

Le Transport en commun en Site Propre de l'Ouest strasbourgeois (TSPO)

En accord avec les orientations du Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg (SCOTERS), le Conseil Départemental du Bas-Rhin a lancé en 2009 un projet visant à améliorer les conditions de déplacement dans l'Ouest strasbourgeois en développant l'accessibilité aux TC (Transports en Commun).

Le projet consiste à proposer un service de transport en commun interurbain de type bus express, entre Wasselonne et Strasbourg, qui soit attractif par rapport à l'automobile en termes de temps de trajet et de régularité. Après l'aménagement de l'ensemble du tracé d'ici 2020, le gain de régularité moyen attendu pour le transport en commun sera de plus de 20 minutes.

Le projet se décline en trois grandes phases successives d'aménagement :

- **La section interurbaine sur la RD1004 (15km)** : un projet sous maîtrise d'ouvrage du Département

L'aménagement par le Département de la RD1004 entre Wasselonne et Ittenheim, a été autorisé par arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique le 12 janvier 2012.

Les travaux sur cette section ont démarré depuis 2012 et se poursuivront jusqu'à 2020.

- **La section de transition sur la RD 1004 (ancienne RN4) et l'A351 (10 km)** : un projet sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat (conférer paragraphe ci-après).

L'aménagement par l'Etat de la RN4 et de l'A351 entre Ittenheim et Strasbourg a été autorisé par arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique le 24 mai 2016.

L'aménagement prévoit des voies réservées au transport en commun de part et d'autre des voies routières, depuis Ittenheim jusqu'à la Porte Blanche en entrée de Strasbourg. Le caractère innovant du projet est sur l'autoroute A351, où les voies seront aménagées à la place des bandes d'arrêt d'urgence. De plus, en première phase, une station d'arrêt du TSPO sera aménagée le long de l'A351 au niveau du pont de la rue Eluard à HautePierre, pour permettre une correspondance avec la ligne de tramway. A plus long terme, un second arrêt pourra être aménagé sur l'A351 au niveau de Wolfisheim, au droit d'un futur transport en commun le long de la Voie de Liaison Intercommunale Ouest (VLIO) en projet.

- **La section urbaine (2km)** : des aménagements réalisés par l'Eurométropole de Strasbourg et utilisés par les transports en commun urbains et interurbains

Dans le cadre du projet de tramway vers Koenigshoffen, des aménagements sont prévus pour améliorer l'accessibilité des bus urbains et interurbains :

- Un couloir bus d'approche aux feux sera réalisé sur la nouvelle bretelle d'autoroute déviée ainsi qu'un arrêt au droit de la station « Porte des Romains » ;
- Un couloir bus sera également aménagé sur la rue de Koenigshoffen ;
- Des dispositifs de priorisation aux feux existants et à créer seront mis en place sur les boulevards de Metz et Nancy.



Figure 212 : Les 3 tracés du TSPO

#### IV.9.1.3. L'Aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4

Le projet d'aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4 a pour vocation de requalifier cet axe depuis l'est d'Ittenheim jusqu'à Strasbourg. Cette opération s'inscrit non seulement dans la continuité du projet de TSPO porté par le Conseil Départemental du Bas-Rhin, mais a également pour vocation de répondre à des problématiques plus larges de gestion et de diffusion du trafic dans l'agglomération strasbourgeoise.

Ce projet d'aménagement multimodal, porté par l'Etat sur son propre réseau, a principalement trois objectifs :

- venir compléter les aménagements prévus dans le cadre du TSPO afin de pouvoir offrir aux cars sur l'axe A351 – RN4 un temps et une fiabilité de parcours maîtrisés ;
- s'inscrire dans la cohérence avec les autres projets structurants portés par l'Etat ou les collectivités dans le secteur Ouest de Strasbourg, notamment le projet de Voie de Liaison Intercommunale Ouest (VLIO) ;
- répondre à la réorganisation du trafic qui sera engendrée par la réalisation du Grand Contournement Ouest de Strasbourg (GCO) dont l'échangeur central se trouvera au niveau de la RN4 et, de ce fait, améliorer les conditions de circulation entre le futur GCO et l'A351.

Il est prévu, sur cette section, l'aménagement dans les deux sens d'une voie réservée aux transports en commun (TC). Sur deux fois 5 km de distance, la RN4 (actuellement à deux voies, trois sur certaines parties) sera aménagée, via un élargissement de la chaussée, à 2x2 voies dont une voie dédiée dans chaque sens aux transports en commun (TC). Les bandes d'arrêt d'urgence (BAU) de l'A351 jusqu'à l'entrée dans Strasbourg seront aménagées pour permettre la circulation des TC.

Sa maîtrise d'ouvrage est assurée par l'Etat et déléguée à la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Alsace.

(Avis de l'Autorité Environnementale en date du 27 mai 2015).

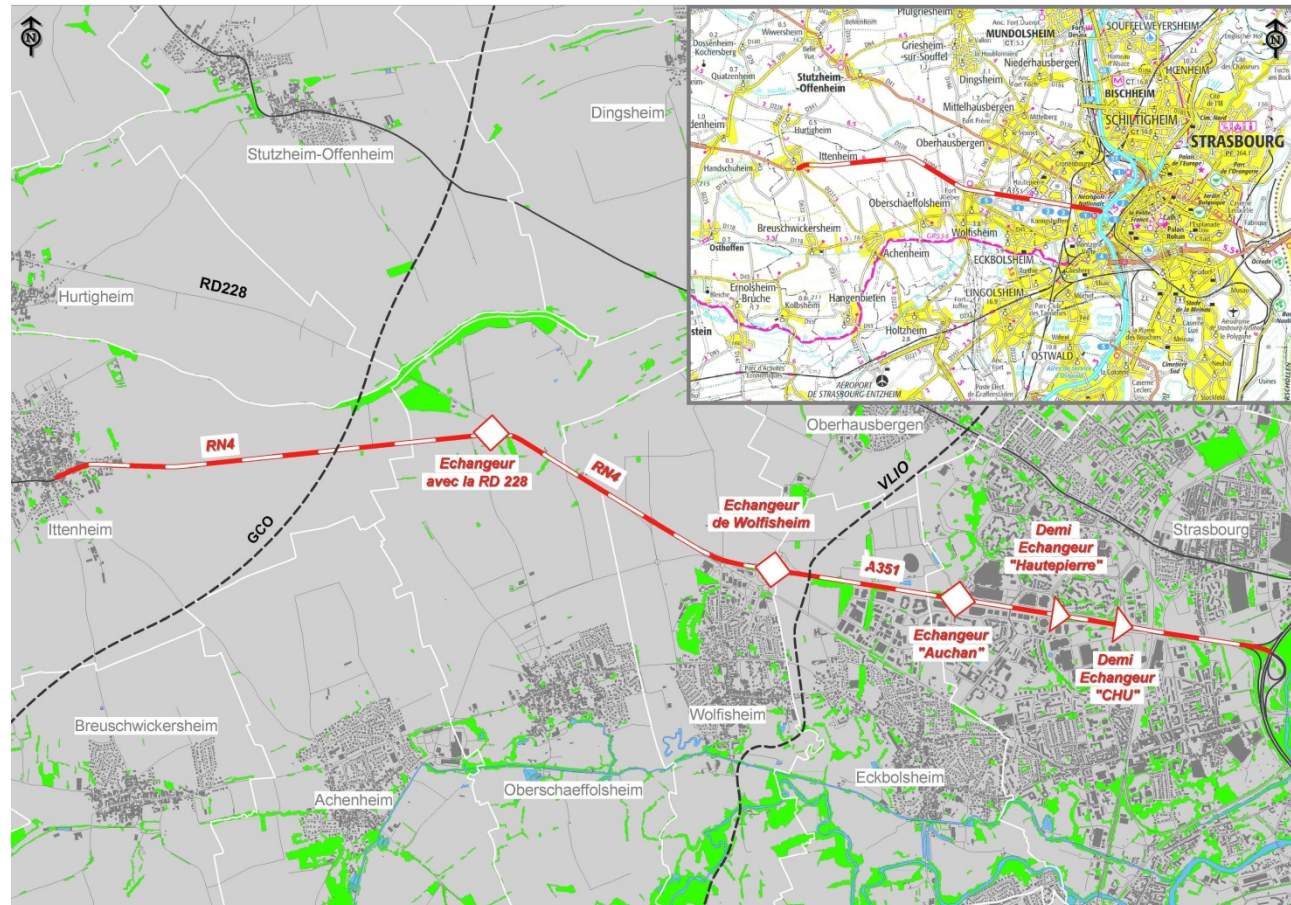


Figure 213 : Plan du tracé du projet d'aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4, source : dossier d'enquête publique

#### IV.9.1.4. L'extension du réseau de transport urbain

Plusieurs projets d'extension des lignes du réseau de TCSP sont prévus au sein de l'Eurométropole. Néanmoins, aucun de ces projets ne répond aujourd'hui aux critères présentés au paragraphe V.7.1. à savoir :

- le critère géographique d'intérêt : l'Ouest de Strasbourg,
- et l'émission d'un avis de l'Autorité Environnementale.

En conséquence ils ne seront pas retenus pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

#### IV.9.1.5. La création d'une 4ème voie ferrée entre Strasbourg et Vendenheim

Le projet porté par SNCF Réseau consiste en une refonte du plan des voies entre Strasbourg et Vendenheim. Il vise à augmenter la capacité du réseau, et à rendre les circulations plus robustes (moindre propagation des retards notamment) tout en maintenant les fonctionnalités du triage fret d'Hausbergen.

Le dossier, présenté par SNCF Réseau, indique que le nombre de trains empruntant la section Strasbourg - Vendenheim connaît une augmentation liée à la mise en service de la LGV Est (phase 1 en 2007 puis phase 2 en 2016) et au développement de l'offre TER. Il annonce qu'à l'horizon 2020, les souhaits de développement de l'offre de TER, notamment périurbains, portés par la région, ne pourront plus être satisfaits dans la configuration actuelle des voies.

L'opération vise à augmenter la capacité de la ligne, en modifiant le plan de voies, de manière à offrir 4 voies aux trains de passagers comme suit :

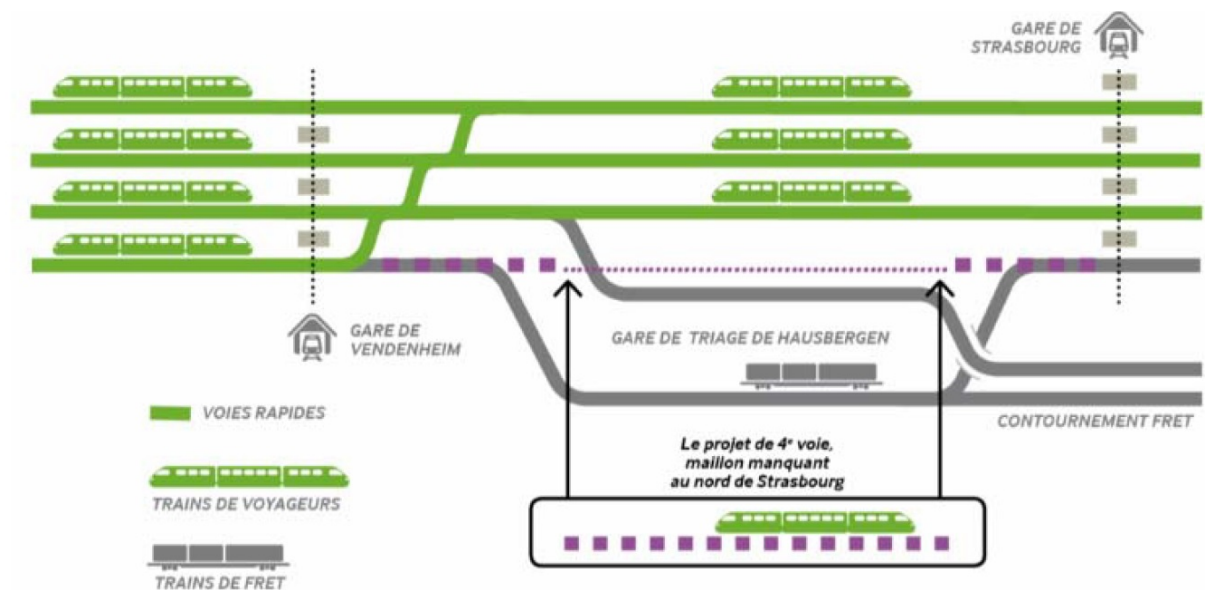


Figure 214 : Schéma de principe d'ajout de la 4ème voie (en violet)

Ce projet a fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale en date du 6 juillet 2016

Il convient néanmoins d'indiquer que ce projet vise à améliorer la desserte ferroviaire en partance ou en provenance du Nord de Strasbourg. D'autre part, ce projet a été pris en compte dans le cadre du dimensionnement de la fréquentation de la gare (station Faubourg National).

En conséquence ce projet n'est pas retenu pour la suite de l'analyse des effets cumulés.

#### IV.9.1.6. Bilan

Les projets retenus, pour la poursuite de l'analyse des effets cumulés avec celui de l'extension de la ligne F de tramway (et ses aménagements connexes), seront donc les suivants :

- Le Grand Contournement Ouest de Strasbourg (GCO) ;
- La Voie de Liaison Intercommunale Ouest (VLIO),
- Le Transport en commun en Site Propre de l'Ouest strasbourgeois (TSPO) et plus particulièrement sa section de transition correspondant à l'aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4

au sens du code de l'environnement et sous réserve de l'état d'avancement de certaines opérations.



## IV.9.2. L'ANALYSE DES EFFETS CUMULES

Les Maîtres d'Ouvrage, qu'il s'agisse du Conseil Général du Bas-Rhin, de l'État ou de l'Eurométropole Strasbourg, travaillent en lien permanent afin de rendre compatibles et interactifs l'ensemble des projets conduits sur le territoire.

