

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

**F5 Impacts et mesures sur l'environnement
et la santé**

F5.5 Effets spécifiques sur la santé humaine



TOULOUSE aerospace express
CONNEXION LIGNE B





SOMMAIRE

F5 INCIDENCES DU PROJET ET MESURES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ 2925

5.5 EFFETS SPÉCIFIQUES SUR LA SANTÉ 2925

5.5.1 Effets du projet sur la santé et mesures associées en phase travaux 2925

5.5.1 Effets du projet sur la santé et mesures associées en phase exploitation 2943







F5

**INCIDENCES DU PROJET
ET MESURES
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LA SANTÉ**

5.5

**Effets spécifiques sur la
santé**





F5 INCIDENCES DU PROJET ET MESURES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

5.5 Effets spécifiques sur la santé

Les opérations Toulouse Aerospace Express et Connexion Ligne B sont des opérations de transport structurantes qui auront des effets sur une large bande d'étude. Les effets sur la santé humaine concerneront en premier lieu la phase travaux : en effet le cumul de gênes et nuisances liés aux bruits, vibrations, émissions de polluants, perturbation de l'accessibilité, développement d'espèces envahissantes etc. sont susceptibles d'avoir des effets sur la santé des personnes. Les nuisances ont été présentées de manière exhaustive dans le Livre 3, Pièce F, Chapitre 5.1 Environnement humain. Ici, elles sont reprises avec les effets qu'elles sont susceptibles d'avoir sur la santé et les mesures qui peuvent être mises en place afin de les éviter, réduire ou compenser.

5.5.1 Effets du projet sur la santé et mesures associées en phase travaux

Les diverses activités et travaux nécessaires à la création de la troisième ligne de métro, TAE et de la connexion ligne B, CLB, seront à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine.

Démarche d'Evitement, de Réduction et de Compensation (ERC)

■ Mesures d'évitement

E 3.1.c: Evitement technique : pour le tunnelier, utilisation d'additifs biodégradables et inoffensifs

La création de tunnel pour les opérations TAE et CLB génèrera des quantités importantes de déblais. Des additifs sont employés pour former une pâte d'évacuation des déblais issus du creusement par tunnelier (voir Livre 3, Pièce F Evaluation environnementale, Chapitre 2 Description du projet). Ces additifs seront biodégradables et inoffensifs pour la santé.

E 3.1.c – Bruit-vibrations : Evitement technique : utilisation d'un tunnelier

Le creusement des tunnels sera réalisé pour la grande majorité au tunnelier, le passage en souterrain permet de réduire de manière significative les nuisances sonores du chantier dans la mesure où les travaux resteront confinés sous la surface du sol au droit du tunnel mais pas au niveau du puits d'entrée du tunnelier (néanmoins les puits d'entrée des tunneliers sont susceptibles d'entraîner des nuisances sonores).

Les retours d'expérience montrent également l'absence de nuisances perceptibles en surface liées aux vibrations générées par un tunnelier.

E 1.1.c (1) : Redéfinition des caractéristiques du projet.

Les projets des lignes TAE et CLB sont conçus de manière à évoluer pour pouvoir augmenter en capacité, ce qui permet d'éviter de nouvelles nuisances sonores, vibratoires, des perturbations de l'accessibilité etc. qui seraient occasionnés dans le cas d'une nouvelle phase travaux d'adaptation.

E 1.1.c (2) : Redéfinition des caractéristiques du projet.

Adaptation du tracé et du positionnement des stations afin d'éviter des secteurs sensibles (bâti notamment).

■ Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent résiduels après évitement

L'opération Toulouse Aerospace Express comprend la réalisation de la 3^{ème} ligne de métro d'une longueur de 27 km et de la ligne Aéroport Express.

Durant la phase travaux diverses activités peuvent être à l'origine de gêne sonore, de gêne due aux vibrations, olfactive ou visuelle (poussières en suspension). Le cumul de multiples gênes induites par plusieurs chantiers, sur des périodes plus ou moins longues peut alors transformer la gêne en impacts sur la santé. La phase chantier est aussi responsable d'une dégradation possible de la qualité de l'air et induire des risques liés à l'exposition de la population à cette pollution générée par les chantiers et les engins. De plus, lors des travaux, la gestion de bâtis contenant de l'amiante est à prendre en compte impérativement. Enfin, les risques sanitaires liés au développement d'espèces invasives (EEE, moustique tigre) sont à prendre en compte en Haute-Garonne afin de limiter l'impact de la phase travaux sur la dissémination et le développement de ses espèces.

Les travaux seront de nature et durée différentes et impliqueront des conséquences variables.

Dans un premier temps, **les travaux préalables de déviation des réseaux**, seront mobiles et de courte durée. Ils pourront avoir des incidences ponctuelles sur la circulation automobile ou celle des transports collectifs. Ils ne mobiliseront pas de moyens « lourds » (grues, gros engins...) et ne concerneront que les abords des stations, des ouvrages annexes (puits de ventilation et accès pompiers), des piles des sections en viaduc ou les parties en tranchée couverte ou ouverte. Ces travaux seront réalisés sous maîtrise d'ouvrage de leur propriétaire ou gestionnaire.

A l'inverse, les travaux de réalisation des stations seront fixes. **Chaque site de réalisation de station** occupera une emprise limitée en surface, mais la plupart du temps figée pendant plusieurs années, accueillant diverses installations (vestiaires, bureaux de chantier) et outils de chantiers conséquents. La surface des installations de chantier sera de l'ordre de 2000 m².



La réalisation du tunnel profond n'entraînera aucune interaction avec la surface autre qu'aux points d'entrée et de sortie des tunneliers, alors que celle des tranchées couvertes ou ouvertes, et dans une moindre mesure du viaduc, pourront occasionner des fermetures provisoires de voiries par tronçons successifs. Afin de pouvoir lancer les tunneliers dans de bonnes conditions, une surface de 10 000 m² environ sera nécessaire. L'utilisation des tunneliers est prévue en secteur urbain dense (ce qui a justifié par ailleurs le choix du passage en souterrain), toutefois en phase travaux ces installations pourront avoir des incidences sur le cadre de vie des riverains.

Ces différents aspects du chantier à venir nécessitent une information anticipée et adaptée sur l'ensemble du territoire du projet, afin de minimiser la gêne que peuvent occasionner de tels travaux.

Il s'agira de répondre au mieux à l'ensemble des interrogations des différents publics impactés par les travaux (habitants, usagers des voiries, commerçants...) et d'assurer un fonctionnement satisfaisant des quartiers concernés.

L'expérience des deux précédentes lignes de métro réalisées sous la maîtrise d'ouvrage déléguée de Tisséo Ingénierie permet aujourd'hui aux équipes de prévoir des solutions efficaces et pertinentes d'information et de médiation qui ont déjà été éprouvées dans le temps.

Elles devront néanmoins être adaptées en fonction des réalités des territoires et des phases chantier afin d'être au plus près des attentes des publics.

Les dispositifs d'information et de médiation du projet Toulouse Aerospace Express reposent sur deux principes : l'anticipation et la proximité.

L'information et la médiation vont de pair et seront menées de manière concomitante tout au long de l'opération.

■ Les effets des travaux sur l'accessibilité

La phase travaux peut générer des problèmes d'accessibilité pour tous les riverains quel que soit le mode de transport utilisé. Cette éventuelle gêne occasionnée peut limiter l'accès des riverains aux activités, services, commerces de la bande d'étude.

De plus, les risques pour la sécurité sont liés au va-et-vient des camions et autres engins de chantier et peuvent être à l'origine de situations dangereuses.

■ Le bruit en phase travaux

✓ Qu'est-ce que le bruit ?

Le son devient un bruit lorsqu'il produit une sensation auditive considérée comme désagréable, gênante ou dangereuse pour la santé. Ainsi, chaque personne possède sa propre perception du bruit qui dépend de composants multiples liés au contexte, à l'histoire personnelle et culturelle.



✓ Les effets du bruit sur la santé

Les bruits de l'environnement, générés par les routes, les voies ferrées et le trafic aérien au voisinage des aéroports ou ceux perçus au voisinage des activités industrielles, artisanales, commerciales ou de loisir peuvent être à l'origine d'effets importants sur la santé des personnes exposées.

Les impacts sanitaires de l'exposition au bruit sont divers, comprenant l'impact sur l'audition (effets auditifs), les effets extra auditifs subjectifs (gêne, effets du bruit sur les attitudes et le comportement social) ainsi que les effets extra auditifs dits objectifs (effets sur le sommeil, sur le système endocrinien, sur le système cardiovasculaire, sur le système immunitaire, sur les apprentissages et sur la santé mentale).



○ Les effets auditifs du bruit

Les effets du bruit sur l'audition sont généralement le fait d'expositions en milieu professionnel ou lors des loisirs, à des doses de bruit qui dépassent un niveau équivalent de 80 dB(A) sur 8 heures. Les conséquences fonctionnelles d'une exposition excessive au bruit vont de la fatigue auditive réversible qui se traduit par une élévation temporaire du seuil de l'audition à la perte auditive définitive qui est quant à elle irréversible.

Les facteurs influençant la survenue de ces conséquences fonctionnelles sont le niveau et la durée (effet cumulatif) ainsi que la fréquence du bruit et son caractère impulsionnel. C'est pourquoi les normes sont exprimées en iso-énergie, c'est à dire en niveau sonore continu équivalent pendant une durée donnée. A partir d'une exposition à un niveau de 70 dB(A) pendant plusieurs heures, des signes de fatigue auditive peuvent apparaître. Les dangers pour l'audition sont avérés pour des expositions chroniques à des niveaux atteignant ou excédant 80 dB(A) sur 8 heures. En outre, un son très intense, autour de 120 dB(A) génère de la douleur et entraîne immédiatement des lésions importantes et irréversibles pour les tympans et les structures ciliaires de l'oreille interne. Des ruptures ciliaires définitives peuvent notamment se produire avec des sons de durée très brève appelés sons impulsionnels et d'intensité supérieure à 130 dB. Il est important de noter que le seuil d'apparition de la douleur est très supérieur aux niveaux d'apparition des premiers risques pour l'oreille (70-80 dB(A)), d'où l'importance de la mise en place de mesures préventives.

○ Les effets extra-auditifs

Les effets extra-auditifs du bruit peuvent se manifester lors d'expositions chroniques ou répétées à des niveaux sonores beaucoup plus faibles, comme c'est généralement le cas dans l'environnement. Les mécanismes d'action sont complexes. D'une part, une stimulation acoustique constitue une agression de l'organisme et engendre une réponse non spécifique, qui dépend des caractéristiques physiques du bruit (intensité, spectre en fréquence, durée). D'autre part, le bruit est une notion subjective et la réaction à une stimulation sonore est influencée par des représentations individuelles (utilité des sources, bruit choisi ou subi, contrôle des sources...).

C'est pourquoi les effets extra-auditifs du bruit peuvent généralement être classés en deux catégories :

- les effets subjectifs, pouvant entraîner une gêne, et donnant lieu à une perception individuelle ;
- les effets objectifs, c'est-à-dire pouvant être mesurés selon des critères applicables à tous les individus : effets sur le sommeil, sur le système endocrinien, sur le système cardiovasculaire, sur le système immunitaire, sur la cognition (données sur l'enfant), effets psychologiques.

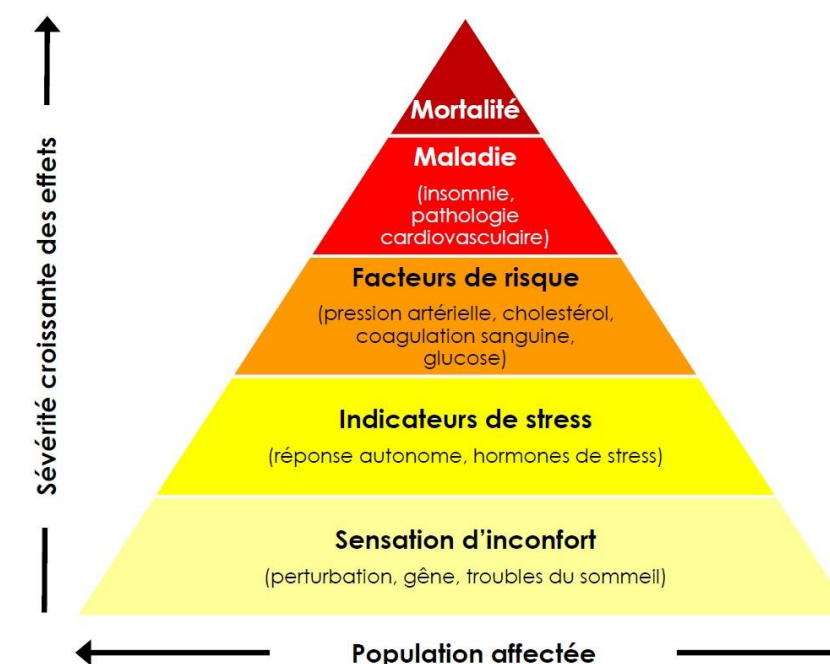


Schéma des effets extra auditifs du bruit selon W. Babish, 2002

✓ Les effets des projets TAE et CLB sur le bruit en phase travaux

Les effets des projets TAE et CLB sur les nuisances sonores sont décrits dans le Livre 3, pièce F, chapitre 5.1. On rappelle ici les principales phases de travaux durant lesquelles des nuisances sonores peuvent émerger :

- Pendant la phase de construction des ouvrages émergents : travaux préparatoires, démolition, travaux de terrassement et de fouilles à ciel ouvert, travaux de fondations, travaux en béton (gros œuvre) ;
- Les puits d'entrée des tunneliers et les bases chantier accueillant les puits d'entrée ;
- Le creusement au tunnelier ;
- La réalisation des stations ;
- La réalisation des puits ;
- La réalisation des tranchées ;
- La réalisation des viaducs.

Les nuisances sonores générées par ces phases dépendent de plusieurs facteurs :

- La puissance et la fréquence du bruit, son caractère continu ou intermittent ;
- Les horaires des travaux (les travaux de nuit ou le week-end étant moins bien perçus par les riverains) ;
- La durée des travaux
- La distance des bâtiments sensibles par rapport aux secteurs de travaux.



■ Les vibrations en phase travaux

Aujourd'hui, la prise en compte des émissions de vibrations par les projets d'infrastructure représente une problématique de plus en plus étudiée, notamment lors d'une opération dans des zones urbaines particulièrement denses telles qu'ici concernées.

Les effets des projets TAE et CLB sur les nuisances sonores sont décrits dans le Livre 3, pièce F, chapitre 5.1. Au-delà des impacts potentiels sur les bâtiments et les structures, les vibrations perçues par les personnes peuvent induire des gênes.

✓ Les dangers liés aux vibrations

Les seuils de perception des vibrations par les personnes sont très inférieurs au seuil de dommage. On estime qu'ils s'établissent au voisinage de 0,1 mm/s. Ils dépendent de la position des individus par rapport au support vibrant, de leur activité au moment de la sollicitation et de la fréquence des vibrations.

La transformation d'une simple perception en gêne dépend de la durée et de la répétitivité de la sollicitation mais aussi de la sensibilité des individus et de leurs sentiments vis-à-vis de la source vibratoire. La concomitance de ces vibrations avec une autre nuisance, telle que le bruit, accentue la gêne ressentie sans que l'on puisse dissocier la part de chaque phénomène dans le sentiment d'inconfort des riverains.

Les vibrations peuvent également générer dans les structures des bruits solidiens par rayonnement acoustique des murs, cloisons et planchers. Ces phénomènes se manifestent généralement sous forme d'un bruit sourd et monocorde. Ces bruits, d'intensité faible, sont généralement masqués en période diurne par le bruit ambiant en site urbain et celui lié à l'activité des occupants des bâtiments. Ils peuvent par contre émerger en période nocturne.

✓ Les effets des projets TAE et CLB sur les vibrations en phase travaux

On rappelle ici les principales sources et impacts des travaux sur les vibrations identifiées à partir de l'examen du projet et du programme :

- **Les engins à régime continu aléatoire**, parmi lesquels le matériel de transport, les pelles mécaniques, niveleuses, boteurs, foreuse, fraise, etc. Ces sources vibratoires sont les moins nocives pour l'environnement. Les périmètres de risques de dommage aux structures n'excèdent pas quelques mètres et une **dizaine de mètres pour la gêne**.

Le risque d'émission de bruits solidiens est très réduit pour ces sources émettant sur un spectre fréquentiel large (circulation d'engins, engins de terrassements) ou à hautes fréquences s'atténuant très rapidement avec la distance (foreuse roto-percutante ou fraise). Ce type de vibration sera présent sur l'ensemble du linéaire des travaux. Les impacts vibratoires associés concernent uniquement la **gêne pour des travaux en période nocturne sur des récepteurs situés à moins de 10 m**.

- **Les engins à régime vibratoire impulsif répété**, parmi lesquels les marteaux de battage, les brise-roches hydrauliques (BRH) ou les trépan. Ce régime se caractérise par une succession d'impacts séparés par un intervalle de temps de quelques fractions de seconde à quelques secondes. Les vibrations générées par ces engins en chantier de surface sont généralement associées à des bruits aériens d'impacts importants masquant toute émission de bruits solidiens. Les périmètres de risques de dommage aux structures varient de quelques mètres à une trentaine de mètres pour les engins les plus puissants et **de gêne de quelques dizaines de mètres**.

