fait en dehors des passages à niveau.** Tel est le cas entre les cités de Mme Kessler et el Barid. En effet, ces deux cités séparées par l'emprise ferroviaire

sont reliées par une passerelle qui est peu utilisée. Cette dernière est destinée au passage des écoliers et des personnes se dirigeant vers la Saïdia et l'école de la rue de Medenine ou la mosquée el Haramaïn situées toutes les deux du côté de la cité el Barid. Les piétons préfèrent enjamber la voie à la faveur d'un passage non clôturé plutôt que d'emprunter cette passerelle la situation ne devrait pas être sensiblement différente au cours de l'année scolaire. 183 passages de piétons ont été enregistrés entre 11h et 15 heures. Il s'agit de déplacements de riverains ou d'artisans (plombiers, fripiers...) qui n'hésitent pas à traverser la voie avec leurs vélos ou vélomoteurs.

- ***Un nombre relativement important d'handicapés passent par le passage à niveau du Bardo.*** Le comptage effectué permet d'y relever un nombre relativement élevé d'handicapés notamment le matin où 17 handicapés ont traversé ce passage entre 6h et 10h et 12 entre 11h et 15h.

Figure 6: Trafic de véhicules au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraïef, et av. Farhat Hached

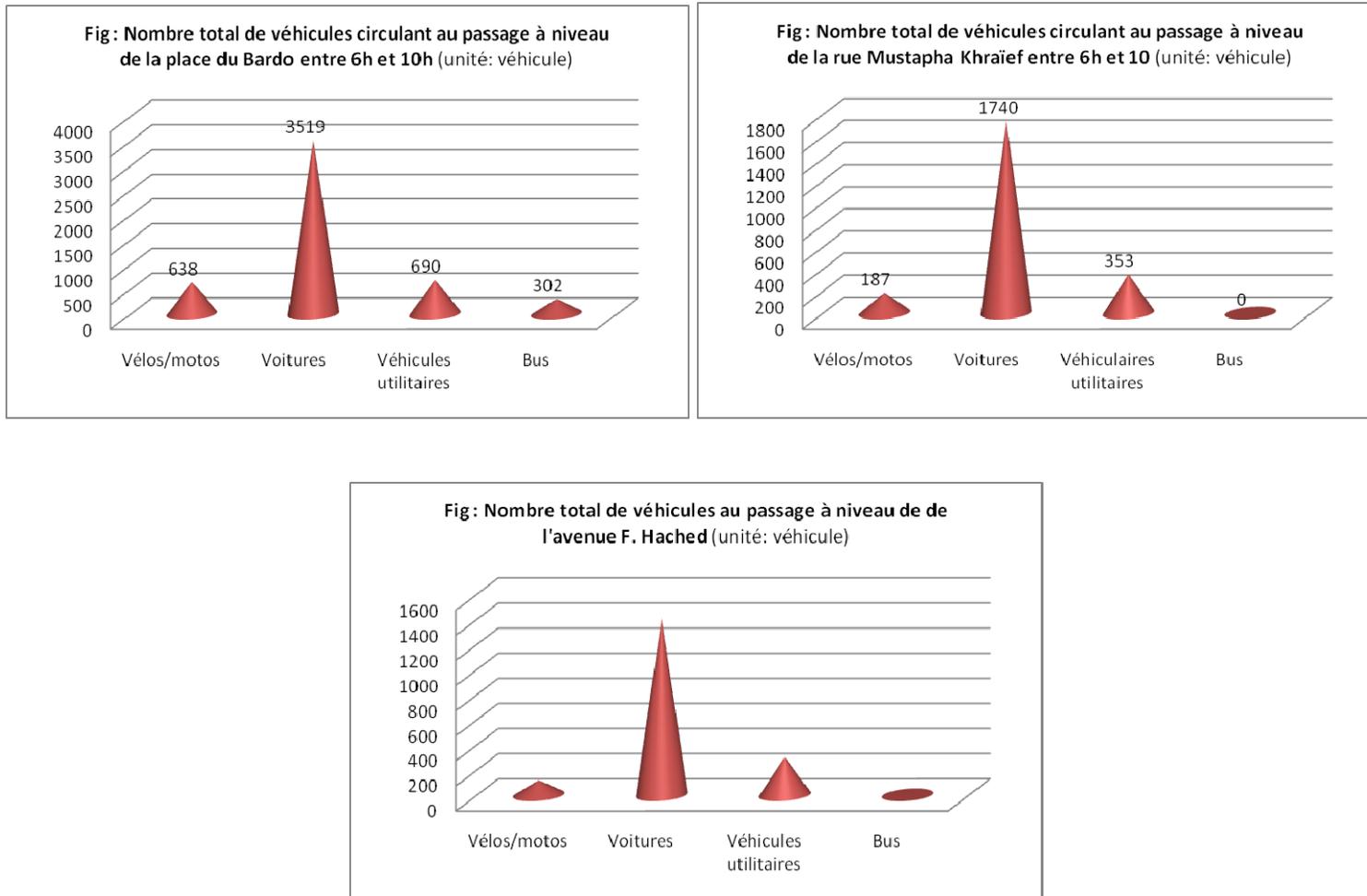


Figure 7: Evolution horaire du trafic routier au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraief, et av. Farhat Hached

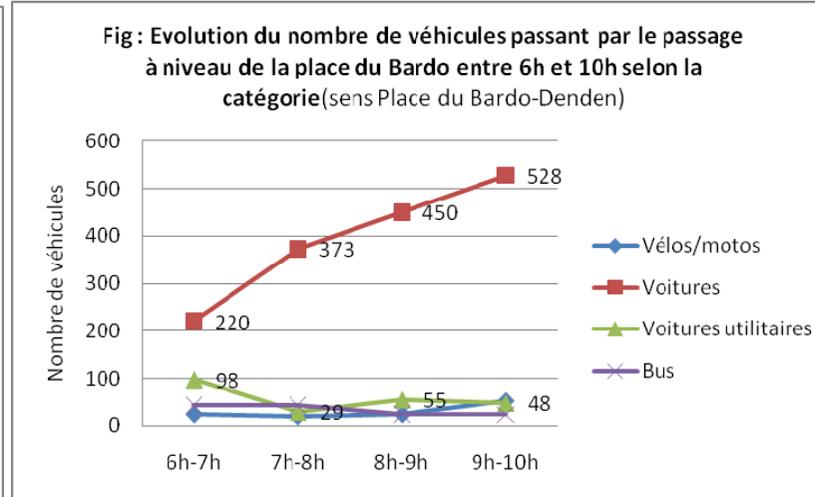
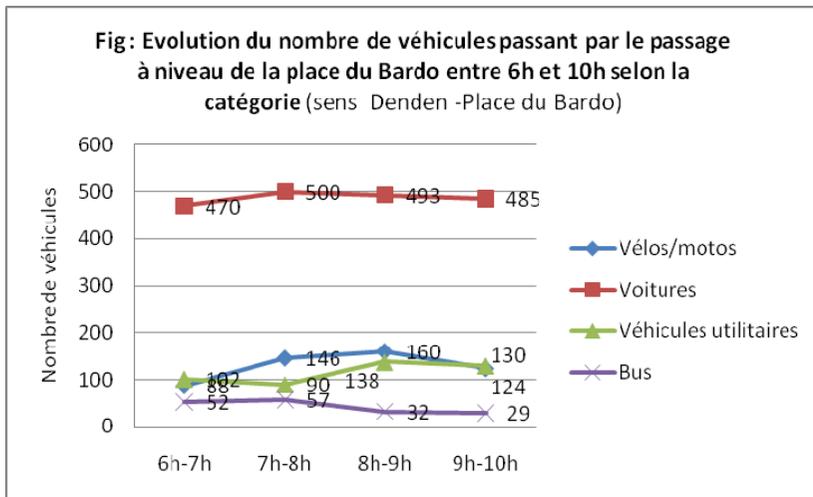
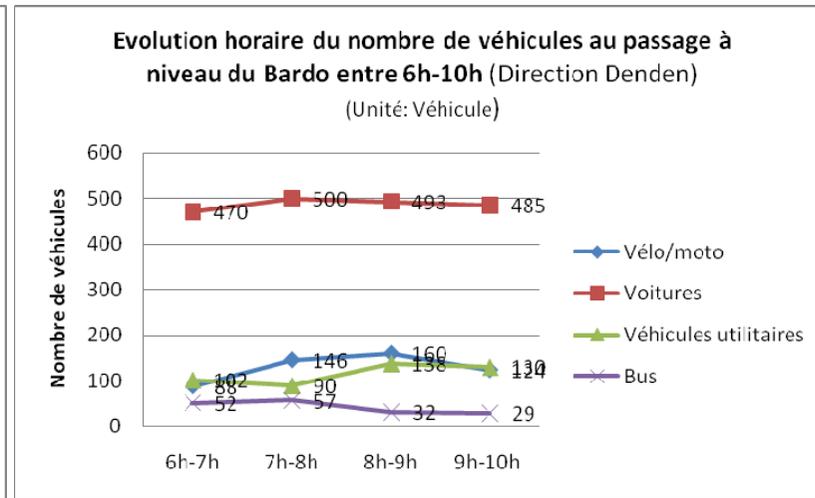
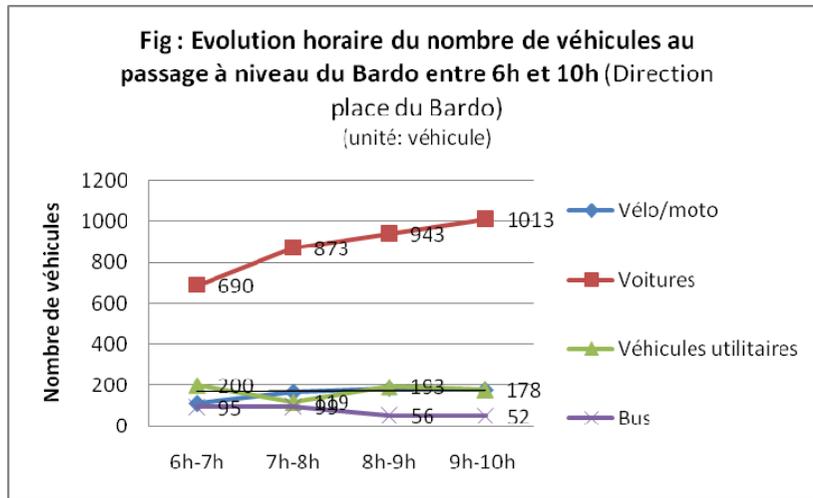
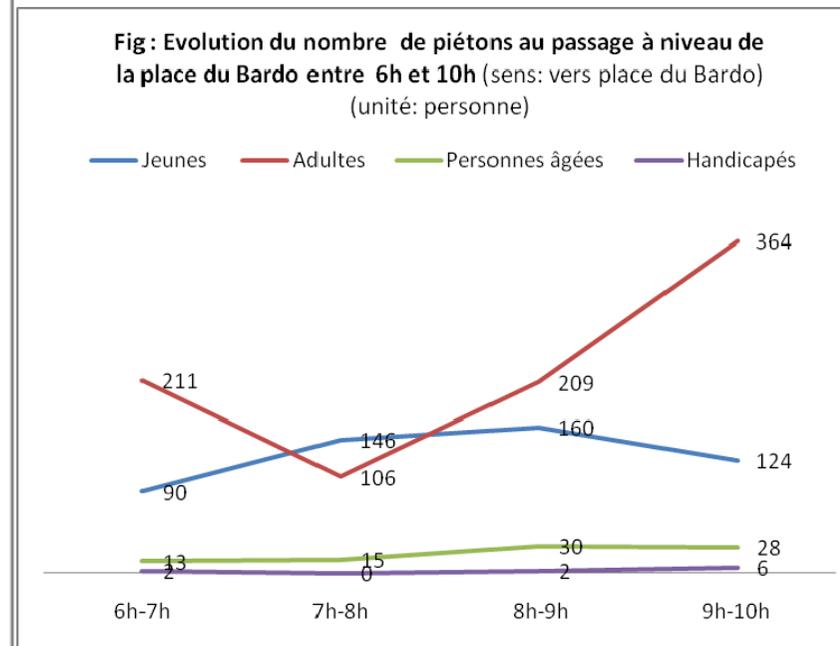
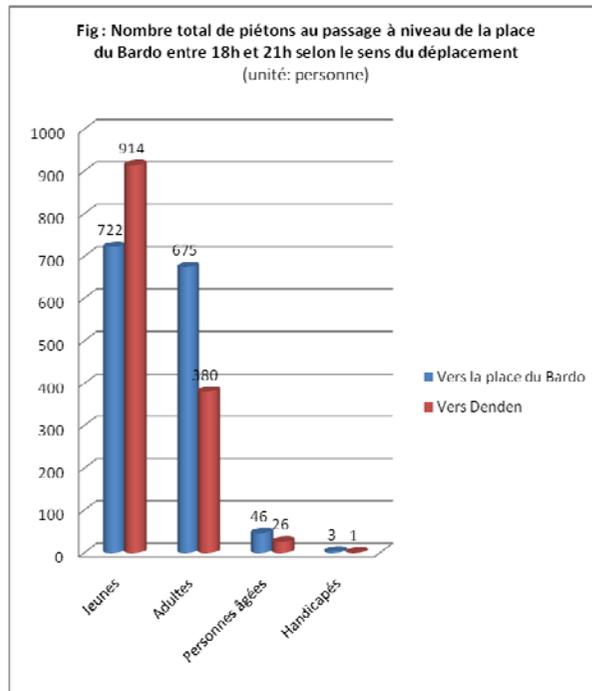
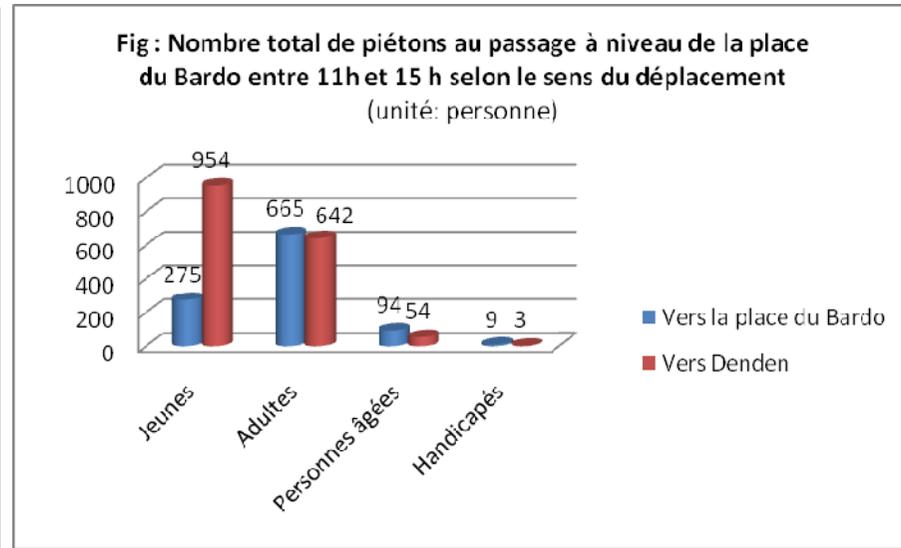
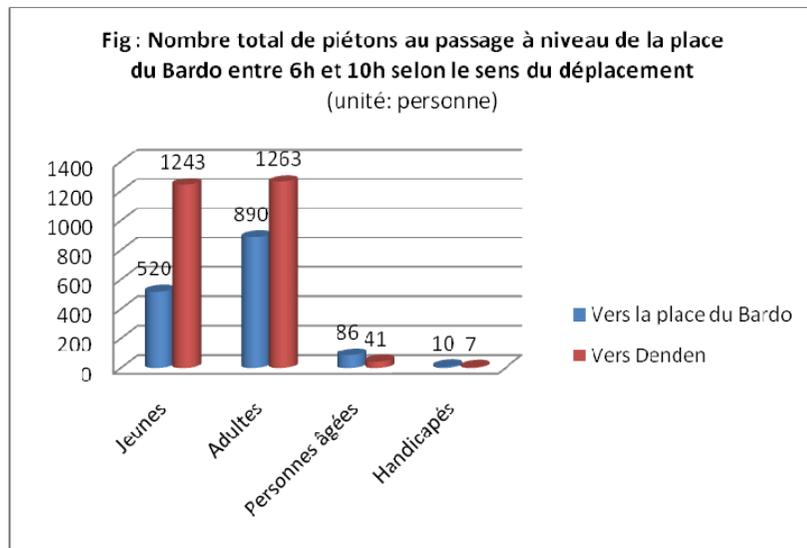


Figure 8: Nombre total de piétons au niveau de la place Bardo, rue Mustpha Khraief, et av. Farhat Hached



▪ **Un lieu identitaire**

Le nom du Bardo est intimement lié à l'histoire moderne et contemporaine de la Tunisie. Le Bardo a été conçu au début du XV^e siècle par le sultan Hafside *Abou Firas Abd el Aziz el Mutawaqil*, qui en a fait une résidence princière et un lieu de villégiature semblable aux palais andalous dont il tire le nom (Prado). Il était constitué d'une multitude de jardins parsemés de demeures royales dont Léon l'Africain s'est fait l'écho.