La planification des aménagements et des orientations de développement de l'urbanisme fait partie intégrante du rôle de ces Maîtres d'Ouvrage. Par le biais des réflexions conduites dans le cadre des documents de planification territoriaux et des schémas de gestion (PLU (et prochainement le PLU intercommunal), le SCOT ainsi que le Plan de Déplacement Urbain, etc.), l'ensemble des acteurs du développement de l'Ouest strasbourgeois contribuent à une élaboration harmonisée des projets.

### IV.9.2.1. Effets cumulés sur les trafics

Tous ces projets ont pour objectif d'améliorer les conditions de desserte de l'Ouest Strasbourgeois, tout mode confondus.

Il convient de rappeler la situation préoccupante de l'autoroute A35, aujourd'hui saturée et qui ne permet plus de répondre aux exigences de développement économique, social et environnemental du Bas-Rhin. L'A35 enregistre aujourd'hui des niveaux de trafic de l'ordre de 145 000 à 160 000 véh./j.au niveau de l'échangeur de la Porte Blanche, alors qu'elle a été conçue initialement pour accueillir un trafic de 50 000 véhicules/ jour et rester praticable jusqu'à 70 à 80 000 véhicules/jour.

En plus de ces problèmes de circulation, la qualité de l'air en bordure de l'autoroute est soumise à de fréquents dépassements, dont la principale raison est l'intensité du trafic routier.

En tout état de cause, l'A35 n'est plus à même, dans ces conditions, d'assurer l'accès au centre-ville et ses fonctions stratégiques.

Le projet de GCO a pour vocation d'extraire le trafic de transit circulant actuellement sur l'A35. Ce faisant, il permettra de soulager l'A35 à hauteur de l'agglomération et de lui donner un caractère plus urbain.

Sur le réseau autoroutier, le projet de réalisation du Grand Contournement Ouest (GCO) impactera les volumes de trafic. Transitec a réalisé, pour le compte de DREAL Alsace, une étude sur les fonctionnalités des autoroutes urbaines A35/A351 de la région Strasbourgeoise, dont le rapport final a été livré en mai 2011.

L'interrelation entre les différents projets a été modélisée aux horizons 2020 et 2025, selon différents scénarios de réalisation (source : Etude de trafic, dossier d'enquête publique Aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4). Les hypothèses de modélisation du trafic sont fondées sur le scénario « coups partis 2025 » du modèle de l'Eurométropole de Strasbourg.

Pour la modélisation 2020, la partie Sud du projet de Voie de Liaison Intercommunale Ouest est réalisée, mais pas la partie nord de la VLIO ni le Grand Contournement Ouest (GCO) de Strasbourg.

En 2025 sont considérés réalisés le GCO et la VLIO sections Nord et Sud. Sur l'axe RN4-A351 deux cas ont également été testés : avec GCO et RN4 à 2 x 1 voies, avec GCO et RN4 à 2 x 2 voies.

#### IV.9.2.1.1. Modélisation du trafic en 2020 avec réalisation de la VLIO sud

À l'horizon 2020, avec la mise en service de la partie Sud de la VLIO, les modélisations réalisées montrent que le trafic reste stable par rapport à la situation actuelle, aussi bien sur la RN4 que sur l'A351. La situation reste à l'image de celle d'aujourd'hui :

- à l'heure de pointe du soir vers Ittenheim un trafic dense sur l'A351 et une légère congestion au niveau du passage A351 – RN4 ;
- à l'heure de pointe du matin, le réseau est saturé sur l'A351 entre les échangeurs de Hautepierre et du CHU (les nombreux véhicules provenant de la bretelle de Hautepierre provoquent la saturation de l'autoroute) et des ralentissements apparaissent sur la RN4 au niveau du carrefour avec la RD228.

Sur l'ensemble de l'axe, le trafic est dense à l'heure de pointe du soir (HPS), et saturé ou en limite de saturation à l'heure de pointe du matin (HPM), notamment sur la section entre l'échangeur de Hautepierre et l'échangeur du CHU dans le sens d'entrée de Strasbourg. Cette saturation est provoquée :

- d'une part, par la demande de trafic sur cette section : il n'y a que deux voies dans ce sens entre les échangeurs de Hautepierre et du CHU ;
- d'autre part, par les mouvements croisés des véhicules induits par la proximité des échangeurs Hautepierre, CHU et A35.

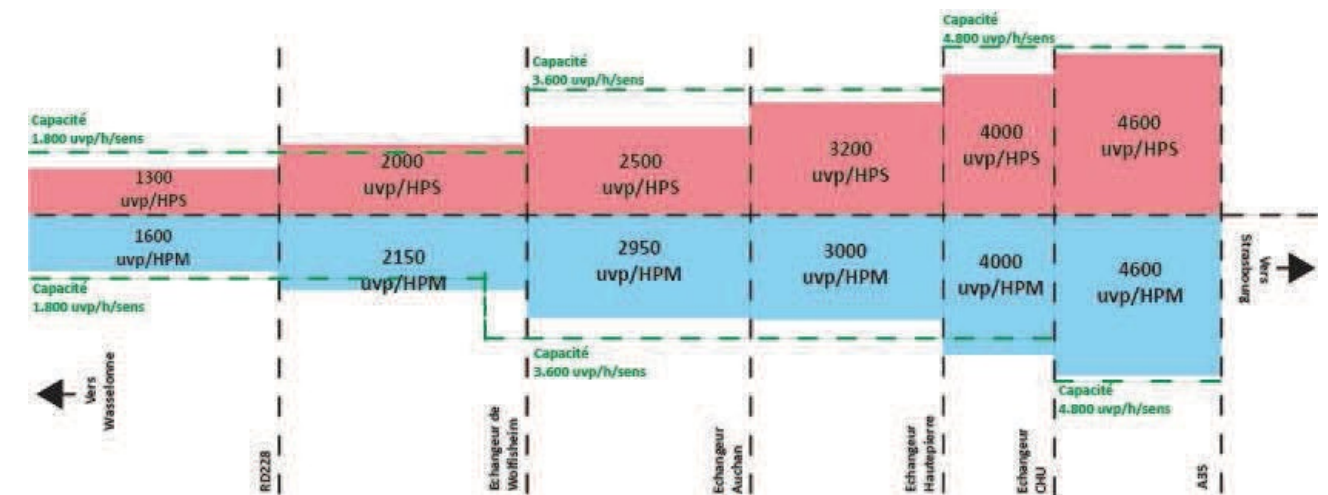


Figure 215 : Modélisation du trafic 2020 sur l'axe A351 – RN4 (en uvp/h) (source : dossier DUP)

#### IV.9.2.1.2. Modélisation du trafic en 2025 avec GCO et VLIO complète

Scénario RN4 à 2 x 1 voies

À l'horizon 2025, avec la mise en service du GCO et avec la RN4 configurée à 2 × 1 voies, les modélisations réalisées montrent une légère baisse du trafic sur l'A351 par rapport à la situation actuelle.

Elles mettent cependant également en évidence que le trafic sur la RN4 est en forte hausse, notamment à l'ouest de la RD228 (de +50% à +70%) :

- à l'heure de pointe du soir, le trafic est dense sur l'A351 et dépasse la limite de capacité sur la RN4 entre l'échangeur de Wolfisheim et la RD228 ;
- à l'heure de pointe du matin, la mise en service du GCO augmente de 50% le trafic sur la RN4, soit +700 uvp/h ; le réseau est saturé sur la RN4. La saturation disparaît à l'approche de l'échangeur de Wolfisheim avec la présence de la deuxième voie. Le réseau est en limite de saturation sur l'A351 entre l'échangeur de Hautepierre et l'échangeur CHU.

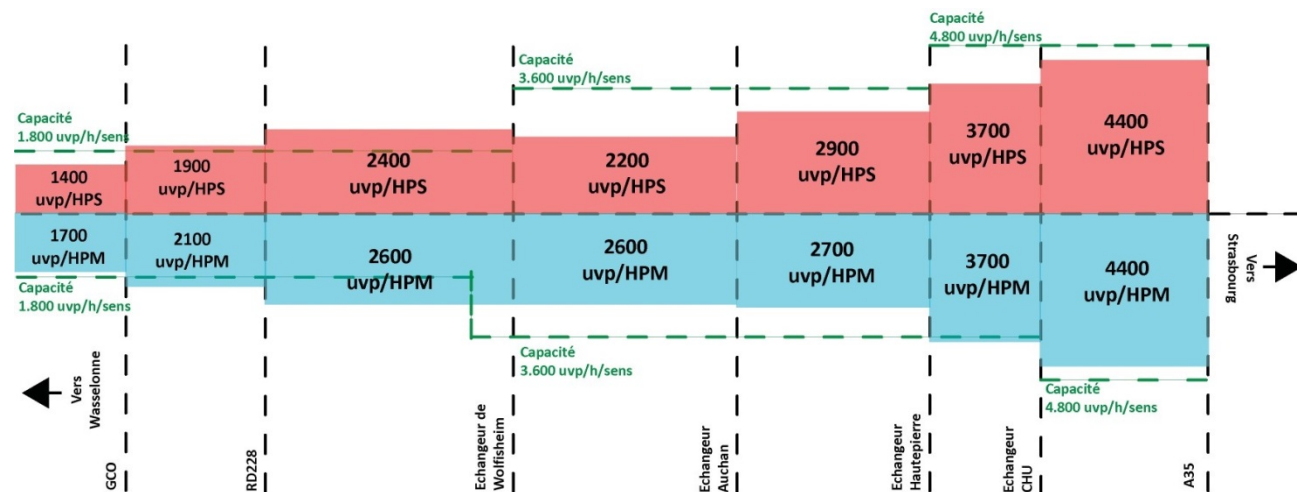


Figure 216 : Modélisation du trafic 2025 avec GCO et VLIO, RN4 à 1 x 2 voies

**Scénario RN4 à 2 × 2 voies**

En doublant la capacité de la RN4, c'est-à-dire en passant à 2 × 2 voies à l'est de l'échangeur GCO, la demande de trafic sur la RN4 est absorbée.

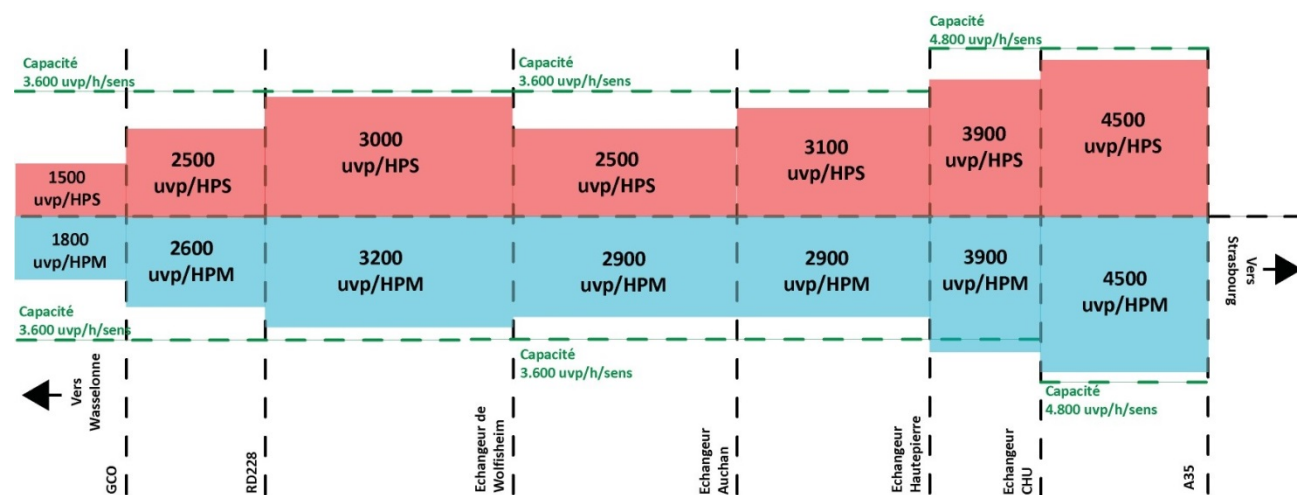


Figure 217 : Modélisation du trafic 2025 avec GCO et VLIO, RN4 à 2x2 voies

Le trafic augmente de 20% à 30% sur la RN4 par rapport à la situation à 2 × 1 voies, et sur l'A351.

Un aménagement à 2 × 2 voies de la RN4 permet de décongestionner la section située à l'est de GCO, cependant il amène plus de trafic sur l'A351. La section entre l'échangeur de Hautepierre et l'échangeur du CHU reste le point noir de l'A351, elle est saturée avec 3900 uvp/h à l'heure de pointe du matin sur les 2 voies.

Par ailleurs, la mise à 2 × 2 voies de la RN4 se traduit par un délestage du trafic sur les voies parallèles que sont la RD 45 et la RD 41, mais aussi sur l'A35, en renforçant le rôle du GCO comme infrastructure de contournement mais aussi de desserte de la partie ouest de l'agglomération strasbourgeoise.