Ce type d'engin est susceptible d'être mis en œuvre essentiellement au niveau des stations, des puits de descente ou de ventilation et des tranchées d'accès aux sections en souterrain. Les impacts vibratoires associés concernent le dommage aux structures, la perturbation d'équipements ou d'activités et **la gêne en période diurne**.

L'emploi de ces engins en période nocturne en zone urbaine est proscrit, sachant qu'ils génèrent également des nuisances sonores importantes.

- **Les engins à régime vibratoire entretenu**, parmi lesquels les compacteurs vibrants et les vibrofonçeurs. Ces sources sont susceptibles de provoquer l'émission de bruits solidiens notamment en période nocturne où le bruit de fond vibratoire urbain est faible. Les périmètres de risques de dommage aux structures varient de quelques mètres à une cinquantaine de mètres pour les engins les plus puissants selon la réponse propre des structures et de **gêne de quelques dizaines de mètres**.

Les engins de compactage seront utilisés dans les sections de la ligne au niveau du sol ou en préparation de sol-support sous dalle. Les engins de vibrofonçage sont envisageables au niveau des stations, puits de descente et tranchées d'accès à la section souterraine. Les impacts vibratoires associés concernent le dommage aux structures, la perturbation d'équipements ou d'activités **la gêne en période diurne et nocturne**, y compris sous forme de bruits solidiens dans des périmètres identiques aux engins de compactage.

- **Les tunneliers** utilisés pour le creusement des sections souterraines de la ligne. Les périmètres de risques de dommages aux structures varient de quelques mètres à une dizaine de mètres de la base des fondations des structures, sachant que des endommagements peuvent se produire lors du creusement par tassements des sols ou décompression indépendamment de l'effet des vibrations. **Les périmètres de risques de gêne par vibrations tactiles ou d'émission de bruits solidiens notamment en période nocturne varient de d'une vingtaine de mètres à une cinquantaine de mètres en fonction des terrains rencontrés et du type de fondations des bâtiments et de la nature des matériaux les constituant**.

Les tunneliers sont destinés à forer l'ensemble de la section en souterrain du TAE à une vitesse d'avancement moyenne d'une dizaine de mètres par jour. Chaque structure ne sera susceptible d'être exposée à des vibrations perceptibles sur une durée de quelques heures à quelques jours.



Au stade actuel de l'étude, il n'a pas été identifié d'équipements ou d'activités sensibles aux vibrations qui dimensionnent les contraintes vibratoires dans l'environnement du projet. Toutefois ce point sera vérifié lors des études détaillées avec les établissements potentiellement concernés.

Concernant la gêne vis à vis des personnes, il convient de **distinguer la période diurne** (7h-22h) pour laquelle les niveaux acceptables sont plus élevés, **de la période nocturne** pour laquelle des seuils plus contraignants s'appliquent, susceptibles d'interdire l'emploi des méthodes d'exécution des travaux les plus génératrices de vibrations. Il est également important de noter que la **sensibilité des individus aux vibrations est dépendante de l'amplitude des vibrations mais également de leur durée**. Plus cette durée augmente, plus l'amplitude tolérée est faible. **Le choix des méthodes d'exécution doit s'établir sur un équilibre entre amplitude et durée d'émission**.

■ La qualité de l'air extérieur en phase travaux

La mise en service d'un projet de ligne de métro passe par une phase de travaux relativement importante. Cette phase travaux, pourra induire une dégradation de la qualité de l'air constatée à proximité des chantiers. Les différentes sources de pollutions atmosphériques identifiées lors de la phase de travaux sont liées :

- ✓ à la circulation des engins de chantier, des camions, véhicules desservant le chantier et certains matériels (compresseurs, groupes électrogènes etc.) qui utilisent des moteurs thermiques pour la plupart, et sont émetteurs de gaz d'échappement : principalement composés d'engins diesel mobiles (engins de terrassement, compacteurs, tombereaux...) ou fixes (compresseurs, groupes électrogènes...), leur fonctionnement est à l'origine d'émission de polluants liés à la combustion du carburant (NOx, COV, particules...) et de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre),
- ✓ aux activités de travail mécanique : émissions de poussières issues de sources ponctuelles ou diffuses. Par exemple : transport sur les pistes, extraction, terrassements, chargement/déchargement, broyage, fraisage, concassage, éventuellement au traitement des matériaux réutilisables, voire à l'utilisation d'une centrale à béton sur la base travaux au nord-est pour la construction du viaduc etc. En cas de vents forts et de sécheresse des sols, les envols de poussières peuvent être spontanés. Ces activités sont à l'origine de poussières pouvant dégrader temporairement la qualité de l'air, être néfastes à la végétation, nuire localement à la circulation routière et créer une gêne aux riverains et personnes travaillant dans le secteur,
- ✓ aux activités de travail thermique, tels que les procédés de chauffage, découpage, enduisage à chaud, soudage, etc. dégageant des gaz et fumées,
- ✓ aux effets du chantier sur les circulations : les phénomènes de congestion ou de report de trafic engendrés par le chantier peuvent être à l'origine d'une pollution supplémentaire indirecte.

Les rejets de gaz d'échappement, qui s'ajoutent à ceux issus de la circulation générale, contribuent donc à une dégradation locale de la qualité de l'air.

Les effets liés à la phase de travaux sont par nature limités dans le temps. La durée des travaux pour la réalisation de la ligne Toulouse Aerospace Express et de la Connexion Ligne B est estimée à environ 24 mois.

Le tableau ci-après reprend les effets que peuvent avoir les différents polluants que l'on retrouve dans l'air sur la santé des personnes (source : Airparif).



LES PRINCIPAUX POLLUANTS			
Polluants	Origine	Impact sur l'Environnement	Impact sur la santé
OXYDES D'AZOTE (NO_x) (NO _x = NO + NO ₂) 	Toutes combustions à hautes températures de combustibles fossiles (charbon, fioul, essence ...). Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement s'oxyde dans l'air et se transforme en dioxyde d'azote (NO ₂) qui est à 90% un polluant «secondaire».	➔ rôle de précurseur dans la formation d' ozone dans la basse atmosphère, ➔ contribuent aux pluies acides qui affectent les végétaux et les sols, ➔ contribuent à la concentration de nitrates dans les sols.	➔ NO ₂ : gaz irritant pour les bronches (augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques et favorise les infections pulmonaires infantiles), ➔ NO non toxique pour l'homme aux concentrations environnementales.
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP) ET COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV)	Combustions incomplètes, utilisation de solvants (peintures, colles) et de dégraissants, produits de nettoyage, remplissage de réservoirs automobiles, de citernes ...	➔ précurseurs dans la formation de l' ozone , ➔ précurseurs d'autres sous-produits à caractère oxydant (PAN, acide nitrique, aldéhydes ...). 	➔ Effets divers selon les polluants dont irritations et diminution de la capacité respiratoire , ➔ Considérés pour certains comme cancérogènes pour l'homme (benzène, benzo(a)pyrène), ➔ Nuisances olfactives fréquentes.
OZONE (O₃) 	Polluant secondaire, produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions complexes entre certains polluants primaires (NO _x , CO et COV) et principal indicateur de l'intensité de la pollution photochimique.	➔ perturbe la photosynthèse et conduit à une baisse de rendement des cultures (5 à 10% pour le blé en Ile-de-France, selon l'INRA), ➔ nécroses sur les feuilles et les aiguilles d'arbres forestiers, ➔ oxydation de matériaux (caoutchoucs, textiles, ...), ➔ contribue à l' effet de serre .	➔ Gaz irritant pour l'appareil respiratoire et les yeux , ➔ Associé à une augmentation de la mortalité au moment des épisodes de pollution (Étude ERPURS/ORS Ile-de-France).
PARTICULES ou poussières en suspension (PM)	Combustions industrielles ou domestiques, transport routier diesel, origine naturelle (volcanisme, érosion ...). Classées en fonction de leur taille : • PM10 : particules de diamètre inférieur à 10 µm (retenues au niveau du nez et des voies aériennes supérieures) • PM2,5 : particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires) 	➔ contribuent aux salissures des bâtiments et des monuments : • coût du ravalement des bâtiments publics d'Ile-de-France 1,5 à 7 milliards de francs par an (Source PRQA Ile-de-France), • coût du nettoyage du Louvre en 1995 : de l'ordre de 30 millions de francs (Source PRQA Ile-de-France).	➔ Irritation et altération de la fonction respiratoire chez les personnes sensibles, ➔ Peuvent être combinées à des substances toxiques voire cancérogènes comme les métaux lourds et des hydrocarbures, ➔ Associées à une augmentation de la mortalité pour causes respiratoires ou cardiovasculaires (ERPURS/ORS Ile-de-France).
DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂) 	Combustions de combustibles fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole...) contenant du soufre. La nature émet aussi des produits soufrés (volcans).	➔ contribue aux pluies acides qui affectent les végétaux et les sols, ➔ dégrade la pierre (cristaux de gypse et croûtes noires de micro particules cimentées).	➔ Irritation des muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques).
MONOXYDE DE CARBONE (CO) 	Combustions incomplètes (gaz, charbon, fioul ou bois), dues à des installations mal réglées (chauffage domestique) et provenant principalement des gaz d'échappement des véhicules.	➔ participe aux mécanismes de formation de l'ozone , ➔ se transforme en gaz carbonique CO₂ et contribue ainsi à l' effet de serre .	➔ Intoxications à fortes teneurs provoquant maux de tête et vertiges (voir le coma et la mort pour une exposition prolongée). Le CO se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang.
MÉTAUX LOURDS plomb (Pb), mercure (Hg), arsenic (As), cadmium (Cd), nickel (Ni)	Proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels (production du cristal, métallurgie, fabrication de batteries électriques). Plomb : principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée (01/01/2000). 	➔ contamination des sols et des aliments , ➔ s'accumulent dans les organismes vivants dont ils perturbent l'équilibre biologique.	➔ S'accumulent dans l'organisme, effets toxiques à plus ou moins long terme , ➔ Affectent le système nerveux, les fonctions rénales hépatiques, respiratoires ...
AUTRES SOURCES DE NUISANCES			
POLLENS	Éléments reproducteurs produits par les organes mâles des plantes , se dispersent soit grâce aux insectes (roses, pissenlits, marguerites, arbres fruitiers), soit par le vent (graminées, oseille, armoise, ambrosie, cyprès, bouleau).		➔ Allergie saisonnière au pollen des arbres, plantes, herbacées et graminées (pollinose ou rhume des foins) : • concerne 10 à 30% de la population , • les pollens les plus allergisants sont : bouleau, aulne, noisetier, platane, olivier, frêne, chêne, graminées, plantain, armoise, ambrosie ...
ODEURS	Substances chimiques de composition très variable comme certains COV, parfois uniquement détectables par le nez humain (outil le plus sensible mais subjectif).		➔ Agréables ou désagréables (caractère subjectif), ➔ Peuvent être une atteinte au bien-être , ➔ Ne sont pas forcément liées au risque sanitaire , ➔ Ne font pas partie des critères de toxicité.



■ Les espèces nuisibles en phase travaux

✓ Les Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) :

Une EEE est une espèce introduite par l'homme en dehors de son aire de répartition naturelle, dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, avec des conséquences écologiques ou sanitaires négatives.

Ces impacts peuvent être :

- Ecologiques : impacts sur la biodiversité locale et sur les écosystèmes ;
- Economiques : atteintes aux ouvrages, diminution des rendements agricoles, coûts de gestion
- Sanitaires : allergies, brûlures

Parmi ces EEE, peuvent être citées : l'ambroisie à feuille d'armoise, l'herbe de la pampa, le buddléa de David, la renoué de japon.

Ainsi la réalisation d'un chantier peut occasionner :

- La mise à nu des terrains peut par exemple permettre à ces plantes de s'installer et de se développer ;
- Le mouvement des engins non nettoyés peut également favoriser la dissémination de fragments ou de graine de ces plantes ;
- L'usage de terres contaminées par les plantes invasives favorise enfin la dispersion de certaines plantes.

✓ Moustique tigre

Le moustique tigre est présent et actif dans le département de la Haute-Garonne, et peut être vecteur de maladies comme la dengue et le chikungunya.

Conformément au guide à l'attention des collectivités souhaitant mettre en œuvre une lutte contre les moustiques urbains vecteurs de dengue, de chikungunya et de zika établi par le Centre National d'Expertise sur les Vecteurs en 2016, la collectivité se doit d'être exemplaire en matière de lutte contre les moustiques.

Le contrôle et l'encadrement des aménagements urbains sont une méthode de lutte contre la prolifération des moustiques.

En effet, un certain nombre d'ouvrages urbains peuvent favoriser la rétention et la stagnation des eaux pluviales et constituer ainsi des gîtes larvaires parfois extrêmement productifs en moustiques soit du fait de leur conception soit parce qu'ils sont utilisés en dehors des règles de l'art.

C'est par exemple le cas des terrasses sur plots, des bassins de rétention, des bacs de relevage, de certains éléments du réseau pluvial, des gouttières mal entretenues, des toits terrasses présentant des défauts

de pente ou de planéité... Les réseaux enterrés peuvent aussi favoriser la multiplication des moustiques par les retentions possibles des eaux pluviales (collecteurs, décanteurs, coffrets techniques par exemple). Les responsables de l'aménagement doivent intégrer cette prise en compte lors de la conception de ce type d'infrastructure afin de diminuer ce risque selon les contraintes du milieu.

■ Les déchets, l'amiante, les déblais en phase travaux

Les opérations de construction de la 3^{ème} ligne de métro et de la Connexion Ligne B engendreront des déchets de nature variée (voir Livre 3, pièce F, chapitre 2 Description du projet) :

- ✓ Des gravats issus de la démolition de certains bâtiments ou de certaines voiries ;
- ✓ Des déchets solides divers liés à la réalisation du génie civil puis des travaux de second œuvre ;
- ✓ Des rejets ou émissions liquides : eaux pluviales de lessivage de terrassement ou de chantier, hydrocarbures.

Les gravats issus de démolition peuvent constituer un enjeu supplémentaire pour les bâtiments et les enrobés routiers contenant de l'amiante.

L'amiante constitue un problème majeur de santé publique et de santé au travail : ce matériau aux multiples qualités s'est révélé hautement toxique. Il a été massivement utilisé et le nombre de cancers qu'il a induit ne cesse d'augmenter. Interdit en France depuis 1997, il reste présent dans de nombreux bâtiments et équipements.

De 400 à 500 fois moins épaisses qu'un cheveu, les fibres d'amiante sont invisibles dans les poussières de l'atmosphère. Inhalées, elles peuvent se déposer au fond des poumons et provoquer des maladies respiratoires graves : plaques pleurales, **cancers** des poumons et de la plèvre (**mésothéliome**), fibroses (ou **asbestose**)... Certaines maladies peuvent survenir après de faibles expositions mais la répétition de l'exposition augmente la probabilité de tomber malade. Les effets sur la santé d'une exposition à l'amiante surviennent souvent plusieurs années après le début de l'exposition.

Concernant les déblais, il a été estimé que le volume de déblais générés par l'opération TAE serait de 2.1 millions de m³ dont la principale source sera liée au creusement du tunnel, les déblais générés par CLB ont été estimés à 25 000 m³. Comme nous l'avons précisé en début de ce chapitre une mesure d'évitement des impacts sera mise en œuvre par l'utilisation d'additifs biodégradables et inoffensifs pour former la pâte d'évacuation des déblais.

Les déchets et déblais peuvent induire des effets sur la santé de par leur nature (présence d'amiante, de terres polluées) et de par leur gestion (stockage découvert de terres contaminées par des espèces exotiques envahissantes (telles que l'ambroisie), et rétention/stagnation des eaux).



■ Mesures de réduction et impacts résiduels

Des mesures visant à réduire l'ensemble des gênes, nuisances et des effets sanitaires de la phase travaux sont prévues :

- ✓ R 1.1.a (1) - accessibilité : Mise en place d'un système de management environnemental en phase travaux permettant de maîtriser les impacts de chantier et de proposer des mesures de réduction des impacts à la source sur les biens bâtis de surface.

De plus, des mesures d'accompagnement de communication et de médiation seront mises en œuvre afin d'assurer le dialogue, l'acceptation du projet, à des fins d'appropriation du projet et de ses enjeux pour une meilleure acceptation du projet par les riverains en améliorant et facilitant la vie des riverains durant la phase chantier. Ces mesures sont présentées dans les mesures d'accompagnement mises en œuvre en phase chantier.

■ Mesures relatives à l'accessibilité en phase travaux

R 1.1.a : Limitation/adaptation des emprises travaux et/ou des zones d'accès et /ou des zones de circulation des engins de chantier.

