

Dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique

MAI 2019

Livre 3

Pièces communes aux opérations

Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B

Pièce F Évaluation environnementale

F7 Coûts collectifs des pollutions et nuisances
et avantages induits pour la collectivité



TOULOUSE aerospace express
connexion LIGNE B





LIVRE 3

Pièces communes aux opérations
Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B

F

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE

F7 Analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances





SOMMAIRE

F7 ANALYSE DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE, DES COÛTS COLLECTIFS DES POLLUTIONS ET NUISANCES, DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITÉ..... 3025

7.1 RAPPEL RÉGLEMENTAIRE 3025

7.2 ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE DU PROJET - EN PHASE TRAVAUX ET EN PHASE EXPLOITATION..... 3025

7.2.1 *Rappel des enjeux liés aux émissions de gaz à effet de serre3025*

7.2.2 *Impacts et mesures en phase chantier.....3025*

7.2.3 *Impacts et mesure en phase exploitation3029*

7.2.4 *Fin de vie.....3034*

7.2.5 *Synthèse des pistes de réduction identifiées des émissions de GES du projet3035*

7.3 ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS DES POLLUTIONS ET NUISANCES..... 3036

7.3.1 *Coûts collectifs associés à la pollution atmosphérique du trafic routier généré ou évité par le projet.3036*

7.3.2 *Coûts des accidents de la route3038*

7.3.3 *Coûts collectifs associés aux émissions de gaz à effet de serre3039*

7.3.4 *Coûts des nuisances sonores3040*

7.3.5 *Coûts des effets amont-aval.....3042*

7.4 SYNTHÈSE DES COÛTS COLLECTIFS 3043







F7 Analyse des émissions de gaz à effet de serre, des coûts collectifs des pollutions et nuisances, de la consommation énergétique et des avantages induits pour la collectivité

7.1 Rappel réglementaire

Le présent chapitre " Analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité " est introduit par l'article L.122-3 du code de l'environnement dans sa version applicable au présent projet, qui spécifie l'obligation d'une évaluation des émissions de gaz à effet de serre et des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits par le projet pour la collectivité, notamment du fait des déplacements qu'il entraîne ou permet d'éviter.

7.2 Émissions de gaz à effet de serre du projet - en phase travaux et en phase exploitation

7.2.1 Rappel des enjeux liés aux émissions de gaz à effet de serre

Un projet d'infrastructure de transport tel qu'un prolongement ou une création de ligne de métro a des incidences majeures sur la mobilité mais également sur la structure urbaine, il représente un enjeu très important pour les émissions de gaz à effet de serre. Cet enjeu est renforcé par les engagements ambitieux de la France et de la région Occitanie en termes de réduction de ces émissions.

L'objet de ce chapitre est d'évaluer l'impact de chacune des opérations TAE et CLB sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et les changements climatiques qu'ils induisent grâce à un bilan des émissions de GES. Mais il s'agit également de repérer les postes les plus émissifs en matière de GES, dans l'optique de mettre éventuellement en place des mesures de réduction des émissions. Les résultats obtenus, décrits et interprétés, permettent de dégager quelques recommandations et pistes de réflexion pour une réduction de l'empreinte carbone de l'infrastructure.

La méthodologie de calcul fait l'objet d'un long développement afin de tenir compte de l'ensemble des impacts qu'une infrastructure de type métro peut causer.

7.2.2 Impacts et mesures en phase chantier

7.2.2.1 Émissions de GES en phase étude

Les émissions liées à la production de l'ensemble des études préalables liées à la conception et aux aspects réglementaires du projet peuvent être évaluées par extrapolation à partir du montant global de ces études de prestations intellectuelles. Ce poste n'appelle pas de solution de réduction particulière. La mise en œuvre de bonnes pratiques de gestion des consommations dans les bureaux et lors des déplacements peut permettre de sensibiliser l'ensemble des acteurs mobilisés sur le projet, sans toutefois avoir d'impact significatif sur les émissions totales du projet.

7.2.2.2 Émissions de GES liées aux changements d'affectation des sols

Le changement d'usage des sols est susceptible de modifier les quantités de carbone contenu dans les sols et d'en modifier les facultés de stockage du carbone. Il peut en résulter soit une émission de CO₂ dans l'atmosphère (artificialisation des sols par exemple), soit une captation de CO₂ atmosphérique (naturalisation des sols par exemple) en fonction du changement opéré.

Ainsi en fonction des surfaces imperméabilisées, ce poste peut s'avérer non négligeable dans le bilan global.

Pistes de réduction :

Les pistes de réduction des émissions liées à ce poste identifiées à ce stade sont les suivantes :

- Choix du tracé limitant l'artificialisation des sols. En fonction des différentes options de tracé proposées, celle comprenant la plus faible surface d'imperméabilisation des sols sera la moins impactante pour ce poste ;
- Intégration dans le projet de « zones vertes » naturalisées ou dédiées à l'agriculture à partir de surfaces initialement artificielles. Pour pouvoir être intégrées dans le périmètre de l'étude ces surfaces doivent être localisées au droit de l'emprise du projet. Elles sont à différencier d'une éventuelle compensation carbone.



7.2.2.3 Déplacements liés aux chantiers

Lors de la réalisation des travaux, les déplacements des intervenants pour se rendre sur le chantier sera évalué. Cet exercice théorique a pour objectif principal de montrer l’impact relatif par rapport aux émissions totales de la mise en place du covoiturage sur les émissions de GES d’un projet.

Pistes de réduction :

La piste de réduction des émissions liées à ce poste identifiée à ce stade concerne la limitation des trajets motorisés individuels. Cela peut passer par la promotion du co-voiturage pour les entreprises intervenantes, ou de l’utilisation des transports en commun pour accéder aux chantiers.

7.2.2.4 Démolition

Ce poste concerne l’ensemble des opérations de démolition et déconstruction (bâtiments, voiries, mobilier...) nécessaires à la réalisation du projet.

Pistes de réduction :

Les pistes de réduction des émissions liées à ce poste identifiées à ce stade sont les suivantes :

- Une gestion des déchets de démolition favorisant la réutilisation des matériaux dans le cadre du projet. Basé sur le principe d’économie circulaire, la réutilisation de déchets de démolition dans le cadre du projet d’aménagement permet d’éviter les émissions liées :
 - ✓ Au transport éventuel loin du lieu de production des déchets en fonction des filières d’évacuation identifiées ;
 - ✓ À la production et au transport de matériaux neufs pour la mise en œuvre du projet.

D’une manière générale, les filières de gestion des déchets sont à prioriser dans l’ordre suivant :

- ✓ Réutilisation ;
 - ✓ Recyclage ;
 - ✓ Valorisation énergétique ;
 - ✓ Enfouissement.
- La limitation des distances de transport des déchets. Cette solution passe par la recherche de filières de prise en charge des déchets les plus proches du site de production des déchets.

7.2.2.5 Terrassements

Ce poste est pressenti comme étant un des principaux postes émetteurs du projet au vu des quantités de déblais engendrés par sa réalisation, notamment au droit des stations et tronçons de voie enterrés. Il comprend également la foration des tunnels par le tunnelier.