Les fonctions résidentielles et récréatives qui ont donc présidé à sa naissance ont perduré au gré des vicissitudes de l'histoire mais se sont diversifiées au fil du temps. Le Bardo s'est progressivement mû en symbole de pouvoir abritant dès le milieu du XVII^e siècle les pouvoirs mouradite puis et surtout husseinite. (Voir P. Sebag, 1998)

Avec l'aménagement en 1888 du musée Alaoui, futur musée national du Bardo, les fonctions récréative et résidentielle se sont doublées d'une fonction culturelle.

Après l'indépendance, ces fonctions se sont considérablement consolidées pour faire du Bardo, une grande cité qui ne cesse de grandir et de rayonner, en particulier à partir de sa place, qui abrite l'un des symboles de la souveraineté nationale, la chambre des Députés et plus récemment la chambre des Conseillers qui se trouve à quelques hectomètres plus à l'aval. Cette place est également un haut lieu de la mémoire nationale incarné par certains épisodes de l'histoire nationale, mais singulièrement par le musée national du Bardo.

▪ **Un lieu de sociabilité**

La place du Bardo ne se contente pas de la distribution du trafic ; elle joue un rôle dans la cohésion sociale en tant que lieu de rencontres et d'échanges. C'est « un nid de formes de *sociabilités* » qui s'expriment dans ses divers espaces et à divers moments de la journée: station du métro, cafés, passages piétons, terre-plein central...

Elle est le reflet d'une évolution de la conception de la sociabilité urbaine chez les Tunisiens et un espace dynamique constamment en cours de production par les pratiques quotidiennes et exceptionnelles du lieu. C'est ainsi qu'elle est assaillie durant les soirées d'été par des centaines de personnes qui viennent y rester pendant des durées plus ou moins longues et ce malgré le fait qu'elle ne soit pas aménagée pour la détente. L'espace rend cette place attrayante malgré son aspect « dénudé », voire répulsif pour certains du fait de la forte réverbération diurne due à son revêtement de marbre blanc, de son caractère bruyant, de sa pollution et de l'absence de commodités publiques et de confort (bancs, poubelles...).

Une enquête a été menée au début du mois d'août afin de caractériser la population qui fréquente la place. Il s'agit d'une enquête aléatoire qui s'est déroulée le 4 août vers 22 heures et qui a concerné 40 personnes parmi celles qui étaient présentes ce jour là. La représentativité de l'échantillon demeure limitée, d'autant qu'il s'agit d'un phénomène saisonnier qui se produit approximativement entre les mois de juin et de septembre, c'est-à-dire qu'il coïncide avec les vacances scolaires et les chaleurs estivales. Notons que la soirée ne fut pas particulièrement chaude et que par conséquent l'affluence n'était pas très grande, sachant que l'affluence et la durée du séjour sont variables et tributaires des conditions météorologiques qui prévalent au niveau des quartiers limitrophes. Les nuits les plus chaudes sont celles qui enregistrent les plus grandes affluences et les séjours les plus longs.

Répartition selon le sexe

L'enquête fait d'abord ressortir une nette hégémonie masculine au sein de la population qui fréquente la place le soir, ce qui trahit la nature sexuée de l'espace public comme lieu où s'organise la socialisation mais où se construit surtout l'identité masculine, même si les jeunes filles sont majoritaires au sein de la gent féminine. Ces femmes viennent en famille car elles craignent d'utiliser ces espaces surtout le soir et la nuit.

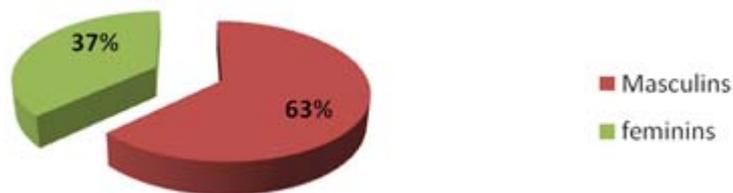


Figure 9: Répartition de la population enquêtée suivant le sexe (%)

Répartition selon l'âge

La population qui fréquente la place montre une nette prévalence des adultes qui représentent plus de 50% dont une importante tranche de personnes âgées de plus de 40 ans (30%). Les jeunes de moins de trente ans sont assez bien représentés puisqu'ils forment l'autre moitié des personnes enquêtées dont environ le quart ne dépasse pas vingt ans.

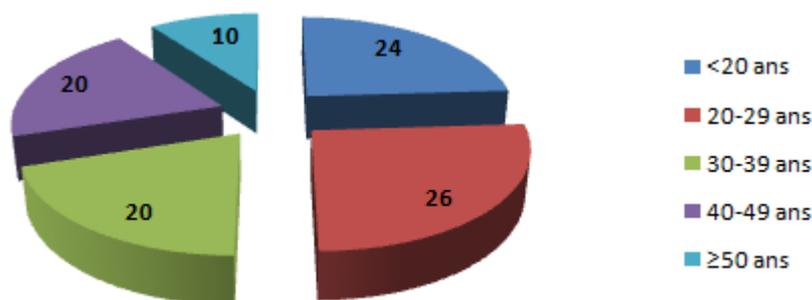


Figure 10: répartition de la population enquêtée par tranches d'âge (%)

Répartition suivant l'origine géographique

La proximité semble un élément déterminant dans la pratique territoriale puisque environ 50% de la population enquêtée est originaire des différents quartiers du Bardo. D'ailleurs, l'enquête montre que cet élément compte pour 30% des personnes. Les cités situées au sud du Bardo, à savoir Tayarane, Ezzouhour Sidi Hassine, viennent en seconde position et totalisent 36%. Le reste des gens qui fréquentent la place viennent essentiellement de certains quartiers ou mêmes agglomérations du gouvernorat de Manouba.

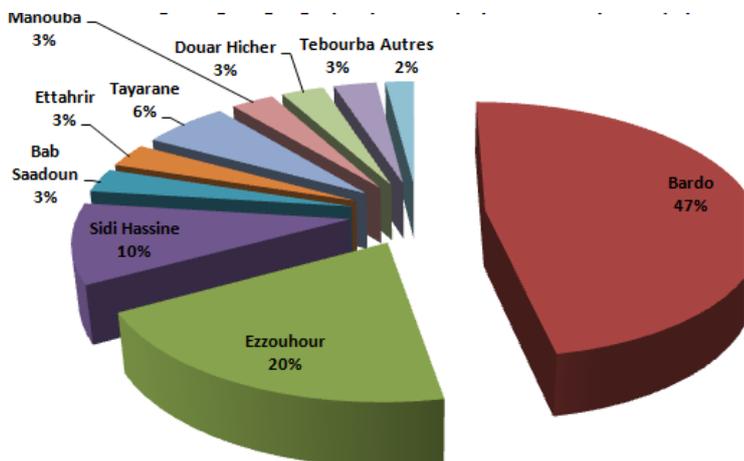


Figure 11: Origine géographique de la population enquêtée (%)

Figure 11: Origine géographique de la population enquêtée (%)

Répartition suivant les secteurs d'activité

La population qui fréquente la place du Bardo durant les nuits estivales est socialement assez bigarrée et ne permet de dégager une appartenance sociale prépondérante. Les élèves et les étudiants représentent 27% des personnes enquêtées. Mais l'élément le plus important est la proportion des femmes au foyer qui représentent le cinquième de l'échantillon. Ces femmes se répartissent équitablement entre jeunes (âge < 30 ans) et adultes (+ 40 ans). Ces dernières proviennent de manière plus ou moins régulière des quartiers limitrophes du Bardo, à savoir Sidi Hassine et Ezzouhour et déclarent arriver en famille après 20 heures. Les fonctionnaires et les artisans forment deux catégories bien représentées.

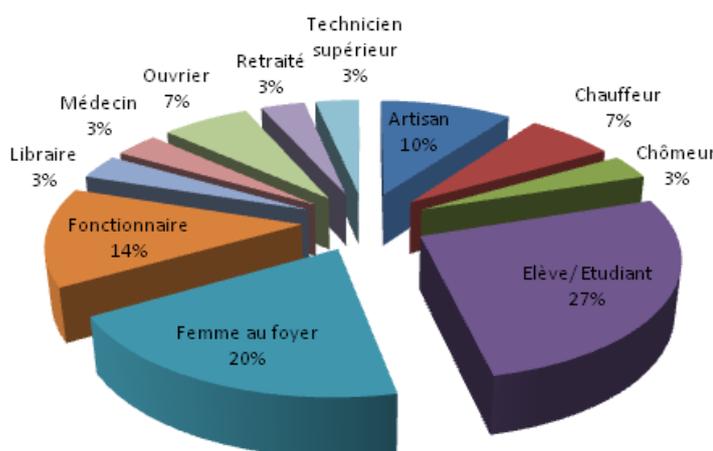


Figure 12: Répartition de la population enquêtée suivant l'activité

Fréquence des séjours, Heures et modes d'accès à la place du Bardo

La fréquence des séjours est variable. Les personnes qui viennent quotidiennement représentent le tiers de l'échantillon (34%) et concernent principalement les jeunes. Les adultes enquêtés déclarent venir de manière occasionnelle, voire rare.

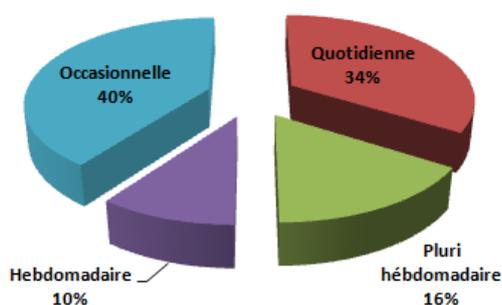


Figure 13: Fréquence des visites à la place du Bardo (%)

Les jeunes de toutes catégories (adolescents, étudiants) sont les premiers à arriver à la place dès la fin de l'après-midi. Les adultes, surtout les femmes sont les derniers et débarquent vers 21 heures, c'est-à-dire une fois les tâches ménagères accomplies.

80% des personnes accèdent à la place du Bardo à pieds ce qui confirme l'importance de la proximité comme facteur favorisant la fréquentation de la place mais aussi le côté flânerie associé à cette pratique. Les autres modes sont constitués par le bus (7%), la voiture (6%) et le métro (3%). Cet

élément est important car il conditionne certains impacts socio-économiques et doit être pris en compte dans les opérations d'aménagement projetés.

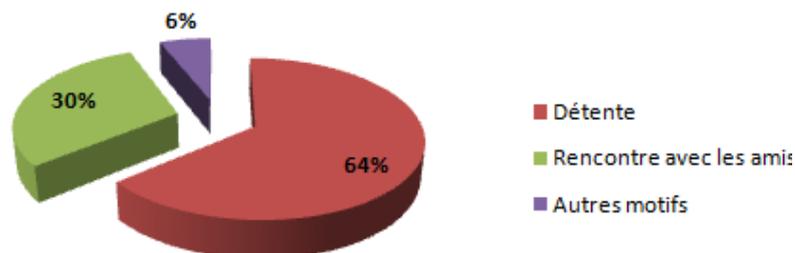


Figure 14:
Motivation de séjour (%)

Motivations et durée de séjour à la place du Bardo

Les 2/3 des personnes enquêtées avancent la détente comme motif de fréquentation de la place du Bardo. Ce motif peut paraître incompréhensible eu égard aux conditions de séjour puisque ces personnes se contentent de s'asseoir sur les rebords des bassins, sur les marches qui mènent à la plateforme centrale ou à même le sol. Une bonne partie de la population en quête de détente provient des quartiers limitrophes du Bardo ou des quartiers d'habitat dense, chose qui trouverait en partie son explication dans les conditions météorologiques qui règnent durant la journée et qui poussent les gens à chercher la fraîcheur au niveau des jets d'eau de la place du Bardo qui sont rarement fonctionnels. L'affluence est le « thermomètre » de ces conditions.

En cherchant à rencontrer les amis, 30% des personnes confirment le rôle de la place publique comme lieu de sociabilité. Cette sociabilité est également attestée par la venue en famille (57% de l'échantillon) ou entre amis (33%) contre 10% de solitaires. Les autres motifs sont invoqués par 6% de l'échantillon et concernent les vendeurs ambulants qui fournissent une multitude de petits services : vendeurs de fruits secs, de gâteaux, de jasmins...

Les séjours sont de durée variable et peuvent s'étaler sur quelques minutes ou plusieurs heures. Plus de 70% des personnes enquêtées (74%) y séjournent entre une et trois heures, alors que d'autres y passent beaucoup plus de temps et leur séjour peut s'étendre jusqu'au petit matin. Les jeunes sont ceux qui y passent le plus de temps.