- ✓ R 1.1.a (1) - accessibilité : L'emprise des chantiers sera réduite au plus près des aménagements prévus. Par ailleurs, les zones utilisées temporairement en phase chantier mais non construites, seront remises en état à la fin des travaux
- ✓ R 1.1.a (2) - Le phasage des travaux ainsi que leur organisation seront programmés de façon à maintenir au maximum l'usage du domaine public, que ce soit en termes de circulation automobile, de déplacement des transports en commun, de desserte riveraine ou de service de première nécessité (réseaux d'eaux ou d'électricité, intervention des services de la sécurité civile, etc.).
- ✓ R 1.1.a (3) - accessibilité : L'organisation générale des travaux garantira l'accessibilité aux équipements situés aux abords immédiats du projet dans les meilleures conditions de sécurité (signalétique, barrières, etc.).
- ✓ R 1.1.a (4) - accessibilité : Les moyens propres à assurer la continuité des activités sportives et récréatives et le maintien du fonctionnement des équipements perturbés lors de la phase travaux seront mis en œuvre. Ainsi, l'accessibilité à ces équipements sera maintenue dans de bonnes conditions de sécurité avec d'éventuels « itinéraires bis ».
- ✓ R 1.1.a (5) - accessibilité : L'organisation générale des travaux garantira l'accessibilité aux activités, services et commerces situés aux abords immédiats du projet. Le maître d'ouvrage mettra en place les moyens nécessaires destinés à réduire l'éventuelle gêne occasionnée par les travaux. Des rencontres seront organisées avec les commerçants, les chefs d'entreprises et la maîtrise d'ouvrage avant les travaux et tout au long de l'opération afin d'identifier les problèmes, et y remédier au mieux.

- ✓ R 1.1.a (6) : Vis-à-vis de la sécurité du public, une signalétique et une communication permettra aux automobilistes et aux piétons de connaître les nouvelles conditions de circulation imposées durant les différentes phases de chantier. Il sera mis en place :

- Une optimisation des itinéraires des engins de chantier et la mise en place de déviations en cas de coupure des accès à certaines parcelles : dans un souci de limiter les impacts, le nombre de zones de chantier a été limité au maximum. Cela devrait permettre d'éviter la plupart des impacts ;
- Une signalisation adaptée : feux tricolores amovibles, panneaux de signalisation de travaux ;
- Une réduction momentanée de la vitesse de circulation à l'approche des zones de travaux ;
- Des dispositifs spécifiques : passerelles piétonnes avec garde-corps, platelages automobiles, barrières ;
- Des dispositifs généraux de prévention : chantier clôturé, éclairage nocturne spécifique pour garantir la sécurité dans les zones insuffisamment éclairées ;
- L'interdiction d'accès aux zones de travaux pour le public. Il convient de favoriser au maximum la circulation des engins de travaux publics dans les emprises du projet plutôt que sur le réseau de voiries locales adjacentes. La circulation des véhicules de sécurité et d'urgence, ainsi que la desserte des riverains, seront maintenues en permanence. L'organisation et le phasage du chantier seront réalisés de façon à préserver au maximum les conditions de circulation et de sécurité des usagers ;
- Un règlement de chantier sera imposé aux entreprises ; des pénalités seront imposées en cas de manquement.

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

- ✓ R 2.1. j (1) : Information des riverains : la maîtrise d'ouvrage intégrera au dossier de consultation des entreprises une charte signalétique travaux afin d'assurer la coordination entre l'avancement des travaux et l'information du public. Elle aura pour but de donner à l'entreprise attributaire, les outils pour informer de manière globale et cohérente sur le projet, la nature des travaux, les déviements de circulation et les différents accès en fonction des étapes du chantier et ce sur toute sa durée. L'entreprise devra respecter impérativement les engagements et les indications contenus dans ce document.

- ✓ R 2.1. j (2) : Dispositifs de concertation :

- Le dialogue territorial, qui a pour but d'informer les entités (territoires, entreprises, institutions, partenaires institutionnels du projet) concernées ou impactées par le projet ;
- Le conseil scientifique, avec notamment l'expertise des études dites alternatives issues du Débat Public ;
- Le groupe Miroir, afin de partager les résultats des travaux conduits sur les alternatives avec les représentants de la société civile, du monde institutionnel, des conseils de développement, des entreprises ;
- Les relations avec les citoyens, poursuivant le travail de questions-réponses initié par la Commission Nationale du Débat Public ;



- Des ateliers de quartier auprès des représentants d'associations de quartier ;
- Des opérations d'information mobile à destination des salariés, des usagers, mais aussi des riverains des futures stations ;
- Une page TAE sur le site internet de Tisséo Collectivités permettant d'accéder en continu à l'information sur le projet et de formuler des contributions sur le thème de l'expérience voyageur.

■ **Mesures relatives au bruit :**

Les mesures mises en place en phase chantier pour limiter les nuisances sonores sont décrites dans le Livre 3, pièce F, partie 5.1 Effets sur le milieu humain, et rappelées ici de manière plus succincte.

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

✓ R 2.1.j (1) - bruit : Bonnes pratiques de chantier

Le Maître d'Ouvrage et les entreprises intervenant sur le chantier devront respecter un certain nombre de prescriptions :

- La circulation en marche arrière des camions sur le chantier devra être évitée L'utilisation d'un avertisseur de recul à fréquences mélangées (AFM) sera aussi privilégiée ;
- Les activités du chantier respecteront les horaires réglementaires ;
- Les bruits d'impacts répétitifs seront évités au maximum (utilisation de blocs néoprènes) ;
- Les machines et appareils stationnaires devront être positionnés à une distance aussi grande que possible du voisinage sensible au bruit.

Un outil réglementaire au service de la population : le dossier bruit de chantier

Le code de l'environnement fixe, dans son article R. 571-50, les obligations vis-à-vis des préfets et maires :

« Préalablement au démarrage d'un chantier de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres, le maître d'ouvrage fournit au préfet de chacun des départements concernés et aux maires des communes sur le territoire desquelles sont prévus les travaux et les installations de chantier les éléments d'information utiles sur la nature du chantier, sa durée prévisible, les nuisances sonores attendues ainsi que les mesures prises pour limiter ces nuisances. Ces éléments doivent parvenir aux autorités concernées un mois au moins avant le démarrage du chantier.

Au vu de ces éléments, le préfet peut, lorsqu'il estime que les nuisances sonores attendues sont de nature à causer un trouble excessif aux personnes, prescrire, par un arrêté motivé, pris après avis des maires des communes concernées et du maître d'ouvrage, des mesures particulières de fonctionnement du chantier, notamment en ce qui concerne ses accès et ses horaires.

Faute de réponse dans le délai de quinze jours suivant la demande du préfet, cet avis est réputé favorable.

Lorsque les travaux concernent plusieurs départements, l'arrêté est pris conjointement par les préfets de ces départements.

Le maître d'ouvrage informe le public de ces éléments par tout moyen approprié. »

Ainsi en préalable du chantier, l'entreprise définira les modalités d'intervention et les mesures mises en œuvre afin de réduire son impact sur les plus proches riverains (périodes travail, nature des engins utilisés, phases les plus bruyantes, mesures de réduction à la source envisagées ...).

✓ R 2.1.j (2) - bruit : Sensibilisation du personnel intervenant sur le chantier

Il est nécessaire de sensibiliser le personnel intervenant sur le chantier, en rappelant que chacun contribue, selon ses possibilités, à minimiser le bruit du chantier. En particulier, l'accent pourra être porté sur :

- L'utilisation des machines et engins bruyants ;
- La limitation des bruits de chocs impulsionnels (notamment métal sur métal) et le déversement à moindre bruit des matériaux dans leurs conteneurs ;
- L'emploi de talkie-walkie afin de limiter les cris et la limitation des coups de klaxon lors de croisements de véhicules.

L'encadrement devra veiller à ce que les consignes relatives au déroulement des activités bruyantes soient respectées (durée, plages horaires, etc.).

✓ R 2.1.j (3) - bruit : Lettres et panneaux d'information

La communication avec les riverains passe dans un premier temps par la **distribution d'informations** dans les boîtes aux lettres et, dans la mesure du possible, par des **réunions publiques**. Ce type de réunions montre la volonté du Maître d'Ouvrage de prendre en considération le confort des riverains.

Les modalités de communication seront définies d'un commun accord entre le Maître d'Ouvrage et les communes concernées.

Le Maître d'Ouvrage devra préciser la nature et la durée des travaux les plus bruyants au moins une semaine à l'avance, ainsi que les horaires du chantier.

Il veillera tout particulièrement à informer les riverains des périodes « exceptionnelles » de travaux, telles que les samedis, dimanches ou les nuits. Concernant les activités bruyantes en dehors des horaires autorisés, il fera référence aux Arrêtés Préfectoraux ou Municipaux qui lui auront été délivrés, constituant une dérogation aux arrêtés listés dans le chapitre précédent « Arrêtés Préfectoraux et municipaux ».



Le Maître d'Ouvrage devra également faire connaître les mesures prises pour limiter les nuisances sonores et les coordonnées d'un responsable « bruit-vibrations » du chantier.

En complément de ces lettres d'information, **des panneaux seront exposés en Mairie, ainsi qu'aux abords du chantier.** Ils permettront de présenter au public :

- L'identité du Maître d'Ouvrage et du Maître d'Œuvre ;
- La date et la durée de réalisation des travaux ;
- La nature et les horaires du chantier ;
- Le détail des activités bruyantes.

Ces informations devront être actualisées pour prendre en compte les aléas lors du déroulement du chantier (conditions météorologiques pouvant retarder les travaux, par exemple).

- ✓ R 2.1.j (4) – bruit : Ajustement des techniques de construction
- Les stations seront réalisées avec la technique des parois moulées. La mise en œuvre des parois moulées n'entraîne pas de nuisances sonores très importantes dans l'environnement proche, contrairement à d'autres techniques possibles.
- Conformité des engins et matériels de chantier à la réglementation.
- Choix et entretien des engins et matériels de chantier.
- Préconisations générales de traitements acoustiques afin de limiter la gêne sonore chez les riverains.

■ Mesures relatives aux vibrations :

Au stade de l'étude d'impact, le programme de travaux et leurs méthodes d'exécution ne sont pas définis. Les mesures prévues pour maîtriser les effets vibratoires du TAE et de CLB sont décrits dans Livre 3, pièce F, chapitre 5.1. Elles prévoient :

R 1.1.a : Limitation / adaptation des emprises des travaux : adaptation du tracé et du positionnement des stations afin d'éviter des secteurs sensibles.

- ✓ R 1.1.a (1) – vibrations : Prise en compte des contraintes vibratoires dans le dimensionnement des travaux : Lorsque les méthodes d'exécution des travaux seront définies, un inventaire des structures exposés à un risque vibratoire sera effectué afin de déterminer les contraintes vibratoires à intégrer pour la réalisation des travaux selon les caractéristiques des engins à mettre en œuvre. Cet inventaire portera sur le risque de dommages aux structures, de perturbations d'équipements sensibles et de gêne en période nocturne et permettra de définir les structures les plus sensibles dimensionnantes des engins et du programme de contrôle à mettre en œuvre.

La sensibilité des personnes aux vibrations est dépendante de l'amplitude des vibrations mais également de leur durée. Plus cette durée augmente, plus l'amplitude tolérée est faible. Les études détaillées de conception intégreront les enjeux vibratoires afin de définir des méthodologies de réalisation des ouvrages permettant de garantir un équilibre entre des niveaux de vibration et des durées d'émission acceptables selon la période nocturne ou diurne d'émission. A titre d'exemple, les travaux de fonçage pourraient être réalisés par battage de jour mais uniquement par vibrofonçage de nuit.

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

- ✓ R 2.1.j (1) - vibrations : Communication avec les riverains : une information aux riverains des chantiers sera organisée préalablement et pendant la période de réalisation des travaux.

■ Mesures relatives à la qualité de l'air :

La mise en place d'un projet de ligne de métro passe par une phase de travaux relativement importante. Cette phase travaux pourra induire une dégradation de la qualité de l'air constatée à proximité des chantiers (envol de poussières, rejet des engins de chantier...). Les mesures prévues pour réduire les effets en phase travaux sont présentés dans le Livre 3, Pièce F, Chapitre 5.1 et sont les suivantes :

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

R 2.1.d : Dispositif préventif de lutte contre une pollution.

R 1.1.a : Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier

- ✓ R 2.1.j (1) – air : les usagers des routes et les riverains seront prévenus au moyen de panneaux de signalisation de la présence de poussières pouvant diminuer momentanément la visibilité ;
- ✓ R 2.1.d (1) – air : le chantier sera maintenu dans un état de propreté permanent. Différentes mesures permettant de limiter les rejets de particules dans l'air ambiant seront mises en œuvre :
 - l'humidification régulièrement en période sèche des voies de circulation et des stockages de matériaux pour limiter l'envol de poussières,
 - l'interruption des opérations de déconstruction par vent supérieur à 40 km/h ;
 - l'interdiction des opérations de brûlage ;
 - le nettoyage de la route à la sortie des chantiers ;
 - l'humidification des matériaux lors des découpes produisant de la poussière.
 - la mise en place d'un dispositif de nettoyage des roues des véhicules de chantier, afin de réduire les apports de boues sur le réseau de voirie locale,
 - le bâchage des chargements des camions si nécessaire, notamment en période de grands vents,
 - le stockage des matériaux fins à l'abri des vents dominants, par des filets protecteurs, bâches etc.,



- ✓ R 2.1.j (2) – air : les véhicules à moteur thermique en action dans les enceintes des chantiers seront en conformité avec la réglementation en vigueur en matière de rejets atmosphériques,
- ✓ R 1.1.a (1) – air : un plan de circulation spécifique au chantier sera défini, notamment de manière à éviter autant que possible le passage d'engins de chantier en zone urbanisée,
- ✓ R 1.1.a (2) – air : le rétablissement de la circulation lors de la phase travaux sera optimisé de manière à minimiser la congestion routière, en particulier à proximité de zones habitées,
- ✓ R 1.1.a (3) – air : une attention particulière sera portée à l'optimisation des trajets afin de réduire les circulations d'engins de chantier, de transport de matériaux et de déblais.

Depuis son apparition en 2007, le Grenelle de l'Environnement incite fortement à orienter les activités vers des politiques de gestion plus rationnelles pour la ressource en matériaux et vers le développement de transport alternatif à la route afin de limiter les impacts dus à l'émission de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre.

Outre ces désavantages, les nuisances générées (augmentation du trafic et bruit) peuvent constituer des facteurs limitants, notamment pour les horaires de fonctionnement. Les quantités de déblais à évacuer et de matériaux à acheminer étant très importantes, il est fondamental d'en organiser sérieusement l'évacuation et l'acheminement afin de limiter les distances parcourues et les impacts induits. Il faudra ainsi réduire au maximum le parcours sur le réseau routier des camions nécessaires à cet ouvrage, le nombre de ces derniers étant particulièrement conséquent.

De plus, il sera privilégié au maximum le transport ferroviaire. Le projet est d'ailleurs plutôt favorable à ce mode de transport de par sa proximité avec des embranchements ferroviaires.

D'autre part, l'impact de l'acheminement des matériaux pourra être atténué par le choix de matériaux locaux (afin de diminuer les trajets liés à l'apport de la matière première) et peu émissifs (privilégier les certifications environnementales).

■ Mesures relatives aux espèces nuisibles : EEE, moustique tigre

R 2.1.f : Dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes (actions préventives et curatives)

Pour limiter la dissémination des EEE par la phase travaux, plusieurs mesures seront mises en œuvre :

- ✓ R 2.1.f (1) – EEE : Délimitation des zones contenant des EEE et panneau plans d'installations et d'accès au chantier évitant les foyers d'espèces envahissantes situés dans ou à proximité des emprises ;
- ✓ R.2.1.f (2) – EEE : Végétaliser le plus rapidement possible avec des espèces locales ou recouvrir par des géotextiles les zones où le sol a été remanié ou laissé à nu. Les retours d'expérience montrent que la propagation des espèces exotiques envahissantes est limitée lorsqu'un couvert végétal diversifié et dense est en place ;
- ✓ R.2.1.f (3) – EEE : Les intrants devront être contrôlés, et les exports de terre évités en cas de présence d'EEE ;
- ✓ R. 2.1.f (4) – EEE : Les tas de terre/granulats devront être couverts ;

- ✓ R. 2.1.f (5) – EEE : Sur les zones envahies, un dispositif destiné à nettoyer les pneus et roues des véhicules circulant sur les zones de travaux seront prévus pour limiter la dissémination des semences ;
- ✓ R 2.1.f (6) – EEE : Sensibilisation du personnel intervenant sur le chantier. Il est nécessaire de sensibiliser le personnel intervenant sur le chantier, en rappelant la nécessité de vérifier nettoyer les engins en cas de présence d'EEE d'éliminer l'EEE systématiquement (avant sa floraison), de couvrir les tas de terre/remblais ;
- ✓ R 2.1.f (7) – EEE : Stockage des déchets végétaux dans des contenants étanches adaptés ;
- ✓ R 2.1.f (7) – EEE : Interdiction de stocker les déchets végétaux dans ou à proximité des zones sensibles (milieux aquatiques notamment, et zones inondables).