Les données globales disponibles pour le projet et les calculs d’émissions partiels qu’ils permettent à ce stade sont présentés dans le tableau suivant :

	Caractéristiques et quantités						TOTAL EMISSIONS en kg eq CO2
	Unité	Quantité	Masse volumique en t/m3	Tonnage	Emissions en kg eq CO2 liées au transport	Emissions en kg eq CO2 liées à l'excavation	
Tranchées couvertes/ouvertes	m3	309 028	1,8	166 875	390 611	489 809	880 421
Tunnels réalisés en méthode traditionnelle	m3	96 375	1,8	173 475	121 818	152 754	274 572
Tunnels forés au tunnelier à pression de terre	m3	1 056 470	1,8	1 901 646	1 335 378	5 468 289	6 803 667
Stations	m3	398 123	1,8	716 621	573 679	631 025	1 204 704
Ouvrages annexes et rameaux associés	m3	97 225	1,8	175 005	140 097	154 102	294 199
Fouille pour semelle	m3	126 148	1,8	227 066	181 774	199 945	381 719
Incertitudes (5%)	m3	104 168	1,8	187 502	150 102	165 106	315 208
TOTAL		2 187 537		3 548 191	2 893 460	7 261 030	10 154 490

Données et calculs d’émissions relatifs aux terrassements : opération TAE

	Caractéristiques et quantités						TOTAL EMISSIONS en kg eq CO2
	Unité	Quantité	Masse volumique en t/m3	Tonnage	Emissions en kg eq CO2 liées au transport	Emissions en kg eq CO2 liées à l'excavation	
Tranchées/terrassements	m3	11 250	1.8	6 075	4 863	17 831	22 694
Tunnels forés au tunnelier à pression de terre	m3	13 750	1.8	24 750	19 813	62 810	82 623
TOTAL		25 000		30 825	24 676	80 641	105 318

Données et calculs d’émissions relatifs aux terrassements : opération CLB





- Pour l'opération TAE, le volume global de déblais est d'environ 2,2 millions de m³, dont près de la moitié issue de la foration des tunnels par les tunneliers. En prenant comme hypothèse une distance moyenne d'évacuation de 30 km par camion 24 tonnes, et une excavation (hors tunnelier) à l'aide de pelles d'environ 20 tonnes consommant 18 l de Gasoil/h avec un rendement de 36 m³/h et une activité 7h/j, nous obtenons un total d'émissions de GES pour ce poste d'environ 10 000 teqCO₂ ;
- Pour l'opération CLB, le volume global de déblais est d'environ 25 000 m³, dont près 55% issue de la foration des tunnels par les tunneliers. En prenant comme hypothèse une distance moyenne d'évacuation de 30 km par camion 24 tonnes, et une excavation (hors tunnelier) à l'aide de pelles d'environ 20 tonnes consommant 18 l de Gasoil/h avec un rendement de 36 m³/h et une activité 7h/j, nous obtenons un total d'émissions de GES pour ce poste d'environ 105 teqCO₂ ;
- Pour l'opération TAE, concernant le fonctionnement des tunneliers, la consommation électrique présentée ci-dessus en fonction de la technique envisagée (respectivement à pression de boue ou à pression de terre), une consommation électrique de 50 à 80 kWh/m³ de matériaux excavés est envisagée. Le projet prévoit l'excavation par tunnelier d'environ 1 057 000 m³ de matériaux, soit une consommation comprise entre 53 MWh et 85 MWh en fonction de la technique utilisée. Le facteur d'émission moyen de production d'électricité en France (donnée ADEME – année 2016) est de 0,0647 kgeqCO₂/kWh. Ainsi les émissions liées à la foration des tunnels du métro seront comprises entre 3 430 et 5 500 teqCO₂.
- Pour l'opération CLB : concernant le fonctionnement des tunneliers, la consommation électrique présentée ci-dessus en fonction de la technique envisagée (respectivement à pression de boue ou à pression de terre), une consommation électrique de 50 à 80 kWh/m³ de matériaux excavés est envisagée. Le projet prévoit l'excavation par tunnelier d'environ 13 750 m³ de matériaux, soit une consommation comprise entre 0,7 MWh et 1,1 MWh en fonction de la technique utilisée. Le facteur d'émission moyen de production d'électricité en France (donnée ADEME – année 2018) est de 0,0571 kgeqCO₂/kWh. Ainsi les émissions liées à la foration des tunnels du métro seront comprises entre 40 et 63 teqCO₂.

Pistes de réduction :

Les émissions de GES liées à la gestion des déblais de terrassement peuvent être optimisées par l'étude des solutions suivantes :

- Pour le fonctionnement des tunneliers, la consommation électrique (80 kWh) utilisée ci-dessus correspond à la technique dite « à pression de terre ». Ainsi les émissions liées à la foration des tunnels du métro par cette technique exclusivement sont d'environ **5 563 teqCO₂**. Or, la technique dite « à pression de boue » ne consomme que 50 kWh/m³ en moyenne. Ainsi les émissions liées à la consommation électrique des tunneliers par cette technique exclusivement sont d'environ **3 470 teqCO₂**. Donc l'utilisation exclusive d'une technique à pression de boue permettrait de réduire de plus de **1 023 teqCO₂** les émissions liées à la consommation électrique des tunneliers. Ce calcul sera à mettre en perspective selon les contraintes annexes inhérentes à chaque technique et la faisabilité de leur mise en œuvre, pouvant influencer sur les émissions de GES de ce poste.
- Réutilisation : cela peut nécessiter la mise en œuvre d'un prétraitement (criblage par exemple) des matériaux ;
- Recyclage : ils concernent la réutilisation des matériaux au droit d'autres projets d'aménagement ;
- Enfouissement : c'est la solution ultime de gestion des matériaux.

Sur des projets de cette envergure, la mise en œuvre de plateformes de gestion des déblais peut être une piste visant à :

- Optimiser les volumes réutilisables dans le cadre du projet,
- Limiter le transport des matériaux.

Ce type d'organisation nécessite une gestion logistique et technique importante et est fortement contraint par le phasage des travaux.



7.2.2.6 Infrastructure

Au sein de ce chapitre nous intégrons à ce stade l’ensemble des infrastructures du projet, à savoir les stations, pôles d’échanges multi-modaux et ainsi que les aménagements associés (voirie notamment). La construction de l’ensemble des infrastructures liées au projet constitue probablement le principal poste émetteur de GES et en particulier la mise en œuvre de béton armé. En effet, les matériaux à base de ciment et de métaux sont fortement émetteurs et constituent généralement les principaux postes contributeurs à la somme des émissions d’un projet de construction.

Les données globales disponibles partielles pour le projet dont nous disposons à ce stade sont les suivantes :

- Pour les tunnels, le béton mis en œuvre est de l’ordre de 11 m³/ml de tunnel, ferrailé à 80 kg/m³ pour les voussoirs et 5 m³/ml non ferrailé pour le béton de voie. La longueur totale des tronçons souterrains (tunnel + tranchées + rampes) étant d’environ 19 km, le volume total de béton envisagé est d’environ 300 000 m³, soit environ 760 000 tonnes. La masse d’acier de ferrailage est de l’ordre de 17 000 t ;
- Pour les stations, le béton mis en œuvre est estimé à 6 500 m³ de béton ferrailé à 100 kg/m³, soit environ 16 000 t de béton et 650 t d’acier de ferrailage par station. Ces valeurs extrapolées aux 21 stations du projet équivalent à un total de près de 340 000 t de béton et 14 000 t d’acier de ferrailage.

En prenant en compte un facteur d’émission de la base KBOB pour le béton (béton de génie civil) et ADEME pour l’acier (avec 40% d’acier recyclé), et des distances de transport de 15 km pour le béton et 500 km pour l’acier en camion 24t, les premiers calculs d’émissions de GES liées à la fabrication, le transport et la mise en œuvre de ces matériaux sont présentés dans le tableau suivant :

	Emissions en kg eq CO ₂ Fabrication/mise en œuvre	Emissions en kg eq CO ₂ Transport	TOTAL EMISSIONS
Tunnels			
Béton de voie	25 412 500	95 063	25 507 563
Béton voussoirs	55 907 500	209 139	56 116 639
Armatures acier voussoirs	39 358 880	223 082	39 581 962
Stations			
Béton Paroi moulée	19 661 250	73 549	19 734 799
Armatures acier	17 301 900	98 065	17 399 965
Béton Dalles et radier	16 852 500	63 042	16 915 542
Armatures acier dalles et radier	14 830 200	84 056	14 914 256
	189 324 730	845 997	190 170 727

Tableau de calcul des émissions de GES du béton armé des principales infrastructures du projet au stade EP – Opération TAE

	Emissions en kg eq CO ₂ Fabrication/mise en œuvre	Emissions en kg eq CO ₂ Transport	TOTAL EMISSIONS
Tunnels			
Béton de voie	762 375	2 852	765 227
Béton voussoirs	1 677 225	6 274	1 683 499
Armatures acier voussoirs	853 623	6 692	860 315
Viaduc			
Béton	4 280 000	16 011	4 296 011
Armatures acier	2 722 880	21 348	2 744 228
	10 296 103	53 177	10 349 280

Tableau de calcul des émissions de GES du béton armé des principales infrastructures du projet au stade EP – Opération CLB

Les résultats montrent :

- Une somme des émissions de l’ordre de 200 000 teq CO₂ pour TAE et 10 350 teq CO₂ pour CLB ce qui constitue une valeur importante, soit l’équivalent de l’ordre des émissions de GES dues à 104 700 personnes par an en France ;
- Une très grande majorité des émissions liée à la fabrication/mise en œuvre des matériaux ;
- Une part liée au transport très limitée (inférieure à 0,5%) des émissions de ce poste.