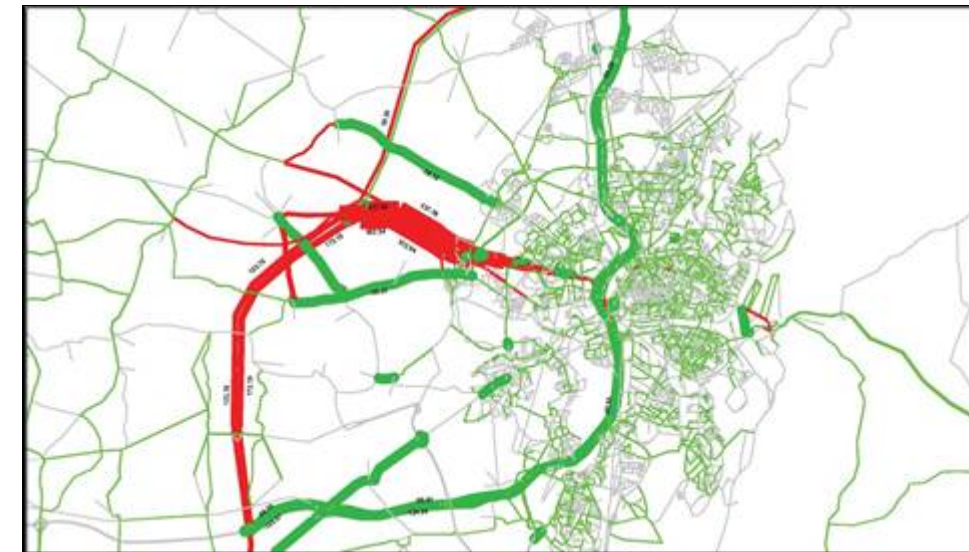


Figure 218 : Carte de l'impact sur le trafic routier

Cette carte montre l'impact du doublement de la RN4 à l'HPM sur les autres axes, en vert : la diminution du trafic par rapport à la situation sans doublement de la RN4, et en rouge : l'augmentation.

**IV.9.2.1.3. Bilan**

Ces modélisations montrent que la mise en œuvre des différents projets présente de fortes interactions entre eux, notamment la réalisation du Grand Contournement Ouest (GCO) et le phasage du VLIO.

La réalisation du projet de GCO aura pour effet de renforcer les trafics routiers sur la partie Est de la RN4 et de les faire baisser légèrement sur l'A351.

Toutefois, certains points de la RN4 et/ou de l'A351 resteraient congestionnés en heure de pointe du matin aux horizons futurs avec les aménagements prévus. De ce fait, la réalisation d'un aménagement multimodal de l'axe A351 – RN4 permettra aux transports en commun de se soustraire à ces congestions et ainsi de satisfaire aux objectifs de fiabilité et de gain de temps de parcours des TC sur cet axe.

#### IV.9.2.1.4. Interaction avec le projet d'extension de la ligne F de tramway

Ces projets d'infrastructures sont susceptibles d'interactions avec le projet d'extension de la ligne F de tramway. Celles-ci sont prises en compte comme suit :

- Sur le territoire de l'Eurométropole de Strasbourg le TSPO circulera sur une voie dédiée sur l'A351. Le dévoiement de la bretelle de sortie A35/A351 lui permettra de faire un arrêt pour assurer la correspondance avec le tramway à la station de la « Porte des Romains ». Un parking-relai (P+R) sera aménagé à cet effet à proximité directe de l'autoroute.

Cette réorganisation permettra de favoriser le report modal de la voiture individuelle vers les transports en commun d'une part, et d'améliorer l'accessibilité du quartier de Koenigshoffen/Montagne Verte depuis le réseau autoroutier A35/A351 d'autre part. Grâce au parking relais, le report modal des automobilistes en provenance des autoroutes A35Nord et A351 sur les transports en commun est estimé entre 200 et 350 automobilistes à l'Heure de Pointe du Matin.

Ce parking-relais sera associé à un véritable pôle d'échange qui comportera également :

- o la station de tramway "Porte des Romains" évoquée ci-dessus
  - o une station TSPO/lignes interurbaines en correspondance
  - o les arrêts bus de la ligne 4 également en correspondance
  - o un véloparc.
- Les études de trafic réalisées (Transitec, mai 2011) montrent que la diminution attendue du trafic sur l'A35, avec mise en œuvre du GCO, est d'environ 10 000 véhicules par jour.

*Un impact cumulé globalement positif est attendu sur les conditions de déplacement sur l'Ouest Strasbourgeois, tout mode confondu.*

*Le projet d'extension de la ligne F a été pensé de façon à s'articuler avec les autres projets conduits sur le territoire, offrant ainsi aux automobilistes en provenance de la périphérie la possibilité d'utiliser les transports en commun et ainsi de diminuer la pression automobile en centre urbain de Strasbourg.*

#### IV.9.2.2. Effet cumulé sur l'agriculture

Le projet d'extension de la ligne F de tram n'engendre pas de consommation d'espaces agricoles. Ce volet est donc sans objet.

#### IV.9.2.3. Effet cumulé sur le milieu naturel

Le principal enjeu concerne l'effet cumulatif relatif au cloisonnement des espaces naturels. Néanmoins, chaque projet intègre les dispositions nécessaires à la préservation des corridors écologiques. D'autre part, les tracés ont été établis de façon à limiter les emprises sur le milieu naturel et, dans la mesure du possible, les secteurs à enjeux.

Les ouvrages de franchissement sont conçus et positionnés au regard des enjeux identifiés par secteur. On évoquera à ce titre :

- Projet VLIO (section Sud) :
  - o Environ 8 passages petite faune sont prévus.
  - o La grande faune (Chevreuil, Sanglier) se déplace très majoritairement le long de la Bruche et dans sa ripisylve. Le viaduc prévu par le projet présentant de grandes dimensions (une longueur de 151 mètres, soit entre 10 et 15 fois la largeur de la Bruche) la grande faune pourra aisément poursuivre son déplacement le long des berges sans qu'un aménagement spécifique ne soit nécessaire.
- Projet GCO (source : dossier d'engagement de l'Etat) : le projet prévoit les ouvrages de rétablissement des corridors écologiques suivants :
  - o Trois ouvrages multifonction ou « ponts verts ». Ces passages supérieurs végétalisés auront une vocation multiple : sociale (itinéraires de promenade), écologiques (passages toute faune) et de rétablissement agricole.
  - o Pour la petite faune non spécialisée, y compris le hamster, des ouvrages spécifiques seront mis en place environ tous les 300 m.
  - o Des passages spécifiques pour les amphibiens sont également prévus
- Projet TSPO / aménagement de la section de transition  
Deux types de passages à faune seront aménagés le long de la RN4 :
  - o Au niveau des structures boisées, 5 passages à faune vont être créés. L'un de ces passages, situé à proximité du carrefour « Bellevue » (entre la RN4 et la RD228), sera de plus grande taille que les autres et sera destiné plutôt à de la faune de grande à moyenne taille (Chevreuil européen en particulier). Ce passage plus important est destiné à la restauration des continuités écologiques entre les deux réservoirs de biodiversité que sont la vallée du Musaubach et la vallée de la Bruche ;
  - o Onze passages pour le Grand Hamster seront également créés, ces passages nécessitant des aménagements spécifiques.

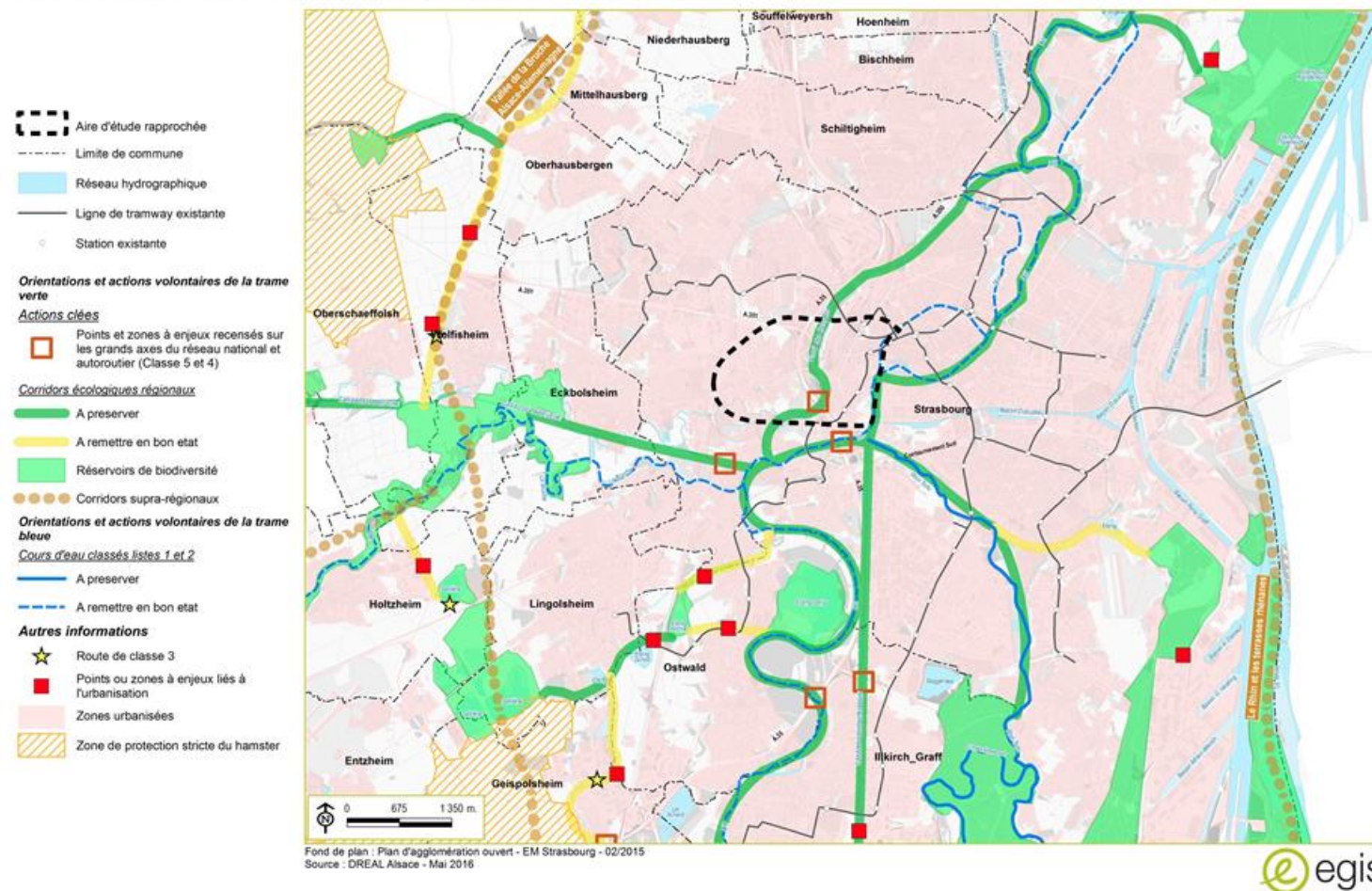
*Il convient néanmoins de rappeler que le projet d'extension de la ligne F s'insère pour l'essentiel en milieu urbain, sur des voiries déjà existantes. Les principales mesures portent donc sur la préservation, autant que possible, du patrimoine arboré existant et les replantations.*

*D'autre part, son éloignement relatif aux autres projets limite les effets cumulés.*

Les corridors écologiques à l'échelle du territoire sont présentés par le SRCE et sont rappelés ci-dessous :



## Shéma Régional de Cohérence Écologique



## IV.9.2.4. Effet cumulé sur le milieu humain et le cadre de vie

La mise en place de l'ensemble des projets routiers (GCO, VLIO, aménagement de l'axe RN4 – A351) engendrera une modification de la répartition spatiale du trafic à l'échelle de l'Eurométropole. Un des effets attendu est notamment la diminution du trafic sur l'A35 d'environ 10 000 véhicules / jour.

En ce qui concerne le projet d'extension de la ligne F de tram, il convient en premier lieu de rappeler que celui-ci fonctionnant à l'énergie électrique il ne sera à l'origine d'aucun rejet atmosphérique.

D'autre part, son objectif est de proposer une alternative attractive à l'usage de la voiture individuelle. Le report modal prévisionnel, direct ou indirect (via le P+R), de la voiture sur le tramway estimé à environ :

- 1100 personnes, soit 1000 véh/jour (taux d'occupation moyen de 1,1 personne / véhicule) pour la phase 1 (mise en service de la ligne/tram jusqu'à l'allée des Comtes)
- 1990 personnes, soit 1800 véh/jour (taux d'occupation moyen de 1,1 personne / véhicule) pour la phase 2 (mise en service de la ligne/tram jusqu'à Poteries), pour une fréquentation globale du tramway de 19 900 voyages/jour.

La mise en place du parking relais en sortie de l'échangeur de l'A351/A35 permettra aux automobilistes en provenance de la périphérie la possibilité d'utiliser les transports en commun. Selon la phase retenue, ce sont (en fonction de la surface disponible et des contraintes réglementaires) entre 200 (phase 1) et 350 (phase 2) automobilistes environ en provenance des autoroutes qui seront captés à l'Heure de Pointe du Matin.

*Le projet d'extension Ouest de la ligne de Tramway n'aura pas d'incidence sur le fossé des Remparts (objet d'une continuité écologique au SRCE ci-dessus), qu'il traverse au droit d'un ouvrage déjà existant.*

*Une synergie positive est donc attendue entre les différents projets en entrée de ville de Strasbourg, permettant ainsi une réduction des émissions de polluants à l'atmosphère liée au trafic routier (par rapport à une situation sans tramway).*

*En ce qui concerne l'ambiance sonore, au regard de l'éloignement des projets entres eux, aucun effet cumulatif de bruit n'est possible.*

## IV.10. INCIDENCES DU PROJET SUR LE CLIMAT ET DE LA VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

### IV.10.1. INCIDENCES SUR LE CLIMAT

Les incidences d'un projet peuvent concerner :

- Le climat dit « global », à travers sa contribution à augmenter ou diminuer les émissions de gaz à effet de serre ;
- Le climat « local », en modifiant les conditions météorologiques en un lieu donné.

#### IV.10.1.1. Incidences du projet sur le climat « global »

Le projet d'extension de la ligne de tramway vers l'Ouest va contribuer à améliorer l'offre de transport collectif, en cohérence avec le Plan Climat Territorial de la Communauté Urbaine de Strasbourg.