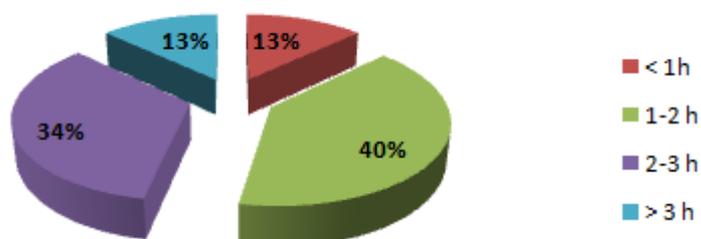


Figure 15: Durée de séjour à la place du Bardo (heure)

Les éléments recherchés

La place du Bardo n'offre ni éléments de confort, ni atmosphère de découverte ou de contemplation. L'enquête montre que la proximité et la sécurité constituent les principaux atouts qui motivent sa

fréquentation, avec respectivement 30 et 19%. La sécurité a été évoquée par toutes les catégories d'âge et socioprofessionnelles enquêtées et notamment par les femmes. La propreté et l'esthétique urbaine occupent le troisième rang avec 17% et sont considérées importantes par les adultes. Ce taux ne manque pas de surprendre vu que cette place n'offre pas d'élément architectural saillant à l'exception des locaux historiques de la chambre des Députés, logés dans l'ancien palais beylical. Or, la valeur patrimoniale de ce monument et la charge symbolique de la place ne semblent pas captiver les personnes enquêtées (5% seulement). Les services et la sociabilité se rangent en dernier lieu et sont recherchés par les jeunes.

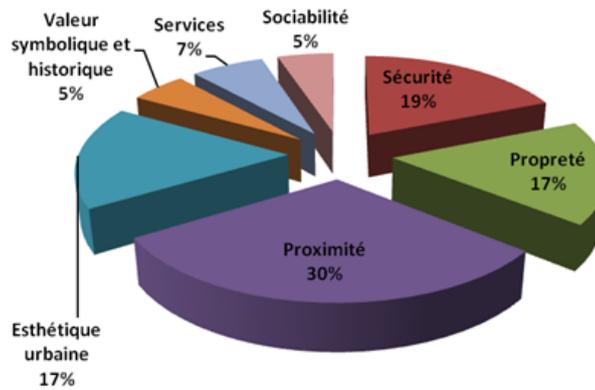


Figure 16: Les éléments recherchés par la population qui fréquente la place de Bardo (%)

LA PLACE DU BARDO, UN LIEU DE SOCIABILITÉ



3. IDENTIFICATION ET ANALYSE DES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

La variante retenue au niveau de la place du Bardo n'est pas celle appropriée

3.1. Impacts liés à la réalisation du projet

3.1.1. [Impacts potentiels du chantier sur l'environnement naturel](#)

Les principaux impacts sont :

Impacts liés à l'installation de la base de vie : déchets solides, eaux de vanne, occupation des sols, emprise du chantier ;

Risques de pollution accidentelle liés au déversement de substances (huiles usagées et carburants) ou à la réparation des divers engins ;

3.1.2. [Impacts potentiels du chantier sur l'environnement humain](#)

Changement des comportements d'achat

- Des effets négatifs temporaires sont prévus pendant la phase chantier (bruit, poussières, difficultés d'accès aux habitations et aux locaux). Ces effets se traduiront pour les riverains par divers désagréments ou par des baisses d'activités ou de chiffre d'affaires pour les commerces qui longent la ligne ferroviaire et des difficultés dans le fonctionnement et l'accessibilité de la ville. Les travaux s'accompagneront par la mise en place d'un nouveau plan de circulation qui, en changeant les habitudes de déplacement de la population, entrainera une modification des comportements d'achat à travers le détournement d'une partie de la clientèle au profit des établissements situés hors zone des travaux. L'appréhension des riverains et des automobilistes est déjà manifeste bien avant le début du chantier.

Dynamisation de certains commerces de proximité et de services à la personne dans les quartiers limitrophes en rapport avec la présence des ouvriers sur le chantier.

3.1.3. [Impacts liés à la présence et à l'exploitation du projet](#)

3.1.3.1. *Impact sur le fonctionnement urbain*

L'actuelle emprise ferroviaire est à l'origine de la structure urbaine marquée par la coupure entre les secteurs nord et sud. Véritable frontière, cette emprise ferroviaire isole deux principaux secteurs : la zone sud constituée notamment des cités de Somrane et Ezzouhour des zones mixtes situées au nord.

L'observation des différents rythmes de fréquentation des polarités situées de part et d'autre du corridor ferroviaire montre qu'en est en présence de trafics importants qui s'additionnent aux déplacements quotidiens. Les divers services répartis des deux côtés de la voie sont fréquentés de manière très variable en fonction des moments de la journée, de la semaine et de l'année. Les services administratifs, les agences décentralisées et les établissements scolaires font l'objet de visites très fréquentes et presque quotidiennes, rythmées par les horaires de travail et les vacances scolaires. Les services commerciaux (marché municipal, grande surface située au Bardo Center,...) génèrent des trafics importants durant des moments spécifiques de la journée. Quant à la place du Bardo, elle connaît un regain de fréquentation au cours des soirées d'été et de manifestations épisodiques. Toutes ces fréquentations subissent les contraintes spatiales imposées par la voie ferrée.

L'aménagement de la ligne D du RFR contribuera à la recombinaison de l'espace urbain, ce qui va influencer sur l'organisation et le fonctionnement de la ville. Il transformera les espaces publics, aidera à la requalification des quartiers et modifiera les pratiques et les usages urbains.

La perception des impacts du projet sur le fonctionnement urbain est plutôt positive au sein de la population enquêtée.



Figure 17: Impacts sur le fonctionnement urbain (%)

Les principales manifestations de la recombinaison de l'espace urbain sont :

Accentuation de l'effet « cassure urbaine ».

Le projet constitue un obstacle fonctionnel qui scellera la séparation physique et confortera la « scission » entre un secteur nord de mixité fonctionnelle et un secteur sud assimilé à une « zone dortoir ». Cet effet de « cassure urbaine » sera l'effet le plus important d'autant que l'infrastructure est rigide, barrée et donc infranchissable. Il sera visible tout au long de l'emprise du projet et se traduira par des coupures de quartiers et un remodelage du schéma de circulation. Cette « cassure » déjà ressentie, entre les quartiers Nord et Sud suite à l'élimination des passages à niveau risque de s'accroître. L'enclavement de certaines zones habitées au Sud de la voie ferrée (Somrane et Ezzouhour III...), associé à un réseau de transports en commun actuellement inexistant ou peu développé, fait de ces quartiers de véritables « trous de desserte » et ne fera qu'augmenter cet effet de cassure. Loin d'être un élément de cohésion et d'identification dans le fonctionnement de la ville, le projet risque d'être perçu comme un outil de déstructuration d'un espace déjà fragmenté.

Redistribution de l'espace public au niveau de la place du Bardo.

Cette redistribution se fera au profit des modes de transports (individuels et en commun) et des bâtiments clos (espaces commerciaux) au détriment des piétons et des fonctions sociale et récréative. La première conséquence de ce projet c'est l'élimination des jets d'eau qui occupent actuellement la place du Bardo et qui en constituent l'attrait majeur, au profit de la voirie et de l'automobile qui semble encore au centre du développement urbain et qui orientera la forme de la nouvelle place. L'emprise de la chaussée va s'élargir et la vocation de la place sera quasi unique, celle de voie de passage, des véhicules privés et des transports en commun en premier lieu. Elle deviendra par contre plus répulsive aux déplacements des piétons, aux personnes à mobilité réduite et à quelques commerces de proximité.

Allongement des temps de parcours et modification des flux routiers.

Pour les usagers, trois paramètres déterminent le choix des itinéraires et la répartition du trafic ; la durée du trajet, la fluidité de la circulation et la sécurité. Ces paramètres se traduisent pour l'utilisateur et pour la communauté en termes de confort, de coûts économiques et émotionnels associés (stress) mais aussi en termes d'impacts environnementaux (différents types de nuisances). Des changements se produiront après réalisation du projet et concerneront aussi bien les piétons que les automobilistes. Deux de ces paramètres au moins, risquent d'être affectés par le projet à divers moments de la journée ou de l'année.

- La durée. La durée du trajet est un élément essentiel pour l'utilisateur qu'il soit automobiliste ou piéton. L'augmentation des distances à parcourir et l'allongement des temps de parcours pour aller d'une fonction à une autre constituent une conséquence prévisible de l'élimination des

passages à niveau. Plutôt que d'encourager la mixité fonctionnelle, ce projet risque d'aboutir à des zones d'activités séparées, ce qui augmente les distances à parcourir, encourage l'usage de la voiture et modifie le comportement à long terme de l'utilisateur. Une étude réalisée en 2001 et citée par le RNEE (2006), a estimé le coût du temps perdu pour les automobilistes dans la capitale à 101 MD et le coût additionnel résultant de l'utilisation des voitures particulières à 190 MD.

Pour le présent projet, quelques cas peuvent être avancés :

- La personne à mobilité réduite résidant à l'avenue Taïeb Mhiri n'aura d'autre choix pour accéder aux bureaux de la CNAM ou de la CNSS situés en face, que de recourir à la voiture et de passer par la place du Bardo ou par le boulevard du 20 mars!
- L'accès aux zones 2 et 3 à partir de l'avenue Taïeb Mhiri exigera le passage par la rue El Arbi Zarrouk puis par la contre-allée du boulevard du 20 mars pour emprunter par la suite le passage souterrain qui débouche sur l'avenue de la République. Il en sera de même pour la sortie de ces zones qui se fait actuellement à travers les deux passages à niveau de l'avenue de la République. Après réalisation des aménagements projetés, la sortie de ces zones se fera désormais soit par le passage souterrain de la place du Bardo, soit par celui de la rue de Casablanca.
- Les habitants de la cité de Mme Kessler se trouveront coupés de la mosquée el Haramaïn (les deux Saintes Mosquées) située de l'autre côté de la voie ferrée à la rue du Sahel (cité el Barid) et de l'école primaire de la rue de Médenine. Pour accomplir leurs prières, ils devront emprunter la passerelle existante ou opter pour la mosquée située dans l'enceinte du musée du Bardo. La passerelle n'est pas pratique pour les personnes âgées qui constituent une part importante des pratiquants et d'ailleurs, elle est boudée par les piétons qui traversent la voie à la faveur d'un passage non clôturé qui les expose à des risques d'accidents.
- La situation du cimetière de Sidi Salah est également édifiante. Principal cimetière du Bardo et situé au nord de la voie ferrée, l'élimination des passages à niveau obligera les piétons venant des quartiers sud à faire de longs détours pour y accéder.

- La fluidité. La circulation gagnera globalement en fluidité après l'aménagement des passages dénivelés. Malgré cela, des encombrements peuvent apparaître au niveau des nœuds routiers et à la sortie de ces passages comme conséquence du changement des conditions de circulation. Le temps passé en peloton risque de grimper sur certaines artères aux heures de pointe et en particulier là où il y a des établissements scolaires et des services. Les automobilistes risquent de subir des embouteillages dont la durée moyenne sera plus élevée que celle enregistrée actuellement au niveau des passages à niveau. A ceci s'ajoutera les encombrements qui pourront se produire au niveau des passages dénivelés en cas de travaux, d'accident ou d'inondation d'autant qu'il n'existe pas de déviation possible.

- Modification des flux routiers.
Le projet engendra la modification du plan de circulation de la zone du Bardo pour l'adapter aux nouveaux aménagements.

Cette modification se traduira par le report des flux sortant de l'avenue de la République et à destination de l'avenue Taïeb Mhiri à travers les deux passages à niveau de la rue Khraïef et Hached vers l'avenue Bayram Ettounsi, en raison de la fermeture du premier et du caractère unidirectionnel du passage souterrain projeté. Le report du trafic concernera également le boulevard du 20 mars qui enregistrera un regain d'activité puisqu'il constituera le point de passage obligé pour accéder au tunnel de la rue Farhat Hached et aux quartiers sud du Bardo.

L'attractivité des itinéraires qui découleront des nouveaux ouvrages sera déterminée pour les automobilistes par la durée du trajet, la fluidité de la circulation et la sécurité ainsi que par les zones d'origine et de destination des flux de migrants quotidiens qui en seraient les utilisateurs potentiels.

Les itinéraires pour lesquels ces ouvrages seraient intéressants sont les suivants :

- Place du Bardo/Avenue de l'Indépendance dans les deux sens: les automobilistes se dirigeant vers la Saïdia, Khaznadar et Denden tireront profit de ce projet et le gain sera encore plus important après la réalisation de l'échangeur sur le boulevard du 7 novembre, qui est en cours ;
- Boulevard du 20 mars-avenue de la République vers zone 3. Par contre, l'accès à la place du Bardo sera plus problématique pour les automobilistes venant de cette zone puisqu'il exigera la traversée des passages souterrains du Bardo ou de la rue de Casablanca, ce qui entraîne un allongement des distances et des temps de parcours.

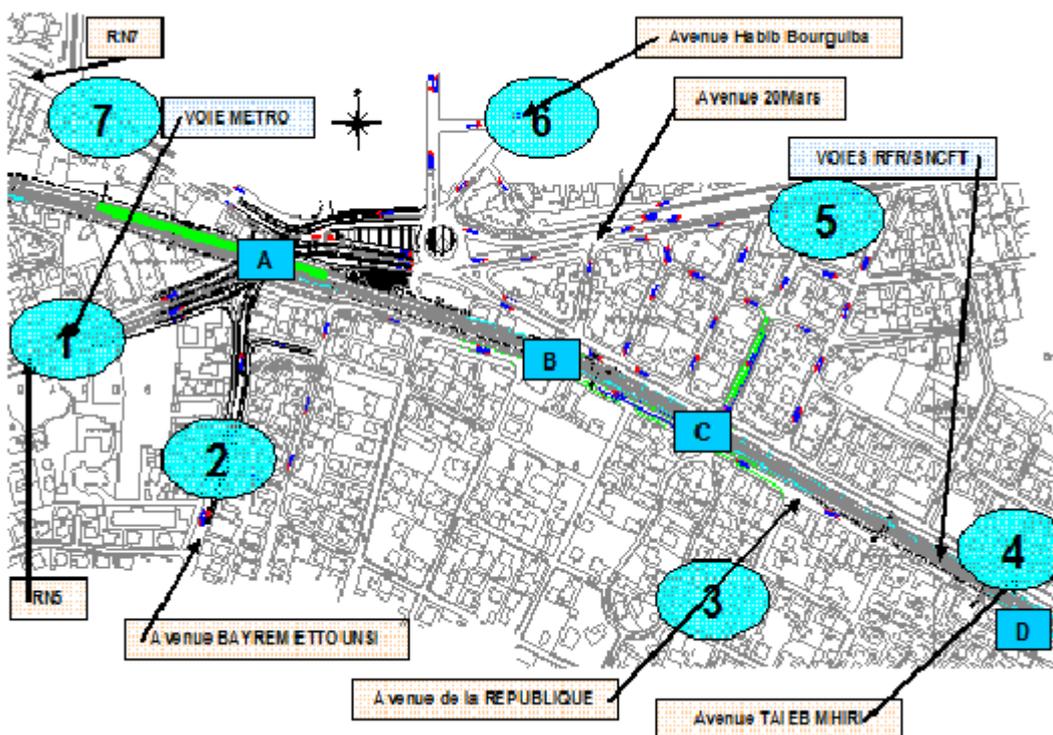


Figure 18: Zoning du Bardo et points d'échange

Modification des « rapports de force » entre la voiture et les piétons au niveau de la place du Bardo.