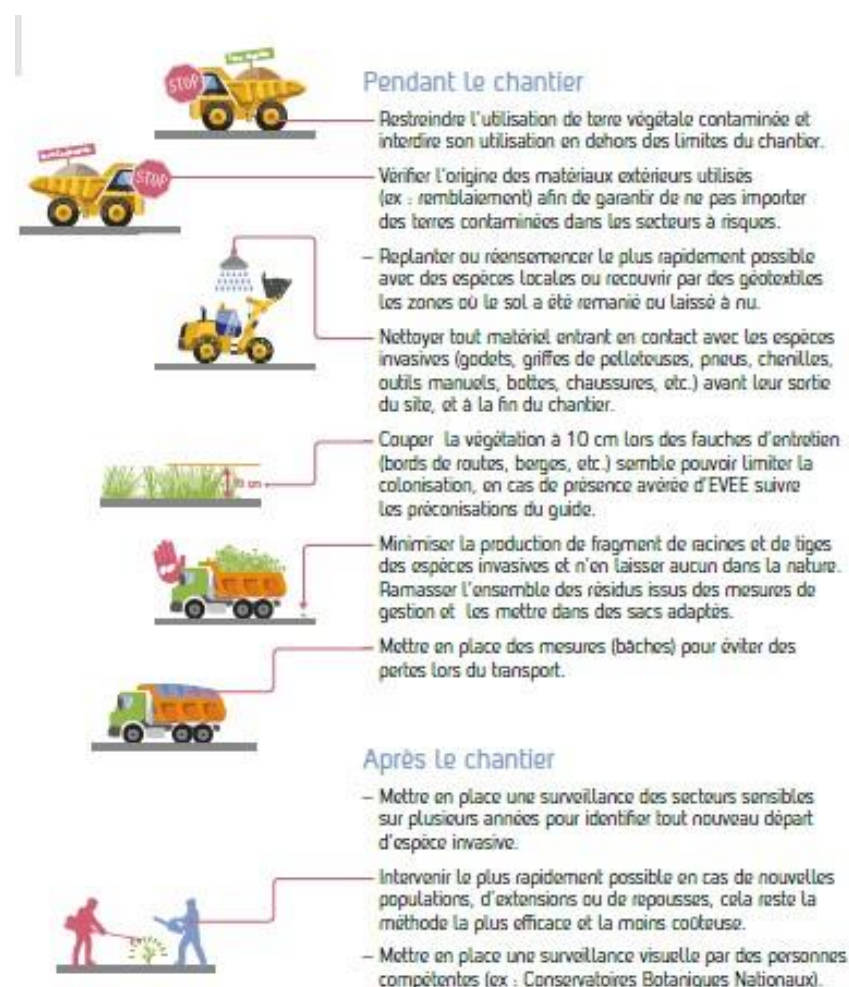
La lutte contre le moustique tigre passe d'abord par des actions à visée préventive qui visent à réduire les populations de moustiques à la source, dans ce but, plusieurs mesures seront mises en œuvre sur les zones de chantier :

- ✓ R.2.1.f (1) – moustique tigre : Eliminer les endroits où l'eau peut stagner : remblayer les ornières ou vérifier les drainages (par exemple sous les bungalows constituant les bases vie des chantiers), les déchets et détritiques au sol etc.
- ✓ R.2.1.f (2) – moustique tigre : Sensibiliser le personnel des chantiers et faire un signalement en cas d'identification d'un gîte sur le portail de signalement dédié au moustique tigre (<http://www.signalement-moustique.fr/>)

■ Les mesures relatives aux déchets, à l'amiante et aux déblais

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

- ✓ R 2.1.j (1) – déchets, amiante, déblais : Préalablement aux chantiers, un diagnostic amiante sera effectué conformément à la réglementation sur tous les bâtiments et les enrobés routiers concernés par une démolition.
- ✓ R 2.1.j (2) – déchets, amiante, déblais : Ces déchets seront gérés conformément au Plan de Respect de l'Environnement et au Schéma d'Organisation et de Gestion de l'Evacuation des Déchets (SOGED) élaborés par la ou les entreprises qui seront retenues pour les travaux.
Le SOGED en particulier, explicite les dispositions d'organisation prévues pour assurer le bon déroulement, le suivi et la traçabilité de l'évacuation des déchets de chantier, en conformité avec la réglementation applicable.
- ✓ R 2.1.j (3) – déchets, amiante, déblais : Les déblais seront triés, la plupart seront inertes et seront évacués comme tel, une partie liée à des sites et sols pollués sera en revanche traitée de manière isolée.



■ Mesures de compensation et/ou d'accompagnement, de suivi et de contrôle

En complément des mesures d'évitement et de réduction choisies et mises en œuvre avant et pendant la phase travaux, un important travail de suivi et de surveillances des nuisances durant les phases chantier sera effectué.

A 6.1.b : Mise en place d'un comité de suivi des mesures

Cette mesure d'accompagnement concernera tous les thèmes liés aux nuisances engendrées par les travaux.

- Mesures relatives à l'accessibilité en phase chantier :

A 9 : Mesure d'accompagnement autre

- ✓ A.9 (1) : Un service d'aide aux riverains/ mesures d'accompagnement sera proposé au regard des besoins identifiés :
 - Aide à la livraison
 - Déplacement des containers d'ordures ménagères
 - Aide à la personne etc.

Ce dispositif d'accompagnement existe pour aider les riverains et commerçants dans leur quotidien. Des **intervenants issus de l'insertion professionnelle** (dispositif associatif inter relai) sont disponibles pour proposer des solutions aux problèmes occasionnés par le chantier :

- Ramassage des containers d'ordures ménagères
- Aide au déménagement
- Transport de charges
- Aide à la personne : portage de courses
- Aide à la livraison : aider les commerces concernés à la manutention des marchandises jusqu'à leur point de stockage
- Tâches d'assistance à la vie quotidienne
- Aide à la circulation, ilotiers : fluidifier la circulation au droit des écoles, collèges, lycées. Sécuriser le ou les passages piétons.
- Autres



Dans les cas où le **ramassage des ordures ménagères** ne pourrait plus se faire par un accès direct à cause des chantiers de l'opération, un ou des points de collecte clairement identifiés et repérés sont aménagés et accessibles aux camions de ramassage.

Les manutentionnaires déplacent les containers des riverains sur une zone de collecte déterminée le maître d'ouvrage pour faciliter l'accès au ramassage durant les phases de chantier les plus perturbantes.



L'aménagement de ces points de collecte fera l'objet d'une large communication auprès des riverains concernés par le maître d'ouvrage

D'autres services sont également développés pour aider les riverains à vivre le quotidien du chantier.

A 6.2.b et c : Déploiement d'actions de communication et de sensibilisation : - Communication et information des différentes parties prenantes (riverains, commerçants etc.) ; - Actions de communication auprès des usagers des lignes de bus ; - Des panneaux d'information « chantier » seront mis en place et protégés par un dispositif adapté ; - L'entreprise mettra en place la signalisation réglementaire aux débouchés des emprises du chantier sur les voies.

✓ A.6.2 b et c (1) : Accompagnement des travaux par la communication :

Les objectifs de la communication et de la médiation chantier sont les suivants :

- Mettre en œuvre un important dispositif d'information, d'écoute et de dialogue. Une communication de proximité ciblée, interactive...
- Faciliter la vie des riverains et limiter les impacts du chantier ;
- Garantir un bon environnement chantier ;
- Donner au chantier une cohérence et une image de qualité en respectant le milieu urbain.

La finalité : l'appropriation du projet et de ses enjeux pour une meilleure acceptation du projet par les riverains.

○ Identité visuelle et respect de la charte graphique :

Quel que soit le support de communication qui traite du projet Toulouse Aerospace Express, il doit pouvoir être identifié rapidement et dans la continuité de ce qui a déjà été réalisé.

Une charte de communication spécifique au projet est mise en place. Elle sera déclinée sur l'ensemble des supports de communication. Elle s'appliquera à l'ensemble du chantier.

Cette charte graphique partagée entre les différents partenaires du projet pose le cadre des principes de cette identité visuelle et permettra ainsi, de conserver une cohérence entre les différentes réalisations graphiques du projet en phase chantier également :

- Signalétiques chantier (pédagogique à l'attention du public, spécifique aux commerces et activités, routière et destinée aux piétons, barrières/palissades)
- Documents d'édition (plaquette, lettre d'info, flyer...)
- Supports digitaux site internet / réseaux sociaux
- ...

○ Réunions publiques d'information

Dans un souci de proximité avec les publics directement concernés par les travaux, des réunions publiques d'information seront organisées à différentes étapes jalons du chantier et sur chaque secteur prédéfini en cohérence avec les sites de chantier.

Une première réunion publique sera organisée avant le démarrage des travaux, sur chacun des secteurs jugés alors pertinents, pour :

- présenter le type de travaux réalisés et les dispositifs d'accompagnement mis en place
- échanger avec les riverains sur l'organisation du chantier
- répondre aux questions ainsi qu'aux éventuelles demandes spécifiques pour des cas particuliers (ex : déménagement, livraison ou chantier privé ...)

D'autres réunions pourront être programmées au fil du déroulement de l'opération, selon les besoins et les étapes cruciales du projet.

○ Signalétiques chantier

Une importante signalétique chantier informative et pédagogique sera déployée. Cette signalétique chantier vise plusieurs objectifs :

1. Informer sur les modifications des lieux en phase chantier qui ont un impact sur la circulation des piétons, des cyclistes, des bus et autres véhicules motorisés.
2. Informer sur les modifications des lieux en phase chantier qui ont un impact sur les activités à proximité des travaux.
3. Informer sur les travaux qui sont en train d'être réalisés : en quoi consistent-ils ? A quelle phase sommes-nous ? Dans quel projet s'inscrivent-ils ?
4. Informer sur ce à quoi va ressembler la zone après les travaux.
5. Informer sur les dispositifs d'accompagnement pendant cette phase de travaux : dispositif de médiation, aide aux riverains, numéro vert...

Riverains, commerçants, usagers du métro... : un même public peut être concerné par un ou plusieurs objectifs.

Aussi, la priorité est donnée à l'ouverture de l'information de la manière la plus large possible. Tous les sites de chantier seront habillés par des panneaux dont l'information sera adaptée aux travaux réalisés à l'endroit même.



Exemples d'informations pédagogiques intégrées dans un panneau chantier

○ Information en continu

- **Un numéro vert d'appel** ouvert en permanence et disponible 7/7 jours.
- **Un site internet dédié au projet**

Les informations relatives à l'avancée du chantier (phasage des travaux, plans de circulation, modifications apportées au réseau de bus, actualités des chantiers, etc.) seront consultables et tenues à jour sur le site Internet dédié au projet. De plus, tous les supports de communication seront disponibles en téléchargement.

Cette information sera relayée par d'autres moyens d'information : newsletters, une permanence téléphonique...

- Un relai sur **les réseaux sociaux** sera également déployé pour assurer une diffusion d'informations quasi-instantanée auprès de la population : Twitter, Facebook, LinkedIn, Youtube...

○ Événements presse

Des rencontres régulières avec les médias seront prévues afin de les tenir informés de l'avancement des travaux.

○ Reportage photo/vidéo

Un suivi de l'avancement chantier sera réalisé à travers des reportages vidéos et reportages photos.

○ Carte de situation en 2D/3D dynamique

Disponible sur le site internet dédié à la 3^{ème} ligne de métro, une carte à l'échelle du projet permettra de visualiser de manière simple et rapide, le tracé, les stations et ouvrages dédiés en image de synthèse ainsi que les zones de travaux en cours et déviations inhérentes.



Exemple de carte permettant de visualiser le projet, les zones de travaux en cours, les déviations

○ Des solutions de communication innovantes

Une réflexion toute particulière sera menée pour intégrer au dispositif de communication liée à la construction de la 3^{ème} ligne de métro, des solutions de communication innovantes. Il s'agira ici de déployer des outils digitaux, nouveaux et pertinents au regard des besoins et attentes perçus sur le territoire du projet (animations ponctuelles sur les lieux des futures stations, visite chantier avec les riverains, commerçants, bornes interactives...).

- ✓ A 6.2. b (2) : Accompagnement des travaux par la médiation :

Pendant toute la phase travaux et en amont de celle-ci, un important travail de médiation sera effectué, selon trois volets :

- La médiation territoriale : La médiation territoriale assure le lien entre les différents acteurs du territoire (institutions, associations, collectivités...) afin de favoriser, développer, et élargir le dialogue.

Cette médiation se traduit par la mise en place :

- de comités de suivi sur tout le tracé en présence des associations et institutions concernées (information /communication ...)
- participation aux réunions publiques
- participations aux commissions de quartier de Toulouse Métropole
- coordination/ interface avec les différents acteurs du territoire



- La médiation de terrain :
 - Un/des interlocuteurs disponibles sur le terrain

Afin de faciliter l'acceptation du projet par la population/les riverains et les commerçants plusieurs médiateurs dédiés seront présents quotidiennement sur le terrain. Ces médiateurs constitueront des interlocuteurs privilégiés pour informer le public et les riverains sur les enjeux, les objectifs et l'avancement du chantier. Ils assureront la communication de proximité, en développant une information précise et compréhensible sur les aspects techniques du projet, en expliquant et argumentant les choix opérés et en identifiant les points de sensibilité pour y apporter des réponses concrètes.

Ce dispositif d'écoute, d'information et de dialogue permettra également d'anticiper les nuisances, de relayer les problèmes rencontrés par les riverains au quotidien par la mise en place :

- D'une collaboration étroite avec les entreprises concernées ;
- De l'application **du règlement de chantier** ;
- D'un dispositif de réponse aux questions sur le site internet dédié (Mailing) ;
- De notes d'information distribuées sur la zone des travaux pour informer de l'avancement du chantier ;
- D'un standard téléphonique ;
- De rendez-vous individuels auprès des riverains ;
- D'un contact permanent auprès des riverains/proximité ;
- De visites/réunions chantier.

L'amplitude horaire de présence des médiateurs permet d'être disponibles de manière continue du matin jusqu'en début de soirée pour être à l'écoute des riverains.



NOTE D'INFORMATION

02/01/2019

LE PROJET DE 3^{ME} LIGNE DE MÉTRO AVANCE... CAMPAGNE DE SONDAGES GÉOTECHNIQUES SECTEUR COLOMIERS - Allée du Vicdessos

Madame, Monsieur,

La future 3^{ème} ligne de métro automatique desservira la grande agglomération toulousaine d'Ouest en Est d'ici 2025. Long de 27 km et reliant Colomiers Gare à Labège La Cadène en passant par Marengo Malabiau, le tracé est conçu pour garantir un accès efficace, aux zones majeures d'emplois, notamment celles du berceau de l'industrie aéronautique européenne. La nouvelle infrastructure jouera un rôle stratégique en reliant le réseau de transports urbains à tous les autres modes – routiers, ferroviaires et autres.

Dans le cadre des études préliminaires de ce projet, des sondages géotechniques seront réalisés allée du Vicdessos à Colomiers par le prestataire GINGER-CEBTP.

Ces opérations se dérouleront à compter du lundi 7 janvier 2019, durant une semaine.

Elles ont pour but d'extraire des échantillons de terre du sous-sol, appelés des « carottes ». La nature et la résistance de ces échantillons sont ensuite analysées par des experts pour adapter le projet. En effet, grâce à ces études préalables, le positionnement des ouvrages (tunnels, stations, accès...), les méthodes de construction et la prise en charge de déblais seront précisés en fonction de la nature des terrains dans lesquels ils seront construits dans les prochaines années.

Les accès au parking seront maintenus durant la durée de l'intervention. Cependant pour la réalisation de ces sondages l'emprise travaux nécessite la mobilisation de quelques places de parking.



Pour toute question liée au déroulement de cette campagne, la médiatrice, Lise SIRET, est à votre écoute au 07 61 65 41 62 de 8h30 à 17h30, au 05 61 14 48 50 ou par mail : lise.siret@tisseo-ingenierie.fr

Pour toute urgence, en dehors de ces horaires, vous pouvez contacter le n° d'appel gratuit suivant : 0 800 744 331.

Nous vous remercions de votre compréhension et mettons tout en œuvre pour limiter au maximum la gêne occasionnée par ces travaux.

SONDAGES GÉOTECHNIQUES - ALLÉE DU VICDESSOS



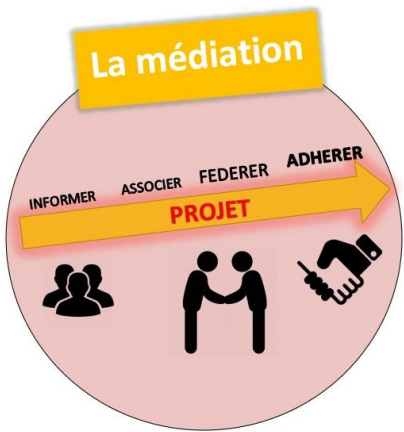


En cas d'urgence 7 j/7 et 24 h/24
0 800 744 331



En cas d'urgence 7 j/7 et 24 h/24
0 800 744 331

Note d'information diffusée aux riverains lors de la campagne de sondages géotechniques de la 3^{ème} ligne



Principe de la médiation de proximité

- Accès riverains



Des moyens adaptés seront mis en œuvre pour permettre aux riverains d'accéder à leur stationnement privé, notamment par la mise en place, en journée et le soir, de passerelles métalliques permettant le passage de véhicules automobiles en toute sécurité.

- Accès aux commerces et livraisons

Dans les cas où les livraisons et accès aux commerces et riverains seraient modifiés à cause des chantiers, un cheminement adapté au type de marchandise et aux horaires autorisés pour les livraisons est aménagé.

Une attention toute particulière est à porter au maintien des accès aux commerces pendant les moments forts de leur activité, notamment, en fonction des commerces, les semaines avant Noël (y compris ouverture exceptionnelle des dimanches), les premières semaines des soldes (janvier et juillet), les heures des repas...

- Transports en commun

Les arrêts provisoires des bus, qui seraient impactés par les travaux, seront aménagés et déplacés, en accord avec l'exploitant du réseau TISSEO Voyageurs.

Ces arrêts doivent être facilement accessibles aux piétons et PMR et permettre un accostage des bus sans sinuosité.