Pistes de réduction :

- Béton bas carbone : lorsque les caractéristiques mécaniques minimales attendues des bétons le permettent, l’utilisation de béton dit « bas carbone » doit être privilégié. Ce type de matériau, incorporant des produits de substitution du clinker nécessaire à l’élaboration du ciment Portland, présente un facteur d’émission plus bas qu’un béton classique (à base de ciment Portland). Cela est dû au fait que la fabrication du clinker classique nécessite une cuisson à 1 450°C et est donc fortement consommateur d’énergie. L’utilisation de ce type de béton est susceptible de diminuer de 30% les émissions liées à la fabrication du béton. Dans le cas présent, cela permettrait **une diminution d’environ 27 000 teqCO₂**. Cette valeur constitue une limite haute qui sera à mettre relation avec les contraintes de faisabilité de mise en œuvre de tels matériaux.
- Utilisation d’acier recyclé : il est communément admis que les filières de production d’acier intègrent environ 40% d’acier recyclé à l’échelle mondiale. La proportion de 40% d’acier recyclé est une moyenne basée sur la valeur mondiale indiquée par le groupe ArcelorMittal. Les calculs des émissions du projet prendront comme hypothèse de base cette proportion.





Toujours d'après cette source, la part de recyclé dans les armatures béton peut atteindre 65 à 70% en moyenne. Le choix de 40% d'acier recyclé apparaît donc comme sécuritaire en l'absence de données précises sur le marché local.

L'utilisation d'acier 100% recyclé est envisageable pour l'ensemble des éléments en acier mis en œuvre et notamment pour le ferrailage des éléments coulés en place. La pertinence de cette solution sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le gain serait non négligeable en termes de bilan carbone puisque le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 4 056 (40% de recyclé) à 2 038 kg eq.CO₂/t (100 % de recyclé), soit un **gain d'environ 24 635 teqCO₂** dans le cas présent. Cette valeur constitue une limite haute qui sera à mettre perspective avec les contraintes de disponibilité de tels matériaux pour le projet.

- Globalement, l'utilisation de matériaux recyclés, soit en matériaux d'apport, soit dans la composition de matériaux de construction (granulats, enrobés, métaux, plastiques...) dont les facteurs d'émissions sont inférieurs à ceux de matériaux neufs ;
- Diminution du fret routier : la recherche de filière d'approvisionnement locales pour l'ensemble des matériaux intrants utilisés dans le cadre du projet permettrait de diminuer sensiblement la part liée au transport routier de ces matériaux. La recherche d'approvisionnement par le biais d'autres modes de transport peut également être envisagée (ferroviaire, fluvial). En termes de transport, les moyens de transport à forte capacité sont à privilégier, la part d'émission liée au transport étant divisée par la quantité d'unité de matériau transportée.

7.2.3 Impacts et mesure en phase exploitation

7.2.3.1 Évolution des émissions directes liées au report de trafic routier

L'impact du projet sur les déplacements est étudié dans le cadre de l'étude socio-économique du projet.

L'agglomération toulousaine est caractérisée par une très forte utilisation de la voiture particulière dans les déplacements quotidiens (60% des déplacements selon l'EMD 2013), notamment pour réaliser les déplacements liés au travail, qui expliquent aujourd'hui la moitié des kilomètres parcourus dans l'agglomération. Elle verra à l'horizon de la mise en service des opérations TAE et CLB un recul de l'utilisation de la voiture.

L'ampleur et la complémentarité de ces deux opérations sont de nature à modifier les comportements de déplacements des usagers et contribuent à rendre la ville plus compacte : le réseau de transports en commun sera plus attractif, et la marche, le vélo et les transports en commun, qui sont peu compétitifs lorsque la ville est étalée, gagneront en attractivité.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de chacune des opérations TAE et CLB sur le nombre de déplacements en voiture et de véhicules.Km. Ces éléments sont issus de l'étude trafic menées à l'aide du multimodale de déplacements (voir pièce G).

	Impact sur le nombre quotidien de déplacements de voitures	Pourcentage d'évolution	Impact sur le nombre quotidien de véhicules.km	Pourcentage d'évolution
Opération TAE	-73 000	-3,6%	-531 000	-3,5%
Opération CLB	-2 000	-0,1%	-27 000	-0,2%

Évolutions de la circulation automobile engendrées par la mise en service des opérations TAE et CLB, par JOB pour l'année 2030, déplacements internes à l'agglomération toulousaine (PDU)

Grâce aux opérations TAE et CLB le nombre de déplacements de voitures et le nombre de véhicules.Km diminueront de l'ordre de 4%.

Ces effets sur la circulation peuvent être traduits en émissions de tonnes équivalent CO₂ évitées par l'intermédiaire des valeurs figurant dans les fiches outils du référentiel d'évaluation socio-économique des projets de transports en vigueur depuis 2014.

La réduction des émissions de GES à l'échelle de l'agglomération toulousaine est estimée à 45 000 tonnes équivalent CO₂ par an grâce à TAE et à 1 300 tonnes équivalent CO₂ par an grâce à CLB.

À titre d'information, un habitant de l'agglomération toulousaine émet en moyenne 4,4 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) chaque année pour l'ensemble de ses besoins (chauffage, transport, alimentation, etc.). Les gains permis par ces opérations compenseraient ainsi les émissions d'environ 10 000 personnes.

Ce poste n'appelle pas de piste de réduction particulière, le projet de par sa nature ayant pour objet la facilitation de l'utilisation des transports en commun.



7.2.3.2 Entretien/maintenance

L'ensemble des émissions liées à l'entretien et à la maintenance des infrastructures du projet en phase exploitation sont calculées à partir des données issues du Document « Estimation des coûts d'exploitation et de maintenance » réalisé par SYSTRA en date du 7 août 2018.

Les calculs sont basés sur les coûts annuels liés à la maintenance des systèmes. Le facteur d'émission de GES du k€ de maintenance de réseau est issu de l'ADEME (Réparation et installation de machines et d'équipements).

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Matériel roulant	€/an	6 210 892	390	2 422 248
SMR	€/an	307 950	390	120 101
Infrastructures	€/an	4 694 819	390	1 830 979
Electromécanique	€/an	4 991 406	390	1 946 648
Génie Civil	€/an	1 070 000	390	417 300
Energie	€/an	3 131 201	390	1 221 168
Voie	€/an	7 067 554	390	2 756 346
			TOTAL	1 946 648

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la maintenance des installations en phase exploitation – opération TAE

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Matériel roulant	€/an	621 089	390	242 225
SMR	€/an	30 795	390	12 010
Infrastructures	€/an	469 482	390	183 098
Electromécanique	€/an	499 141	390	194 665
Génie Civil	€/an	107 000	390	41 730
Energie	€/an	313 120	390	122 117
Voie	€/an	706 755	390	275 635
			TOTAL	194 665

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la maintenance des installations en phase exploitation – opération CLB

Le total de 1950 teqCO₂/an pour TAE et 194 teqCO₂/an pour CLB environ correspond aux émissions annuelles d'environ 990 personnes en France. La piste de réduction envisageable à ce stade est la favorisation de la mise en œuvre de matériaux de longue durée de vie. Ainsi le dimensionnement des installations lié à une durée de vie estimative a un impact important sur les émissions de GES liées à la maintenance des installations et notamment lors du remplacement de certains matériaux. Ainsi en règle générale les émissions évitées par un dimensionnement moins important sont largement « compensées » par les émissions supplémentaires engendrées par une maintenance et un taux de renouvellement plus important nécessitant l'apport d'intrants neufs.