Les projets de création de nouvelles lignes ferroviaires s'accompagnent souvent par l'émergence d'un nouveau type de voirie urbaine où le piéton a une place plus importante et largement améliorée. Or, la réalisation de la ligne D du RFR va s'accompagner d'impacts qui dérogent à cette règle.

L'aménagement des passages souterrains va se traduire par une fluidification de la circulation et une relative augmentation de la vitesse à l'entrée et à la sortie de ces voies de franchissement et par la prédominance du trafic routier sur les différentes expressions de la vie sociale, en particulier pour les usagers vulnérables (enfants, personnes âgées, personnes à mobilité réduite...). La réduction de l'emprise des trottoirs sur des axes aussi importants que les avenues de la République, de l'Indépendance ou de la rue Farhat Hached est une autre expression de la modification de ces « rapports de force ». L'aménagement des passages souterrains, des trémies d'accès et des voies latérales et l'exiguïté des emprises disponibles nécessiteront probablement le recours à une solution extrême, les « trottoirs carrossables ». Tel sera le cas au niveau de l'OA D-11 qui assure le mouvement entre la place du Bardo et l'avenue de l'indépendance et de l'OA D-9 au niveau de la rue Farhat Hached où l'aménagement des trémies de sortie utilise toute l'emprise disponible et ne laisse que très peu d'espace libre du côté des constructions. L'abaissement des accotements destinés au cheminement des piétons et de la bordure qui en établit les limites rendra ces aires multi-usage

(piétons, véhicules) et constituera un danger potentiel pour les piétons et les riverains mais également pour les véhicules au niveau des nombreuses entrées carrossables des maisons. Ces « trottoirs carrossables » ne manqueront pas de poser des problèmes juridiques. D'abord, elles n'ont aucune existence légale puisque l'article premier du Code de la route de la République tunisienne qui traite de la route et de ses dépendances, définit le trottoir comme étant « la partie de la route en saillie située de part et d'autre de la chaussée destinée à la circulation des piétons. ». Ensuite, elles risquent de soulever des litiges en termes de responsabilité civile (personnes, sociétés d'assurances, municipalités) en cas d'accident d'autant que l'article 119 dudit code autorise les autorités municipales à prendre des mesures plus restrictives que celles prévues par le Code de la route, dans les limites de leurs compétences « lorsque l'intérêt de la sécurité ou l'ordre public l'exige ».

Entrave à l'accès à certains grands équipements et services de part et d'autre de la voie ferrée.

Les deux secteurs de l'agglomération séparés par l'emprise ferroviaire rassemblent des polarités importantes : Sièges CNAM, CNSS, SONEDE, Poste, marché, établissements scolaires, administrations, piscine et autres équipements récréatifs etc.). Cette entrave se fera sentir en particulier par les écoliers, les personnes âgées et à mobilité réduite que le projet semble ne pas prendre en compte. D'ailleurs, les solutions retenues pour le franchissement des piétons sont constituées par des passages souterrains existants ou à aménager et un passage supérieur ! La traversée des personnes à mobilité réduite, notamment des handicapés moteurs, de part et d'autre de l'emprise ferroviaire semble exclue, exceptée en voiture, car le dispositif de franchissement prévu ne permet pas de franchir tous les obstacles architecturaux (escaliers ou passerelle) et sera assimilé à une course d'obstacles.

Tableau 3: Cheminement piétons projetés:

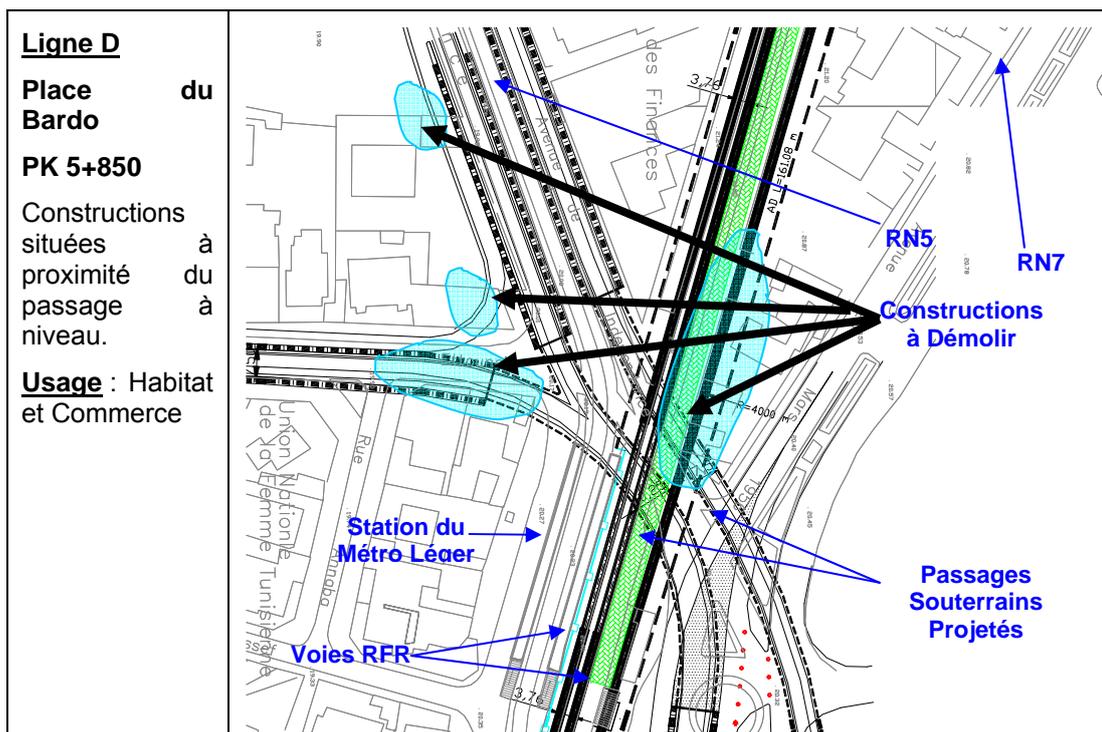
PK	N° OA ou de PP	Intersection	Passage piétons proposé
4+620	PIP D2	Station Erraoudha	Aménagement d'un passage inférieur piétons
4+870	PSP D2	Avenue Taïeb Mhiri	Aménagement d'un passage supérieur piétons
5+650	PIP D3	Place du Bardo	Prolongement d'un passage inférieur piétons existant
5+890		Station du Bardo	Le bâtiment voyageur de la station du Bardo permettra les échanges piétons

Gêne à la circulation et condamnation des entrées carrossables de certaines habitations suite à l'aménagement des trémies et des voies latérales. L'emprise réduite et l'aménagement des trémies et des voies latérales vont causer une gêne au stationnement et à la circulation des véhicules devant certaines habitations et administrations au départ et au débouché des trémies donnant accès aux passages souterrains notamment au niveau de la rue Farhat Hached, des avenues de l'Indépendance et de la République où les capacités de stationnement sont limitées aux abords de ces services, notamment la CNAM et la CNSS. En plus, les entrées carrossables de certaines habitations seront condamnées par les aménagements projetés.

Effet d'emprise sur quelques bâtiments.

Les emprises disponibles sur le tronçon Mellassine - Bardo ne dépassent guère 12 m entre la rue Ali Bach Hamba et la RN5 alors que l'emprise minimale nécessaire à l'élargissement de la plate-forme de la ligne D et de la voie SNCFT est de 13,43 m. Par ailleurs, l'aménagement des quais de la station du Bardo nécessite l'écartement des voies du RFR et l'emprise nécessaire se trouve élargie à 20 m. L'insuffisance de la largeur de l'emprise ferroviaire à l'approche de la place du Bardo nécessitera la démolition de plusieurs constructions dont l'annexe de la chambre des députés.

Figure 19: Emprise des constructions à démolir au niveau de la place du Bardo



Revalorisation de certains axes urbains

Au niveau de l'immobilier, le projet se traduira par la revalorisation de certains axes urbains et de certains quartiers sur des profondeurs variables, particulièrement le long du corridor ferroviaire. Les principales artères sont les plus concernées (avenue Taïeb Mhiri, avenue de la République, avenue Bayram Ettounsi). Cette revalorisation prendra l'aspect d'opérations immobilières qui allieront le logement, le commerce et des activités diverses. Par ailleurs, ces secteurs enregistreront vraisemblablement un renchérissement des prix des terrains et des loyers et feront également l'objet d'une restructuration du tissu urbain avec en particulier une accélération du processus de densification du bâti.

Densification des « friches ferroviaires » urbaines.

L'emprise ferroviaire est relativement importante et accessible aux piétons entre la cité de Mme Kessler et El Bortal. Ceci transforme par endroits le DPCF en dépotoir où les tas d'immondices s'amoncellent, causant de multiples nuisances aux riverains. L'aménagement de la ligne D du RFR mettra fin à ces abus en valorisant la totalité de l'emprise et en fermant l'accès.



Figure 20: Bordure de la voie ferrée transformée en dépotoir au niveau de la cité el Barid

Transformation de l'axe routier Place du Bardo-Avenue Taïeb Mhiri en voie « soulagée » et sécurisée.

Grâce à la suppression des deux passages à niveau cet axe routier gagnera en sécurité. Ceci aura pour résultat la fluidification de la circulation suite à l'élimination des deux feux de signalisation situés au niveau des rues Farhat Hached et Mustapha Khraïef et la suppression des bouchons occasionnés par la fermeture intermittente des barrières automatiques et le non-respect des règles qui régissent la circulation routière.

3.1.4. [Impacts sur le cadre de vie et la santé humaine](#)

En phase de chantier

Les principaux impacts environnementaux et sociaux prévisibles sont :

- Perturbations dues au déplacement de certains réseaux (électricité, eau, téléphone) et qui peuvent causer des coupures momentanées d'alimentation et donc des désagréments aux populations ;
- Perturbation de la circulation routière et ferroviaire (réseau SNCFT): ralentissement ou allongement des parcours, déviations de la circulation, risques d'accidents ;

- Impacts sur la qualité de l'air suite au dégagement de poussières et de fumées ;
- Impacts sonores dus aux engins et aux travaux ;
- Perturbation des écoulements de surface par le caractère linéaire et de l'effet de « barrage » de la plateforme ;
- Impacts visuels dus à l'occupation des terrains et à l'encombrement par les gros engins et les zones de stockage des matériaux ;
- Risques pour la sécurité des personnes en rapport avec la proximité des habitations, des commerces et de certains services et en particulier les établissements éducatifs (écoles et jardins d'enfants).

Après la réalisation du projet

Les principales manifestations de ces atteintes au cadre de vie sont :

La pollution atmosphérique

Au niveau de la place du Bardo, l'ampleur des émissions imputables aux véhicules fait défaut. Mais les facteurs d'émission des véhicules sont relativement élevés du fait de la fréquence des bus et de l'importance du trafic des véhicules utilitaires roulant au diesel. Ces facteurs sont accrus par l'âge, l'usure et le mauvais entretien d'une partie du parc automobile. Et compte tenu des caractéristiques urbanistiques du secteur, les conditions de vie font que les gens se trouvent souvent à proximité immédiate des voies de circulation.

L'impact du projet sur la qualité de l'air peut être considéré comme étant globalement positif dans la mesure où les motrices électriques ne constituent pas un facteur de pollution atmosphérique. D'un autre côté, le projet sera à l'origine d'une baisse des niveaux moyens de polluants d'origine routière par comparaison avec ceux enregistrés avant le projet. Cette baisse est liée à la diminution des émissions de polluants suite à la modification des schémas de circulation, à la réduction de l'arrêt moteur au ralenti au niveau des feux tricolores et des passages à niveau de la place du Bardo et à la diminution du nombre de bus qui passent par cette place.

Pour la caractérisation des polluants atmosphériques, les facteurs d'émissions atmosphériques consignés dans le tableau qui suit ont été considérés. Ces derniers concernent la catégorie véhicules utilitaires légers diesel représentée par les bus.

Tableau 4: : Facteurs d'émissions des polluants issus des déplacements à moteur « chaud » pour la catégorie bus

Nature du polluant	Facteur d'émission
CO	2,00
CO2	328,21
NOx	1,60
HC	0,40
SO2	0,43
Parts	0,95

Source : rapport EDF 1994 : transport des marchandises dans l'île de France

Les hypothèses de calcul des émissions ont été formulées sur la base d' :

- Un intervalle de 8 minutes par passage de rame.
- Une durée de fonctionnement journalière de 15 heures.
- Un nombre d'équivalent bus a considéré une capacité de 60 voyageurs par bus.

Tableau 5: Hypothèses de calcul des gains en émissions atmosphériques

Charge moyenne / rame	40%
Nombre de personne /rame	2 600
Nombre moyen de voyageur par rame	1 040
Nombre de rame par jour	105
Nombre de voyageurs par jour	109 200
Nombre équivalent bus	1820

En supposant que les futurs utilisateurs du RFR soient d'anciens usagers du bus, les résultats obtenus représentent l'impact positif du projet en matière de réduction de gaz à effet de serre (le gain journalier) à :

Tableau 6: Gains en émissions atmosphériques (*)

Emissions en g/jour	Catégorie	Facteur	2010	2015	2020	2025
CO	VU LD	2,00	3640	4 368	5 242	6 290
CO2	VU LD	328,21	597 342	716 811	860 173	1 032 207
NOx	VU LD	1,60	2 912	3 494	4 193	5 032
HC	VU LD	0,40	728	874	1 048	1 258
SO2	VU LD	0,43	783	939	1 127	1 352
Parts	VU LD	0,95	1 729	2 075	2 490	2 988

(*) Résultats à titre indicatif

Soit un gain journalier de :

- Environ 4 Kg de CO à court terme
- Environ 600 Kg de CO2 à court terme et 1 tonne de CO2 à long terme (2025)
- Plus de 1 Kg de SO2 à long terme
- Plus de 1 Kg d'hydrocarbures à long terme
- 3 Kg de NOx à court terme
- Environ 2 Kg de particules fines dans l'air

Les effets de cette pollution par les émissions sont classés en deux groupes :

- Des effets à court terme liés aux variations journalières des niveaux d'émissions de polluants. Ils se manifestent par des signes cliniques, fonctionnels et biologiques qui surviennent dans des délais assez courts (quelques jours à quelques semaines)
- Des effets à long terme consécutifs à une exposition chronique (plusieurs mois à plusieurs années) et qui peuvent induire des problèmes sanitaires plus ou moins sévères (surmortalité, réduction de l'espérance de vie, affections pulmonaires plus ou moins graves.).