- La médiation innovante :

- **Ateliers participatifs** : événements autour d'une thématique pour informer la population de l'évolution des travaux ou du projet ;



Simulation atelier participatif de la 3^{ème} ligne

- Animations diverses autour du projet et des problématiques urbaines.
- Un lieu d'accueil et de permanence dédié à l'information riverains

Plusieurs points d'informations permanents, avec réception du public (maisons d'information sur le projet) sont envisagés. La permanence et la réception du public serait assurée par les médiateurs du projet.



On peut également imaginer que ce lieu de rencontre soit aussi un lieu d'événements divers autour du Projet comme l'organisation de journées 'portes ouvertes' pour faire connaître les lieux et présenter l'évolution du projet.

- Un règlement de chantier

Tisséo Ingénierie a la responsabilité de la bonne tenue et du bon déroulement des chantiers. Pour cela, une charte de bonne conduite sera mise en place obligeant ainsi les entreprises au respect de la bonne tenue du chantier et de ses abords. Un règlement de chantier, applicable à toutes les entreprises sera établi. Celui-ci récapitulera les règles à respecter en matière de **sécurité, propreté, accessibilité**, prescriptions environnementales et respect du cadre de vie des riverains.

Les médiateurs présents sur site, veillent à la bonne application de ce règlement de chantier.

Une surveillance quotidienne permet aux médiateurs d'apprécier la bonne conformité du chantier au regard de son environnement.

Le règlement de chantier vient s'inscrire dans une démarche de qualité de chantier. Cette exigence se décline à travers toutes les thématiques abordées prises en compte dans ce règlement de bonne conduite de la part des entreprises. Il fera l'objet d'un contrôle strict et permanent de Tisséo Ingénierie avec la mise en place d'actions coercitives (pénalités financières) qui sanctionneront les entreprises de travaux qui manqueront à leurs engagements. Les Médiateurs veilleront au quotidien à l'application de ce règlement.

On y retrouve :

- Les dispositions liées à la coordination et à l'information de la population riveraine.
- La répartition des responsabilités concernant la mise en place de la signalisation et de l'information autour et dans le chantier (communication, signalisation routière, signalisation des commerces, signalisation nocturne).
- Les mesures à prendre concernant l'accessibilité des piétons (y compris PMR), des véhicules particuliers et des différents services (livraison, transport en commun, SDIS, ordures ménagères).
- La définition des différents types de palissades et clôtures et les prescriptions concernant leur entretien.
- Les principes à respecter concernant la tenue du chantier et la limitation des nuisances.



- Les mesures coercitives :
- Chaque manquement aux pièces contractuelles donne lieu à l'établissement d'un procès-verbal qui fixe les dispositions à prendre et le délai imparti pour les actions à réaliser.
- Pour chaque procès-verbal, le marché de travaux prévoit une pénalité qui peut éventuellement ne pas être appliquée en cas de respect du délai fixé.
- Si le délai fixé n'est pas respecté, la pénalité est systématiquement appliquée, augmentée d'une pénalité journalière qui court jusqu'au constat effectif de l'intervention demandée.

- ✓ A 6.2. b (2) : Les éventuelles plaintes seront recensées et traitées.
- ✓ A 6.2.d (3) : Les emprises des chantiers seront délimitées précisément lors des études de conception et le respect des limites par les entrepreneurs seront contrôlés durant toute la phase de chantier.

■ Mesures de surveillance du bruit en phase chantier :

A 6.1.b : Mise en place d'un comité de suivi des mesures

- ✓ Monitoring acoustique : surveillance du niveau de bruit ambiant sur les zones de chantier qualifiés de sensibles
- ✓ Information et communication à l'attention des riverains : une information complète concernant le chantier sera réalisée en amont des travaux et pendant toute la durée du chantier ; un dossier bruit de chantier sera ainsi spécifiquement mis en œuvre.
- ✓ Recueil et traitement des plaintes : désignation d'un responsable « bruit-vibrations » sur le chantier, il sera l'interlocuteur des riverains et devra être facilement disponible. Les plaintes recueillies par téléphone ou par écrit devront être traitées dans les plus brefs délais. Chaque plainte fera l'objet d'une réponse (description de la phase de travaux, contribution sonore, mesures de réduction).
- ✓ Visites du chantier ayant pour but d'impliquer les riverains dans le projet et pour présenter les efforts faits pour prendre en compte la thématique du bruit.

Même s'il n'est pas possible de supprimer totalement les nuisances sonores liées aux chantiers, les mesures de réduction et de suivi prises pour limiter et prévenir les nuisances et leurs effets sur la santé permettront de réduire les impacts de manière significative. Les mesures de médiation, d'information et de prise en compte des remarques ou plaintes des riverains sur toute la durée du chantier permettra de réduire les impacts en continu.

■ Mesures de surveillance des vibrations en phase chantier :

- ✓ A 6.1.b : Etude et contrôle de vibration lors de la réalisation des travaux ;
- ✓ A 6.2.b et c : Communication avec les riverains : une information aux riverains des chantiers sera organisée préalablement et pendant la période de réalisation des travaux.
- Mesures de surveillance de la qualité de l'air

A 6.1.b : Mise en place d'un comité de suivi des mesures

- ✓ A 6.2.b et c : Communication avec les riverains : une information aux riverains des chantiers sera organisée préalablement et pendant la période de réalisation des travaux.
- ✓ A 6.2. b (1) : Les éventuelles plaintes seront recensées et traitées.

Aucune mesure supplémentaire n'est prévue en phase travaux.

■ Mesures de surveillance des espèces invasives

Les chargés Environnement des entreprises de travaux auront entre autres pour objectif de supprimer tout risque de développement et la colonisation des emprises par les espèces exotiques envahissantes. Dans cet objectif, ils devront procéder :

- ✓ à l'identification et à la signalisation des secteurs contaminés ;
- ✓ à une intervention le plus précocement possible avant la période de floraison des espèces ciblées afin d'éviter la dissémination du pollen.

■ Mesures de surveillance de l'amiante

Les bâtiments concernés seront identifiés suite à des contrôles, et la gestion des matériaux ; leur suivi et leur traitement sera conforme à la réglementation en effet un cadre réglementaire très strict fixe les dispositions à mettre en œuvre pour :

- ✓ la protection de la population avec notamment le repérage des matériaux contenant de l'amiante (Code de la santé publique) ;
- ✓ la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés (évaluation des risques, méthodologie d'évaluation des niveaux d'empoussièrement, modalités d'intervention sur des matériaux susceptibles de contenir de l'amiante) ;
- ✓ la protection de l'environnement avec en particulier les modalités d'élimination des déchets.



5.5.1 Effets du projet sur la santé et mesures associées en phase exploitation

Démarche d'Evitement, de Réduction et de Compensation (ERC)

Effets positifs

Les baisses de trafic induites par la création des projets, (accompagnées de baisse de vitesse ponctuellement) permettront d'améliorer l'environnement sonore et la qualité de l'air et donc la qualité de vie des riverains.

Le projet a des effets positifs au niveau des stations enterrées. La création d'un maillage d'espaces publics au droit des stations, permet de se connecter aux espaces publics linéaires que forment les cheminements piétons et cyclables. La place des véhicules routiers sera potentiellement réduite, laissant la place à un environnement sonore moins bruyant.

Impacts directs et indirects, à court, moyen et long terme, temporaire et permanent

Bruit

La circulation des métros au niveau de la section souterraine du projet Les bruits issus des circulations de TAE et CLB doivent respecter la réglementation en vigueur. L'indicateur de gêne utilisé est le LAeq, qui est calculé sur les périodes Jour (6h-22h) et Nuit (22h-6h). Les bruits issus des émergences (gares, puits de secours, puits de ventilations, etc...) débouchent en surface et sont susceptibles de générer des nuisances sonores vis-à-vis des bâtiments riverains. Le bruit généré (en particulier le bruit de ventilation) doit respecter à la fois la réglementation concernant la création d'infrastructure de transports terrestres (bruit de la circulation des métros remontant dans les émergences et générant des nuisances à la surface).

Les projets TAE et LAE sont des matériels roulants sur rail. On applique donc la réglementation ferroviaire.

Méthodologie d'évaluation des impacts sanitaires

L'évaluation de l'impact sanitaire repose habituellement sur l'identification d'un effet critique (premier effet nocif qui survient dans la population d'individus exposés lorsqu'on accroît la dose, et jugé pertinent chez l'homme) et l'estimation de la relation dose-réponse provenant d'études épidémiologiques ou toxicologiques. Les indicateurs retenus pour quantifier l'exposition sont de deux types :

- Les indicateurs énergétiques intégrés prennent en compte le cumul des bruits sur une période donnée (le jour, la nuit, 24 heures) et permettent de caractériser une exposition moyenne dite de long terme. Par exemple : LAeq et ses dérivés comme le Lden (day, evening, night), Lnight, Lday, Levening ;

- Les descripteurs événementiels s'intéressent, quant à eux, aux pics de bruit. Ils permettent de mieux prendre en compte les impacts sanitaires associés au caractère émergent des événements sonores et à leur caractère répétitif (pics de bruit générés par le trafic aérien ou la circulation ferroviaire par exemple). Les indicateurs événementiels les plus utilisés sont la valeur LAmx qui correspond au niveau maximal atteint lors d'un pic de bruit ainsi que le nombre d'événements dont le niveau maximal atteint dépasse un certain seuil

Dans le cas du présent projet et en application de la réglementation en vigueur ce sont les indices LA eq qui ont été calculés en façade d'habitations. En effet, les bruits issus des circulations de TAE et CLB doivent respecter la réglementation en vigueur. L'indicateur de gêne utilisé est le LAeq, qui est calculé sur les périodes Jour (6h-22h) et Nuit (22h-6h).

Valeurs réglementaires

Pour TAE et CLB, le projet est soumis à l'aspect création de voie nouvelle de la réglementation acoustique.

Les niveaux de bruit futurs (2045) en façade des habitations ne doivent pas dépasser les seuils présentés dans le tableau ci-dessous :

Usage et nature des locaux	LAeq 6h-22h		LAeq 22h-6h	
	Ambiance sonore initiale	Contribution sonore maximale admissible après travaux	Ambiance sonore initiale	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Logements situés en zone modérée	< 65 dB(A)	63 dB(A)	< 60 dB(A)	58 dB(A)
Logements situés en zone modérée de nuit	≥ 65 dB(A)	68 dB(A)	< 60 dB(A)	58 dB(A)
Logements situés en zone non modérée	≥ 65 dB(A)	68 dB(A)	≥ 60 dB(A)	63 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale (1)	Quelle que soit	63 dB(A)	Quelle que soit	58 dB(A)
Etablissements d'enseignements	Quelle que soit	63 dB(A)		
Locaux à usage de bureaux en zone modérée	< 65 dB(A)	68 dB(A)		

(1) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 60 dB(A) sur la période (6h-22h)

Tableau : Seuils acoustiques maximaux admissibles lors de la création d'une infrastructure nouvelle ferroviaire en dehors des lignes parcourues exclusivement par des TGV circulant à + de 250 km/h (niveaux de bruit à 2m en avant des façades)





Pour le projet LAE, c'est le critère modification de voie qui s'applique ici, car le nombre de circulations est augmenté significativement.

Une modification ou transformation d'une infrastructure existante est considérée comme significative si elle respecte conjointement les deux conditions suivantes :

- Elle résulte de travaux dits de modernisation, qui visent à modifier les caractéristiques des infrastructures dans le souci d'améliorer les conditions de circulation des véhicules ferroviaires, comme les projets qui visent à relever les vitesses de circulation, et les projets d'augmentation de capacité ou d'élargissement des lignes existantes par l'aménagement de voies supplémentaires.
- Elle engendre, à terme (état futur - 2040), une augmentation de plus de 2 dB(A) de la contribution sonore de la seule infrastructure ferroviaire (situation projet), par rapport à ce que serait cette contribution à terme en l'absence de la modification ou transformation (situation dite « de référence », ou sans projet).

Si la modification n'est pas significative au sens de cette définition, aucune exigence n'est fixée. Si la modification est significative, les contributions sonores maximales admissibles prescrites par la réglementation après modification devront respecter les seuils présentés ci-dessous :

Usage et nature des locaux	LAeq 6h-22h		LAeq 22h-6h	
	Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution sonore maximale admissible après travaux	Contribution sonore initiale de l'infrastructure	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Logements situés en zone modérée	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)	≤ 58 dB(A)	58 dB(A)
	> 63 dB(A)	Contribution initiale	> 58 dB(A)	Contribution initiale
Logements situés en zone modérée de nuit	Quelle que soit	68 dB(A)	≤ 58 dB(A)	58 dB(A)
			> 58 dB(A)	Contribution initiale
Logements situés en zone non modérée	Quelle que soit	68 dB(A)	Quelle que soit	63 dB(A)
Etablissements de santé, de soins et d'action sociale (1)	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)	≤ 58 dB(A)	58 dB(A)
	> 63 dB(A)	Contribution initiale	> 58 dB(A)	Contribution initiale
Etablissements d'enseignements	≤ 63 dB(A)	63 dB(A)		
	> 63 dB(A)	Contribution initiale		
Locaux à usage de bureaux en zone modérée	Quelle que soit	68 dB(A)		

(1) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 60 dB(A) sur la période (6h-22h)

Tableau : Seuils acoustiques maximaux admissibles lors de la modification d'une infrastructure existante (niveaux de bruit à 2m en avant des façades)

✓ Impacts du projet sur le bruit

Les hypothèses prises pour calculer les impacts des projets sur l'environnement sonore et les résultats sont présentés dans le Livre 3, pièce F, Chapitre 5.1 Incidences du projet et mesures sur l'environnement et la Santé – Environnement humain.

- La circulation des métros au niveau de la section aérienne du projet

Le projet se situe sur une majorité de de son tracé en souterrain. Au vu des caractéristiques du tunnel (tunnel de béton situé à une profondeur supérieure à 10m), l'augmentation des nuisances sonores au niveau de la surface due à la circulation des métros peut être considérée comme nulle.

La circulation des métros au niveau des tunnels souterrains ne présente pas d'impact sur le niveau de bruit en surface.

Pour quantifier les niveaux de bruit au droit des sections aériennes des projets, une modélisation acoustique en 3 dimensions est effectuée, de manière à calculer précisément, en façade des habitations proches du projet, les niveaux de bruit futurs générés uniquement par les projets TAE, CLB et LAE.

Pour le projet TAE il y a au total 8 bâtiments qui sont impactés pour tout le linéaire du projet : 3 habitations, 2 bureaux et 3 bâtiments d'enseignement. Des mesures de réduction adaptées seront donc nécessaires afin de respecter les seuils réglementaires.

Au niveau de LAE, le projet entraîne une modification significative de l'infrastructure actuelle avec des niveaux de bruit projet plus élevés de 3.7 dB(A) de jour et 7.2 dB(A) de nuit par rapport aux niveaux de bruit référence. Cependant il n'y a que trois habitations qui se trouvent au-dessus des seuils réglementaires. Des isolations de façade seront donc à prévoir.

Le projet CLB n'entraîne lui pas d'impact d'un point de vue acoustique. Il n'y a donc aucune mesure compensatoire à prévoir.

- L'activité au niveau des gares de la ligne de métro

S'agissant des gares, les sources potentielles d'émission de bruit sont multiples. Elles peuvent être liées aux équipements techniques nécessaires à leur fonctionnement, et à leur fréquentation par les usagers. Le fonctionnement des gares du réseau nécessitent l'installation d'un certain nombre d'équipements techniques. Il s'agit notamment : des groupes de ventilation / désenfumage , des chaudières, des postes de redressement : transformateurs, etc. ; Les équipements techniques nécessaires au fonctionnement des gares seront situés au sein de la gare dans les niveaux souterrains, dans des locaux techniques adaptés. Cette localisation des équipements techniques permettra de limiter de manière très importante les émissions sonores vers l'extérieur de l'ouvrage.

- Le fonctionnement de la ventilation au niveau des ouvrages annexes

En surface, au niveau du sol, l'ouvrage de sécurité présente une grille pour la ventilation et une trappe d'accès pour les secours et éventuellement l'évacuation.





En général les puits assurent la fonction de ventilation, mais également celle d'accès des secours. Afin d'extraire l'air d'une grande profondeur par les grilles de ventilation, des ventilateurs assurant un débit important sont nécessaires. Cependant à ce stade d'études, les éléments techniques dans les puits de ventilation ne sont pas encore exactement connus.

Ainsi, il est admis qu'à partir d'une distance de 35 mètres entre l'ouvrage de ventilation et une zone sensible au bruit, le risque d'impact sonore par rapport aux valeurs limite de la réglementation, est très faible.

Le constructeur devra donc équiper les puits de ventilation de silencieux afin que les niveaux de bruit qui sortent au niveau des habitations autour respectent la réglementation ferroviaire : 63 dB(A) de Jour et 58 dB(A) de nuit.