7.2.3.3 Déchets

Nous ne disposons pas aujourd'hui de données concernant la quantité de déchets générée par le fonctionnement et l'exploitation des installations du projet.

La principale piste d'optimisation envisageable concerne la collecte des déchets. En effet, celle-ci doit permettre le tri et favoriser les solutions de recyclage ou valorisation, plutôt que l'enfouissement. Cependant cette solution est directement tributaire de la gestion des déchets à l'échelle de l'agglomération.

7.2.3.4 Consommations

L'ensemble des émissions liées aux consommations du projet en phase exploitation sont calculées à partir des données issues du Document « Estimation des coûts d'exploitation et de maintenance » réalisé par SYSTRA en date du 7 août 2018.





7.2.3.4.1 Énergie

Le facteur d’émission de GES du kWh d’électricité moyen français est issu de l’ADEME. Le calcul des émissions liées à la consommation en énergie est présenté dans le tableau suivant :

Caractéristiques et quantités				
	Unité	Quantité annuelle	FE Electricité moyenne en France (kgeqCO2/kWh)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO2/an
Energie de traction	kWh	5 952 381	0,0647	385 119,05
Stations	kWh	8 600 000	0,0647	556 420,00
Equipements en ligne	kWh	5 409 300	0,0647	349 981,71
Dépôt	kWh	2 080 500	0,0647	134 608,35
			TOTAL	1 426 129,11

Tableau de synthèse des émissions de GES du projet liées aux consommations électriques en phase exploitation – opération TAE

Caractéristiques et quantités				
	Unité	Quantité annuelle	FE Electricité moyenne en France (kgeqCO2/kWh)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO2/an
Energie de traction	kWh	595 238	0,0571	33 988,10
Stations	kWh	860 000	0,0571	49 106,00
Equipements en ligne	kWh	540 930	0,0571	30 887,10
Dépôt	kWh	208 050	0,0571	11 879,66
			TOTAL	125 860,85

Tableau de synthèse des émissions de GES du projet liées aux consommations électriques en phase exploitation – opération CLB

La piste de réduction envisageable à ce stade est l’intégration de systèmes de récupération d’énergie issue de la circulation des rames de métro, notamment lors du freinage, pour une utilisation de cette énergie lors du démarrage.

7.2.3.4.2 Eau

Le facteur d’émission de GES du m3 d’eau potable de réseau est issu de l’ADEME. Le calcul des émissions liées à la consommation en eau en phase exploitation est présenté dans le tableau suivant :

Caractéristiques et quantités				
	Unité	Quantité annuelle	FE Eau potable de réseau moyenne en France (kgeqCO2/m³)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO2/an
Lavage des trains	m³	490	0,132	64,68
Lavage interne	m³	50	0,132	6,60
Stations	m³	3 800	0,132	501,60
Dépôt	m³	10	0,132	1,32
			TOTAL	574,20

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la consommation d’eau en phase exploitation – opération TAE

Caractéristiques et quantités				
	Unité	Quantité annuelle	FE Eau potable de réseau moyenne en France (kgeqCO2/m³)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO2/an
Lavage des trains	m³	49	0,132	6,47
Lavage interne	m³	5	0,132	0,66
Stations	m³	380	0,132	50,16
Dépôt	m³	1	0,132	0,13
			TOTAL	57,42

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la consommation d’eau en phase exploitation – opération CLB

Les pistes de réduction envisageables à ce stade sont :

- La mise en œuvre de système de diffusion d’eau sanitaire limitant les débits et le temps de distribution ;
- La mise en œuvre d’un système de récupération des eaux de nettoyage des rames pour recyclage sur le Site de Maintenance et Remisage du projet (SMR).





7.2.3.5 Billettique

Le facteur d’émission de GES du k€ de service (imprimerie, publicité, architecture et ingénierie, maintenance multi technique des bâtiments) est issu de l’ADEME. Le calcul des émissions liées à la consommation en eau en phase exploitation est présenté dans le tableau suivant :

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	375 000	170,000	63 750,00
			TOTAL	63 750,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la production et distribution des billets en phase exploitation – Opération TAE

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	37 500	170,000	6 375,00
			TOTAL	6 375,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la production et distribution des billets en phase exploitation – Opération CLB

7.2.3.6 Consommable

7.2.3.6.1 Bureautique

Sur une base prévisionnelle de 70 postes, les émissions annuelles de GES liées à la fourniture et à l’entretien des postes de bureau ont été calculées sur la base du montant alloué à ces postes. Le facteur d’émission correspondant est issu de l’ADEME. Le calcul est présenté dans le tableau suivant :

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	22 400	400,000	8 960,00
			TOTAL	8 960,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la fourniture et à la maintenance bureautique en phase exploitation – Opération TAE

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité		TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	2 240	400,000	896,00
			TOTAL	896,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la fourniture et à la maintenance bureautique en phase exploitation – Opération CLB





7.2.3.6.2 *Habillement*

Sur une base prévisionnelle de 100 agents, les émissions annuelles de GES liées à la fourniture et à l’entretien des uniformes ont été calculées sur la base du montant alloué à ce poste (8 000€). Le facteur d’émission correspondant est issu de l’ADEME (Produits informatiques, électroniques et optiques). Le calcul est présenté dans le tableau suivant :

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	8 000	600,000	4 800,00
TOTAL				4 800,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la fourniture d’uniformes en phase exploitation – opération TAE

	Caractéristiques et quantités			
	Unité	Quantité	FE monétaire (kgeqCO ₂ /k€)	TOTAL EMISSIONS à l'année en kgeqCO ₂ /an
Coût annuel	€/an	800	600,000	480,00
TOTAL				480,00

Tableau de calcul des émissions de GES du projet liées à la fourniture d’uniformes en phase exploitation – opération CLB

7.2.3.7 *Synthèse*

Les émissions liées à l’exploitation des infrastructures du projet sont synthétisées dans le tableau suivant :

Poste	Emissions de GES annuelles (teqCO ₂)	Pourcentage
Maintenance des systèmes	1950	56%
Consommation électrique	1430	41%
Consommation en eau	0,5	0,01%
Billettique	64	2%
Bureautique	9	0,3%
Habillement	5	0,1%
TOTAL	3460	

Tableau de synthèse des émissions de GES du projet liées à l’exploitation de la ligne TAE

Poste	Emissions de GES annuelles (teqCO ₂)	Pourcentage
Maintenance des systèmes	195	59%
Consommation électrique	126	38%
Consommation en eau	0,05	0,02%
Billettique	6,4	2%
Bureautique	1	0,3%
Habillement	0,5	0,2%
TOTAL	328,95	