L'évaluation socio-économique estime qu'il permettra d'éviter l'émission de 200 tonnes de équivalent CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, contribuant ainsi à l'objectif de diminution des gaz à effet de serre à l'échelle mondiale afin de maintenir l'augmentation de la température moyenne globale en dessous de 2°C, seuil au-delà duquel les impacts pourraient devenir irréversibles.

#### IV.10.1.2. Incidences du projet sur le climat « local »

En zone urbaine, la rue et les bâtiments sont à l'origine de perturbations microclimatiques multiples qui se répercutent par la suite à une échelle locale. Perturbations des écoulements de l'air, modification de l'évapotranspiration, apports anthropiques de chaleur, perturbations radiatives et thermiques, tous ces éléments ou processus sont initiés à l'échelle de la rue ou du bâtiment.

Le projet d'extension de la ligne de tramway, en modifiant l'occupation du sol, la forme urbaine, les activités humaines génératrices de chaleur est donc susceptible de modifier localement le climat.

Les éléments du projet susceptibles d'avoir un effet significatif sont les suivants :

- Plateforme du tramway, à travers une modification de l'occupation du sol :
  - o modification de l'albedo
  - o modification de l'évapotranspiration
- Aménagements paysagers
  - o modification de l'albedo
  - o modification de l'évapotranspiration
  - o modification des écoulements d'air

- Bâtiments
  - o modification des écoulements d'air.

La principale conséquence de ces modifications sera l'accentuation ou la diminution de l'effet d'îlot de chaleur urbain (ICU). Ce terme est employé pour décrire la spécificité climatique des villes par rapport aux zones rurales ou péri-urbaines avoisinantes. On y observe ainsi des phénomènes de surchauffes qui peuvent devenir problématiques lors des épisodes caniculaires.

L'Agence de développement et de l'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise a réalisé une étude illustrant le rôle prépondérant des surfaces imperméables dans l'intensité des ICU, avec des zones de surchauffe importante dans les secteurs d'urbanisation dense.

Dans la zone d'étude, on note clairement l'effet de rafraîchissement des zones boisées et des cours d'eau.

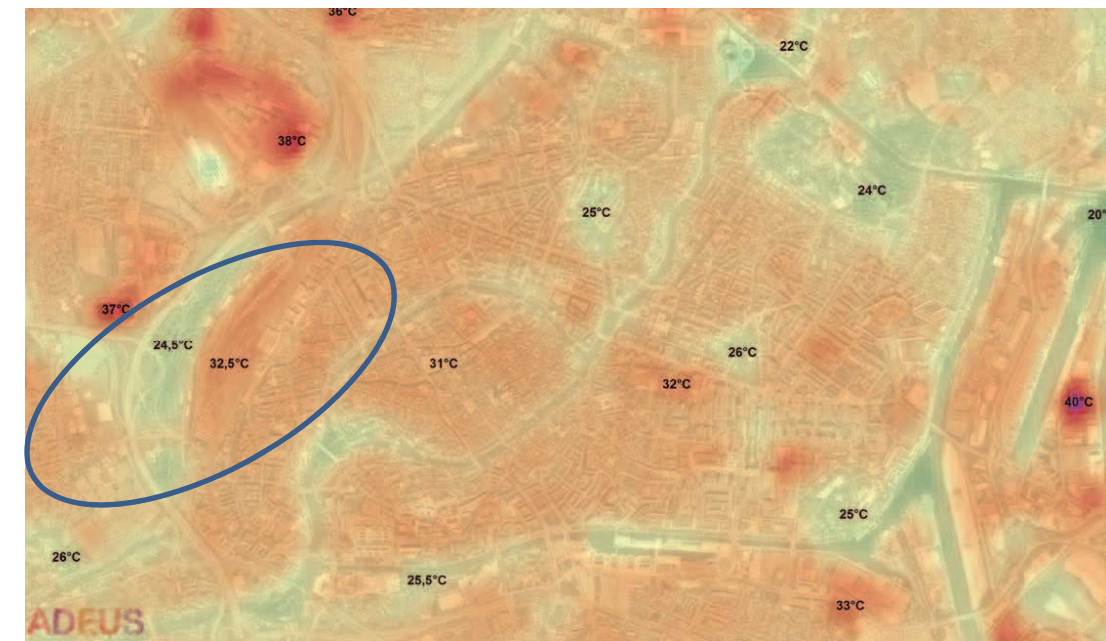


Figure 219 : Cartographie des écarts de températures de surface (tirée de : ADEUS NOTE 140)

Les effets prévisibles du projet d'extension sont détaillés ci-après, par secteur d'aménagement.

#### ● Secteur « Faubourg National »

Sur ce secteur, la ligne de tram emprunte la rue du Faubourg National. Il est prévu un renforcement de la trame arborée. La trame arborée améliorera le confort des usagers du Faubourg National en abaissant les températures lors des vagues de chaleur (par évapotranspiration, réfléchissement du rayonnement et effet d'ombrage).



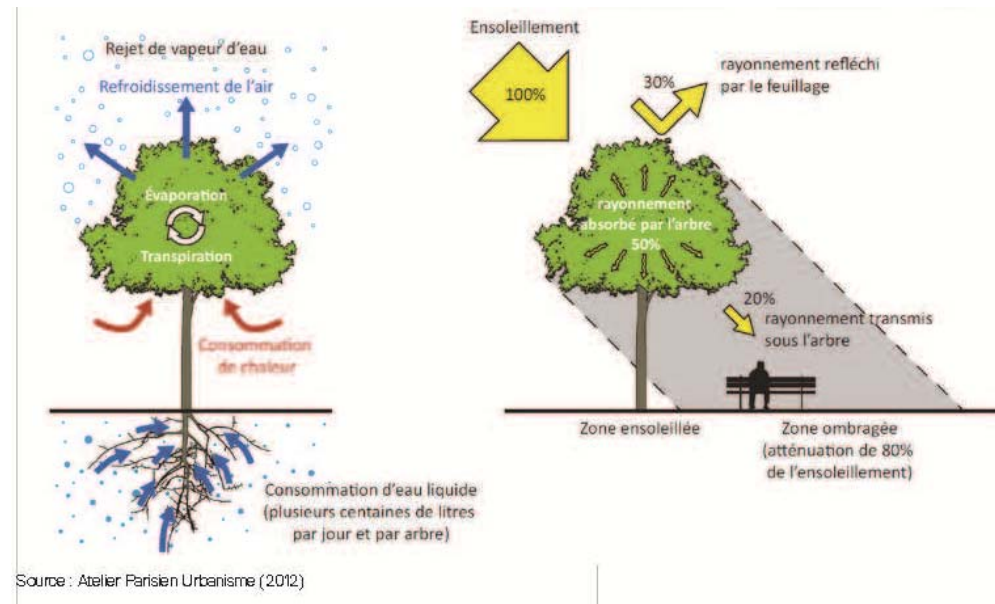


Figure 220 : Rôle de l'arbre dans la régulation de la température (tiré de : ADEUS NOTE 140 P5) / Source : Atelier Parisien Urbanisme (2012)

● **Secteur « Boulevard de Nancy »**

Des alignements d'arbres sont également prévus, en remplacement de ceux existant. Il n'y a pas d'effet significatif attendu.

Compte-tenu du temps de croissance des arbres, il y aura un effet probable temporaire d'accentuation des températures pendant les épisodes de fortes chaleur.

● **Secteur Rue de Koenigshoffen**

Partie 1 : Passage sous les ouvrages SNCF

Les arbres existants sont maintenus et complétés ponctuellement. La plateforme est engazonnée. L'engazonnement est très favorable à une diminution significative de la température.

FIGURE 2 – EXEMPLES DE CLICHÉS PRIS SUR L'AMÉNAGEMENT DU TRAMWAY T3, BOULEVARD MORTIER

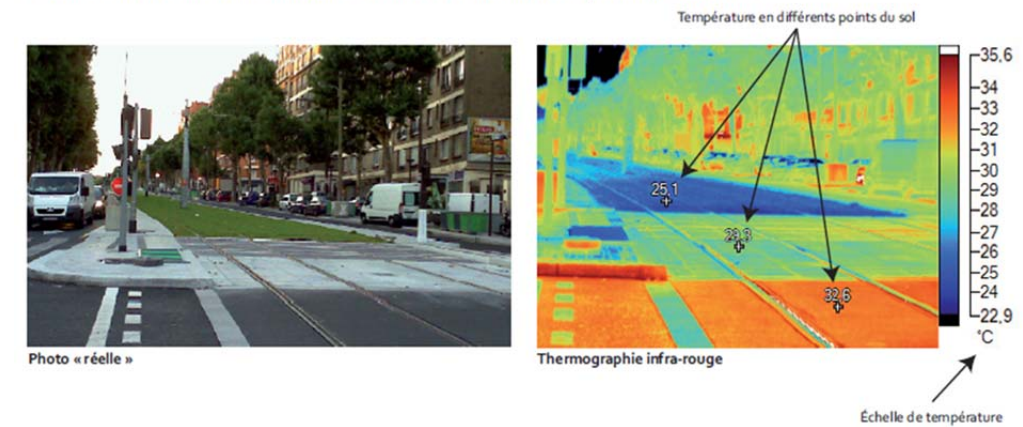


Figure 221 : Exemple de l'effet de diminution de la température au niveau d'une plateforme de tramway engazonnée (source « Les îlots de chaleur urbains à Paris » – APUR)

Partie 2 : entre rue de Rothau et Route des Romains

La plateforme est engazonnée. Les arbres existants sont maintenus autant que possible.

Le projet devrait donc plutôt contribuer à une diminution de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

● **Secteur « Route des Romains »**

La plateforme est engazonnée. Des alignements d'arbres sont également prévus, en remplacement de ceux existant.

Le projet devrait donc plutôt contribuer à une diminution de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

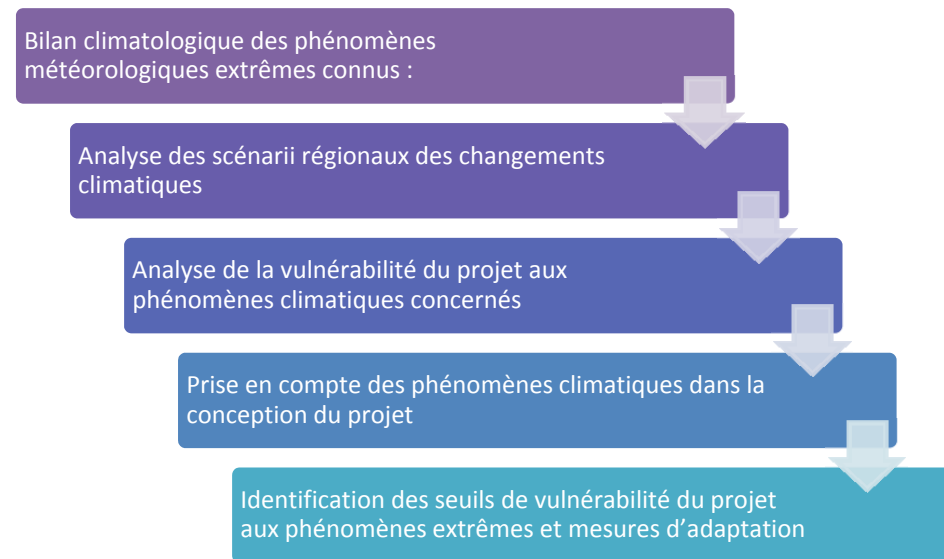
Pour conclure, l'engazonnement de la plateforme du tramway ainsi que la plantation d'arbres le long de la ligne devrait plutôt contribuer à terme à une diminution de l'effet d'îlot de chaleur. L'effet sera cependant moindre pendant plusieurs années, le temps que les arbres atteignent une certaine hauteur.

Par ailleurs, le report de circulation devrait également contribuer à diminuer la chaleur dégagée par la circulation routière sur les axes empruntés.



## IV.10.2. VULNERABILITE DU PROJET AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'évaluation du projet aux changements climatiques suit un processus en 5 étapes tel que présenté ci-dessous :



### IV.10.2.1. Bilan climatologique des phénomènes météorologiques extrêmes connus à Strasbourg

Entre 1961 et 1990, les records absolus observés à la station Strasbourg-Entzheim (67) - altitude 150m sont les suivants (source : <http://www.infoclimat.fr/climatologie-07190-strasbourg-entzheim.html>)

Températures minimales (°C)	-23 °C
Températures maximales (°C)	+37.4 °C
Pluie : Hauteur maximale de précipitations en 24h (mm)	62.9 mm
Vent : Record absolu (km/h)	126 km/h

### IV.10.2.2. Analyse des scénarii régionaux des changements climatiques

Dans le quart nord-est de la France, il est observé une très nette tendance au réchauffement des températures. D'après les études menées dans le cadre du SRCAE, on constate en Alsace, depuis 1950, moitié moins de jours de neige, une baisse d'un tiers des jours de gel et plus du double de jours avec une température supérieure à 30°C.

La température de Strasbourg au début du 21<sup>ème</sup> siècle atteint les normales de Lyon en 1950.