✓ Recommandations de l'OMS

L'OMS ainsi que les agences sanitaires comme l'Anses s'appuient sur le corpus d'études épidémiologiques menées par diverses équipes de recherche pour évaluer les risques sanitaires du bruit et recommander des valeurs guide au-delà desquelles l'exposition répétée représente un risque pour la santé. Ces valeurs guides sont mises à jour régulièrement en fonction de l'avancée des connaissances

Effets sanitaires	Valeurs guide relatives aux effets sanitaires		
	Seuils retenus	Effets mesurés	Références
Santé en général	Lden = 50 dB(A) en extérieur (bruit incident) A confirmer	Santé en général	OMS 2017 (en cours de validation)
	Ln = 40 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Santé en général	OMS 2009
Perturbation du sommeil	Ln = 42 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Accroissement de l'activité motrice durant le sommeil	OMS 2009 ANSES 2013
		Perturbation du sommeil (autodéclaration)	
		Insomnie environnementale	
	LAmx = 35 dB(A) de nuit en intérieur	Modification de la structure du sommeil Activation de l'électro-encéphalogramme («arousal»)	OMS 2009
	LAmx = 42 dB(A) de nuit en intérieur	Eveil durant la nuit	OMS 2009
Gêne	LAeq 6-22h = 50/55 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Gêne exprimée modérée/sérieuse	OMS 1999
	Lden = 42 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Gêne exprimée	OMS 2011
	LAmx = 65 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Gêne exprimée	Martin, Tarrero et al. 2006 ²²
Effets sur le système cardiovasculaire	Ld = 57,5 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Risques d'accidents cardiovasculaires	OMS 2011
	Ln = 50 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Risques d'hypertension	OMS 2009
	Ln = 55 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Risques d'infarctus du myocarde	
Diminution des performances scolaires	Ln = 50 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Effets cardiovasculaires	OMS 2009
	Ldn = 50 dB(A) en extérieur (bruit incident)	Diminution des performances cognitives	OMS 2011
	Bruit de fond durant la classe (intérieur) = 35 dB(A)	Perturbation de l'intelligibilité de la parole	Ziegler J.C. et al. 2005 ²³
	LAmx = 50 dB(A) de jour en intérieur	Intelligibilité de la parole à 1 m	Afnor NF S31047
Effets sur l'audition	LAeq 24h = 70 dB(A) en intérieur comme en extérieur	Risques auditifs	OMS 1999 (en cours de réactualisation)
	LAeq 1h = 85 dB(A) pour écoute de musique au casque ou dans lieux publics		
	Moins de 5 événements festifs par an avec LAeq 4h = 100 dB(A)		
	LAmx = 110 dB(A)		

Principales valeurs guide concernant les effets sanitaires du bruit

Ainsi le respect de la réglementation permettra de s'affranchir de certains effets liés au bruit.

■ Vibrations

Comme nous l'avons vu pour la phase chantier, les seuils de perception des vibrations par les personnes sont très inférieurs au seuil de dommage. On estime qu'ils s'établissent au voisinage de 0,1 mm/s.

Compte-tenu des niveaux des vibrations générées par le trafic ferroviaire, qui n'excèdent que très rarement 2 à 3 mm/s à quelques mètres des rails, on peut exclure tout risque pour la santé physique ou l'efficacité dans le travail au sens de la norme NF ISO 2631-1 (Estimation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – partie 1 : Spécifications générales - Mai 1997). A titre indicatif, l'annexe B de cette norme estime nécessaire de définir des précautions vis à vis de la santé des personnes exposées à des vibrations pour des vitesses variant de quelques dizaines à quelques centaines de mm/s en fonction des fréquences des sollicitations pour des durées d'exposition de l'ordre d'une minute.

Le risque, vis-à-vis des personnes, inhérent aux vibrations ferroviaires au-delà de quelques mètres de la voie relève du domaine de la gêne.

Les vibrations peuvent également générer dans les structures des bruits solidiens par rayonnement acoustique des murs, cloisons et planchers. Ces phénomènes se manifestent généralement sous forme d'un bruit sourd et monocorde. Ces bruits, d'intensité faible, sont généralement masqués en période diurne par le bruit ambiant en site urbain et celui lié à l'activité des occupants des bâtiments. Ils peuvent en revanche émerger en période nocturne.

L'émergence de tels bruits nécessitent la présence de composantes vibratoires dans la gamme des fréquences audibles (>25 Hz) dont la probabilité de présence est plus élevée pour un métro sur rail que sur pneumatique et pour une ligne souterraine plutôt qu'aérienne. L'émergence de ces phénomènes dépend également fortement de la nature des matériaux constituant les murs et planchers des constructions.

Ainsi dans le cadre du projet de construction de la ligne Toulouse Aerospace Express et des infrastructures associées, les valeurs limites retenues pour la gêne sont basées sur la norme ISO n° 2631/1 (1997) relative à l'évaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps - partie 2 : Vibrations continues et induites par les chocs dans les bâtiments (1 à 80 Hz).

Les valeurs initialement préconisées dans l'annexe A de la version de 1989, ont été supprimées de la norme révisée en 2003, mais constituent une référence reconnue voire reprise dans des textes réglementaires ou normatifs à l'international (Norvège, Espagne, Royaume-Unis, Etats-Unis, etc.). Ces valeurs sont exprimées en vitesse efficace sur une période d'intégration de 1 seconde.

Les distances de risques vibratoires ont été calculées sur la base de coefficients de transfert, des modèles de propagation et des seuils de vibration retenus (voir Livre 3, pièce F5, chapitre 5.1.6.6.3.2).





Ainsi les impacts vibratoires du projet en phase d'exploitation sont, sur la base des plans de la future ligne sur ce secteur, et de son environnement bâti ainsi que de la définition des distances de risque vibratoire calculés, directs, permanent et modérés. Ces impacts sont maîtrisables (voir les moyens de réduction des vibrations dans le chapitre dans les pages suivantes « Mesures de réduction »)

■ Espèces nuisibles : moustique tigre

En phase exploitation, certains aménagements peuvent être favorables à la stagnation de l'eau et donc au développement du moustique tigre (bassin de traitement/tampon...)

■ Qualité de l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur dans les enceintes souterraines des deux lignes de métro toulousain constitue une préoccupation importante depuis plus de 15 ans. En effet, l'Autorité Organisatrice des Transports de l'agglomération toulousaine Tisséo Collectivités a été, en 2004, l'un des premiers gestionnaires des transports en commun en France à mettre en place un plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte de son réseau métro.

Ainsi, dans ce cadre, depuis 2004, Atmo Occitanie réalise, en partenariat avec Tisséo Collectivités, des mesures d'évaluation de la qualité de l'air sur l'ensemble du réseau métro. Ces années de mesures ont permis d'acquérir une base de données sur les niveaux de concentrations en particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10), dioxyde d'azote (NO₂) et benzène que respirent les usagers du métro ainsi que sur le confinement des stations de métro.

✓ Présentation du métro toulousain

Le métro de Toulouse est un réseau de transport en commun en site propre essentiellement souterrain desservant la ville de Toulouse (450 000 habitants). Il utilise la technologie du véhicule automatique léger (VAL) : véhicule sur pneumatiques à conduite automatique intégrale. Il est composé de deux lignes. La ligne « A » inaugurée en 1993 dessert 18 stations dans l'axe sud-ouest, nord-est sur une distance de 12,4 km. Elle est équipée de deux types de VAL, le VAL de première génération 206 (2/3 des rames en circulation) et le Val 208 (1/3 des rames en circulation). Or, avec un changement de plaquette de frein nécessaires tous les 25 000 à 45 000 km pour le val 206, son système de freinage est plus émetteur de particules que celui du val 208 dont les plaquettes de frein sont changées tous les 600 à 800 000 km.

La ligne "B" fut, quant à elle, inaugurée en 2007. Elle dessert 15,8 km entièrement souterrain orientés dans l'axe nord/sud. Elle est uniquement équipée de Val 208.

Ces deux lignes de métro (ligne A et B), inaugurées à 14 ans d'intervalle, sont donc technologiquement différentes avec des rames équipée d'un système de freinage moins émetteur en particules et un système de ventilation plus performant sur la ligne B.

Une seule station, la station Jean Jaurès permet la correspondance d'une ligne à l'autre.

Le nombre de rames en circulation sur les deux lignes de métro est quasi identique.

Chaque station de métro est séparée de la voie par des portes palières. Les rames circulent dans des ouvrages souterrains où l'air est renouvelé par ventilation mécanique. Dans toutes les stations de métro, la ventilation est mise en route à partir des données fournies par des sondes de températures qui visent à maintenir une température de confort qui ne soit pas trop élevée. Ainsi, En période froide, les températures sont plus faibles que la température de confort. La ventilation fonctionne peu tandis qu'en période chaude, les températures, plus élevées que la température de confort, déclenchent la ventilation.

En concentrant plus de la moitié des voyageurs du réseau de transports en commun de l'agglomération toulousaine, le métro toulousain a une place prépondérante dans la fréquentation du réseau. Les deux lignes de métro totalisent ainsi en 2012 plus de 108 millions de voyageurs.

Ci-après, sont résumés les enseignements tirés des campagnes de mesures réalisées dans l'enceinte du métro toulousain.

✓ 15 ans de surveillance de la qualité de l'air dans le métro

Le plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte du réseau métro toulousain a été mis en place en 2004.

Tous les ans, deux campagnes de mesures de 15 jours minimum sont réalisées dans deux stations de métro avec alternance de la ligne de métro choisie.

Les polluants mesurés dans le métro :

- les particules de diamètre inférieur à 10 µm,
- les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm,
- le dioxyde d'azote,
- le benzène

Les lieux mesurés dans le réseau métro :

- Les quais des stations de métro
- Les rames de métro

Les concentrations mesurées dans le métro toulousain sont comparées à des valeurs de référence indiquées ci-après :

Des seuils d'exposition fixées pour l'air intérieur sont applicables aux usagers pour certains polluants surveillés dans le métro toulousain.



	Existence d'un seuil en air intérieur	Source réglementaire
Particules de diamètre inférieur à 10 µm PM10	Seuil réévalué chaque année car prenant en compte les niveaux également mesurés dans l'air extérieur En 2017 : 533 µg/m³ en moyenne sur une heure d'exposition	Valeur guide : recommandations du CSHPF (avis de 2001 sur la qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines)
Dioxyde d'azote NO ₂	200 µg/m³ en moyenne sur une heure	Valeur guide : proposition de l'ANSES (2013)
Benzène C ₆ H ₆	2 µg/m³ en moyenne annuelle	Décret n°2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène
Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm PM2.5	PAS DE SEUIL EN AIR INTÉRIEUR	

✓ Une origine différente selon les polluants

Les espaces clos que sont les stations de métro souterraines sont des microenvironnements particuliers en raison de leur topographie, de leurs sources d'émission spécifiques et de l'absence de photochimie.

La mesure du dioxyde d'azote (NO₂), du benzène et des particules de différents diamètres dans le métro toulousain a mis en évidence des origines différentes de ces polluants.

- Les particules issues de l'activité métro

Les concentrations en particules sont plus faibles sur la ligne B en comparaison de la ligne A. Plusieurs paramètres sont susceptibles d'expliquer ces résultats : des matériels roulants différents avec un système de freinage électrique plus performant et un système de ventilation plus puissant pour la ligne B, et les tunnels de la ligne B ont été creusés avec un profil en long dit en chaine/baignoire permettant de réduire les besoins de freinage et donc les émissions liées.

PM10

	PARTICULES DE DIAMETRE INFÉRIEUR A 10 µm	
	Moyenne sur les deux périodes de mesures en µg/m³	
	Enceinte du métro	
	Ligne A	Ligne B
2010	-	92
2011	122	-
2012	-	45
2013	142	-
2014	-	38
2015	110	-
2016	-	55
2017	104	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des lignes de métro en particules PM10

PM2.5

	PARTICULES DE DIAMETRE INFÉRIEUR A 2.5 µm	
	Moyenne sur les deux périodes de mesures en µg/m³	
	Enceinte du métro	
	Ligne A	Ligne B
2012	-	25
2013	76	-
2014	-	16
2015	54	-
2016		
2017		

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année, relevées sur les quais des lignes de métro et en air ambiant en particules PM2.5

Entre 2004 et 2013, une évolution saisonnière des niveaux de particules PM10 liée au mode de fonctionnement de la ventilation a été mise en évidence sur les deux lignes du métro toulousain.

Pendant la période froide, un fonctionnement limité de la ventilation favorisait des niveaux de particules élevés.

Pendant la saison chaude, le fonctionnement quasi continu de la ventilation permet la dilution des particules émises par l'activité métro grâce à l'apport d'air extérieur.



L'exploitant du métro toulousain a engagé en 2014 des travaux de remplacement des ventilateurs tunnels de la ligne A. Les débits de ventilation dans les tunnels de la ligne A se sont depuis rapprochés de ceux rencontrés sur la ligne B, les niveaux de particules mesurés sur la ligne A pendant la période hivernale ont diminué en 2015 en comparaison des résultats des années précédentes. Ils sont du même ordre que ceux rencontrés pendant la période estivale. Actuellement, l'ensemble des ventilateurs des stations de la ligne A sont remplacés, jusqu'ici il n'y avait pas de ventilation sanitaire dans les stations de la ligne A. Pour chaque station, la programmation de l'automate permettra une ventilation sanitaire avec 4 périodes de fonctionnement dans la journée.

En conclusion, l'évolution de la concentration en particules dans le métro est principalement liée au nombre de rames en circulation, au débit de ventilation et aux périodes de fonctionnement de la ventilation.

- Une composition des particules spécifique au métro toulousain

En 2011 et 2012, des analyses ont été réalisées sur des prélèvements de particules faits dans les deux lignes de métro et en air ambiant afin d'étudier leur composition et ainsi déterminer leur origine.

Les résultats ont montré que l'atmosphère des deux stations du métro est enrichie par de nombreuses espèces métalliques. Des concentrations très élevées, supérieures aux niveaux rencontrés dans l'air extérieur (en proximité trafic), ont été mesurées pour le fer, du cuivre, zinc, manganèse, baryum, antimoine, étain, chrome, plomb, nickel et cobalt. Ces espèces sont moins nombreuses pour sur la ligne B (fer, cuivre, baryum, antimoine et paladium).

Le fer est l'élément prédominant. Ses concentrations dépassent la dizaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces espèces métalliques en excès sont celles que l'on retrouve dans les études sur les sources de particules dans le métro. L'usure par le frottement des roues sur les rails, les systèmes de freinage, des aiguillages et la remise en suspension dans les tunnels et les rames due aux turbulences générées par le passage des rames sont ainsi identifiées comme sources de métaux.

L'analyse de la variabilité des concentrations, pour les deux sites du métro, a mis en évidence des sources internes très stables dans le temps. Ces « espèces stables » sont beaucoup plus nombreuses sur la ligne A en comparaison de la ligne B, ce qui indique un confinement plus important. Ces observations sont en accord avec les informations connues : le taux de ventilation sur la ligne B est plus important que sur la ligne A.

Cette étude de la composition chimique des particules dans le métro a donc permis de mettre en évidence qu'il existe une spécificité de la composition des particules dans les enceintes souterraines. Elles sont majoritairement constituées d'espèces métalliques. Cependant, des variations importantes de la composition chimique des particules ont été mises en évidence entre les deux lignes de métro toulousaines. Ces différences sans doute dues à plusieurs facteurs : influence d'éléments internes (composition des rails, des freins...), de la localisation et de la puissance de la ventilation...

- Réduction des niveaux de particules sur les quais grâce aux portes palières

Les mesures faites simultanément sur le quai et dans le tunnel de station de métro ont mis en évidence la réduction des niveaux de particules PM10 sur les quais lors de la présence de portes palières. Ces portes installées entre le quai et la voie, sur la hauteur totale de la station et s'ouvrant automatiquement à l'ouverture des portes des wagons, permettent de limiter les échanges d'air entre le quai et le tunnel. La réduction des niveaux de particules due aux portes palières n'est pas homogène selon la période de mesures.

Elle est plus importante en période froide lorsque la ventilation fonctionne peu (de 16 à 20 % de réduction pour les PM1 et les PM10). En période chaude, les portes palières limitent moins les échanges entre le tunnel et le quai sans doute à cause de la ventilation qui induit une homogénéisation de l'air dans l'enceinte du métro. Les niveaux des PM10 diminuent de 7 % pour cette période tandis que les concentrations en PM1 sont réduites de 3 %.

- Comparaison à la valeur guide pour les PM10

La valeur guide (cf. annexe II) sur une heure est la plus représentative de l'exposition des usagers du métro toulousain mais est majorante, comme nous l'expliquerons dans la suite de ce paragraphe.

En se basant sur l'avis relatif à l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines du 3 mai 2001 du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France CSHPF), l'ORAMIP/Atmo Occitanie réévalue chaque année les valeurs de référence préconisées pour le métro parisien afin de les adapter au métro toulousain.

Il est à noter que les concentrations obtenues ont une représentativité limitée en termes d'exposition des personnes à la pollution atmosphérique, puisqu'elles ne tiennent compte ici que de deux types d'exposition : celle à l'air du métro et celle à l'air ambiant extérieur urbain.

La concentration limite dans le métro (C_{sout}) à ne pas dépasser est fonction du temps passé dans le métro (T_{sout}), de la concentration extérieure en PM10 (en percentile 90.4 : $P_{90.4}$) et de la réglementation dans l'air ambiant (C_{Lim}) qui a évolué jusqu'à atteindre en 2005 la valeur de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cependant ces concentrations maximales horaires sont mesurées sur les quais d'une station de métro, elles ne correspondent donc pas exactement à ce que respire un usager dans le métro puisque celui-ci passe par deux ou trois stations de métro et une ou deux rames de métro.

En outre, il faut également prendre en compte les limites de ce mode de calcul liées aux hypothèses qui ont été posées pour permettre cette évaluation :

Dans tous les milieux, à l'exception du métro, la concentration des PM10 est la même qu'en milieu extérieur.



Les teneurs en PM10 sont constantes sur une journée (abstraction des pics).