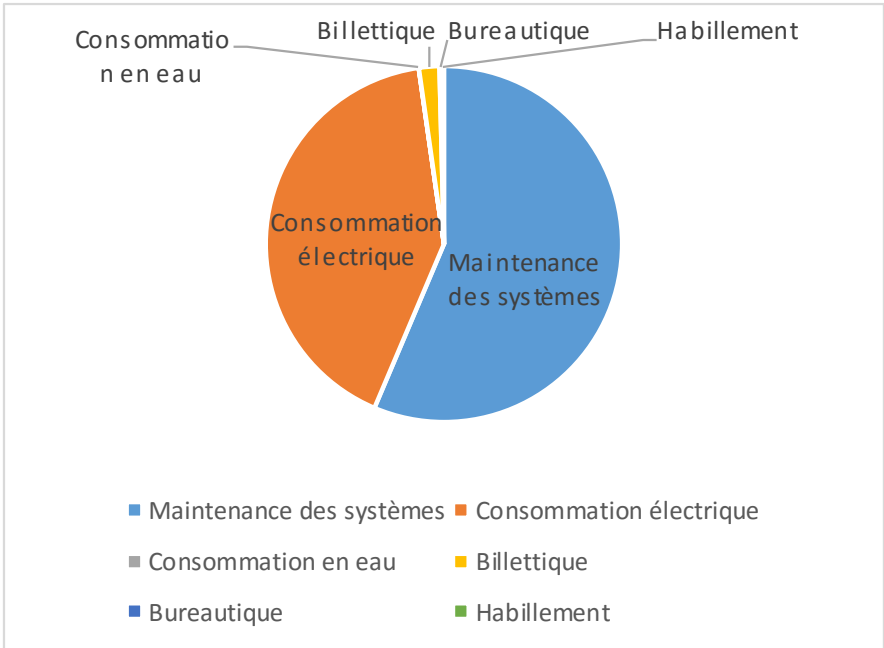
Tableau de synthèse des émissions de GES du projet liées à l’exploitation de la ligne CLB

La somme des émissions annuelles prévues à ce stade sont équivalentes à celles d’environ 1 750 personnes vivant sur le territoire français (moyenne de 2,2 teqCO₂/an/personne).

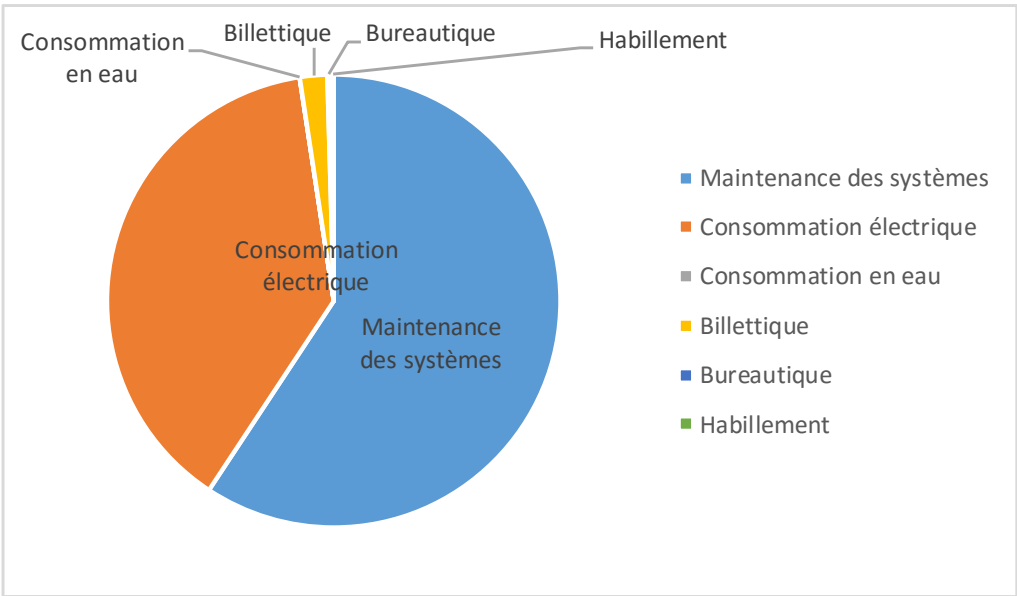




La répartition des postes peut être visualisée dans le graphique suivant :



Graphique de répartition des émissions de GES annuelles du projet en phase exploitation – opération TAE



Graphique de répartition des émissions de GES annuelles du projet en phase exploitation – opération CLB

L'observation de ces 2 figures permet les observations suivantes :

- Les émissions du projet en phase exploitation sont principalement liées à la maintenance des systèmes et à la consommation énergétique des installations sous forme électrique. Ces 2 postes pèsent pour plus de 98% des émissions avec près de 3 320 t eqCO₂ annuelles ;
- Le poste billettique n'est pas négligeable puisque les émissions de GES liées représentent 2% des émissions du projet ;
- Les postes bureautiques, habillement et consommation d'eau apparaissent comme négligeable à l'échelle du projet (moins de 0,3% respectivement).

Ainsi, la recherche de pistes de réduction des émissions des GES du projet en phase exploitation doivent principalement porter sur les postes maintenance et consommation électrique.

Remarque : en l'absence de données, le poste déchets n'a pas été traité. Cependant, par retour d'expérience, celui-ci risque d'être négligeable à l'échelle du projet.

7.2.4 Fin de vie

Pour ce poste, en l'absence d'hypothèse fiable concernant la fin de vie réelle des infrastructures du projet, un facteur d'émission moyen de 33 kgeqCO₂/tonne est appliqué à l'ensemble des matériaux dits minéraux et plastiques.

Appliqué aux données disponibles à ce stade, ce calcul montre des émissions de l'ordre de 39 440 teqCO₂, soit environ 20% des émissions liées à la fabrication et la mise en œuvre.

Les pistes de réduction des émissions liées à cette phase sont les mêmes que celles liées à la démolition, à savoir :

- Une gestion des déchets de démolition favorisant la réutilisation des matériaux. Basé sur le principe d'économie circulaire, la réutilisation de déchets de démolition du projet permettrait d'éviter les émissions liées :
 - ✓ Au transport éventuel loin du lieu de production des déchets en fonction des filières d'évacuation identifiées ;
 - ✓ À la production et au transport de matériaux neufs pour la mise en œuvre du projet.



D’une manière générale, les filières de gestion des déchets sont à prioriser dans l’ordre suivant :

- ✓ Réutilisation ;
 - ✓ Recyclage ;
 - ✓ Valorisation énergétique ;
 - ✓ Enfouissement.
- La limitation des distances de transport des déchets. Cette solution passe par la recherche de filières de prise en charge des déchets les plus proches du site de production des déchets.

7.2.5 Synthèse des pistes de réduction identifiées des émissions de GES du projet

Le tableau suivant récapitule les postes et les pistes de réduction (non chiffrées à ce stade) des émissions de GES du projet identifiées à ce stade :

Poste	Pistes de réduction des émissions de GES
Phase construction	
Études amont	Aucune piste de réduction identifiée à ce stade
Changement d’affectation des sols	Limitation de l’imperméabilisation des sols Intégration de zones naturelles dans le projet
Déplacement chantier	Favoriser le co-voiturage ou l’accès à l’aide de transport en commun
Démolition	Privilégier la réutilisation, recyclage ou valorisation des matériaux de démolition Limiter les distances de transport de matériaux de démolition
Terrassement	Privilégier la réutilisation, recyclage ou valorisation des matériaux de démolition Limiter les distances de transport de matériaux d’excavation et d’apport Mise en place d’une plateforme logistique Favoriser l’utilisation de matériaux recyclés

Poste	Pistes de réduction des émissions de GES
Infrastructures	Utilisation de béton « bas carbone » Utilisation de matériaux recyclés (acier, granulats, béton, enrobés, plastiques...) Recyclage de l’eau de forage pour le tunnelier Limitation des distances de transport des matériaux de construction Utilisation de mode de transport alternatifs (fluvial, ferroviaire) pour l’approvisionnement Privilégier les transports de grande capacité
Phase exploitation	
Entretien/maintenance	Dimensionnement favorisant une plus longue durée de vie des installations
Déchets	Organiser le tri des déchets d’exploitation Favoriser le réemploi, le recyclage ou la valorisation des déchets
Consommation énergétique	Système de récupération d’énergie cinétique de circulation du métro
Consommation d’eau	Mise en place de système de diffusion d’eau sanitaire limitant les débits et volumes Recyclage des eaux de nettoyage des rames
Fin de vie	
Matériaux de construction	Privilégier la réutilisation, recyclage ou valorisation des matériaux de démolition Limiter les distances de transport de matériaux de démolition

Tableau de synthèse des pistes de réduction des émissions de GES du projet au stade EP





7.3 Analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances

L'article R.122-5 du code de l'environnement, notamment relatif au contenu de l'étude d'impact, indique que cette dernière comprendra : (...) « Une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports » (...).