Les effets des particules et des principaux gaz émis sont les suivants :

- Le dioxyde de soufre est un gaz irritant peut déclencher un spasme bronchique chez les asthmatiques, augmenter la fréquence et l'intensité des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) ou encore altérer la fonction respiratoire chez l'enfant ;
- Les particules dans l'air contribuent à une irritation bronchique, en particulier chez les enfants. Certaines particules ont par ailleurs des propriétés nocives pour les fœtus, et sont cancérigènes. Elles sont par ailleurs responsables d'effets dits sans seuil, c'est-à-dire que le risque de mortalité est lié à l'exposition.
- Le dioxyde d'azote peut pénétrer dans les plus fines ramifications des voies respiratoires et peut dès 200 µg par m³ d'air, entraîner une altération de la fonction respiratoire et une irritation des bronches chez l'asthmatique et, chez les enfants et augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes ;
- Le monoxyde de carbone a la propriété de se fixer à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant ainsi à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. A taux importants et à doses répétées, il peut provoquer la diminution de la vigilance ainsi que des maux de tête, vertiges, asthénie ou vomissements ;
- Les effets des hydrocarbures peuvent aller de la simple gêne olfactive, à une irritation (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets nocifs pour le fœtus et des effets cancérigènes (benzène).

Toutefois, ces projections sont faites pour l'ensemble de la ligne D du RFR et les gains à obtenir au niveau de la place du Bardo ne pourront pas venir du report modal qui risque d'être insignifiant. En effet, l'offre de transport est déjà relativement étoffée au niveau de la place du Bardo et des secteurs environnants (métro léger et bus) et l'apport de la nouvelle ligne ferroviaire sera fort limité. Une bonne part de la population qui réside à proximité immédiate de la place du Bardo (les jardins du Bardo, secteurs limitrophes de l'avenue Habib Bourguiba) se caractérise par un taux de motorisation élevé (38% pour la délégation du Bardo) et appartient à la catégorie des automobilistes exclusifs (cadres supérieurs, fonctions libérales, commerçants...) pour lesquels le report modal n'est pas à l'ordre du jour et qui restent très attachés à leur moyen de transport. Quant aux usagers des transports publics qui appartiennent aux catégories populaires issues des quartiers de Somrane, de Hached ou de Fatouma Bourguiba, le report est inexistant, puisque ne disposant pas de voitures ou mieux situés par rapport à d'autres modes de transport. Le constat fait dans le rapport national sur l'état de l'environnement de 2006 restera encore d'actualité. La régression de la part du transport public en commun dans le grand Tunis est un fait. Elle est passée de 50 % au début du IX^{ème} plan à 40 % au début du X^{ème} plan et à 36 % à la fin du X^{ème} plan.

Par ailleurs, les gains enregistrés pourraient être annihilés par l'allongement des parcours et par les bouchons qui risquent de se produire à la sortie des passages souterrains, lesquels augmenteraient les émissions de polluants au niveau des zones résidentielles. L'exiguïté de la voie, l'existence de quelques services administratifs (CNAM et CNSS) et la simultanéité des horaires dictés par les rythmes scolaires et professionnels (entrées et sorties des classes, horaires de travail) favoriseraient le ralentissement du trafic, l'allongement de la durée moyenne en peloton et l'encombrement de la voie au niveau de l'avenue de la République et des rues limitrophes.

En Tunisie, le chapitre V du Code de la route fixe les dispositions relatives aux fumées et bruits émis par les véhicules. L'article 132 définit le cadran de l'appareil de mesure de l'émission de la fumée et qui doit être gradué de 0 (transparence de l'air ambiant) à 100 unités (limite inférieure de l'opacité complète) les valeurs mesurées ne doivent pas excéder les limites ci-après:

Catégories des véhicules	Nombre d'unités
1- Voitures particulières	40
2- Autobus et autocar	45
3- Véhicules utilitaires à moteur dont le poids total roulant autorisé dépasse 6 T	45
4- Véhicules utilitaires à moteur dont le poids total roulant autorisé dépasse 19 T	50
5- Tracteurs routiers, véhicules utilitaires à moteur dont le poids total roulant excède 19 T	60
6- Véhicules et tracteurs agricoles	60
7- Matériels de travaux publics	60

Source : République tunisienne, Code de la route. Imp. Officielle.

Les nuisances acoustiques et vibratoires liées à l'augmentation du trafic.

La zone d'étude se trouve déjà en situation de multi exposition, c'est-à-dire qu'elle subit les bruits provenant d'infrastructures routières et ferroviaires. La place du Bardo connaît déjà une ambiance sonore non modérée.

Tableau 7: Niveaux sonores actuels, sans le projet au niveau de la place du Bardo

N°	Localisation	Occupation du sol	Mesures entre 11 h / 12 h	Mesures entre 17 h / 18 h	Mesures entre 23 h / minuit
PK 5+800	Le Bardo	Place urbaine	73/88dB	70/89 dB	63/82 dB

La majeure partie de la zone d'étude se situe en zone d'ambiance sonore préexistante modérée. Ces nuisances peuvent soulever l'hostilité d'une frange de la population dont le courroux risque de s'exprimer de manière violente comme c'est le cas pour les trains de la SNCFT qui essuient régulièrement des actes de vandalisme au niveau de certains quartiers tunisois.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a établi des valeurs guides relatives aux effets spécifiques du bruit sur la santé (OMS ; Véhicules à moteur et pollution atmosphérique ; Impact sur la santé publique et mesures d'assainissement, Genève 1992)

À l'extérieur, les nuisances sont considérées comme gênantes à partir de 50 dB(A), dans les logements à partir de 35 dB(A), dans les chambres à coucher à partir de 30 dB(A).

Les impacts de ces bruits ne sont pas négligeables pour la santé des personnes même s'ils ne sont pas encore quantifiés. Les principaux effets du bruit sur la santé sont la perturbation du sommeil, les effets sur le système cardiovasculaire et en particulier l'hypertension artérielle (niveaux entre 60 et 80 dB), la santé mentale et le rendement scolaire chez l'enfant (EC, 2004).

Les sources de ces nuisances sont constituées par :

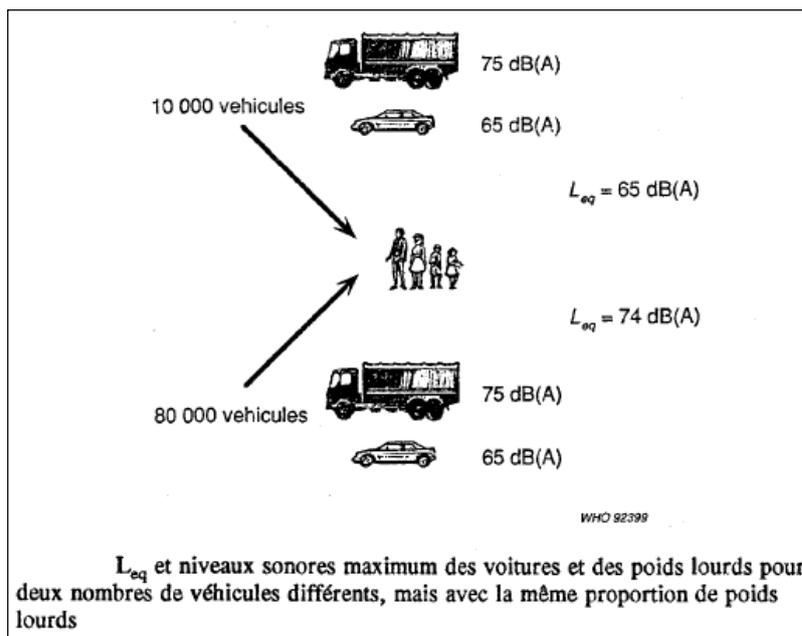
- L'exposition au bruit des transports routiers.

Il s'agit de sources linéaires puisque le bruit provient d'une multitude de points (véhicules) qui s'égrènent le long des voies de circulation. Lorsque les vitesses sont inférieures à 50 Km/h, les bruits

de moteur prédominant et la hauteur de la source se situe à environ 0,3 à 0,5 m selon la proportion de poids lourds. Mais lorsque les vitesses sont supérieures, ce sont les bruits de contact pneu / chaussée qui l'emportent et la source est localisée directement sur le sol.

Les bruits routiers constitueront un des impacts significatif du projet au niveau des secteurs limitrophes aux passages dénivelés projetés (OA D-9, OA D10 et OA D11) qui constitueront des zones de bruit critiques. La concentration des flux au niveau de ces « points noirs »¹ génèrera des nuisances sonores importantes même si l'évaluation des expositions cumulées subies par les riverains des infrastructures reste insuffisante et si certaines études (RYLANDER. R 1992) trouvent plausible qu'à partir d'un certain nombre d'évènements sonores, l'effet sur la population n'augmente pas.

Figure 21: Evaluation des expositions cumulées subies par les riverains



Source : RYLANDER. R, 1992.

Les bruits routiers sont normalisés. Le seuil de gêne est fixé à 65 décibels, mais le calcul est fait sur la moyenne des niveaux de bruit mesurés pendant 24 heures, jour et nuit confondus. Il en résulte que les pics sonores ne sont pas pris en compte.

En Tunisie, le Code de la route prévoit un certain nombre de dispositions relatives aux bruits. L'article 136 fixe les seuils des bruits produits par les véhicules à moteur, mesurés lors de leur réception mais autorise des dépassements de 10% au maximum par les véhicules usagés à l'exception des tracteurs agricoles, des machines automotrices et du matériel forestier dont le niveau de bruit ne doit pas excéder 95 dB dans tous les cas.

¹ Zones sur lesquelles une route ou une voie ferrée provoque, en façade des bâtiments existant, des niveaux sonores supérieurs à 70 dB(A). Il y a une différenciation des niveaux sonores diurnes (6h – 22h) à 65 dB(A) et nocturnes (22h – 6h) à 55 dB(A). Sont exclus de cette définition les centres-villes des agglomérations équipées de rocade de protection du centre-ville.

Tableau 8: Seuils des bruits produits par les véhicules à moteur mesurés lors de leur réception

Catégories de véhicules	Niveau maximum du bruit en décibels
1- Voitures particulières	74
2- Autobus et autocars dont le poids total autorisé en charge (PTAC) n'excède pas 3.5 T	77
3- Autobus et autocars dont le poids total autorisé en charge (PTAC) excède 3.5 T	80
4- Camionnettes	77
5- Camions et tracteurs routiers	80
6- Tracteurs agricoles, machines agricoles automotrices et matériel forestier	91
7- Motocyclettes :	
- Cyclomoteurs	72
- Vélomoteurs	79
- Motocyclettes	80
- Voiturettes	73
- Tricycles et quadricycles à moteurs	80

L'article 86 du Code de la route modifié par la loi n° 2004-74 du 2 août 2004 prévoit une amende de 100 à 500 TND pour toute personne qui laisserait échapper un gaz ou émet un bruit dépassant les limites autorisées d'un taux de cinquante pour cent (50%) ou plus.

- **L'exposition aux bruits ferroviaires**

Le train constitue un moyen de transport bruyant car le bruit émis par ce moyen de transport a la particularité d'être intermittent, soudain, de spectre aigu et son évolution temporelle est régulière. Il est cependant perçu comme étant moins gênant que le bruit routier en raison de sa régularité.

Ces bruits proviennent de différentes sources : usure ondulatoire qui affecte particulièrement les métros et les lignes de banlieue,

Après réalisation du projet, une augmentation sensible des bruits liés à la circulation ferroviaire est prévue et la pollution sonore constitue l'un des impacts majeurs pour les populations riveraines de la ligne D du RFR, singulièrement le long de l'axe avenue de la République-avenue Taïeb Mhiri, d'autant qu'il s'agit d'une emprise ancienne qui traverse un tissu urbain dense. Trois mesures ont été effectuées lors des passages de trains avec des éloignements différents par rapport à la voie SNCFT. Ces mesures ont donné les résultats suivants :

- Eloignement de 5 m : 98,2 dB
- de 10 m : 91 dB
- et de 50 m par rapport à la voie. : 79 dB

Le bruit aérodynamique sera négligeable car la vitesse est faible.

Le Projet prévoit l'adjonction d'une troisième voie aux deux existantes et la mise en circulation de nouvelles rames. Ceci présente l'avantage de réduire sensiblement le bruit, mais le rail n'est pas neuf et sa dégradation avec le temps augmente considérablement le bruit du train. En effet, les rugosités microscopiques résultant de l'arrachement des microparticules à la table de roulement de la roue et aux sabots de freins adhèrent à la surface de roulement et la rendent plus bruyante.

Autre source de pollution sonore, les crissements et les bruits de frottements des freins ainsi que les courbes.

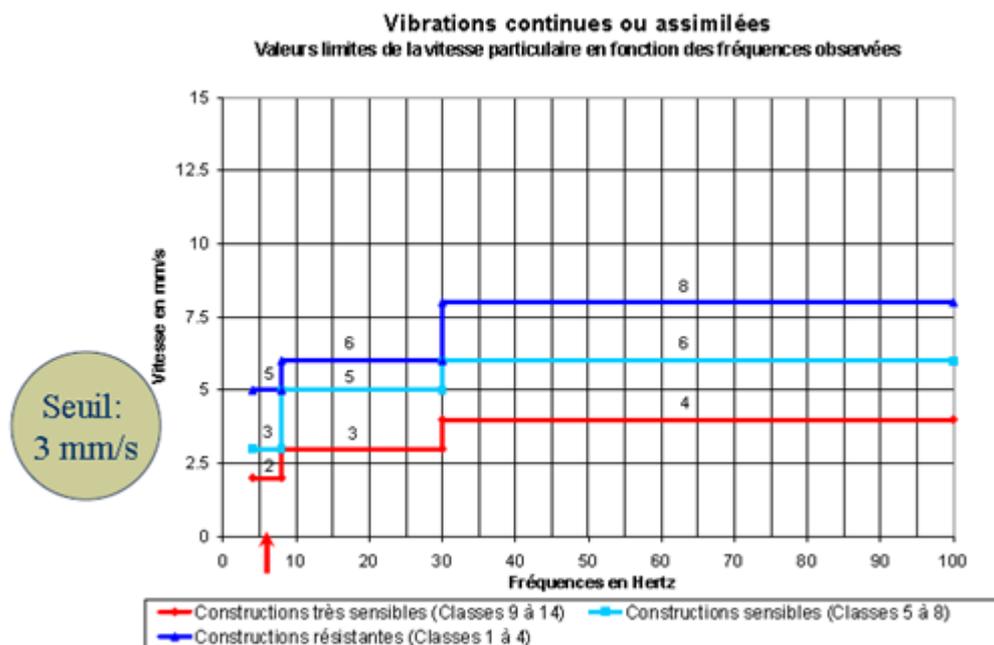
Notons cependant qu'il y a une légère accalmie entre la période diurne (6-22 h) et la période nocturne (22-6 h) du fait d'un très faible nombre de trains pour la période de circulation nocturne.

- Les vibrations

L'emprise ferroviaire de la ligne D du RFR est jalonnée de part et d'autre par de nombreux bâtiments. Le contact des roues des trains avec le rail génère des vibrations qui se propagent dans le sol pour atteindre les bâtiments attenants. Elles sont perçues soit comme phénomène sonore généré par le mouvement de l'air à l'intérieur des bâtiments ; soit comme des vibrations mécaniques dans les sols et les structures des bâtiments (murs, planchers).