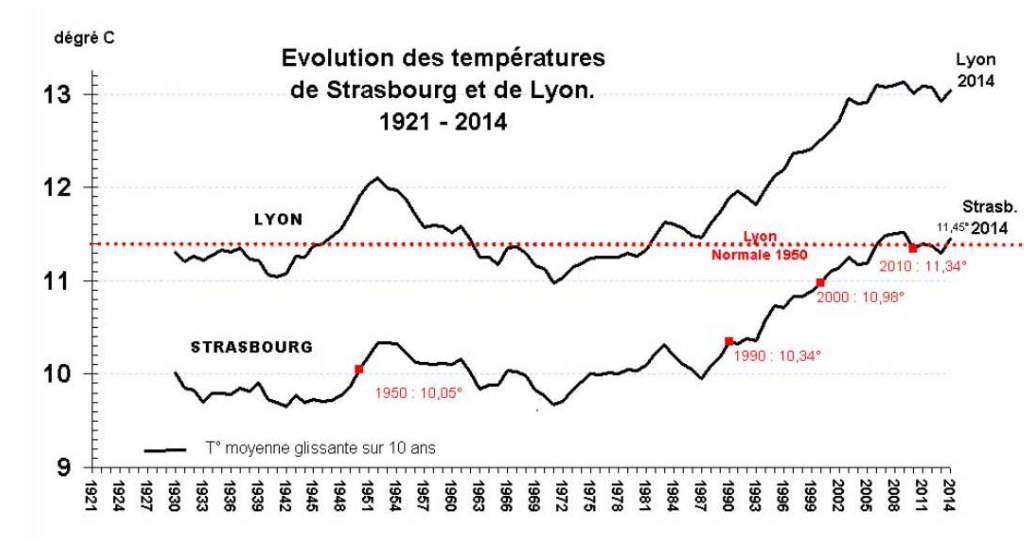


Figure 222 : Évolution des « moyennes glissantes 10 ans » de Strasbourg et de Lyon (source Météo France)

Les projections de Météo France confirment les tendances de réchauffement constatées. Une augmentation de température de +1°C en 2030, jusqu'à +4°C en 2080 selon le scénario le plus pessimiste ; une diminution du nombre de jours de gel ; une légère diminution des précipitations annuelles aux différents horizons du 21<sup>ème</sup> siècle, mais une grande probabilité de fortes précipitations plus fréquentes (les précipitations devraient diminuer en été mais augmenter en hiver). Il est plus délicat de prévoir les phénomènes météorologiques extrêmes (précipitations intenses, vents violents, grêle...). (source [http://www.per.alsace.developpement-durable.gouv.fr/accueil/problematiques\\_transversales/changement\\_climatique/un\\_equilibre\\_climatique\\_d\\_etabilise\\_par\\_les\\_gaz\\_a\\_effet\\_de\\_serre](http://www.per.alsace.developpement-durable.gouv.fr/accueil/problematiques_transversales/changement_climatique/un_equilibre_climatique_d_etabilise_par_les_gaz_a_effet_de_serre))

### IV.10.2.3. Analyse de la vulnérabilité du projet aux phénomènes climatiques extrêmes

La vulnérabilité de la ligne de tramway aux phénomènes climatiques extrêmes peut être analysées au regard de la vulnérabilité des différents objets qui la composent (rail, caténaire, sous station, ouvrage d'art, etc.). Elle est présentée succinctement, en 1<sup>ère</sup> approche, ci-après :

Objet	Températures	Force du vent	Hauteur d'eau	Neige	Givre
Rail	X		X	X	
Système caténaire	X	X			X
Objets relatifs à l'énergie : sous station et station radio	X				
Objets relatifs à la signalisation	X				
Ouvrages d'art	X				
Assainissement			X	X	

#### IV.10.2.4. Prise en compte des phénomènes climatiques dans la conception

La conception globale du tramway repose sur les conditions climatiques suivantes:

<b>Températures ambiantes (°C)</b>	- 25°C à + 40°C
<b>Humidité maximale à température maximum</b>	55 % à 37°C
<b>Humidité relative quotidienne</b>	minimale : 11 %, maximale : 100 %.
<b>Neige</b>	Nombre moyen de jours par an : 27, épaisseur maximale : 24 cm de neige fraîche, 46 cm de neige accumulée.
<b>Pluie</b>	nombre de jours par an : orage : 28 pluie : 150 (900 h), dont 41 jours de précipitations de 5 mn.
<b>Vent</b>	vitesse inférieure à 5 m/s durant 52 jours par an, Rafales supérieures à 16 m/s (durant 16 jours par an).
<b>Brouillard</b>	70 jours par an, & brouillards d'origine industrielle.

#### IV.10.2.5. Conclusion : Identification des seuils de vulnérabilité du projet aux phénomènes extrêmes et mesures d'adaptation

##### IV.10.2.5.1. Vis-à-vis du risque canicule, température élevée

La ligne aérienne est conçue pour supporter des températures ambiantes variant entre -25°C à + 60°C afin de préserver une tension admissible du fil de contact. La température maximale observée et prévisible dans le cadre des projections faites à moyen terme est de l'ordre de 40°C, donc bien en deçà des 60°C.

Concernant la signalisation, le matériel installé dans les locaux doit être capable de fonctionner normalement dans une plage de température allant de - 25°C à + 40 °C. Les locaux techniques ont été conçus dans l'objectif de maintenir si possible une température inférieure à 30°.

Les autres équipements électriques fonctionnent normalement pour des températures comprises entre :

- - 10°C à + 50 °C (sur site) ;
- 0°C à + 40 °C (dans les bâtiments).

Pour les voies, la résistance garantie pour une température ambiante -25°C à + 40 °C. Au-delà des 40°C, des déformations de la voie peuvent être observées.

##### IV.10.2.5.2. Vis-à-vis du risque gel, température basse et givre

Concernant la ligne aérienne, le pantographe est revêtu d'un revêtement spécial (archet anti-givre) & réchauffeurs d'aiguilles permettant d'assurer l'exploitation de la ligne malgré le givre.

Pour les voies, la résistance est garantie pour une température ambiante -25°C à + 40 °C. La température minimale mesurée depuis 1961 est de -23°C. La tendance allant plutôt vers un réchauffement de la température avec une diminution du nombre de gel, il n'y a pas de risque prévisible concernant les voies.

##### IV.10.2.5.3. Vis-à-vis du risque tempête- vents violents

Concernant les portiques, il n'est pas connu de support caténaire en bon état ayant subi un arrachage, rupture en lien avec des vents exceptionnels. Concernant les conducteurs, il est possible que par vents forts, un désaxement puisse apparaître.

##### IV.10.2.5.4. Vis-à-vis du risque inondation

Dans le cadre du projet, il n'y a pas de redimensionnement de l'assainissement, seulement des adaptations et raccordements à l'existant. Par ailleurs, le profil en long de la ligne présente des points bas au niveau des ouvrages.

Par conséquent, il y a un risque d'arrêt d'exploitation dont la fréquence serait à déterminer en fonction du dimensionnement des ouvrages actuels.

### IV.10.3. CONCLUSION

L'infrastructure tramway a été conçue en prenant en compte des conditions climatiques proches ou plus difficiles que celles estimées dans le cadre des projections de changements climatiques. Néanmoins, l'exploitation pourra être perturbée en cas de pluie, fortes chaleurs, neige.

C'est pourquoi il est prévu en phase d'exploitation et de manière générale, que le poste de contrôle reçoive les bulletins d'alertes météorologiques. Il est en relation aussi avec le SDIS et les conducteurs. En cas d'intempéries, il avertit la hiérarchie qui prend les mesures nécessaires selon une procédure définie.



## IV.11. INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT RESULTANT DE LA VULNERABILITE DU PROJET A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURS

Les projets de tramway peuvent être confrontés à des risques d'accidents majeurs, qu'ils soient d'origine naturelle (tempête, inondation, mouvement de terrain...), technologique (nuage toxique, explosion, radioactivité...), ou à des situations d'urgence particulières (intrusion de personnes étrangères, ...) susceptibles de causer de graves dommages aux personnes et aux biens ou entraîner un danger grave, immédiat ou différé, pour la santé humaine et/ou pour l'environnement.

Une gestion de ces risques d'accidents ou de catastrophes majeurs est mise en œuvre dans le cadre de ce projet.

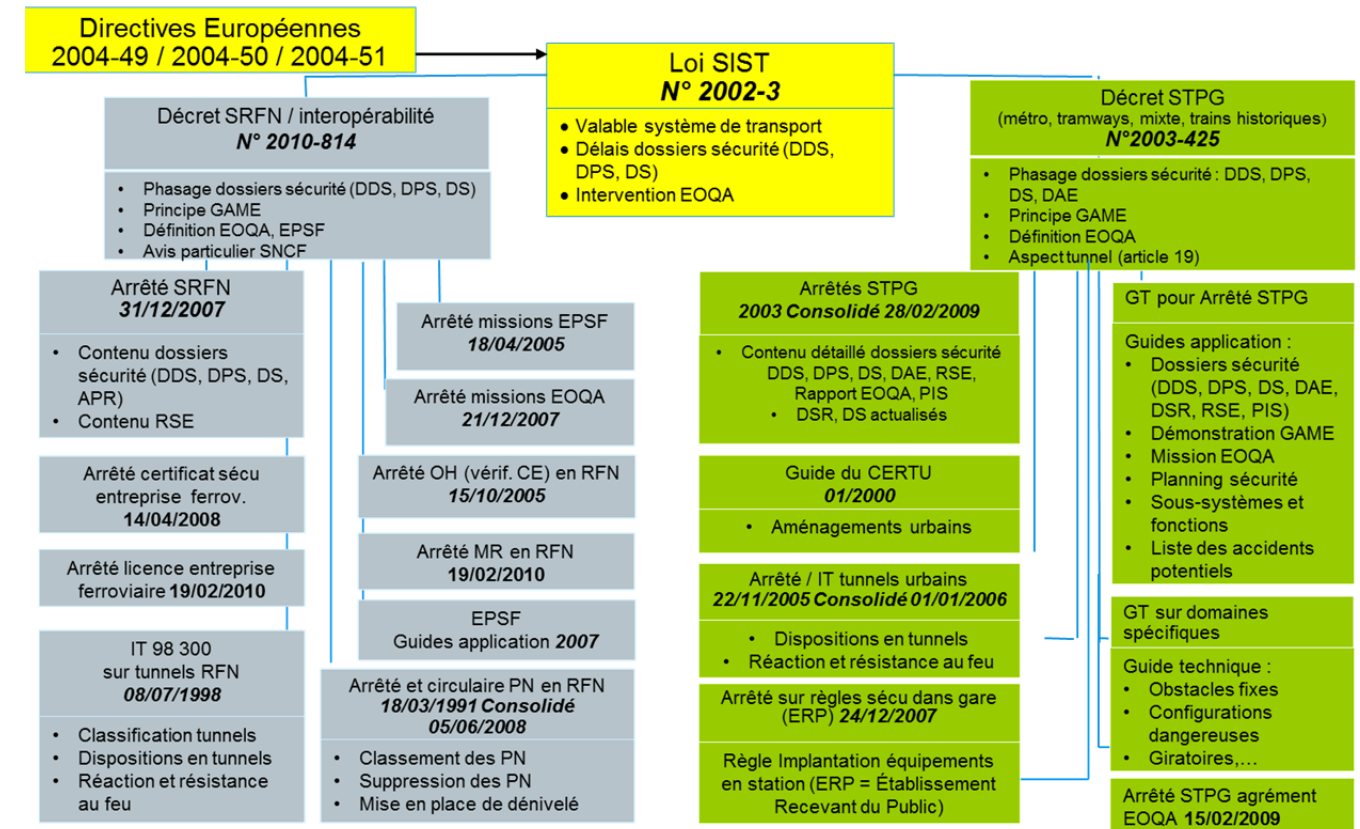


Figure 223 : « Le cadre réglementaire de la gestion des Risques » (source © EgisRail)

### IV.11.1. LE CADRE REGLEMENTAIRE POUR LA GESTION DES RISQUES ET DE LA SECURITE D'UN SYSTEME GUIDE

En ce qui concerne le management de la sécurité du système de transport, celui-ci est soumis aux réglementations françaises, notamment à l'application du décret pour la Sécurité des Transport Publics Guidé (STPG) de juillet 2001. Ce décret est applicable pour la mise en place, l'extension ou la modification d'un système de transport. Il impose la mise en œuvre d'un processus de gestion des risques (quelque soient leurs sources, leurs natures et leurs conséquences) qui permet une approche globale de la sécurité du système de transport. En réponse à ces risques, la méthode conduit à proposer une réponse adaptée, de façon à réduire ces risques et conséquences à un niveau acceptable. Cette démarche est évaluée par un Organisme Qualifié Agréé (OQA) et soumise à un avis indépendant des services de l'état, représenté par le préfet, avec l'assistance de la Direction Départementale des Territoires (DDT) et d'expert agréés (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés notamment). La bonne tenue de cette démarche, de la définition du projet à sa mise en service, conditionne l'obtention de l'arrêté d'ouverture accordée par le préfet.

Une fois la mise en service réalisée, l'infrastructure et son exploitation font l'objet d'une évaluation régulière sur la première année faisant l'objet d'un rapport d'exploitation adressé au préfet. Par la suite, le projet est suivi :

- chaque année par un rapport d'exploitation avec les services contrôle de l'état concernant les aspects exploitation et sécurité (mise aux normes de l'infrastructure et suivi de l'accidentologie notamment).
- Lors d'un incident ou accident, par un rapport détaillé précisant les circonstances.

### IV.11.2. LE PRINCIPES DE LA GESTION DES RISQUES

Une démarche d'indépendance, de transparence et de traçabilité

La démonstration de sécurité est faite tout au long du cycle de la vie du projet, de sa conception à sa mise en service. Elle est réalisée par des équipes de sécurité indépendantes des équipes de conception. Elle est réalisée de façon détaillée en s'appuyant sur des outils et dossiers permettant de démontrer et de tracer le respect des exigences de couvertures ou réductions des risques. Elle fait également l'objet de nombreux contrôles extérieurs (service de contrôle de l'état, organismes qualifiés agréés, contrôleur techniques,...).

Ces éléments et avis sont consignés dans des procès-verbaux et les dossiers de sécurité.

Le Dossier de Sécurité (DS) final est remis comme preuve aux services de contrôle de l'état (DDT, STRMTG) et au préfet. Il permet l'obtention de l'arrêté de mise en service du projet. Ce dossier constitue pour l'exploitant un référentiel de sécurité qu'il devra maintenir pendant toute la vie de l'installation.