Qu'est-ce qu'un coût collectif ?

Les coûts collectifs environnementaux sont définis comme étant les coûts associés à l'utilisation de biens et des services, qui sont supportés par la collectivité dans son ensemble et non par un seul acteur ou consommateur. Les avantages induits sont le bénéfice que la collectivité tire de l'utilisation de ces biens et services.

Dans le cas des infrastructures de transports, ces coûts résultent principalement de :

- la pollution atmosphérique et la libération de gaz à effet de serre responsables du réchauffement de la planète (transports routier et aérien) ;
- l'accidentologie ou insécurité (transport routier) ;
- la congestion routière (temps passés dans les embouteillages) ;
- les nuisances sonores des infrastructures (transports routier et ferroviaire).

L'analyse des coûts collectifs représente un enjeu important pour le développement d'un système de transport plus durable, en accord avec les engagements du Grenelle de l'environnement.

En quoi consiste l'évaluation des coûts collectifs ?

L'évaluation des coûts collectifs d'un projet d'infrastructure de transports quantifie et transforme en « équivalent argent » (on les « monétarise ») les avantages et les nuisances résultant des déplacements que l'exploitation du projet entraîne ou permet d'éviter.

Quel est le cadre méthodologique de l'évaluation des coûts collectifs ?

Les principes méthodologiques de l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructures de transport étaient jusqu'à 2014 encadrés par l'instruction-cadre datée du 25 mars 2004 et sa mise à jour du 27 mai 2005 (également appelée « Instruction Robien »).

Le ministère en charge des transports a élaboré un nouveau référentiel d'évaluation des projets de transports de l'État et de ses établissements publics. Cette instruction gouvernementale a été publiée le 16 juin 2014. Le 1^{er} octobre de la même année, la Direction Générale des Infrastructures et de la Mer (DGITM) publiant des « fiches outils » donnant un certain nombre de valeurs prescrites ou recommandées pour « monétariser » ces effets.

L'évaluation socio-économique a été ainsi établie en conformité avec l'Instruction Gouvernementale de Juin 2014. Les valeurs unitaires utilisées sont issues des « fiches outils » de la DGITM, elles-mêmes issues du « rapport Quinet 2013 ».

7.3.1 Coûts collectifs associés à la pollution atmosphérique du trafic routier généré ou évité par le projet.

7.3.1.1 Méthodologie

Les effets sur la santé de la pollution de l'air étant dépendants de la concentration de polluants et de la densité de population des zones polluées, la méthode proposée se base sur les flux de trafic selon différentes zones de densité de population.

Le rapport Quinet, sur lequel se base l'Instruction du Gouvernement du 14 juin propose un découpage selon cinq types de zones :

- L'urbain très dense avec une densité supérieure à 4500 habitants/km² ;
- l'urbain dense avec une densité comprise entre 1 500 et 4 500 habitants/km² ;
- l'urbain avec une densité comprise entre 450 et 1 500 habitants/km² ;
- l'urbain diffus avec une densité comprise entre 37 et 450 habitants/km² ;
- l'interurbain avec une densité inférieure à 37 habitants/km².

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Véhicule particulier	15,8	4,3	1,7	1,3	0,9

Coûts externes de la pollution atmosphérique, valeurs 2010 (€2010/100veh.km)

Ces données peuvent être considérées comme le produit de deux valeurs, l'une proportionnelle aux émissions polluantes et l'autre proportionnelle à la valeur de la vie humaine.

Les progrès techniques qui permettent de réduire petit à petit les émissions de polluants atmosphériques sont considérés comme faisant décroître la première de 6 % par an entre 2010 et 2020. Elle évolue ensuite comme le PIB par tête.





Ainsi, les valeurs à l’horizon 2030 sont les suivantes.

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Véhicule particulier	10,9	3,0	1,2	0,9	0,6

Coûts externes de la pollution atmosphérique, valeurs 2030 (€2010/100veh.km)

L’impact du projet sur les véh.km parcourus selon les différents types de tissu urbain (Urbain très dense, urbain dense, urbain, urbain diffus et interurbain) a ensuite été calculé sur base des résultats du modèle de transport et de la densité de population projetée pour chaque zone traversée par le projet.

7.3.1.2 Calcul des coûts

Les résultats de l’analyse de l’impact de chacune des opérations TAE et CLB sur les distances parcourues sont repris dans le tableau ci-dessous avec les coûts annuels qui y sont associés :

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Différence des distances parcourues annuellement (10³ véh.km)	61,66	46,70	38,46	74,22	3,93
Coûts annuels associés millions €2010 /an	6,69	1,38	0,45	0,66	0,02
	9,21				

Impact de l’opération TAE sur les distances parcourues par les véhicules légers à l’horizon 2030 et coûts annuels de la pollution atmosphérique associés (en €2010)

La diminution des distances parcourues grâce à l’opération TAE permet ainsi une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s’élevant à environ 9,21 millions €2010 par an à l’horizon 2030.

	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Différence des distances parcourues annuellement (10³ véh.km)	1,73	1,31	1,08	2,08	0,11
Coûts annuels associés millions €2010 /an	0,19	0,04	0,01	0,02	0,00
	0,26				

Impact de l’opération CLB sur les distances parcourues par les véhicules légers à l’horizon 2030 et coûts annuels de la pollution atmosphérique associés (en €2010)

La diminution des distances parcourues grâce à l’option de projet CLB permet ainsi une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s’élevant à environ 260 000 €2010 par an à l’horizon 2030.





7.3.2 Coûts des accidents de la route

7.3.2.1 Méthodologie

Le calcul des couts des accidents de la route se base sur les valeurs de la vie humaine et des blessés définies dans la note technique du 27 juin 2014 relative à l’évaluation des projets de transports. Selon cette note, les valeurs sont les suivantes :

	Transport routier
Tué	3 000 000 € ₂₀₁₀
Blessé grave	375 000 € ₂₀₁₀
Blessé léger	15 000 € ₂₀₁₀
Accidents	4 600 € ₂₀₁₀

Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier pour l’année 2010

Ces valeurs sont considérées comme évoluant au même rythme que le PIB par tête. Ainsi, les valeurs à l’horizon 2030 sont les suivantes :

	Transport routier
Tué	3 827 100 € ₂₀₁₀
Blessé grave	478 400 € ₂₀₁₀
Blessé léger	19 100 € ₂₀₁₀
Accidents	5 900 € ₂₀₁₀

Valeurs de la vie humaine et des blessés graves et légers du transport routier à l’horizon 2030

L’impact du projet sur les accidents a lui été estimé par rapport à des données d’accidentologie récentes (2012-2013) relatives à l’aire urbaine de Toulouse. À cette échelle, il a ainsi été observé :

- 699 accidents (2012) ;
- 956 victimes (2012) dont 6% de blessés hospitalisés ;
- 36 tués (2013).

Il est estimé que la réduction de nombre d’accidents et de victimes de la route se fait dans la même proportion que la baisse de circulations permises par le projet.

7.3.2.2 Calcul des coûts

L’opération TAE permet une réduction des circulations routières sur l’ensemble de l’aire urbaine de l’ordre de 1,33%. L’opération CLB permet une réduction de l’ordre de 0,04%.

La combinaison des différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et des taux d’accidents permet ainsi d’évaluer les impacts du projet sur les accidents de la route. Ces impacts permettent alors sur base des valeurs associées à la vie humaine et aux accidents de calculer les résultats suivant à l’horizon 2030.