En fonction d'un certain nombre de paramètres (distance des constructions par rapport à la voie, niveaux de vibrations, durée d'exposition, structure et hauteur des constructions, viscosité du sol...), ces vibrations peuvent avoir un impact sur les bâtiments et les individus :

- Au niveau des bâtiments, elles se traduisent le plus souvent par des fissures ou par la fatigue des structures, en particulier lorsqu'il s'agit de bâtiments anciens. Les valeurs retenues par la littérature pour l'apparition de ces fissures sont variables. Certaines études situent la probabilité d'apparition des dégâts autour de 20 à 30 mm/s alors que d'autres abaissent ce seuil à 10 mm/s, soit à peu près 30 fois supérieures au seuil de perception par l'homme et que la probabilité d'aggravation de dégâts existants se situe à partir de 2-3 mm/s.



Source : S. MAJOURAU et al, (2003), Suppression du bouchon ferroviaire de Bordeaux, étude des vibrations. Réseau Ferré de France, Délégation Régionale Aquitaine- Poitou-Charentes.

- Au niveau des individus et en dépit de leur caractère subjectif, les vibrations constituent une source de gêne et d'inconfort qui peut affecter la capacité de travail et même la santé et peuvent enfin perturber le bon fonctionnement de certains matériels sensibles.

Il n'existe aucune norme ou réglementation en France et en Europe en matière de nuisances vibratoires dues aux transports ferroviaires.

Les enquêtes menées en France auprès de riverains aux abords de lignes existantes montrent que le risque de perception des vibrations émises par un train est très faible pour des niveaux de vibrations inférieurs à **0,3 mm/s**. Dans le cas de trains circulant sur une ligne classique, la durée d'exposition aux vibrations est de l'ordre de **8 à 30** secondes ; dans le cas d'une LGV, la durée d'exposition, du fait de la vitesse, est plus réduite (**4** secondes pour une rame simple à 300 km/h). (Source : Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Bordeaux).

Dans le cas de la place du Bardo et de ses environs, l'enquête de voisinage montre que les habitations concernées par les vibrations s'étirent suivant une bande de très faible profondeur de part et d'autre de la voie ferrée, le long des avenues de la République, Taïeb Mhiri et la RN7. La perception de ces vibrations par la population est très négative et certains n'ont pas hésité à attribuer les décollements d'enduit ou de faïence et les fissures qui affectent les murs et les plafonds à ces vibrations. Cependant, l'impact actuel de ces vibrations sur le voisinage peut être considéré comme étant limité vu la très faible fréquence des trains de la ligne T.A (≈15 événements/jour) et donc la faible répétitivité de ces vibrations. Avec l'entrée en service de la ligne D du RFR dont la fréquence de pointe est d'un train toutes les quatre minutes, la donne risque de changer radicalement et l'effet de ces vibrations sera autrement plus important.

Leur impact sur les constructions sera variable. L'impact dû à la proximité de l'emprise ferroviaire est relativement important notamment pour les bâtisses qui longent la voie et qui s'étirent sans solution de continuité le long du tronçon place du Bardo-El Bortal (District de la sûreté nationale, Cité Mme Kessler, mosquée el Hameïn, lycée Khaznadar).

Notons pour conclure que la réglementation actuelle en Tunisie, ne prévoit pas de seuils à la gêne causée par les vibrations aux personnes ou aux dégâts occasionnés aux biens.

La pollution électromagnétique.

La pollution électromagnétique est causée par les champs électriques et magnétiques qui sont présents dans notre environnement et qui ne sont pas d'origine naturelle.

Le tableau ci-dessous indique les sources les plus courantes de champs électromagnétiques et les valeurs limites maximales pour l'exposition du public.

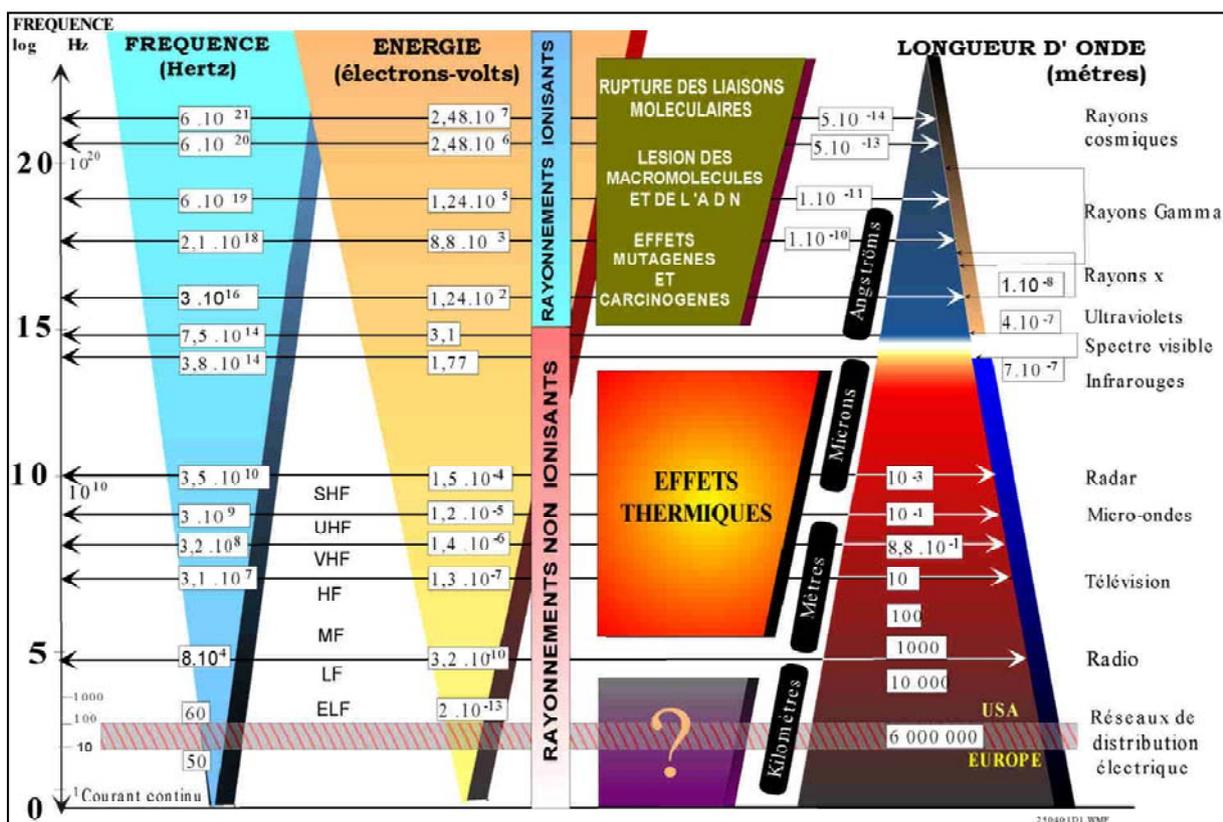
Source	Exposition maximum typique pour le public	
	Champs électriques (V/m)	Densité de flux magnétique (μT)
Champs naturels	200	70 (champ magnétique terrestre)
Energie électrique (dans les foyers éloignés des lignes à haute tension)	100	0.2
Energie électrique (sous les lignes à haute tension)	10 000	20
Trains électriques et tramways	300	50
Ecrans de télévision et d'ordinateurs (au niveau de l'utilisateur)	10	0.7
	Exposition maximum typique pour le public (W/m ²)	
Emetteurs de télévision et radio	0.1	
Station relais de téléphonie mobile	0.1	
Radars	0.2	
Fours à micro-ondes	0.5	

Source : OMS Bureau régional Europe

Les personnes qui résident à proximité des lignes de chemin de fer vivent en présence de champs magnétiques générés par les câbles aériens d'alimentation qui sont susceptibles d'atteindre l'intensité de ceux que produisent les lignes à haute tension.

Il est admis aujourd'hui qu'une exposition prolongée à des champs électromagnétiques est susceptible de déclencher certains effets biologiques indésirables: anxiété, céphalées, tendances dépressives, fatigue et réduction de la libido. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les champs électromagnétiques parmi les éléments "pouvant être cancérigènes pour l'homme". Toutefois, Il est difficile de dissocier formellement les effets sanitaires dus à l'exposition à des champs électromagnétiques produits par les lignes de chemin de fer et à d'autres facteurs environnementaux, source de pollution par l'électricité. Les études épidémiologiques pour établir la réalité des effets sur la santé sont longues, difficiles et leurs résultats sont parfois divergents.

Figure 22: Spectres, utilisations et impact des ondes électromagnétiques



Source: Belgian BioElectroMagnetic Group (BREMAG), 2004

Au Bardo, les riverains seront exposés au risque électromagnétique suite à l'installation des caténaires et des transformateurs électriques.

En Tunisie, il n'existe pas de normes relatives à la protection contre les champs électromagnétiques.

Les impacts visuels de proximité.

La voie ferroviaire constitue une véritable rupture visuelle déjà ressentie par les riverains et à laquelle ils se sont habitués. Néanmoins, cette gêne va se renforcer au niveau de certains quartiers avec la construction des murs anti-bruits, des ouvrages d'art imposants en plein milieu des quartiers résidentiels et de l'installation des caténaires et des câbles électriques. La gêne visuelle aura aussi une dimension socio-psychologique, en ce sens que la séparation physique risque d'être assimilée par certains à une ligne de ségrégation comme le laisse penser les déclarations d'une partie de la population enquêtée.

3.2.3. Impacts sur le milieu naturel

La saturation du système d'assainissement des quartiers situés en amont hydraulique de la place du Bardo a un impact important sur la totalité de la zone à aménager. Les risques d'inondations sont réels étant donné les raisons précédemment explicitées. Ces inondations risquent de se traduire par :

La pollution des eaux souterraines par les contaminants s'écoulant de la chaussée ;

3.1.5. Impacts socio-économiques

Les impacts socio-économiques potentiels sont multiples car les interactions entre les transports et l'économie sont fortes même si elles sont difficilement identifiables. L'amélioration de l'offre de transport de voyageurs consécutive à la création d'une nouvelle ligne ferroviaire se traduit souvent par une augmentation du nombre de voyageurs et par conséquent par des modifications de la mobilité. D'ailleurs, ces impacts ou congruences sont anticipés par les concepteurs et figurent dans les calculs de la rentabilité socio-économique des projets. Cependant, de nombreuses études contestent cette vision inductive et montrent qu'il n'y a pas toujours de relation de cause à effet ou de causalité linéaire entre une offre nouvelle de transport et des transformations économiques, spatiales ou sociales dans l'espace urbain (voir J. M. Offner, 1993).

Le projet de la ligne D du RFR se traduirait au niveau de la place du Bardo et de ses environs par les impacts potentiels suivants :

Le risque d'ennoyage des tunnels ferroviaires et routiers ainsi que des habitations et des locaux commerciaux attenants à la place du Bardo. Cet ennoyage est favorisé par la topographie locale déprimée ou en marches d'escalier ainsi que par les pentes longitudinales élevées des ouvrages projetés (entre 7 et 9%). L'ennoyage risque de causer également la dégradation des chaussées et de certains biens publics et privés et d'être à l'origine de défaillances au niveau des structures des tabliers des tunnels routiers. Ceci va s'accompagner par des surcoûts d'entretien des différentes infrastructures et des équipements urbains.

Une vie sociale réduite

Après la réalisation du projet, la place du Bardo renouera avec sa fonction originelle, celle de voie de passage servant à la distribution du trafic. Elle se transformera en simple vide entouré de constructions privé du rôle d'espace central au cœur de la cité. Elle ne sera plus ce vecteur d'identité et de cohésion sociale puisqu'elle perdra son rôle de lieu de rencontre et d'échanges pour les riverains et les populations qui la fréquentent surtout en été. La vie sociale tendra à se réduire considérablement et à quitter cette place pour des espaces clos, voire virtuels.

Des pertes de sources de revenus potentielles pour de nombreux petits métiers (vendeurs ambulants) dont l'activité est étroitement liée à la fonction récréative de la place. D'autres activités pourraient être affectées par la modification des conditions d'accessibilité et du schéma général de circulation, chose qui occasionnera probablement la désaffectation de la clientèle (ex : jardin d'enfants et librairie situés sur l'avenue de la République).

Amélioration de la sécurité de la ligne ferroviaire T.A.

Les aménagements amélioreront la sécurité de la ligne ferroviaire T.A au niveau de la place du Bardo. Les passages à niveau qui jalonnent des axes routiers à forte densité représentent un risque réel, même si la circulation ferroviaire est actuellement de faible intensité. Toutefois, l'entrée en exploitation de la ligne D du RFR va s'accompagner par une nette augmentation de la fréquence des trains (un train toutes les quatre minutes) et les risques de collision s'en trouveraient accrus et les accidents pourraient être autrement plus dramatiques dans un contexte de non respect de la signalisation routière ou en cas d'incidents techniques. Le maintien de ces passages à niveau signifierait l'annihilation même des objectifs qui président à la réalisation du projet.

Amélioration relative de la sécurité des personnes

Chaque année un nombre important de victimes est enregistré aux différents passages à niveau (la dernière en date au mois d'août 2010). La réalisation de ces aménagements améliorera la sécurité des personnes, en particulier des usagers du métro léger au niveau de la station du Bardo dont le quai côté place du Bardo débouche directement sur le passage à niveau que les piétons n'hésitent pas à emprunter au risque de leur vie.

Cette amélioration de la sécurité transparaît dans les réponses de la population enquêtée, qui juge que l'impact du projet sur la sécurité des piétons est nettement positif.



Figure 23: Impacts sur la sécurité des piétons (%)

Néanmoins, cette assertion devrait être tempérée par les risques auxquels s'exposeront les personnes qui seraient tentées de court-circuiter les cheminements prévus pour emprunter les tunnels routiers ainsi que des risques routiers liés à l'accumulation excessive d'eau à la surface de la chaussée et qui peut constituer un danger pour les usagers ;

Amélioration des conditions de desserte

Le projet se traduira par une amélioration de l'offre de transport qui est déjà étoffé au niveau du Bardo. Son impact portera surtout sur :

- L'amélioration des conditions de transport et de la qualité des services fournies aux voyageurs : accueil, fréquence de desserte, accessibilité et interconnexion des différents modes de transport en commun...;
- La réduction des temps de parcours et de desserte pour les usagers de ce nouveau mode de transport suite à l'amélioration des vitesses d'exploitation;

Des repositionnements et des ajustements au niveau des commerces et des activités riveraines. Cette évolution devrait se faire en fonction du secteur d'activité, de la localisation de l'établissement et de la dynamique propre au fonds de commerce. Certains commerces vont disparaître comme le café et le kiosque attenants au bâtiment annexe de la chambre des Députés ou ceux situés à l'emplacement de la future gare intermodale, d'autres auront du mal à s'adapter au nouvel environnement urbain et pâtiront probablement de la proximité des trémies ou de l'accessibilité réduite, notamment le long des avenues de la République et Bayram Ettounsi. Les commerces de proximité situés au sud de la voie ferrée sont ceux qui semblent les plus vulnérables et à même de subir les contrecoups du projet. A titre d'exemple, la librairie de l'avenue de la République enregistrera vraisemblablement une baisse non négligeable de son chiffre d'affaires après condamnation du passage à niveau de la rue Mustapha Khraïef puisque une bonne part de sa clientèle provient de l'école située de l'autre côté de la voie ferrée.