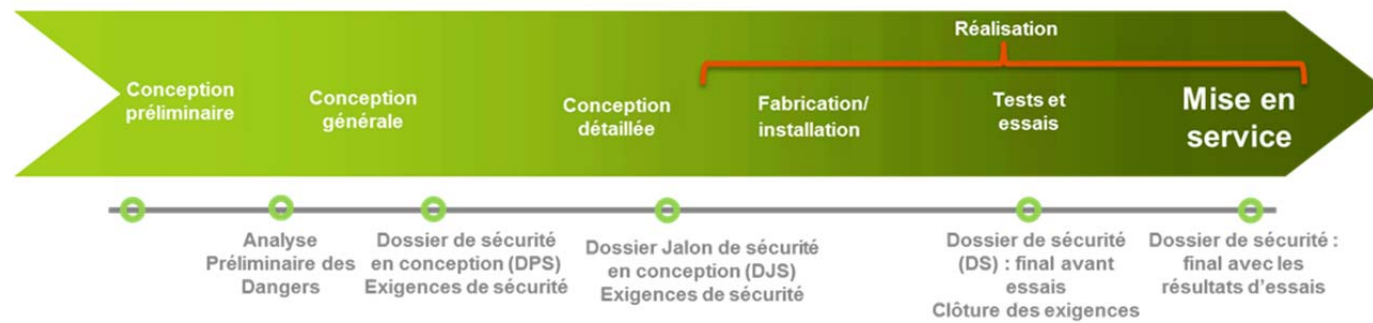


Figure 224 : Présentation du processus de sécurité (source © EgisRail)

#### IV.11.2.1. Origine des risques

Les risques d'accidents majeurs peuvent avoir des origines de différentes natures :

- Les risques externes liés à l'environnement (événements climatiques, catastrophes naturelles ou technologiques, inondations...),
- Les risques d'origine humaine (liés aux personnes, leurs comportements.),
- Les risques d'origine interne (défaillance mécanique, erreur de conception...).

#### IV.11.2.2. Incidences des risques

Les risques sont classés selon leurs incidences sur :

- l'intégrité ou l'exploitation du système (incendie, collision...),
- les personnes (accidents corporels comme des coincements, chutes, électrocutions, voire des décès...).
- l'environnement (pollutions, inondation, ...).

#### IV.11.2.3. L'analyse et la clôture de risque

L'identification des risques sur un système tramway est fondée sur l'analyse préliminaire des dangers (APD) initiée dès le début de la conception, en phase Avant-Projet, à l'occasion de la fourniture du Dossier Préliminaire de Sécurité (DPS) demandé au titre de la réglementation. Cette analyse est ensuite déclinée, de plus en plus précisément, au fur et à mesure des différentes étapes de la conception.

Une Analyse Préliminaires des Dangers (APD) du système tramway consiste à :

- rechercher les causes et les circonstances d'accidents potentiels liés au système et à ses interfaces (avec les autres sous-systèmes et avec l'environnement), qu'ils soient générés directement par le système tramway ou par des événements extérieurs au système tramway ;
- identifier les sous-systèmes ou éléments du système potentiellement à l'origine de ces dangers ;
- définir des exigences de sécurité (mesures préventives et/ou correctives) à appliquer pour éliminer ou réduire la criticité des dangers potentiels identifiés et rendre ce niveau de criticité acceptable (au sens des définitions acceptées pour le projet) suivants :
  - o Les exigences de sécurité pour les sous-systèmes structurels : matériel roulant, infrastructures (incluant la voie et les ouvrages d'art), signalisation ferroviaire, énergie de traction, ligne aérienne de contact, signalisation routière, aménagement de voirie,
  - o les exigences de sécurité pour les sous-systèmes opérationnels : exploitation, maintenance, évacuation,
  - o les exigences de sécurité pour les interfaces entre les sous-systèmes.
  - o les exigences de sécurité liées aux risques naturels (séisme, conditions climatiques, foudre, ...) et risques technologiques (CPE, CEM,...).

Cette analyse s'appuie sur l'élaboration d'une arborescence des dangers, qui détaille les accidents potentiels applicables à l'ensemble du système tramway.

À partir de cette arborescence des dangers, des tableaux d'analyse des dangers identifient les éléments qui peuvent en être à l'origine, en fonction des circonstances dans lesquelles ils peuvent se produire (mode de conduite par exemple).

L'APD conduit à définir les exigences de sécurité à prendre pour réduire l'occurrence des dangers potentiels, voire réduire la gravité des conséquences d'un accident potentiel afin de rendre le risque acceptable. Cette amélioration peut être obtenue à l'aide de mesures de préventions et de protection (solutions techniques, procédures de maintenance ou d'exploitation...).

Catégorie	Niveau de gravité	Définition	
		Conséquences pour les personnes	Conséquences pour l'exploitation
1	Catastrophique	Des morts et/ou plusieurs blessés graves	
2	Critique	Un mort et/ou un blessé grave	Perte d'un système important
3	Marginal	Pas de morts et quelques blessés légers	Dommmages graves pour un ou plusieurs systèmes
4	Insignifiant	Pas de morts et un blessé léger	Dommmage à un système

Tableau 48 : Exemple de classification des dommages selon la norme EN 50126.



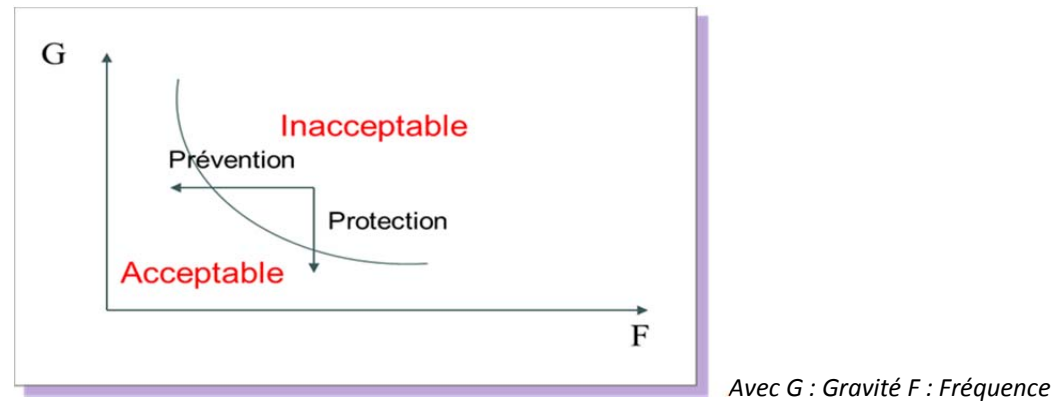


Figure 225 : Le diagramme risque/acceptabilité

Au stade de la conception détaillée, les dangers identifiés dans cette APD devront être analysés au niveau de chaque sous-système, notamment par les entreprises titulaires des marchés.

- Tout au long du projet, un suivi de ces exigences de sécurité sera réalisé au travers un Registre des Situations Dangereuses (RSD). Ce document a pour but de synthétiser les dangers identifiés au cours des différentes études de sécurité et de tracer les exigences de sécurité associées ainsi que leurs justificatifs de clôture, au niveau du Système de transport.
- Le RSD du projet est initié à partir de l'Analyse Préliminaire des Dangers du projet et est mis à jour tout au long du projet afin d'assurer l'enregistrement, le suivi et la traçabilité de la mise en œuvre des mesures de réduction des risques permettant la clôture de exigences de sécurité. CE RSD est complété par les exigences issues de toute analyse de sécurité réalisée pour le projet.

Il s'agit d'un document « vivant », amené à évoluer tout au long du projet afin de refléter le statut de l'ensemble des exigences. Il constitue l'outil de base du management continu de la sécurité.

Au stade du Dossier de Sécurité (DS), cette analyse substitue les exigences de sécurité à l'attention des entreprises par des mesures de clôture des dangers :

- Dossier justificatif de sécurité des entreprises avec Analyse Élémentaire de Dangers, recommandations d'exploitation/maintenance,
- Notes de calculs,
- •Notice de sécurité pour les aménagements de voirie et stations,...

#### IV.11.2.4. Le projet d'extension du tramway

Cette extension du tramway de Strasbourg bénéficie du référentiel de sécurité réglementaire et technique des extensions précédentes et de leurs retours d'expériences. Les objectifs sont d'obtenir des performances et un niveau de sécurité Globalement Au Moins Equivalent au réseau actuel (principe GAME).

Exemple de classification des risques dangers tirés d'un APS du tramway Strasbourg. Cette liste est cohérente avec la liste générique des événements redoutés présentée par le STRMTG dans le guide d'application « Liste générique des Évènements Redoutés de niveau système ».

N°	Accident potentiel	Gravité	Niveau de gravité	Type
01.01	Collision de deux tramways par rattrapage	1	Catastrophique	Collectif
01.02	Collision de deux tramways par prise en écharpe	1	Catastrophique	Collectif
01.03	Collision de deux tramways par sens de marche opposés (nez à nez)	1	Catastrophique	Collectif
01.04	Collision d'un tramway avec un véhicule routier (carrefours, site propre, site partagé, ...)	1 2	Catastrophique Critique/marginal	Collectif Individuel
01.05	Collision d'un tramway avec un obstacle fixe (permanent, non permanent)	1	Catastrophique	Collectif
02	Déraillement/renversement	1	Catastrophique	Collectif
03	Electrocution	2	Critique/marginal	Individuel
04	Chute	2	Critique/marginal	Individuel
05	Entraînement	2	Critique/marginal	Individuel
06	Heurt/Coincement/Ecrasement	2	Critique/marginal	Individuel
07	Panique	1	Catastrophique	Collectif
08	Incendie	1	Catastrophique	Collectif
09	Intoxication/asphyxie/suffocation/brûlure	1	Catastrophique	Collectif
10	Explosion	1	Catastrophique	Collectif
11	Inondation (liée au système)	1	Catastrophique	Collectif
12	Événements d'origine naturelle (dangers géologiques, météorologiques, hydrologiques, nivologiques,...) ou technologique	1	Catastrophique	Collectif

#### IV.11.2.5. Les acteurs de la gestion des risques

L'organisation mise en place est fortement structurée pour garantir la parfaite maîtrise du projet et de son contrôle interne ou externe. L'organisation retenue pour ce projet tramway est basée sur quatre niveaux :

- Les autorités de Contrôle de l'Etat, représentées par le préfet et la Direction Départementale des Territoires (DDT) du Bas-Rhin, assistées par le Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés (STRMTG) bureau Nord-Est. Ces services contrôlent les documents produits (dossiers de sécurité) et conseillent le préfet qui édite les autorisations (par voie d'arrêtés).
- Le Maître d'Ouvrage (Eurométropole de Strasbourg), l'exploitant (Compagnie des Transports Strasbourgeois) et Organisme Qualifié et Agréé (OQA)/Organisme de Contrôle Technique Agréé (OCTA). Le maître d'ouvrage est responsable de la constitution des dossiers réglementaires et du contrôle des travaux des bureaux d'études et entreprises. Pour cela il s'appuie sur des organismes de contrôles techniques spécialisés (OCTA électricité, structure...) et sur des organismes qualifiés agréés (OQA cohérence globale, Matériel roulant, Signalisation, énergie, infrastructure) assurant l'évaluation de la conception réalisation).
- Maîtres d'Œuvres : Ils assurent, lors de la conception et l'établissement des marchés d'entreprise, la prise en compte des exigences de sécurité. Ils assurent le et s'assurent de la cohérence globale de la démarche de sécurité mise en place et s'assure de la collecte des preuves de clôture des risques.

- Entreprises : Elles définissent les réponses techniques pour répondre aux objectifs de sécurité de leurs réalisations et aux exigences techniques.