Concentration limite dans le métro (Csout) exprimée en µg/m³ à ne pas dépasser est fonction du temps passé dans le métro (Tsout)									
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
CLim = 50 µg/m³									
P90.4ext = 36 µg/m³	P90.4ext = 34 µg/m³	P90.4ext = 41 µg/m³	P90.4ext = 34 µg/m³	P90.4ext = 30 µg/m³	P90.4ext = 29 µg/m³	P90.4ext = 30 µg/m³	P90.4ext = 24 µg/m³	P90.4ext = 28 µg/m³	
Tsout = 15 mn	1412	1602	905	1602	1950	2045	1950	2520	2138
Tsout = 30 mn	724	818	473	818	990	1037	990	1272	1083
Tsout = 45 mn	494	556	329	556	670	701	670	856	731
Tsout = 1 h	380	426	257	426	510	533	510	648	556

Le temps moyen passé dans une rame de métro est de 6 minutes, temps auquel il faut ajouter l'accès à la rame et la sortie du métro. Il faut donc considérer 3 temps : 6 minutes dans une rame (temps moyen passé par les usagers du métro), 15 minutes en moyenne dans le réseau (depuis la salle des billets jusqu'à la rame et inversement, considérant les échanges lignes A et B) et enfin 30 minutes maximum dans le métro (d'un terminus à l'autre et avec ou sans échange entre lignes A et B). **Il a été fait le choix de comparer à la valeur guide sur une heure qui est donc majorante par rapport au temps de présence dans le réseau du métro.**

Le tableau suivant permet de comparer les concentrations mesurées par rapport à la valeur guide sur heure qui majore le temps passé.

PM10	Valeur guide calculée à partir de l'avis du CSHPP en µg/m³	Maximum horaire glissant en µg/m³	
		Ligne A	Ligne B
2010	426	-	463
2011	257	434	-
2012	426	-	396
2013	510	417	-
2014	533	-	165
2015	510	641	-
2016	648	-	337
2017	556	480	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations maximales horaires glissantes mesurées dans les lignes de métro en particules PM10 et comparaison à la valeur guide

- Il n'existe pas de valeur guide applicable à l'air intérieur pour les particules PM2,5.
 - Le dioxyde d'azote introduit dans le métro par la ventilation naturelle mécanique

L'activité du métro n'émet pas de dioxyde d'azote. Le **dioxyde d'azote** présent dans le métro provient donc du milieu extérieur. La circulation routière et les autres sources extérieures sont donc responsables des niveaux mesurés dans le métro. Il est introduit dans le métro toulousain par le biais de la ventilation. Il y a donc corrélation entre les concentrations en NO2 mesurées dans le métro et celles mesurées dans l'air ambiant extérieur.

Les teneurs les plus élevées en dioxyde d'azote sont mesurées :

- Dans les stations de métro situées dans le centre-ville de Toulouse, où la densité du trafic routier est plus importante,
- Dans les stations de métro où les puits d'air sont situés à proximité d'une artère très fréquentée,
- Lorsque la ventilation fonctionne et introduit dans l'enceinte du métro le NO2 issu du trafic routier.





- Des niveaux variables selon la ligne de métro

Le tracé de la ligne B suit, sur une large portion, les boulevards toulousains. Le dioxyde d’azote présent dans le métro étant d’origine extérieure, la proximité de voies de circulation fréquentées associées à un débit de ventilation tunnels plus important sur la ligne B induit des teneurs en NO₂ plus élevées par rapport à la ligne A.

NO ₂	DIOXYDE D'AZOTE	
	Moyenne sur les deux périodes de mesures en µg/m³	
	Enceinte du métro	
	Ligne A	Ligne B
2010	-	51
2011	24	-
2012	-	52
2013	20	-
2014	-	51
2015	13	-
2016	-	49
2017	19	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année, relevées sur les quais des lignes de métro en dioxyde d’azote

- Des niveaux variables selon la saison

En période froide, les températures diurnes sont plus basses que la température de confort. La ventilation mécanique du métro fonctionne peu, le dioxyde d’azote de l’extérieur est peu introduit dans l’enceinte du métro. Les concentrations en NO₂ rencontrées dans les stations de métro sont du même ordre de grandeur que celles mesurées par les stations extérieures urbaines de l'agglomération toulousaine,

En période chaude, la ventilation fonctionne en continu introduisant dans l'enceinte du métro le NO₂ issu du trafic routier. Dans l'air extérieur, des processus de réactions photochimiques entraînent la destruction du NO₂ émis tandis que dans le métro, le NO₂ n'est pas détruit. Les concentrations en dioxyde d’azote rencontrées dans les stations de métro se rapprochent de celles mesurées à l’extérieur en proximité trafic.

- Comparaison à la valeur guide

Depuis le début des campagnes de mesures dans le métro toulousain, la valeur guide applicable en air intérieur a été atteinte en 2016 dans une station de métro de la ligne B.

NO ₂	Valeur guide en µg/m³	Maximum horaire glissant en µg/m³	
		Ligne A	Ligne B
2010	200 µg/m³ sur une heure	-	174
2011		88	-
2012		-	160
2013		107	-
2014		-	137
2015		168	-
2016		-	207
2017		85	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations maximales horaires glissantes mesurées dans les lignes de métro en dioxyde d’azote et comparaison à la valeur guide

- Le benzène principalement issu de l’extérieur

Comme pour le dioxyde d’azote, la circulation routière et les autres sources extérieures sont en grande partie responsables des niveaux mesurés dans le métro.

Cependant, les concentrations en benzène relevées dans le métro sont légèrement supérieures à celles rencontrées en air ambiant. Il y a donc dans l’enceinte du métro des sources internes de benzène qui s’ajoute au benzène en provenance de l’extérieur.

Il y a dans l’enceinte du métro des sources internes de benzène sans doute dues aux produits utilisés (entretien et/ou maintenance) qui s’ajoutent au benzène en provenance de l’extérieur. L’hypothèse émise pour expliquer ces concentrations en benzène légèrement supérieures à celles de l’air extérieur observées dans le métro existant est la présence de benzène dans les produits nettoyants utilisés dans le métro. L’étude réalisée en 2012 sur la composition des produits d’entretien utilisés dans le métro a confirmé la présence de Composés Organiques Volatils dans leur composition chimique.





	DIOXYDE D'AZOTE			
	Moyenne sur les deux périodes de mesures en µg/m³			
	Enceinte du métro		Air extérieur	
	Ligne A	Ligne B	Station urbaine	Station trafic
2010	-	2.5	1.5	2.3
2011	2.1	-	Pas de mesures	
2012	-	2.1	1.5	Pas de mesures
2013	1.3	-	Pas de mesures	
2014	-	1.5	Pas de mesures	
2015				
2016		1.8		2
2017	1.9		1.5	

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations moyennes sur les deux campagnes de mesures réalisées chaque année relevées sur les quais des lignes de métro et en air ambiant en benzène

- Comparaison à la valeur guide

Cette réglementation est fixée pour une année d'exposition or, les usagers du métro toulousain sont présents dans l'enceinte du métro pendant un laps de temps assez court estimé à 1 heure maximum par jour.



	Valeur guide en µg/m³	Maximum horaire glissant en µg/m³	
		Ligne A	Ligne B
2010	2 µg/m³ en moyenne annuelle	-	2.5
2011		2.1	-
2012		-	2.1
2013		1.3	-
2014		-	1.5
2015		2.1	-
2016		-	1.8
2017		1.9	-

µg/m³ : microgramme par mètre cube

Concentrations maximales horaires glissantes mesurées dans les lignes de métro en benzène et comparaison à la valeur guide

- ✓ Dans les autres modes de transports

En 2015, Atmo Midi-Pyrénées ORAMIP a réalisé une étude afin d'évaluer l'exposition des personnes à la pollution de l'air dans différents types de transports pendant les trajets domicile – travail et de comparer les concentrations mesurées lors des trajets à celles mesurées sur les stations permanentes.

L'enquête sur «les déplacements dans la Grande Agglomération Toulousaine» en 2013 (source Agence d'Urbanisme de l'Agglomération de Toulouse, AUAT) a permis de déterminer des trajets représentatifs des déplacements domicile-travail effectués sur le territoire, en fonction :

- de la répartition des itinéraires domicile travail par mode de transport et par zone géographique,
- des principales zones d'emploi sur l'agglomération.

Les différents moyens de transport ont été classés en fonction de l'exposition de l'utilisateur aux particules et au dioxyde d'azote.

Les conclusions de cette étude, basée sur les observations sur les lignes de métro A et B existantes, ont été que les usagers du métro sur ces lignes peuvent potentiellement être exposés à des concentrations :

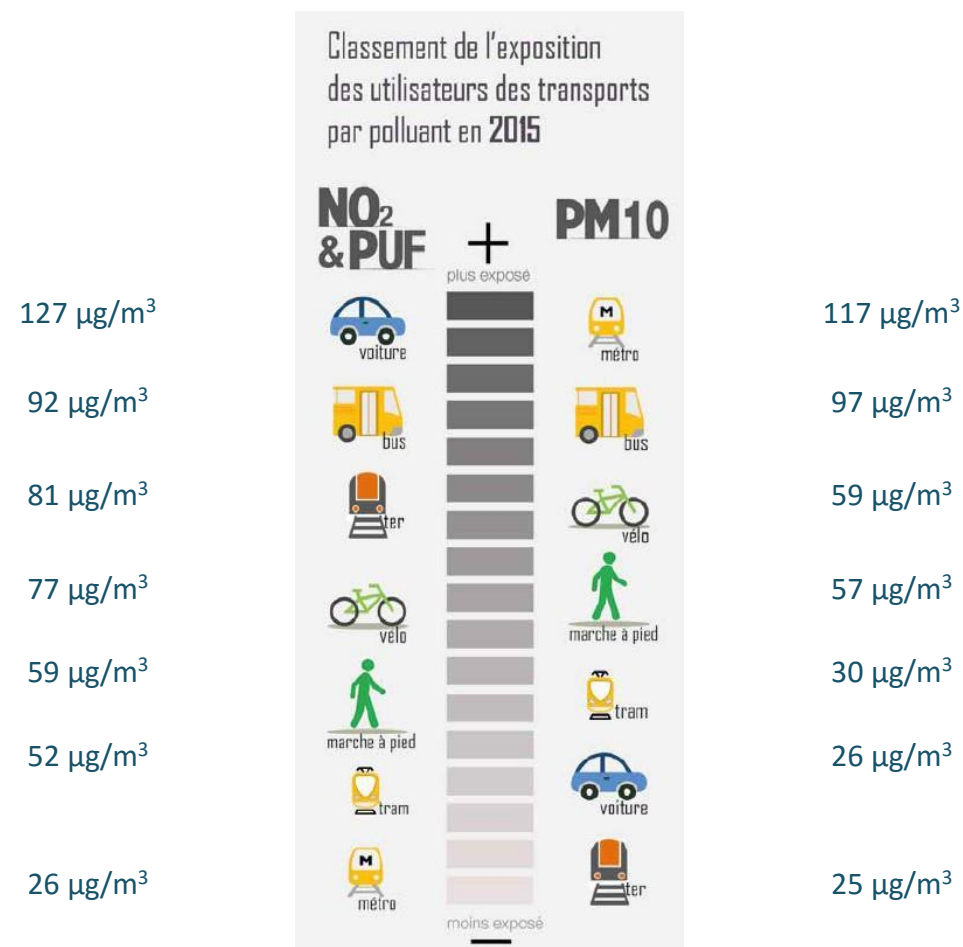
- en dioxyde d'azote et en particules ultrafines inférieures à celles des autres modes de transports terrestres (bus, cycliste, piéton, voiture...),
- en particules PM10, en considérant un temps d'exposition sur une heure, alors que la durée d'exposition moyenne est de l'ordre de 15 à 20 minutes, légèrement supérieures à la pollution extérieure et à celles des autres modes de transports terrestres (bus, cycliste, piéton, voiture...) mais sur un temps d'exposition limité (15 minutes en moyenne).

De plus, une amélioration de la qualité de l'air intérieure est observée pour la ligne B, plus récente, par rapport à la ligne A, et ces études permettent de mettre en place des dispositions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur sur ces lignes tout au long de leur exploitation.

Ce retour d'expérience de Tisséo issu d'années de mesures réalisées par Atmo Occitanie et de mise en place de mesures correctives sur les lignes existantes, a permis de bien caractériser la qualité de l'air intérieur du métro toulousain et de connaître les sources à traiter.

Pour la troisième ligne de métro, ces études permettent de guider les choix de conception qui visent à améliorer la qualité de l'air intérieur, pour lequel l'objectif est d'avoir une qualité de l'air intérieure quasiment équivalente à la qualité de l'air extérieure. Les mesures de réduction mises en place pour la 3^e ligne de métro pour améliorer la qualité de l'air intérieur sont présentées au chapitre suivant





Qualité de l'air extérieur

Les projets de Toulouse Aerospace Express (TAE) et de la Connexion Ligne B (CLB) sont soumis à une évaluation environnementale. Ils relèvent en effet de la rubrique 7 Transports guidés de personnes » du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement.

Atmo Occitanie a réalisé l'étude d'impact des projets TAE et CLB – volet air dans le cadre d'un partenariat avec Tisséo Collectivités, cette étude est présentée dans le Livre 3, Pièce F, chapitre 5 Incidences du projet et mesures sur l'environnement, partie 5.1.5.5.2 Effets et mesures sur le cadre de vie -Qualité de l'air.

Les résultats de l'étude montrent qu'à l'horizon mise en service, TAE + CLB permettra les gains d'émission atmosphérique de :

- ✓ 50.6 tonnes de NO_x,
- ✓ 7.3 tonnes de particules PM10,
- ✓ 4.2 tonnes de particules PM2,5.

Les projets TAE + CLB auront donc un impact positif sur les émissions de polluants atmosphériques, à l'échelle du domaine étudié.

C'est donc la combinaison de TAE et de CLB qui permet la réduction la plus importante des émissions de polluants atmosphériques.

L'étude a montré que l'année de la mise en service, l'amélioration technique sur les moteurs permettra la baisse des concentrations maximales de l'ensemble des polluants malgré la hausse du nombre de kilomètres parcourus. Cela induit :

- Une diminution des voies concernées par un dépassement de valeur limite pour le NO₂ ou un dépassement de l'objectif de qualité pour les particules PM10. Les niveaux supérieurs à ces seuils réglementaires sont toujours localisés le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124 et de la départementale 902,
- La disparition des axes en dépassement de la valeur limite pour les particules PM10 et PM2,5.

En revanche, l'ensemble de la bande d'étude reste exposé à des niveaux de PM2,5 supérieurs à l'objectif de qualité.

Les niveaux de benzène sur la bande d'études respectent l'ensemble des réglementations existantes.

✓ Vingt ans après la mise en service

Vingt ans après la mise en service, les niveaux en dioxyde d'azote poursuivent leur baisse malgré la hausse du nombre de kilomètres parcourus et ce grâce à l'amélioration technique sur les moteurs et l'augmentation de la part de véhicules électriques. **La valeur limite annuelle en NO₂ pour la protection de la santé humaine est respectée sur l'ensemble de la bande d'études.**

Les niveaux de particules PM10 et PM2,5 se stabilisent. Les émissions à l'échappement diminuent, cependant, une part importante des émissions de ces 2 polluants est due à la remise en suspension de ceux-ci par le passage des véhicules et à l'usure des pièces mécaniques. Elle est donc liée au nombre de kilomètres parcourus qui augmente.

Les valeurs limites sont respectées pour ces deux polluants sur l'ensemble du domaine d'études.

En revanche, l'objectif de qualité est dépassé :

- Le long du périphérique, du fil d'Ariane, de la RN124 et de la départementale 902, pour les PM10,
- Sur l'ensemble de la bande d'étude pour les PM2,5.

Les niveaux de benzène respectent l'ensemble des réglementations existantes.



De manière synthétique, l'étude des risques sanitaires a montré :

- L'absence de risque à seuil par inhalation chronique et aiguë pour les populations situées dans la bande d'étude
- Pour le NO₂ : des dépassements de la valeur guide de l'OMS pour l'état initial pour le NO₂, mais amélioration et respect pour les horizons futurs.
- Pour les PM₁₀, la réglementation européenne est respectée pour tous les scénarios. Mais la valeur guide de l'OMS est dépassée pour le résident exposé aux plus fortes concentrations et pour le sportif à tous les horizons, et pour le collégien/écolier uniquement à l'état initial. Il faut cependant noter une amélioration entre l'état initial et les horizons suivants, particulièrement significative pour le résident le plus exposé.
- En ce qui concerne les PM_{2.5}, la réglementation européenne (25 µg/m³) est respectée pour tous les scénarios et horizons, mais la valeur guide de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est dépassée.

■ Urbanisme favorable à la santé

L'aménagement du territoire entre en interaction forte avec la santé des populations. En effet, l'état de santé d'une population ne dépend pas seulement de la qualité du système de santé qui lui est proposé, mais d'abord et avant tout de ses conditions de vie ainsi que de déterminants sociaux, environnementaux et économiques.

Le guide « Agir pour un urbanisme favorable à la santé, concepts & outils » est le résultat d'un travail d'expertise et de recherche initié et accompagné par la Direction Générale de la Santé, Sous-direction de la prévention des risques liés à l'environnement et à l'alimentation. Il s'agit d'un outil d'aide à l'évaluation des impacts sur la santé des projets d'aménagement.