	Accidents (dégâts matériels)	Blessés légers	Blessés graves	Tués
Différence du nombre annuel d’accidents corporels	9,27	11,92	0,76	0,48
Coûts externes associés Millions € ₂₀₁₀	0,05	0,23	0,38	1,83
	2,49			

Impacts de l’opération TAE sur les accidents de la route à l’horizon 2030 et coûts externes annuels associés

	Accidents (dégâts matériels)	Blessés légers	Blessés graves	Tués
Différence du nombre annuel d’accidents corporels	0,26	0,34	0,02	0,01
Coûts externes associés Millions € ₂₀₁₀	0,00	0,01	0,01	0,05
	0,07			

Impacts de l’opération CLB sur les accidents de la route à l’horizon 2030et coûts externes annuels associés.





7.3.3 Coûts collectifs associés aux émissions de gaz à effet de serre

7.3.3.1 Méthodologie

Les résultats du groupe de travail présidé par E. Quinet sur la valeur tutélaire du carbone repris dans le rapport du Centre d’analyse stratégique (2013) permettent d’évaluer la valeur de la tonne équivalent CO₂ (teCO₂).

Il est important de noter que contrairement aux valeurs de pollution de l’air, de bruit ou des accidents, la valeur de la tonne équivalent CO₂ n’a pas été définie selon une démarche coût-avantages en évaluant les dommages causés, mais bien sur une démarche coût efficacité en évaluant le niveau de taxation qui permettrait à la France de satisfaire aux engagements de Kyoto.

Les valeurs tutélaires du carbone recommandées par ce rapport et reprises dans le référentiel méthodologique pour l’évaluation des projets de transport sont détaillées dans le tableau suivant.

	2010	2030	2050
Valeur en € ₂₀₁₀	32	100	200 (150-350)

Valeur tutélaire d’une tonne de CO₂ selon le CAS (Valeur tutélaire du carbone, 2009)

La croissance de la valeur s’élève donc à 5,8% par an entre 2010 et 2030 puis de 4,5% après 2030.

7.3.3.2 Calcul des coûts

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus en termes d’émissions totales évitées grâce au projet aux horizons, 2025, 2030 et 2050.

	Émissions de gaz à effet de serre induites ou évitées	Coûts associés Millions € ₂₀₁₀
2025	43 000 tonnes	3,7
2030	221 100 tonnes	20,6
2050	1 231 900 tonnes	188,4

Émissions totales (cumul de toutes les années précédentes) induites ou évitées grâce à l’opération TAE aux horizons 2025, 2030 et 2050 et coûts associés en millions d’euros 2010

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus en termes d’émissions totales évitées grâce au projet aux horizons, 2025, 2030 et 2050.

	Émissions de gaz à effet de serre induites ou évitées	Coûts associés Millions € ₂₀₁₀
2025	1 200 tonnes	0,1
2030	7 000 tonnes	0,6
2050	35 300 tonnes	5,4

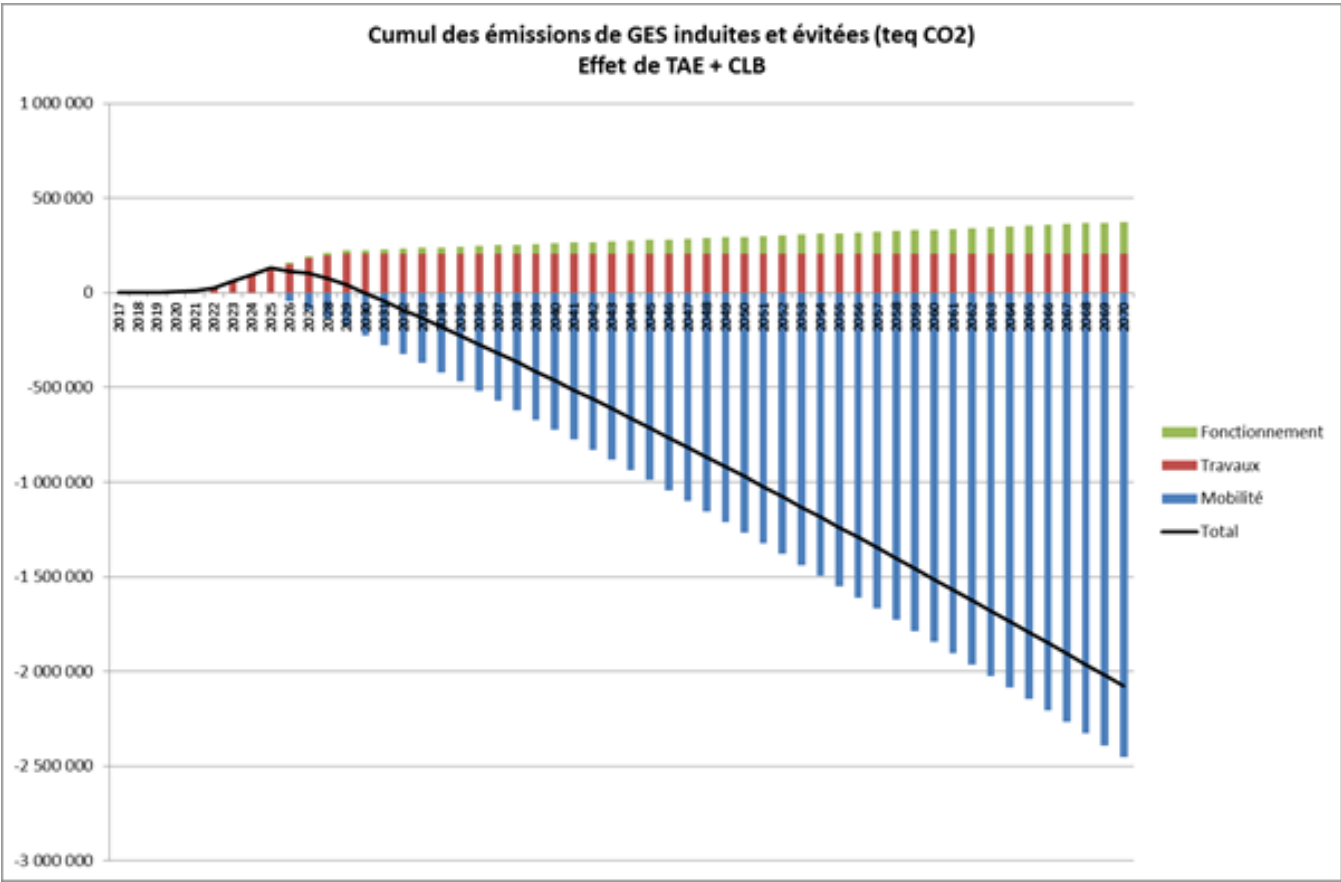
Émissions totales (cumul de toutes les années précédentes) induites ou évitées grâce à l’opération CLB aux horizons 2025, 2030 et 2050 et coûts associés en millions d’euros 2010

Les résultats montrent que les émissions de gaz à effet de serre liées à la construction de l’infrastructure et à son fonctionnement seraient largement et rapidement compensées par les émissions évitées grâce à la diminution de circulation permise par TAE et CLB.

Ainsi, en 2030, 20,6 millions d’euros 2010 seraient épargnés pour l’opération TAE et 0,6 million d’euros 2010 serait épargné pour l’opération CLB. En 2050, 188,4 millions d’euros 2010 seraient épargnés pour l’opération TAE et 5,4 millions d’euros 2010 seraient épargnés pour l’opération CLB.

Le graphique suivant permet de visualiser ce cumul des émissions induites et évitées par le projet par le fonctionnement, les travaux et la mobilité sur les lignes TAE et CLB en 2017 et 2070.





Cumul des émissions de gaz à effet de serre induites et évitées (en tonne équivalent CO₂) entre 2017 et 2070 par les projets TAE et CLB

Les surplus d'émissions liées à la construction et au fonctionnement de la ligne seront rapidement et largement compensés par les émissions évitées du fait de la diminution de la circulation automobile.