Une troisième catégorie enregistrera un regain d'activité ou une consolidation de situations acquises comme la restauration rapide, les pâtisseries, les tabacs-presses, les cafés et les services aux personnes (cabinets médicaux, banques, assurances...). Cette catégorie se déploiera surtout du côté de la place du Bardo.

Un temps d'adaptation s'avèrera nécessaire après la mise en place du projet pour que les comportements des acheteurs s'accommodent des nouvelles conditions d'accessibilité et du nouveau plan de circulation.

4. PRECONISATION DE MESURES ENVIRONNEMENTALES

Au niveau de l'APS, l'étude a examiné plusieurs variantes de tracés mais l'étude d'APD ne présentait qu'une seule variante relative au franchissement de la place du Bardo. Elle consiste à maintenir après réaménagement les trois voies ferroviaires au niveau du sol, à éliminer les passages à niveau par l'aménagement de passages souterrains routiers et à réaménager la place de Bardo. Les critères financiers, techniques et de coupure du trafic ferroviaire SNCFT ont primé.

L'ensemble des mesures préconisées dans cette étude complémentaire portent sur la prévention ou la réduction des impacts du projet dans sa configuration actuelle, c'est-à-dire liés à la variante 1, qui est loin de constituer la solution idoine aux problèmes auxquels elle est censée répondre.

4.1. Mesures relatives à la phase de chantier

4.1.1. Mesures de prévention du cadre de vie et de la santé humaine

Les mesures suivantes seront préconisées pour atténuer les impacts de la poussière, des fumées, des gaz d'échappement des engins et autres véhicules, des bruits et des vibrations des engins de terrassement :

- La limitation de la vitesse ;
- Le contrôle, la visite technique et l'entretien régulier des moteurs;
- Le respect des normes de travail sur les chantiers;
- L'aspersion d'appoint de la voirie pour atténuer les émanations de poussière;
- Le choix raisonné des lieux de stockage des déchets d'excavation

L'entrepreneur aura à sa charge et sous le contrôle du maître d'œuvre de remettre en état le site et d'éliminer à ses frais toute forme de pollution due à ses activités, et d'indemniser éventuellement ceux qui auront subi les effets de ces désagréments. L'utilisation de produits pétroliers pour éliminer la poussière dans la base vie ou en n'importe quel endroit du chantier est formellement interdite.

4.2. Mesures relatives à la présence et à l'exploitation du projet

4.2.1. Mesures de prévention des impacts sur le fonctionnement urbain

La variante retenue pour la place du Bardo et ses environs ne constitue pas la composante d'un projet urbain murement choisi mais un choix subi dicté par des considérations de coût d'investissement. Les passages souterrains projetés visent certes la réorganisation des échanges routiers, l'amélioration de l'accessibilité entre les deux secteurs de la ville et la requalification de l'espace urbain mais ils ne résoudront pas pour autant les problèmes de fonctionnement urbain et le sentiment de division et de « cassure urbaine ». En outre, la réalisation des projets de transports en commun en site propre s'accompagne souvent par la création de places publiques, l'augmentation des espaces piétonniers, la diminution de la place de l'automobile et la mise en valeur du cadre urbain, or, c'est tout le contraire qui risque de se produire au niveau de la place du Bardo et des zones avoisinantes.

Le projet fournit l'occasion de mettre un terme à cette division du Bardo par cette voie centenaire et la principale mesure susceptible d'atteindre les objectifs fixés serait l'adoption de la variante souterraine qui semble plus appropriée. Elle consiste en la dénivellation en souterrain des trois voies ferroviaires, les voiries routières et les aménagements au niveau de la place sont conservés. Cette variante permet en effet d'éviter toute perturbation du schéma général de circulation du Bardo, d'améliorer le fonctionnement urbain de préserver les aménagements existants, d'éliminer l'effet de coupure déjà

existant dans la zone du Bardo, de piétonner une bonne partie de la place du Bardo et d'augmenter les espaces verts.

Elle permet de résoudre l'ensemble des conflits routiers, notamment celui du passage à niveau de l'avenue de l'Indépendance épargnant ainsi les aménagements existants de la place du Bardo. Seul le passage souterrain au niveau de la rue Casablanca est à maintenir.

4.2.2. [Mesures de prévention du cadre de vie et de la santé humaine](#)

La compensation de la fonction récréative

Un effort particulier est à fournir pour compenser la disparition de la fonction récréative saisonnière de la place du Bardo. Cet effort portera sur les cités dont est issue une partie de la population qui fréquente cette place : cités Hached et Fatouma Bourguiba pour lesquels certaines mesures devraient être prises :

- L'ouverture réglementée du parc du musée national du Bardo pourrait être envisagée, ne serait-ce que saisonnièrement.
- La révision des plans d'aménagement urbain pour doter les quartiers populaires de la rive sud (Sijoumi, Ezzouhour, Somrane, Sidi Hassine) d'espaces verts et de loisirs. L'impact de la disparition de la fonction récréative se fera sentir jusqu'à ces quartiers.

Mesures compensatoires de la pollution atmosphérique

Compte tenu de l'absence de données fiables sur l'exposition de la population des quartiers entourant la place du Bardo à la pollution atmosphérique causée par la circulation routière aux points critiques, les principales mesures à préconiser sont :

- La mise en place de campagnes de surveillance afin de déterminer l'importance du problème.
- L'organisation de campagnes de sensibilisation et d'incitation des automobilistes des quartiers voisins à un changement de comportement axé sur la réduction du trafic à travers le report modal ou le covoiturage.
- La limitation du stationnement dans le périmètre urbain jouxtant la place du Bardo.

Mesures compensatoires de la pollution électromagnétique

Les mesures à prendre dépendent largement de l'évaluation scientifique des risques. L'existence de nombreuses incertitudes entourant l'impact sanitaire des champs électromagnétiques exige la mise en place d'une démarche préventive active qui permet d'anticiper les risques émergents. Cette démarche est basée sur un contrôle périodique des niveaux de pollution électromagnétique, une analyse rigoureuse de la littérature scientifique pour évaluer scientifiquement les risques d'exposition à ces CEM et l'adoption de mesures de protection sur la base de critères éprouvés d'évaluation/gestion des risques en santé publique.

PRINCIPAUX OBJECTIFS DU PROJET INTERNATIONAL POUR L'ETUDE DES CEM (OMS)

1. Apporter une réponse internationale coordonnée aux préoccupations concernant les éventuels effets de l'exposition aux CEM sur la santé ;
2. Evaluer la littérature scientifique et établir des rapports actualisés sur les travaux concernant ces effets ;
3. Déterminer les lacunes des connaissances nécessitant des recherches approfondies pour obtenir une meilleure évaluation du risque sanitaire ;
4. Encourager des programmes de recherche très ciblés et de qualité ;

5. Incorporer les résultats de la recherche dans les Critères d'hygiène de l'environnement, des monographies de l'OMS, dans lesquelles on procèdera à des évaluations formelles des risques sanitaires associés à l'exposition aux CEM ;
6. Favoriser l'élaboration de normes relatives à l'exposition aux CEM qui soient acceptables au plan international ;
7. Fournir aux autorités nationales ou autres des informations sur la gestion des programmes de protection contre les CEM, notamment des monographies sur la perception, la communication et la gestion du risque lié aux CEM ; et
8. Formuler des avis destinés aux autorités nationales et autres sur les effets sanitaires et environnementaux des CEM, et sur les mesures de protection ou interventions nécessaires.

Source : OMS, (2003) Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques ; Genève.

Mesures compensatoires des bruits routiers et ferroviaires

Ces mesures sont dictées par le contexte urbain du projet. Plusieurs mesures sont envisageables mais leur adoption nécessite l'identification de la source, les enjeux en présence et la valeur intrinsèque du dispositif adopté :

- Isolation acoustique des façades des habitations riveraines. Elle consiste à renforcer la capacité d'isolation de tous les éléments constitutifs de la façade vis-à-vis des bruits extérieurs : murs, ouvertures (portes, fenêtres), toitures... Le double vitrage constitue l'une des techniques phares adoptées pour la réduction des bruits.

Des compensations financières sont éventuellement à envisager.

- Fixation d'un objectif de niveaux sonores en façade des habitations pour le période diurne (60 dB).
- Protection acoustique à la source à vocation collective. Les écrans antibruit constituent un dispositif efficace pour la diffraction, la réflexion et l'absorption des bruits et sont d'autant plus efficaces qu'ils sont proches de la source et qu'ils conviennent aux zones où l'on dispose de peu d'emprise. La construction de murs anti-bruits absorbants ou à défaut de murs en béton lisse dans certaines zones d'habitat dense sont à envisager au niveau des trémies des passages souterrains et le long du corridor ferroviaire pour compenser les bruits issus de l'intensification de la circulation routière et ferroviaire suite à la réalisation du projet de la ligne D du RFR et atteindre des niveaux sonores acceptables pour les riverains. Cette solution est à réclamer pour le tronçon situé entre l'OA D8 et la cité Mme Kessler. Ces murs présentent un avantage sur le plan acoustique, mais requièrent un traitement paysager à même de les intégrer au paysager urbain. Ils doivent être suffisamment hauts pour dissuader les gens qui seraient tentés de les escalader et traverser au plus court.

Le choix des solutions à mettre en œuvre est dicté par la largeur de l'emprise, par les performances intrinsèques de l'écran mais surtout par l'identification des enjeux en place. Ces enjeux sont :

- Economiques : Rapport investissement / gains attendus. Les gains potentiels sont constitués par le confort fourni aux riverains, la santé, la durée de vie escomptée de l'écran acoustique...
- Sociaux : impact de l'écran acoustique sur la gestion de l'environnement urbain, l'impact sur l'effet de coupure (visuelle) occasionnée par cet écran, l'acceptation par les usagers;
- Environnementaux : les qualités esthétiques de l'écran, son intégration dans l'environnement urbain, son efficacité...

Des précautions relatives à la conception de l'ouvrage, à sa maintenance et à son dimensionnement sont à prendre. Ces précautions doivent intégrer l'évolution du trafic et le choix des matériaux qui assurent l'insertion environnementale de l'ouvrage dans le contexte urbain.

- Amélioration des qualités techniques du matériel roulant (bogies plus légers, freins à disques à commande électronique, système électronique de diagnostic ...) et de la voie. Des gains substantiels sont obtenus en procédant à un entretien régulier des équipements et des infrastructures.
- Le recours à des revêtements de chaussées peu bruyants. Ces revêtements constituent une alternative intéressante de réduction du bruit à la source et présentent de nombreux avantages dont l'adaptation aux contraintes imposées par le contexte urbain et l'impossibilité d'installation d'un mur anti-bruits routiers, la consolidation des dispositifs d'isolation acoustique de façade et l'adaptation aux conditions de circulation urbaine (vitesse et composition du trafic). Ces revêtements limitent les émissions sonores issues du couple chaussée/véhicule et en particulier celles générées par le contact pneumatique/chaussée. Toutefois, les gains obtenus dépendent des caractéristiques morphologiques du site et des conditions météorologiques et la pérennité des performances acoustiques reste encore à déterminer.

Notons enfin qu'étant importatrice de véhicules et de matériel roulant étrangers, surtout européens, la Tunisie profitera de certaines améliorations techniques introduites par les multiples directives européennes concernant les bruits et qui tendent à être intégrées à une échelle beaucoup plus grande.

Mesures compensatoires des vibrations

Les vibrations induites par les trains sont considérées «permanentes intermittentes» et nécessitent la prise en compte des nuisances occasionnées aux riverains.

Dans le cas du Bardo, le projet du RFR prévoit de reprendre l'assise de la plateforme. Les deux voies existantes seront déposées pour être reconstruites sur une nouvelle plate-forme ferroviaire comprenant trois voies. Cette mesure est de nature à réduire les vibrations. Par ailleurs, une bonne part des vibrations sera amortie par le milieu de propagation puisqu'on est en présence d'un soubassement homogène dû au puissant remplissage quaternaire de la plaine, ce qui permet d'établir des rapports simples entre les niveaux de vibration et la distance par rapport à l'emprise ferroviaire.

4.2.3. Mesures de prévention des inondations de la palce du Bardo

Un plan de lutte contre ces inondations a été élaboré dans le cadre de la protection de Tunis-ouest. Les premiers éléments du dispositif viennent d'être réalisés. Il s'agit de deux bassins d'écrêtement le premier est situé entre la cité el Hadika et le boulevard du 7 novembre et le second à proximité de l'hippodrome de Ksar Saïd. Ces bassins sont censés réguler les flux d'eau pluviale et maîtriser l'écoulement. Une autre réalisation est encore en cours sur l'oued Bardo. Désormais cet oued a été scindé en deux sections qui longent le boulevard du 7 novembre, endigué dans des cadres rectangulaires ou dalots (2.5m/2m) sous remblai et dévié pour ne plus passer par les quartiers de Khaznadar et cité Bou Mya. L'efficacité de ce dispositif sera mise à l'épreuve lors des pluies automnales à venir.



Figure 24: Ancien lit de l'oued Bardo longéant le quartier des officiers à Khaznadar et à droite l'amorce de la déviation dans les dalots sous remblai



Figure 25: Travaux de la nouvelle section de rive gauche du dalot assurant la déviation d'oued Bardo le long du boulevard du 7 novembre



Figure 26: Bassin d'écroulement de la cité el Hadika, en amont du boulevard du 7 novembre

D'un autre côté, le projet prévoit un certain nombre d'ouvrages de drainage et d'écoulement des eaux pluviales qui vont dans le prolongement du plan de protection de la zone de Tunis-ouest.

Les ouvrages hydrauliques (canaux, dalots et ouvrages de franchissement) projetés sont dimensionnés sur la base des estimations de débit effectués avec les bassins versants et de la capacité hydraulique des ouvrages existants.

Pour un pouvoir évacuateur plus important des canaux, des sections trapézoïdales bétonnées sont projetées. Les sections rectangulaires bétonnées ne sont projetées qu'au niveau des emprises limitées.

Les réseaux enterrés (dalots) sont projetés à proximité des constructions et au niveau des chaussées aménagées. Ces réseaux sont munis de regards de visite et de regards à grille simples ou multiples. Les regards à grille multiples sont projetés en face des rues perpendiculaires à l'axe du projet là où les apports superficiels sont importants.

L'ensemble des ouvrages hydrauliques (ouvrages de franchissement, dalots et canaux) projetés sont présentés dans le dossier plan.

Des fossés bétonnés sont projetés de part et d'autre de l'emprise intra clôture. Ces mêmes fossés bétonnés sont déchargés au niveau des ouvrages de franchissement et des canaux de drainage des apports extérieurs.

Pour les passages inférieurs (OA D-9, OA D-10/11), les eaux de ruissellement sont interceptées par des fossés bétonnés implantés d'un seul côté ou des deux côtés de la voie ferrée. Ces derniers sont déchargés dans des bâches d'aspiration pour être refoulés vers le réseau bétonné le plus proche du côté exutoire naturel.