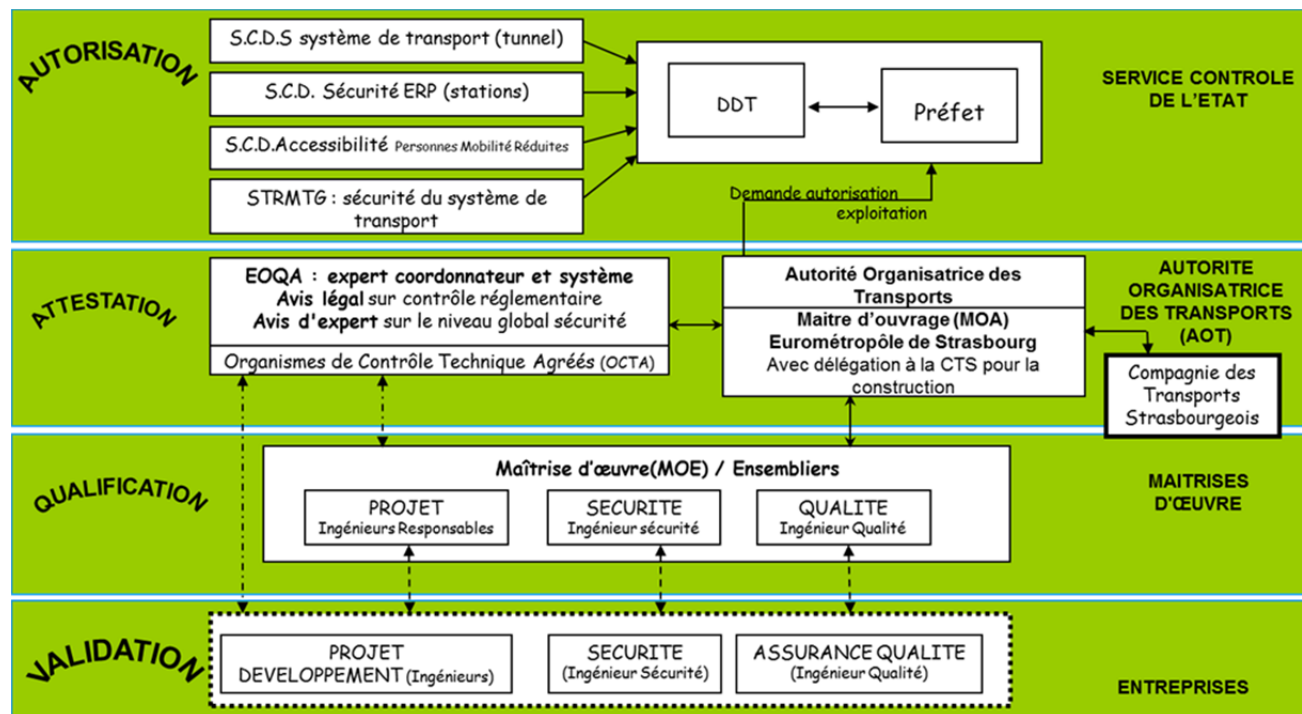


Figure 226 : Schéma de l'organisation mise en place (source © EgisRail)

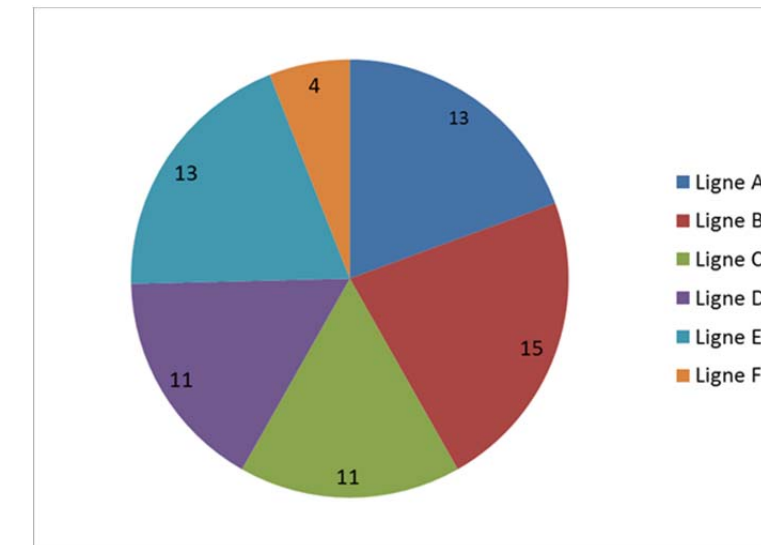


Figure 227 : Répartition par ligne des incidents observés sur le réseau de tramway de Strasbourg sur 2015 (source © Compagnie des Transport Strasbourgeois)

Sur les dix dernières années, aucun événement majeur lié à l'environnement (catastrophes naturelles ou technologiques) n'a été recensé. Lors de la détection d'un risque (incendie, alerte à la bombe..), une coordination mise en place avec les services de secours a permis d'interrompre l'exploitation autour des sites à risque.

Des arrêts d'exploitation ponctuels et limités dans le temps ont cependant pu être observés ces dernières années et en 2016, suite à de forts orages. Par exemple ont été observés un orage de grêle sur le quartier de Schiltigheim en 2016 et des submersions temporaires de la plateforme localisées au niveau de point bas de l'infrastructure et des aménagements (HautePierre en 2016 au carrefour Calmette, en 2014 vers la station des Rives du Bohrie). Ces événements ont conduit à des arrêts temporaires de l'exploitation mais à aucune dégradation, ces zones à risque étant dépourvue d'équipements sensibles.

### IV.11.3. ÉVALUATION SOMMAIRES DES RISQUES ET DISPOSITIONS PRISES SUR LE RESEAU DE TRAMWAY DE STRASBOURG

De par sa conception et son retour d'expérience, le tramway de Strasbourg est déjà un système sûr pour l'environnement, les voyageurs et les autres usagers de l'espace public. Le système tramway utilise des technologies et des modes de construction qui n'utilisent pas de moyens et d'énergies fortement polluantes ou dangereuses ou présentant des risques environnementaux majeurs.

Le recensement des incidents (accidentologie) sur le réseau tramway de Strasbourg en 2015 montre que 67 événements ont été observés. Ces événements sont répartis en 26 incidents voyageurs (principalement des chutes) et 41 collisions avec un tiers (piétons, vélo...), dont 25 avec un véhicule.

#### IV.11.3.1. Évaluation sommaire des impacts des risques et catastrophes majeures sur le système tramway

Sur la base du référentiel réglementaire et technique déjà en place sur le réseau tramway de Strasbourg, nous proposons ci-après une évaluation sommaire des différents risques et de leurs impacts.

##### IV.11.3.1.1. Les risques d'origine naturelle

Cette extension ne montre pas de risque majeure en ce qui concerne les risques naturels.

**Risques sismiques:** La ville de Strasbourg est classée en zone de sismicité 3 (modéré). Ce risque est donc réel, mais faible. Les conséquences interviendront principalement dans les méthodes de dimensionnement des infrastructures (respect des normes et eurocodes) par les bureaux d'études.



**Risques géotechniques** : Ces risques géotechniques existent et sont liés à la présence de cavités souterraines. Celles-ci feront l'objet d'investigations avant traitement.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Evénements d'origines naturelles	Tremblement de terre	Dégradation de l'infrastructure	Négatif Fort	Arrêt de l'exploitation Mise en place d'une procédure de contrôle de l'infrastructure avant redémarrage de l'exploitation Prise en compte de la classification sismique dans le dimensionnement des ouvrages
	Inondation	Perte de contact électrique des Rames	Négatif Faible	Arrêt ponctuel de l'exploitation
	Foudre	Arrêt par disjonction des rames	Négatif Faible	Mise en place de parafoudre sur le réseau de traction
	Neige/Gel	Déraillement	Négatif Moyen	Procédure de déneigement Mise en place de réchauffeur sur les aiguillages
	Vent	Rupture de ligne aérienne	Négatif Fort	Procédure d'arrêt d'exploitation en cas de tempête Procédure de contrôle périodique de la ligne aérienne Intégration du vent dans le dimensionnement des ouvrages

**IV.11.3.1.2. Les risques technologiques**

**Risques liés aux ICPE** : Sur le projet, on recense de nombreuses installations classées pour la protection de l'environnement, soumises à déclaration ou à autorisation, en rapport avec l'importance de l'activité économique du secteur.

**Risques liés aux Matières dangereuses** : Les axes ferroviaires et routiers sont parcourus par des convois de matières dangereuses. Ces installations et ces convois font l'objet de réglementation particulière.

L'apparition de risque en cas d'incident sur ces installations ou convois est principalement gérée par une coordination rapprochée de l'exploitant avec les services de secours.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Evénements d'origines technologiques	Explosion	Risque d'endommagement de la rame et blessure voyageur	Négatif Fort	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompier) et arrêt de l'exploitation sur le secteur
	Incendie	Risque d'embrasement de la rame	Négatif Moyen	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompier) et arrêt de l'exploitation sur le secteur Respect des normes constructives ferroviaires en matière d'incendie pour les véhicules
	Pollution	Risque d'intoxication de voyageurs	Négatif Moyen	Coordination avec les services d'urgences en cas d'alerte ou de risque (Police et pompier) et arrêt de l'exploitation sur le secteur

**IV.11.3.1.3. Les risques d'origine humaine**

Ces risques sont liés principalement à un défaut de comportement d'une personne.

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Evénements d'origines humaines	Attentat	Dégradation de l'infrastructure et risque pour les voyageurs	Négatif Fort	Coordination des moyens de police et l'exploitant Arrêt de l'exploitation (déviation ou arrêt) Vigilance du personnel
	Collision avec un véhicule tiers	Perte de contact électrique des rames-arrêt	Négatif Faible	Occupation limitées des chaussées
	Collision avec un autre tramway	Dérangement et insécurité des usagers (voitures, cycles et piétons)	Négatif Moyen	Signalisation claire et visible

**IV.11.3.1.4. Les risques liés à la conception et à la réalisation**

Thématique	Actions considérées	Effets	Intensité de l'effet	Mesures associées
Risques liés à la conception et à la réalisation	Risques électriques	Electrocution	Négatif Fort	Respect des normes électriques Contrôle de la conception par un organisme agréé (OCTA) Contrôle annuel réglementaire des installations
	Choc avec un obstacle	Risque de blessure conducteur et voyageur	Négatif Moyen	Libération d'un espace libre de tout obstacle autour du tracé (Gabarit Limite Obstacle)
	Choc avec un véhicule	Risques de choc voyageur et risque de blessures ou décès des passagers du véhicule	Négatif Fort	Conception d'aménagements lisible et sécuritaire Contrôle extérieur par un Organismes Agréé (OQA aménagements) Réservation d'un espace libre de tout obstacle non fusible
	Rupture de la ligne aérienne	Risque mécanique pour personnes à proximité Risque d'électrocution	Négatif Fort	Mise en place de moyen de protection contre les risques électriques (mise à la terre.) Dimensionnement sécuritaire (normes) de la ligne aérienne et de ses supports

*IV.11.3.1.5. Évaluation des incidences négatives notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs*

Des analyses précédentes et du retour d'expérience sur le réseau de tramway de Strasbourg, il apparaît que les principales incidences notables du projet sur l'environnement résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs sont :

Thématique	Événements considérés	Effets	Intensité de l'effet	Impacts	Incidences
<b>Incidences du projet sur l'environnement</b>	Collision	Immobilisation de la rame Mise en place d'un service de remplacement par BUS	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de Bus Pollution – qualité de l'air
	Déraillement	Perte de contact électrique des rames-arrêt	Négatif Faible	Occupation limitées des chaussées.	
	Incendie	Immobilisation de la rame et évacuation Mise en place d'un service de remplacement par BUS	Négatif Moyen	Pollution	Propagation d'incendie intoxication
	Inondation	Perte de contact électrique des rames	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de Bus Pollution – qualité de l'air
	Arrêt d'exploitation	Mise en place d'un service de remplacement par BUS	Négatif Faible	Arrêt de l'exploitation	Circulation de Bus Pollution – qualité de l'air

## IV.12. CHIFFRAGES DES MESURES EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT

Le montant alloué aux mesures spécifiques en faveur de l'environnement pour le projet d'extension Ouest de la ligne F de tram vers Koenigshoffen est précisé ci-après :

Mesures en faveur de l'environnement	Montant HT
Sécurisation des arbres et vérification de la présence de chiroptères et insectes dans les arbres	5 000 €
Pose de gîtes à chiroptères	2 000 €
Mise en place de milieux favorables aux Lézards des Murailles et Orvet fragile	5 000 €
Mise en place de berges « naturelles » avec dépôts de blocs de pierres et/ou banquettes en encorbellement (sur une des 2 berges) sous l'ouvrage du Fossé des Rempart	10 000 €
Suivi de chantier et post aménagement (suivi biologique)	5 000 €
Aménagements végétalisés (arbres, arbustes, bosquets, prairies)	1 107 000 €
Mesures anti-vibratile	1 120 000 €
Provision pour indemnisation des commerçants	900 000 €
Acquisitions foncières	500 000 €



## IV.13. MODALITES DE SUIVI DES MESURES ET DU SUIVI DE LEURS EFFETS

Le suivi des mesures d'insertion et des effets du projet est intégré au projet lui-même.

### IV.13.1. EN PHASE TRAVAUX

En phase chantier, le Maître d'Œuvre et le Maître d'Ouvrage (concessionnaire CTS) se chargeront de vérifier les mesures adoptées par les entreprises de travaux, pour limiter les incidences sur le milieu environnant. Les entreprises de travaux devront mettre en place un plan de préservation de l'environnement et respecter scrupuleusement les engagements pris par le maître d'ouvrage sur les mesures d'évitements, réduction et compensation.

#### IV.13.1.1. Dispositif de coordination avec les intervenants sur les différents chantiers

##### ➤ La prise en compte de la sécurité

Un dispositif de coordination et d'information associé est mis en œuvre en amont des chantiers. Il concerne l'ensemble des intervenants et services concernés par les travaux de réalisation du projet d'extension de la ligne F de tram vers Koenigshoffen.

Il permet d'analyser les risques engendrés, de définir les mesures à prendre pour assurer la co-activité entre les intervenants et la population, ainsi que les mesures à mettre en œuvre pour assurer la sécurité de chacun.

Ces mesures sont définies pour chaque tronçon fonctionnel du chantier tramway et sont regroupées dans le CCFC (cahier des clauses fonctionnelles de chantier). Le CCEP (cahier des clauses d'environnement particulier) s'appuie sur le CCFC pour préciser, aux entreprises s'impliquant sur l'opération, quelles sont les mesures de protection particulières à mettre en œuvre pour assurer la sécurité des ouvriers et des habitants dans le cadre des travaux

##### ➤ Le dispositif de coordination mis en œuvre par la Collectivité et par son concessionnaire-maître d'ouvrage

Dans le cadre des chantiers, différents intervenants et entreprises spécialisées interviennent simultanément sur plusieurs sites. Chacune des interventions de ces prestataires doit s'inscrire dans le cadre du planning général et prévisionnel des travaux, et doit respecter les clauses reprises dans le CCFC.

Le dispositif institutionnel mis en œuvre par la Collectivité et par son concessionnaire (CTS), Maître d'ouvrage des travaux, se décompose en différents comités ou différentes rencontres dont les objectifs sont détaillés ci-après.

#### Organisation d'un Comité de Coordination de Chantier (CCC) :

Ce comité s'attache à assurer une information large des services internes à l'Eurométropole, des services des autres collectivités locales et des acteurs institutionnels de façon régulière et continue en amont des travaux de réalisation de l'extension du tramway.