Un aménagement favorable à la santé correspond à promouvoir des choix d'aménagements qui permettent de :

- ✓ (Axe 1) Réduire les polluants (air, eau, sol, gaz à effet de serre...), les nuisances (bruit, odeurs, ondes électromagnétiques...) et autres agents délétères (composés chimiques des matériaux de construction,...).

Ces choix doivent se faire dans une perspective de réduction à la source mais également de réduction de l'exposition des populations.

- ✓ (Axe 2) Promouvoir des comportements ou des styles de vie sains des individus (via l'installation d'équipements ou d'infrastructures adaptés et accessibles à tous) et plus spécifiquement :
 - Favoriser l'activité physique et la non sédentarité
 - Inciter à une alimentation saine

- ✓ (Axe 3) Contribuer à changer l'environnement social en proposant des espaces de vie qui soient agréables, sécurisés et qui permettent de favoriser le bien-être des habitants et la cohésion sociale.
- ✓ (Axe 4) Corriger les inégalités de santé entre les différents groupes sociaux économiques et les personnes vulnérables, en termes d'accès à un cadre de vie de qualité et d'exposition aux polluants, diminution des nuisances et agents délétères.
- ✓ (Axe 5) Un autre point majeur pour tendre vers un urbanisme favorable à la santé consiste à soulever et gérer autant que possible les antagonismes et les possibles synergies lors de la mise en œuvre opérationnelle des projets.

L'analyse réalisée à ce stade est la suivante :

Déterminants de santé	Objectifs visés (pour un Urbanisme favorable à la santé) et quelques éléments d'appréciation	Application aux projets TAE et CLB
Famille I : modes de vie, structures sociales et économiques		
1- Comportements de vie sains	• Favoriser les déplacements et modes de vie actifs • Inciter aux pratiques de sport et de détente • Inciter à une alimentation saine	L'intermodalité, c'est-à-dire l'usage combiné de plusieurs modes de transports au cours d'un même déplacement, est au cœur du projet. Développement de l'offre de transports en communs. Rattachement des stations aux pistes cyclables. Présence d'abris/stationnements vélos. Ajustement du réseau de bus. Favorise l'intermodalité (vélo, bus, trains, cars interurbains).
2- Cohésion sociale et équité	• Favoriser la mixité sociale, générationnelle, fonctionnelle • Construire des espaces de rencontre, d'accueil et d'aide aux personnes vulnérables	
3- Démocratie locale/citoyenneté	• Favoriser la participation au processus démocratique	Processus d'enquête publique qui permettra de mobiliser les citoyens, leur faire connaître le projet et de prendre en compte les observations et avis.



4- Accessibilité aux équipements, aux services publics et activités économiques	Favoriser l'accessibilité aux services et équipements	Les futures stations permettront la desserte des équipements et services. Respect des normes d'accès pour les personnes à mobilité réduite sur toutes les stations.
5- Développement économique et emploi	Assurer les conditions d'attractivité du territoire	Attractivité renforcée par le développement de l'accessibilité, favorisera les créations d'emplois. Desserte (directe ou par maillage proche) des pôles économiques majeurs de l'agglomération toulousaine
Famille II : cadre de vie, construction et aménagement		
6- Habitat	Construire ou réhabiliter du bâti de qualité (luminosité, isolation thermique et acoustique, matériaux sains...)	Les stations seront construites dans une démarche de haute performance environnementale en privilégiant des matériaux sains.
7- Aménagement urbain	Aménager des espaces urbains de qualité (mobiliers urbains, formes urbaines, ambiances urbaines, offre en espaces verts...)	
8- Sécurité-tranquillité	Assurer la sécurité des habitants	Communication avec les voyageurs par messages intelligibles et facilité de communication des voyageurs avec le personnel d'exploitation. Présence de vidéoprotection. Espaces fonctionnels indiqués de manière lisible, bien éclairés et accueillants. Gestion des accès (entrées, sorties).
Famille III : milieux et ressources		
9- Environnement naturel	Préserver la biodiversité et le paysage existant	En application de la doctrine ERC l'impact du projet sur le milieu naturel est maîtrisé et contribuera à la mise en œuvre de mesure compensatoire permettant de restaurer des secteurs dégradés.

10- Adaptation aux changements climatiques	- Favoriser l'adaptation aux événements climatiques extrêmes - Lutter contre la prolifération des maladies vectorielles	Prise en compte des éléments climatiques dans la conception des ouvrages. Réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à la situation sans projet. Lutte contre le moustique tigre vecteur de maladies (dengue, chikungunya).
11- Air extérieur	Améliorer/préserver la qualité de l'air extérieur	Choix de matériaux et de produits de construction en contact avec l'air intérieur (isolants, colles, peintures, vernis et lasures, revêtements de sols...) peu émissifs en polluants (formaldéhyde et émission totale en composés organiques volatils). Généralisation à l'échelle des projets TAE et CLB de produit à très faibles émissions.
12- Eaux	Améliorer la qualité et la gestion des eaux	Eaux gérées en phase chantier et définitive
13- Déchets	Inciter à une gestion de qualité des déchets (municipaux, ménagers, industriels, de soins, de chantiers...)	Déchets gérés durant le chantier : tri, recyclage et envoi en filières agréées
14- Sols	Améliorer la qualité et la gestion des sols	Gestion des déblais et anciens sites pollués
15- Environnement sonore et gestion des champs électromagnétiques	Améliorer la qualité sonore de l'environnement et gérer les risques liés aux champs électromagnétiques	

À ce stade des études, certains aspects ont été analysés de manière quantitative mais l'analyse ne peut être exhaustive, toutefois les principaux indicateurs montrent que le projet va dans le sens d'un urbanisme favorable à la santé et a un impact positif.

L'étude des impacts du projet sur les fonctionnalités urbaines (Livre 3, Pièce F, chapitre 5.1 Incidences du projet et mesures sur l'environnement et la santé – Milieu humain) identifie des effets positifs du projet :

- ✓ Le projet va améliorer le cadre de vie des habitants de l'agglomération en leur permettant de relier efficacement depuis leur domicile, les différents lieux de travail, de loisirs, santé





- ✓ Les stations et les rames de la 3ème ligne de métro, de LAE et CLB offriront une accessibilité universelle, afin de permettre à tous les voyageurs, qu'ils soient en situation de handicap ou non, de se déplacer confortablement en toute autonomie et sécurité. Des solutions adaptées seront proposées pour :

- Les cheminements entre la surface, les accès aux émergences et les quais ;
- Les conditions d'attente sur les quais ;
- L'accès aux rames depuis les quais ainsi que l'accès aux quais depuis les rames ;
- L'information à bord des rames ;
- Les modalités d'achat de titres de transport.

- ✓ Des déplacements plus confortables :

- Poursuivre l'objectif de désaturation des "cœurs de réseaux" de transports publics toulousains,
- Le projet TAE met l'accent sur le confort et le bien-être des usagers. Cela se traduira par l'équilibre d'une ambition fonctionnelle mais aussi sensorielle.

■ Mesures de réduction et impacts résiduels après réduction

■ Bruit

Les mesures de réduction sont présentées dans le Livre 3, pièce F, chapitre 5 Impacts et Mesures sur le milieu humain, paragraphe 5.1.6.6.1.2 que l'on résume ici.

On rappelle les impacts des projets identifiés :

Pour le projet TAE il y a au total 11 bâtiments qui sont impactés pour tout le linéaire du projet. Au niveau de LAE, trois habitations qui se trouvent au-dessus des seuils réglementaires. Des isolations de façade seront donc à prévoir. Le projet CLB n'entraîne lui pas d'impact d'un point de vue acoustique. Il n'y a donc aucune mesure compensatoire à prévoir.

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

R 2.1.j (1) – bruit : Conception de la structure des locaux techniques pour contenir les nuisances sonores

R 2.1.j (2) – bruit : Isolation des équipements techniques : des dispositifs de capotage sont envisagés. Il s'agit d'isoler le système pour contenir le bruit dans la protection. Le gain apporté par un capotage peut varier de 10 à 40 dB(A) en fonction de sa composition et des contraintes techniques induites par l'appareil.

R 2.1.j (3) – bruit : Des écrans antibruit sont dimensionnés pour réduire le bruit en façade des bâtiments impactés. Leur mise en place permet de diminuer le bruit à la source (protections de type active). L'avantage de ce type de protection est qu'il protège les espaces au sol des habitations (jardins, etc.). Dans le cas où les étages élevés sont trop hauts pour être protégés par des écrans, l'insonorisation de façade est préconisée (solution de type passive), elle consiste à équiper les ouvertures (fenêtres, portes, entrées d'air) d'une isolation acoustique performante, en préconisant des fenêtres à double vitrage acoustique, ou doubles-fenêtres quand on veut obtenir une forte isolation acoustique.

■ Vibrations

Les mesures de réduction sont présentées dans le Livre 3, pièce F, chapitre 5 Impacts et Mesures sur le milieu humain, paragraphe 5.1.6.6.3.2 que l'on résume ici :

R 1.1.a (2) -vibrations : Mesures propres à la ligne - Le choix du système de roulement n'étant pas définitif, les impacts vibratoires peuvent être fortement atténués voire totalement supprimés en optant pour un système sur pneumatiques (choix non encore fixé).

R 1.1.a (3) : Mesures propres au milieu de propagation : éviter de créer des ponts rigides de matière entre les ouvrages de génie civil et les éléments porteurs ou de fondations des bâtiments riverains.

■ Qualité de l'air intérieur (QAI)

Paramètres à prendre en compte pour agir sur les niveaux de particules dans le métro

Le plan de surveillance de la qualité de l'air dans l'enceinte du réseau métro toulousain mis en place depuis 15 ans a donc permis d'établir les paramètres à prendre en compte pour réduire des niveaux de polluants dans le métro, de plus les retours d'expérience, en particulier dans le rapport de l'Anses de 2015 sur la « pollution chimique de l'air des enceintes de transports ferroviaires souterrains et risque sanitaires associés chez les travailleurs » permet de récapituler un certain nombre de mesures qui seront mises en œuvre pour les projets TAE et CLB :

R 2.1.j : Dispositif de limitation des nuisances envers les populations humaines.

- ✓ Le freinage : le freinage sera électrique (sauf pour le freinage d'urgence) permettant de réduire les émissions de particules dans l'air,
- ✓ Remplacer les moteurs thermiques utilisés dans les opérations de maintenance par une source d'énergie moins émettrice,
- ✓ La ventilation : une ventilation mécanique avec un débit de ventilation suffisant et des plages de fonctionnement importantes permettrait d'éviter une accumulation des particules, le sens de la ventilation de la station vers le tunnel qui permet de baisser les concentrations dans les stations,
- ✓ La mise en place de portes parlières permet de réduire les concentrations en particules sur les quais,
- ✓ L'atelier de maintenance sera en surface,
- ✓ Poursuivre et mettre à disposition les mesures effectuées sur les lignes de métro, et mettre en place des mesures sur la nouvelle ligne. Lorsqu'il sera disponible, Atmo Occitanie suivra le protocole de mesures harmonisé de la qualité de l'air dans les EFS définit par un groupe de travail du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire actuellement en cours sur le sujet,
- ✓ Des produits sans composés organiques volatils seront recherchés avec l'exploitant de TAE pour les produits d'entretiens.



D'autres mesures pourront être envisagées et appliquées :

- ✓ Le creusement des tunnels en « chaînette/baignoire » afin de réduire les besoins de freinage et donc d'émissions de particules,
- ✓ La position des bouches d'aération sera dans la mesure du possible choisit de façon à les éloigner des axes de circulation importants, ce qui permettrait la réduction des quantités de polluants atmosphériques introduites dans le métro,
- ✓ Utiliser un train de lavage aspirant la silice émise lors des freinages d'urgence, en pente ou par le ballast,
- ✓ Optimiser le matériel roulant et réduire les émissions liées aux frictions et à l'usure : alléger les rames, modifier les profils de roues etc.,
- ✓ Suivre et encourager la recherche et développement sur les sujets tels que la récupération des particules au freinage etc.,
- ✓ Déployer un système de filtration de l'air des rames.

■ Qualité de l'air extérieur

Concernant les mesures de réduction, les projets CLB et TAE participent à la réduction du trafic routier en induisant un report modal de la voiture particulière aux transports en commun et donc indirectement aux réductions des émissions de polluants sur la zone d'étude.

■ Espèces nuisibles : moustique tigre

S'agissant des aménagements urbains susceptibles de favoriser le développement de moustiques, les mesures d'atténuation/réduction ont pour principal objectif de promouvoir des règles de construction limitant ou ne permettant pas la stagnation de l'eau. À ce titre, le cahier des charges intégrera des prescriptions pour la prise en compte du risque de développement de moustiques.

■ Accessibilité

L'accessibilité, le confort et le bien-être des usagers sont pris en compte dans la conception des projets. Au-delà des temps de trajets, d'attente, des amplitudes horaires, ont été recherchés :

- ✓ Un système de transport accessible : Les stations et les rames de la 3ème ligne de métro, de LAE et CLB offriront une accessibilité universelle, afin de permettre à tous les voyageurs, qu'ils soient en situation de handicap ou non, de se déplacer confortablement en toute autonomie et sécurité. Afin de mieux prendre en compte les besoins de PMR, un dispositif de concertation avec les associations a été mis en place dès le stade des études préliminaires au travers de la Commission d'Accessibilité Réseau Urbain Tisséo (CARUT). Ce dispositif sera rendu pérenne pendant toute la durée de vie du projet.

Ainsi sont préconisés :

- Des cheminements accessibles entre station et voirie, avec repérage et signalétique à l'entrée, un guidage au sol pourra être proposé, les revêtements seront choisis de manière à être non glissants et non réfléchissants ;
- Un stationnement automobile signalé et repéré au sol pour 2 véhicules PMR, au plus près des entrées ou des ascenseurs ;
- Les entrées, les équipements (distributeurs), les circulations seront conçues de manière à être accessibles et sans danger. Le guidage sera visuel, tactile, sonore voire olfactif.

Toute la conception en lien avec l'accessibilité pour offrir une accessibilité universelle intervient en concertation continue avec la CARUT.

■ Mesures de compensation et/ou d'accompagnement, de suivi et de contrôle

■ Bruit

Au droit des ouvrages annexes de ventilation, des mesures in situ du niveau de bruit, pour évaluer le respect des émissions sonores sera réalisé dans les secteurs les plus sensibles. Dans le cas de dépassement, un réajustement des dispositifs de protection permettra l'atteinte des valeurs limites.

■ Vibrations

Concernant l'accompagnement et le suivi des impacts vibratoires, l'entretien régulier du matériel roulant et de l'infrastructure sera effectué, et les rails et les roues seront polis pour limiter la rugosité. Des mesures des niveaux vibratoires seront réalisées en phase d'exploitation au niveau de la surface. Dans le cas où des dépassements importants par rapport aux modélisations seront identifiés, des dispositifs correctifs pourront être mis en place.

■ Espèces nuisibles : moustique tigre

En phase exploitation, il conviendra de vérifier que les choix de conception et que les ruissellements d'eaux pluviales ne créent pas de milieux favorables à la stagnation des eaux permettant le développement du moustique tigre.

■ Qualité de l'air intérieur

Poursuivre et mettre à disposition les mesures effectuées sur les lignes de métro, et mettre en place des mesures sur la nouvelle ligne. Lorsqu'il sera disponible, Atmo Occitanie suivra le protocole de mesures harmonisé de la qualité de l'air dans les EFS défini par un groupe de travail du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire actuellement en cours sur le sujet.



■ Qualité de l'air extérieur

Hors du cadre des projets, mais dans le cadre de ses missions, Atmo Occitanie poursuivra l'étude de la pollution de l'air sur l'agglomération toulousaine ses mesures au droit des stations fixes. Les résultats pourront être comparés aux modélisations effectuées et aux mesures faites à l'état initial.

■ Urbanisme favorable à la santé

Un suivi des actions mises en place au sujet de l'accessibilité sera fait, et des ajustements pourront être apportés si des problèmes venaient à être identifiés (manque de visibilité de certaines informations, cheminement PMR etc.).

Les diverses activités et travaux nécessaires à la création de la troisième ligne de métro, TAE et de la connexion ligne B, CLB, seront à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine.

Même s'il n'est pas possible de supprimer totalement les nuisances sonores liées aux chantiers, les mesures de réduction et de suivi prises pour limiter et prévenir les nuisances et leurs effets sur la santé permettront de réduire les impacts de manière significative. Les mesures de médiation, d'information et de prise en compte des remarques ou plaintes des riverains sur toute la durée du chantier permettra de réduire les impacts en continu.

Le projet lors de son exploitation aura des effets positifs en raison des baisses de trafic induites par la création des projets, (accompagnées de baisse de vitesse ponctuellement) permettront d'améliorer l'environnement sonore et la qualité de l'air et donc la qualité de vie des riverains.

De plus, le projet va améliorer le cadre de vie des habitants de l'agglomération en leur permettant de relier efficacement depuis leur domicile, les différents lieux de travail, de loisirs, santé.

Les stations et les rames de la 3ème ligne de métro, de LAE et CLB offriront une accessibilité universelle, afin de permettre à tous les voyageurs, qu'ils soient en situation de handicap ou non, de se déplacer confortablement en toute autonomie et sécurité. La mise en œuvre des projets permettra des déplacements plus confortables en poursuivant l'objectif de désaturation des "cœurs de réseaux" de transports publics toulousains.





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

muretain
Le Muretain

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