Au global, sur la période 2017-2070, TAE et CLB permettraient une réduction de plus de 2 millions de tonnes équivalent CO₂.

7.3.4 Coûts des nuisances sonores

7.3.4.1 Méthodologie

Selon la méthodologie préconisée la Note technique du 27 juin 2014, la valorisation du bruit est fonction de la densité humaine et du type d'infrastructure. Les coûts des nuisances sonores, en €2010/1 000 véh.km, sont repris ci-dessous :

Type de peuplement	Type d'infrastructure	Coût moyen VL	Coût moyen PL	Coût marginal VL	Coût marginal PL
Rural	Autoroute	0.5	1.9	0.03	0.1
	Nationale ou départementale	1.9	13.6	0.12	0.8
	Communale	10.5	115.2	0.63	6.9
Semi-urbain	Autoroute	2.0	7.8	0.12	0.5
	Nationale ou départementale	3.3	23.4	0.20	1.4
	Communale	16.9	168.6	1.01	10.1
Urbain	Autoroute	5.6	22.5	0.34	1.3
	Nationale ou départementale	5.7	39.7	0.34	2.4
	Communale	31.5	314.6	1.89	18.9
Urbain dense	Autoroute	8.3	33.1	0.50	2.0
	Nationale ou départementale	9.1	64.0	0.55	3.8
	Communale	37.9	379.3	2.28	22.8
Urbain très dense	Autoroute	14.0	56.0	0.84	3.4
	Nationale ou départementale	16.8	117.9	1.01	7.1
	Communale	43.0	430.5	2.58	25.8

Valorisation du coût des nuisances sonores, en €2010/1000véh.km, pour le mode routier

Une distinction est faite entre coût moyen et coût marginal. Ici, le coût marginal est utilisé, car on considère que la réduction des circulations automobiles engendrée par TAE et CLB est répartie sur l'ensemble du réseau routier de l'agglomération. En effet le coût moyen est à utiliser pour les nouveaux aménagements routiers, et le coût marginal est à utiliser pour des variations de trafic marginales par rapport au trafic total.

Ces valeurs évoluent comme le PIB par tête.





7.3.4.2 Calcul des coûts

L’analyse des impacts du projet sur les distances parcourues par types de route a permis de calculer les résultats suivants :

	Autoroutes	RN+RD	Agglomération
Hors région – rural	500	3 430	0
Interurbain (rural)	5 750	61 160	7 310
Urbain diffus (semi-urbain)	5 020	22 210	11 230
Urbain dense	2 690	28 000	16 020
Urbain (très dense)	1 720	25 200	34 750

Impact de l’opération TAE sur les distances parcourues par les véhicules légers à l’horizon 2030 (milliers de veh.km/an)

En tenant compte de l’augmentation de la dépense de consommation, la combinaison des différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et de la valorisation du coût des nuisances sonores permet ainsi d’évaluer les résultats suivant à l’horizon 2030 :

	Autoroutes	RN+RD	Agglomération
Coûts externes associés (10³ € 2010)	6,63	77,87	197,47
	281,97		

Coûts externes annuels du bruit associé à l’opération TAE à l’horizon 2030 en milliers d’€2010

	Autoroutes	RN+RD	Agglomération
Hors région – rural	10	100	0
Interurbain (rural)	160	1 720	210
Urbain diffus (semi-urbain)	140	620	320
Urbain dense	80	790	450
Urbain (très dense)	50	710	970

Impact de l’opération CLB sur les distances parcourues par les véhicules légers à l’horizon 2030 (milliers de veh.km/an)

En tenant compte de l’augmentation de la dépense de consommation, la combinaison des différences de distances parcourues par les véhicules particuliers et de la valorisation du coût des nuisances sonores permet ainsi d’évaluer les résultats suivant à l’horizon 2030 :

	Autoroutes	RN+RD	Agglomération
Coûts externes associés (10³ € 2010)	0,19	2,18	5,54
	2,64		

Coûts externes annuels du bruit associé à l’opération CLB à l’horizon 2030 en milliers d’€2010

Comme l’a montré l’analyse des impacts du projet sur le bruit sonore, les variations des flux de véhicules routiers ne sont pas susceptibles d’influencer de manière significative les niveaux de bruit.

Les coûts externes associés sont donc logiquement faibles et représentent pour le projet un gain annuel de l’ordre de 281 970 euros par an pour TAE, et 2 640 € par an pour CLB.





7.3.5 Coûts des effets amont-aval

7.3.5.1 Méthodologie

L’instruction du gouvernement du 16 juin 2014 et ces fiches définissant son application réalisées par la DGITM ont introduit la notion d’effets amont-aval. Les coûts de pollution atmosphériques et d’émissions de gaz à effet de serre sont calculés en fonction des émissions liés à la circulation des véhicules. Les effets amont-aval tiennent compte des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre lors de la production et de la distribution de l’énergie nécessaire à la circulation des véhicules.

Les fiches outils de la DGITM donnent des valeurs par type de matériel roulant et par veh.km. Une valeur est donnée pour le train électrique, mais pas pour un métro automatique. On considérera donc que la valeur de ce dernier est égale à la moitié de celle du premier.

Voiture particulière	Métro automatique
0,9	12,82

Valeurs des émissions atmosphériques des procédés amonts, valeurs 2018 (€2010/100veh.km)

7.3.5.2 Calcul des coûts

	VP	Troisième ligne de métro
Différence des distances parcourues annuellement (10 ³ véh.km)	225	4
Coûts annuels associés millions € ₂₀₁₀ /an	2,58	-0,65
	1,93	

Impact de l’opération TAE sur les distances parcourues par les véhicules légers et les circulations de TAE à l’horizon 2030 et coûts annuels des effets amont aval associés

La diminution des distances parcourues grâce à l’opération TAE permet ainsi une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s’élevant à environ 1,93 million €₂₀₁₀ par an à l’horizon 2030.

	VP	Ligne B
Différence des distances parcourues annuellement (10 ³ véh.km)	6	Négligeable
Coûts annuels associés millions € ₂₀₁₀ /an	0,07	0,
	0,07	

Impact de l’opération CLB sur les distances parcourues par les véhicules légers à l’horizon 2030 et coûts annuels de la pollution atmosphérique associés

La diminution des distances parcourues grâce à l’opération CLB permet ainsi une diminution des coûts de la pollution atmosphérique s’élevant à environ 72 000 €₂₀₁₀ par an à l’horizon 2030.





7.4 Synthèse des coûts collectifs

Les résultats des différents coûts collectifs pour l'année 2030 sont résumés dans le tableau suivant. Ces résultats montrent que les gains liés à la pollution atmosphérique et aux émissions de gaz à effet de serre érudables dominent largement. Les gains liés aux accidents de la route et aux effets amont-aval sont plus faibles tandis que les coûts liés aux nuisances sonores sont pratiquement négligeables.

	Pollution atmosphérique	Accidents de la route	Nuisances sonores	Gaz à effet de serre	Effets amont-aval
Coûts externes pour TAE	9,21	2,49	0,28	4,54	1,93
Coûts externes pour CLB	0,26	0,07	0,003	0,13	0,07

Récapitulatif des coûts collectifs associés aux opérations TAE et CLB en 2030 (en millions €₂₀₁₀)







MAÎTRE D'OUVRAGE
SMTC — Syndicat Mixte des Transports en
Commun de l'agglomération toulousaine



MANDATAIRE
SMAT – (Société de la Mobilité de
l'Agglomération Toulousaine)

toulouse
métropole

Sival
Le Sud-Est
Toulousain

Le Murétain
Le Sud-Ouest
Toulousain

sitprt
Syndicat Intercommunal
des Transports Publics de la Région Toulousaine

Projet co-financé par le Conseil Départemental
de la Haute-Garonne
CONSEIL DÉPARTEMENTAL
HAUTE-GARONNE.FR

 **Cofinancé par l'Union européenne**
Le mécanisme pour l'interconnexion en Europe