Les eaux pluviales issues des deux surfaces d'interception seront drainées dans une même bêche d'aspiration implantée au niveau du point bas.

Le débit de dimensionnement est de :

- 600 l/s pour l'ouvrage OA D-7,
- 400 l/s pour l'ouvrage OA D-10,

- 300 l/s pour les ouvrages OA D-8, OA D-9 et OA D-11.

L'ensemble des ouvrages de drainage de la plateforme de projet (stations de relevage, ouvrages de décharge et fossés) projetés sont présentés dans le dossier plan.

Il est prévu que les stations de relevage fonctionnent avec l'alimentation électrique STEG et équipées en cas de secours de groupes électrogènes propres à chaque station. Les puissances des groupes électrogènes des stations SR_OA7, SR_OA8, SR_OA9, SR_OA10,

SR_OA11 sont respectivement de 160, 80, 100, 125 et 100 KVA.

L'ensemble de ce dispositif peut réduire considérablement les risques d'inondations, mais il demande à être complété par un traitement du ruissellement superficiel en milieu urbain et plus particulièrement au niveau des quartiers nord et nord-est du Bardo qui en sont les principaux pourvoyeurs. Les principales mesures sont :

- La réalisation d'un diagnostic du réseau afin d'en déterminer les points noirs, les insuffisances et les améliorations à apporter. Un bon système d'égouttement routier repose sur une bonne compréhension des paramètres hydrauliques du réseau dans son ensemble. Par ailleurs, une étude exhaustive de l'impact de la saturation du système d'assainissement à l'amont de la zone à aménager est à entreprendre.
- Le redimensionnement des ouvrages d'assainissement, notamment du réseau unitaire des quartiers situés en amont de la place du Bardo, lequel étant composé de sections de 250 mm de diamètre seulement. La mise en place d'un réseau séparatif est souhaitable mais elle n'est pas envisageable pour le moment car elle s'avère coûteuse. Il est possible de maîtriser les flux d'eaux pluviales en redimensionnant le réseau unitaire pour lui permettre de faire face aux différentes phases du développement urbain mais surtout d'absorber les eaux pluviales lors des épisodes orageux. Les pluies diluviennes enregistrées au cours des dernières années (2003 et 2007) peuvent servir de référence pour le choix d'une période de retour et pour la détermination de la pluie la plus pénalisante pour cette période de retour, de manière à concevoir un réseau capable de faire face à des intensités élevées.
- L'égouttement des chaussées, des terre-pleins centraux et des diverses barrières bordant les voies du métro léger constitue une condition indispensable pour éviter l'inondation des ouvrages projetés. L'installation de davantage d'avaloirs au niveau des quartiers situés en amont de la place du Bardo : Cité Hached, Fatouma Bourguiba, Tlili, quartiers du versant occidental de Ras Tabia... et le plus en amont possible des avenues Habib Bourguiba, 20 mars et Taïeb Mhiri, de manière à retenir les eaux de ruissellement qui dévalent les pentes pour déboucher dans lesdites avenues et inonder les tunnels du métro ou les futurs passages souterrains. Des avaloirs jumeaux ou multiples sont à prévoir à l'intersection de certaines artères. A titre d'exemples, les intersections suivantes sont à traiter:
 - La rue de Beyrouth/ Avenue H ; Bourguiba ;
 - La rue Avicenne/ Avenue H ; Bourguiba ;
 - La rue Okba ibn Nafaa/ Avenue H ; Bourguiba ;
 - Toutes les rues du quartier Bouchoucha qui servent de zone de transit aux eaux pluviales qui inondent la contre-allée du boulevard du 20 mars et le tunnel du métro léger ;
 - L'îlot compris entre l'avenue Taïeb Mhiri et le boulevard du 20 mars qui se trouvent en position déprimée par rapport à ces deux avenues et dont l'une des rues (rue Farhat Hached) devrait accueillir un ouvrage de franchissement ;
 - La rue Habib Thameur à sa confluence avec la place du Bardo.

4.2.4. [Mesures d'amélioration des perceptions humaines et de l'intégration paysagère du projet](#)

Remplacement des espaces verts

Le taux d'espace vert est réduit. Il convient dès lors de remplacer les pertes des petits alignements verts municipaux au niveau de l'avenue de la République et les ronds points de la place du Bardo et du bâtiment annexe de la chambre des Députés. La démolition de certains bâtiments situés entre l'emprise ferroviaire et la RN7 fournit un espace susceptible d'être aménagé en espaces verts.

Intégration de la gare ferroviaire dans son cadre urbain.

Les gares ferroviaires tendent à bénéficier d'un aménagement à l'identique pour en faire des repères pour les usagers et d'en améliorer la cohérence d'ensemble et la lisibilité. Or, l'implantation de la gare ferroviaire du Bardo doit tenir également compte de la spécificité de la place dictée par la proximité du palais beylical qui abrite la chambre des députés et le musée national du Bardo.

Adaptation des écrans acoustiques aux problématiques environnementales posées

La réduction des bruits ferroviaires nécessite l'installation d'un écran acoustique le long des tronçons caractérisés par une forte densité de population et d'habitat. La prise en compte de la dimension esthétique constitue l'un des critères du choix d'une solution. Deux types de matériaux sont envisageables et ont l'avantage de présenter une très bonne efficacité et de ne pas élargir les emprises disponibles :

- Un écran en verre. Ce type de matériaux présente l'avantage d'améliorer l'intégration du projet dans son cadre urbain et de limiter l'effet de coupure causé par l'emprise du projet. Il est cependant coûteux et sa gestion est plus délicate (entretien, sécurité, pérennité...)
- Un écran en béton. Il présente l'avantage d'être moins coûteux que le précédent, sa durée de vie est plus longue, les possibilités architecturales sont plus étendues et sa gestion est plus aisée. Néanmoins, il requiert la mise en place en «double» d'un écran végétal pour en assurer une meilleure intégration paysagère et d'un grillage métallique contre sa face extérieure pour prévenir les tags et l'affichage.

4.2.5. [Information et sensibilisation de la population](#)

Des campagnes d'information et de sensibilisation sont à mener aux différentes phases du projet et concernent les risques et les enjeux qui lui sont liés. Elles porteront également sur les avantages liés à la modification des comportements, notamment les gains économiques et environnementaux liés au report modal, la préservation des espaces verts... D'autre part, l'information du public lors des dépassements des seuils de pollution est indispensable pour permettre aux personnes à risque (patients atteints de maladies chroniques, enfants en bas âge, personnes âgées...) de prendre les dispositions nécessaires.

4.2.6. [Mesures de préservation de la sécurité humaine](#)

4.2.6.1. *En phase de chantier*

Précautions à prendre lors de la démolition des certains bâtiments.

Certaines précautions devront être prises avant le démarrage des travaux de démolition. Elles sont indispensables pour la bonne démarche de l'opération :

- Sécurisation des systèmes d'évacuation des eaux usés et pluviales existant pour être fonctionnel après la démolition pour les blocs voisins (possibilité d'interconnexion des réseaux enterrés des divers bâtiments).
- Déplacement ou débranchement des réseaux SONEDE ET ONAS ainsi que des équipements de communication ou électriques (Tunisie Télécom, STEG).

- Signalisation du chantier : Le type, le contenu et l'emplacement de la signalisation devra avoir l'accord du Maître d'Ouvrage avant installation et elle devra être conforme à la réglementation en vigueur.
- Evacuation des déchets vers des décharges autorisées et procéder au tri des déblais selon leur nature si indispensable.

Maintien des cheminements lors des travaux

Les travaux se dérouleront en partie sur les trottoirs et s'étendront sur une longue période. Il est par conséquent nécessaire d'assurer l'accès aux bâtiments ainsi que la circulation et la sécurité des piétons pendant toute la durée du chantier en aménageant des passages sécurisés et balisés. La signalisation du danger ne se limitera pas au seul emploi d'un simple ruban plastifié rouge et blanc. Des barrières solides positionnées à une distance et à une hauteur suffisantes doivent être impérativement dressées.

4.2.6.2. En phase d'exploitation

Mesures compensatoires pour rééquilibrer les « rapports de force » entre la voiture et les piétons au niveau de la place du Bardo.

Le rééquilibrage des « rapports de force » entre la voiture et les usagers vulnérables exige la mise en place d'aménagements de sécurité spécifiques et l'adoption de mesures réglementaires à même de gérer les conflits entre les véhicules et les piétons et assurer une traversée sûre sur les passages fréquentés.

Parmi ces aménagements et mesures :

- **L'élargissement des passages souterrains.**
Les ouvrages de franchissement piétonniers des voies ferroviaires projetés entre la place du Bardo et les quartiers sud nécessitent un aménagement complémentaire pour les personnes à mobilité réduite, notamment des aménagements de type rampe, sous réserve de la disponibilité de l'emprise et de faisabilité technique du procédé.

L'aménagement d'un nombre suffisant de traversées munies de bateaux (adoucisseurs de trottoirs) pour éviter aux piétons et particulièrement aux usagers vulnérables et à mobilité réduite des détours fatigants ou le risque de devoir couper la chaussée au plus court. Ces traversées, judicieusement choisies, doivent être protégées, éclairées et clairement signalées aux automobilistes. D'autres dispositifs de sécurisation sont à prévoir notamment les lignes guides destinées à signaler aux malvoyants le début des escaliers donnant accès aux passages souterrains de la station ferroviaire projetée.

- L'aménagement de plateaux ralentisseurs à l'amont des passages zébrés situés à la sortie des passages souterrains. Ces plateaux présentent l'avantage d'être des ralentisseurs moins durs que les dos d'âne, assurent le confort nécessaire au passage des bus et sont moins contraignants pour les utilisateurs des deux-roues. Ces plateaux nécessitent le placement d'avaloirs avant et après ce dispositif pour permettre aux filets d'eau de la chaussée de s'infiltrer empêchant ainsi l'éclaboussement des piétons et l'inondation du tunnel.
- L'aménagement de passages zébrés là où il y a canalisation du flux de piétons, notamment au niveau du second giratoire de la place du Bardo dans sa nouvelle configuration après son réaménagement et agrandissement.
- La limitation de la vitesse à 30 km/h au niveau de la place du Bardo. Cette vitesse correspond à une notion d'équilibre entre l'expression de la vie sociale de la voie et le trafic routier. Cette mesure nécessite la mise en place de la signalisation réglementaire et des aménagements adéquats.
- L'aménagement spécifique des « trottoirs carrossables ». Ces trottoirs doivent se caractériser par un contraste visuel et sonore par rapport à la chaussée. Ce contraste est destiné à aider les malvoyants et à alerter les piétons qui tourneraient le dos à la circulation. Des dalles d'éveil à la vigilance et des revêtements à base de granulats grossiers ou des dalles de pierre ou de

ciment ou des pavés en béton sont à prévoir. En outre, la vitesse doit y être limitée pour se faire au pas, ce qui indique clairement la priorité des piétons sur les véhicules. Enfin, il faut veiller à ce que le mobilier urbain ne vienne pas encombrer ces trottoirs et entraver le cheminement des piétons pour les exposer au risque d'accident.

- L'aménagement de trottoirs infranchissables ou l'implantation de certains dispositifs (barrières, potelets, bornes...) qui protègent les piétons et empêchent le stationnement à cheval sur les trottoirs mais également de gêner la circulation automobile, notamment à proximité des administrations et des commerces, au niveau des bretelles, des voies latérales et le long des axes routiers concernés par l'aménagement des passages souterrains.

L'installation de la signalisation routière adéquate et la sécurisation de la voirie

Le nouveau plan de circulation fera de certains quartiers des zones charnières à la fois pour la desserte ou pour le dégagement, notamment le quartier des ex-jardins du Bardo situé au niveau de la zone 2. Le plan en damier qui caractérise ce quartier et l'exigüité de la voirie en fera une zone à risque d'accidents élevé, notamment aux intersections. Les principales mesures préconisées sont :

- Installation de la signalisation verticale de prescription et d'indication adéquate;
- Installation de ralentisseurs, type dos d'âne, aux principales intersections ;
- Amélioration de la visibilité aux différentes intersections et suppression des obstacles visuels ;
- Réglementation du stationnement des voitures sur la voirie ;
- L'aménagement de passages piétons pour garantir des traversées sûres sur les circuits fréquentés ;
- L'entretien et l'amélioration de la voirie (éclairage, réfection des trottoirs...).

4.2.7. Mesures compensatoire des impacts socioéconomiques

Le projet exige la démolition de certains bâtiments pour libérer l'emprise nécessaire à l'aménagement de la troisième ligne projetée le long du tronçon Melassine-place du Bardo et s'accompagnera donc par des expropriations. Les mesures compensatoires suivantes sont à respecter :

- Satisfaction de l'ensemble des requêtes d'indemnisation (expropriations, condamnation d'entrées carrossables...) par une démarche concertée;
- Prise en compte dans le processus d'indemnisation des parcelles non expropriées mais subissant des dommages momentanés ou durables (notamment les commerces et services) par l'enclavement.

5. BIBLIOGRAPHIE

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES, (2004) Rapport de la commission au parlement européen et au conseil sur les mesures communautaires en vigueur concernant les sources de bruit dans l'environnement, conformément à l'article 10, paragraphe 1, de la directive 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Bruxelles.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (2009), Transport at a crossroads. Report n°3, Copenhagen.

HALGAMUGE M N., CHATHURIKA D., MENDIS A. & P. (2010), Measurement and analysis of electromagnetic fields from trams, trains and hybrid cars; Radiation Protection Dosimetry Advance, pp. 1–14, Melbourne.

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (2009), Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100 kHz-300 GHz). Oberschleißheim

LINGVAY I, VOINA A, C. LINGVAY, MATEESCU C, (2008) the impact of the electromagnetic pollution of the environment on the complex build-up media. Rev. Roum. Sci. Techn. – Électrotechn. et Énerg., 53, *Suppl.*, p. 95–111, Bucarest.

MIECASE. C, PICART. S, (2005) Déplacements et commerces. Recommandations pour observer les impacts d'un TCSP sur les activités économiques. CERTU, Lyon.

OFFNER J-M, (1993), « Les « effets structurants » du transport : mythe politique, mystification scientifique », *L'Espace géographique*, n° 3.

OMS, (1992) Véhicules à moteur et pollution atmosphérique : Impact sur la santé publique et mesures d'assainissement. Genève.

OMS, (2003) Instauration d'un dialogue sur les risques dus aux champs électromagnétiques ; Genève.

REPUBLIQUE TUNISIENNE (2008), Code de la route et ses textes d'application, Imp. Off. Tunis.

RYLANDER. R (1992) Effets du bruit, en particulier de la circulation routière, sur la santé. OMS. Genève.

SEBAG. P (1998), Tunis. Histoire d'une ville, éd. L'Harmattan.

SLAMA, J. B. H. & CHARIAG, D. (2008) Measurement and analysis of magnetic field radiated from D.C. tramway: a case study for Tunis's metro. J. Electr. Syst. 4(2), 1–12.

STAMBOULI. J (2010), Les territoires du tramway moderne : de la ligne à la ville durable. Développement durable et territoires, vol1, n°1.