Le comité de coordination de chantier est piloté par le service chargé des transports de l'Eurométropole de Strasbourg. Les participants sont les autres services de l'Eurométropole pouvant être concernés par les travaux, la maîtrise d'ouvrage concédée de la Compagnie des Transports Strasbourgeois, le maître d'œuvre, la Ville de Strasbourg, les institutions et des organismes publics ou privés (Chambre de Commerce et d'Industrie, Direction Départementale des Territoires, ...).

Les missions détaillées de ce comité consistent à :

- informer les différents participants au CCC des travaux qui vont être engagés en chaque site dans les 2 mois suivants la date de réunion du comité ;
- assurer un suivi technique permanent de l'avancement du chantier et des travaux en apportant des réponses aux éventuels problèmes rencontrés mettre à la disposition des participants les calendriers des travaux pour le mois en cours et le mois suivant ;
- rappeler au cas par cas les mesures effectives à appliquer pour assurer la protection des riverains et des usagers du domaine public dans les emprises prévisionnelles des chantiers.

#### Réunions « Maîtrise et Coordination des Chantiers » (MCC) :

Ces réunions, organisées par la CTS (concessionnaire-Maître d'Ouvrage), ont comme objectifs :

- la validation des calendriers semainiers des chantiers de travaux qui recensent la nature et les sites des chantiers hebdomadaires, tout en détaillant la décomposition en tâches élémentaires ;
- la délimitation des emprises des chantiers.

Elles sont pilotées par le maître d'œuvre général (GETAS).

#### Réunions d'organisation temporaire du Plan de Circulation Générale :

Ces réunions, dirigées par le service chargé des transports, en collaboration avec le service de l'Eurométropole de Strasbourg de la réglementation, ont pour objectifs :

- d'établir la liste des mesures de circulation spécifiques à envisager pour chaque tronçon de travaux;
- de déduire de cette liste de mesures les formalités administratives à engager (arrêtés municipaux pour les mesures de circulation provisoires,...) ;

- de mettre au point les annonces à publier dans la presse locale pour informer les habitants des incidences des chantiers du tramway, notamment sur les fonctionnements circulatoires modifiés dans les quartiers.

#### IV.13.1.2. Information / concertation avec les habitants

Le dispositif de coordination, mis en œuvre par la Collectivité, permet d'avoir une maîtrise parfaite de la co-activité entre les chantiers et la vie locale, et d'assurer la qualité de l'information diffusée au public.

##### ➤ Information des habitants des secteurs en travaux : Quartier de la Gare et de Koenigshoffen

L'information des riverains des chantiers est prévue en amont du démarrage des travaux, pendant et en fin d'opération, en privilégiant la réactivité et la précision. Les actions d'information sont les suivantes :

- l'information ponctuelle auprès des riverains par affichage dans les lieux publics, la mairie de quartier, et par l'intermédiaire d'un journal «Information tramway» permettant de présenter de façon générale les types de travaux et le déroulement des opérations selon les secteurs concernés;
- la publication d'une «Information riverains» diffusée par boîte aux lettres auprès des particuliers et des commerçants selon les secteurs impactés par les chantiers, en présentant le contenu des travaux et des mesures transitoires de déviation de la circulation générale ;
- la mise en place de panneaux d'information sur les secteurs concernés par le tracé, en complément des panneaux de signalisation réglementaires ;
- la mise en place d'un numéro de téléphone direct «Info TRAM» (03 88 60 98 60 / Service Transport de l'Eurométropole) permettant de renseigner les riverains sur le déroulement des travaux et du tracé de l'extension de la ligne E de tram ; ce numéro de téléphone figure sur toutes les plaquettes d'information distribuées, soit aux riverains, soit dans les divers magazines de l'Eurométropole et la Ville de Strasbourg ;
- des rencontres spécifiques sur le terrain ou dans les locaux de l'Eurométropole (Service Transport) avec les techniciens peuvent être organisées à la demande des riverains, des commerçants, artisans, professions libérales, afin de les renseigner sur l'avancement du chantier ; elles permettent de prendre en compte les problèmes particuliers relevant de l'accessibilité à leurs lieux d'activités.

##### ➤ Dispositif d'information pour les habitants de Strasbourg

Un dispositif d'information général touchant l'ensemble des habitants des secteurs concernés par l'extension de la ligne de tram prévoit différents outils adaptés :

- la publication dans la presse locale et régionale d'informations relatives au déroulement du chantier, ainsi que des arrêtés de circulation relatifs aux différents travaux ;
- la parution dans le magazine local de Strasbourg («Strasbourg Magazine»), de pages consacrées à l'extension de la ligne F de tram et à l'avancée des chantiers ;
- l'utilisation d'un média performant avec les radios locales pour aider les automobilistes et les habitants à utiliser les itinéraires de déviations proposés en liaison avec les chantiers du tramway.

#### IV.13.1.3. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu physique

##### ➤ Sol et sous-sol

Afin de réduire les conséquences des travaux sur le sol, les entreprises de travaux seront tenues de respecter dans leur cahier des charges les principes de limitation de la consommation de matériaux nobles. La réutilisation de matériaux issus des déblais sera privilégiée.

- *Suivi* : contrôle des quantités de matériaux d'apport par rapport aux quantités de matériaux réutilisés sur place.
- *Réalisé par* : le maître d'œuvre sur la base des bons de transport des matériaux fournis par les entrepreneurs concernés par le chantier.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra appliquer des pénalités aux entreprises non respectueuses de leur cahier des charges.

##### ➤ Eaux souterraines et superficielles

###### Suivi de la qualité des eaux

Les risques de déversement de produits polluants des eaux souterraines et superficielles seront réduits par le respect des mesures prévues par le maître d'ouvrage avec la mise en place de dispositif de gestion des eaux et de traitement des rejets de chantier.

- *Suivi* : contrôle de qualité des eaux de ruissellement du chantier avant rejet dans le milieu naturel / contrôle de la qualité des eaux souterraines et superficielles à l'amont et à l'aval du chantier.
- *Réalisé par* : le maître d'œuvre sur la base des relevés et analyses fournis par les entrepreneurs concernés par le chantier.
- *Durée* : toute la phase chantier, notamment durant les opérations particulières (ex : durant les travaux d'assainissement).
- *Fréquence* : quotidienne durant les opérations délicates avec des rejets dans les écoulements superficiels ; sinon hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux générant une pollution et imposera une autre technique aux entreprises le cas échéant pour éviter ces pollutions.

###### Suivi de l'absence de travaux de terrassement en période pluvieuse

Les risques de pollution des eaux superficielles durant la phase de terrassement seront réduits par le respect des mesures prévues par le maître d'ouvrage avec le respect de la limitation des opérations de terrassement durant les périodes pluvieuses (lessivage d'eaux boueuses dans les cours d'eau).

- *Suivi* : contrôle quotidien de la météorologie / conditions climatiques.

- *Réalisé par* : le maître d'Œuvre sur la base des constats de visu durant le chantier et sur la base du suivi des alertes météorologiques de Météo France par l'Eurométropole de Strasbourg.
- *Durée* : toute la phase chantier, notamment durant les opérations de terrassement.
- *Fréquence* : quotidienne.
- *Mesure corrective* : le maître d'ouvrage pourra stopper les travaux durant les épisodes pluvieux importants.

#### IV.13.1.4. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu naturel*

##### ➤ **Suivi des interventions sur les milieux naturels**

Les risques d'altération des milieux naturels seront réduits par le respect des mesures prévues par le maître d'ouvrage avec la stricte délimitation des emprises du chantier. Les incidences sur les espèces seront évitées notamment par l'adaptation des travaux au calendrier biologique (hors période de reproduction).

- *Suivi* : contrôle des délimitations de chantier. Contrôle de la nature des travaux en fonction du calendrier biologique.
- *Réalisé par* : le maître d'Œuvre et le service Espaces Verts de l'Eurométropole.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux ne respectant pas le calendrier et imposera un décalage temporel des interventions aux entreprises le cas échéant pour éviter les dérangements d'espèces. Il imposera également aux entreprises le respect des emprises pour éviter toute dégradation du milieu naturel à préserver.

##### ➤ **Suivi des abattages d'arbres et des arbres à protéger**

Les abattages d'arbres seront réalisés sous le contrôle du service Espaces verts de l'Eurométropole, afin d'éviter toute incidence sur les espaces et éléments les plus remarquables, tout en veillant à respecter la période favorable (éviter le dérangement de l'avifaune et chiroptères).

- *Suivi* : contrôle, marquage des arbres à abattre et vérification de l'absence d'espèces protégées dans ces arbres.
- *Réalisé par* : suivi par le Maître d'Œuvre et le service Espaces Verts de l'Eurométropole. Les dispositifs de protection des arbres maintenus sont réalisés par les entreprises de travaux.
- *Durée* : ponctuellement avant et durant les opérations d'abattage sinon durant tout le chantier pour ce qui concerne les protections des arbres maintenus.
- *Fréquence* : quotidienne.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux en cas d'abattages d'arbre non marqué. Il pourra imposer le cas échéant en décalage temporelle en cas de découverte d'une faune nicheuse présente sur l'arbre. Le service pourra ainsi déplacer le cas échéant les individus ou simplement attendre leur déplacement naturel.

#### IV.13.1.5. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le paysage et le patrimoine*

##### ➤ **Suivi du paysage**

Les risques d'altération sur le paysage seront réduits par le maintien de la propreté du chantier. Les altérations définitives du paysage seront réduites car les entreprises concernées par le chantier seront tenues de remettre en état l'ensemble des sites à la fin du chantier.

- *Suivi* : contrôle de l'état de propreté du chantier. Contrôle de la remise en état des sites en fin de chantier.
- *Réalisé par* : le Maître d'Œuvre.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux ne respectant pas le bon état de propreté du chantier et imposera aux entreprises de travaux le nettoyage des zones d'emprises du chantier, mais aussi des voiries utilisées par les engins. Des pénalités seront appliquées en cas de défaut d'entretien.

##### ➤ **Suivi du patrimoine**

Les risques de dégradation du patrimoine seront réduits par le strict respect des mesures de déclaration en cas de découverte fortuite d'un élément patrimonial par les entreprises de travaux.

- *Suivi* : Déclaration et mise en place d'un cahier de suivi des découvertes.
- *Réalisé par* : l'Eurométropole et le maître d'Œuvre sur la base des découvertes réalisées par les entreprises de travaux.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux en cas de découverte. Ces découvertes seront immédiatement signalées aux services préfectoraux chargés de la préservation du patrimoine.

#### IV.13.1.6. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu humain, le contexte socio-économique et les déplacements*

##### ➤ **Suivi des modifications des accès des riverains, équipements et activités /organisation des déplacements**

Les chaussées et cheminements provisoires présenteront toutes les caractéristiques propres à leur usage, même de très courte durée. L'état des surfaces de roulement et foulée doit être correct, les fondations résistantes, et le drainage assuré en permanence.



La signalisation horizontale est toujours reconstituée, par tous dispositifs même de très courte durée. Pour les cheminements piétons, les largeurs sont déterminées en fonction du nombre d'unités de passage, mais jamais inférieures à 90 cm. Les accès aux propriétés riveraines devront être garantis en permanence.

- *Suivi* : Mise en place d'un plan de circulation piétons, cycles, voitures et bus en phase chantier. Visites de chantier pour vérifier le bon maintien des accès et circulation pour tous les usagers.
- *Réalisé par* : l'Eurométropole, le Maître d'Œuvre et le chargé de l'Ordonnancement, Pilotage et Coordination.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : hebdomadaire.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage imposera aux entreprises concernées la remise en état des accès.

#### ➤ **Suivi des impacts économiques du chantier sur les activités riveraines**

Lorsque ces mesures préventives ne suffisent pas à éviter les préjudices, un système de mesures compensatoires est prévu. Ainsi, quand l'accès à une activité riveraine, notamment commerciale, est rendu temporairement impossible, ou fait l'objet d'une gêne durable, le commerçant concerné pourra solliciter une indemnisation.

Ces activités commerçantes pourront bénéficier d'une procédure d'indemnisation amiable mise en place par la collectivité en cas de baisse du chiffre d'affaire, dans les cas et conditions définies par la jurisprudence administrative.

- *Suivi* : Mise en place d'un suivi des demandes d'indemnisation et réalisation d'un bilan en fin de chantier.
- *Réalisé par* : l'Eurométropole.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : mensuelle et bilan en fin de chantier.
- *Mesure corrective* : au cours du bilan de fin de chantier, le Maître d'Ouvrage en lien avec les demandeurs vérifieront les impacts du chantier sur le chiffre d'affaire. Il proposera ainsi un correctif aux indemnisations proposées initialement.

#### **IV.13.1.7. Suivi des mesures et suivi de leurs effets en faveur de la santé humaine et le cadre de vie**

##### ➤ **Suivi du cadre de vie / santé humaine**

Les risques de dégradation de la qualité de l'air, de génération des nuisances sonores, de vibrations ou de pollutions lumineuses seront réduits par le strict respect des mesures de préservations par les entreprises de travaux (arrosage régulier du chantier de terrassement, utilisation de matériel conforme aux normes d'émission de polluant et d'émission de bruit).

- *Suivi* : Mesures de pollutions de l'air et mesures de nuisances sonores.

- *Réalisé par* : l'Eurométropole et le Maître d'Œuvre sur la base de mesures et de relevés réalisés fortuitement.
- *Durée* : toute la phase chantier.
- *Fréquence* : contrôles aléatoires.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux en cas de dépassement des normes et exigera une mise en conformité immédiate aux entreprises concernées.

##### ➤ **Suivi des pollutions de sol**

Les risques liés aux pollutions de sols détectées préalablement seront réduits par le strict respect des mesures de préservations par les entreprises de travaux chargés des opérations de dépollution des terres.

- *Suivi* : protocole de traçabilité des terres.
- *Réalisé par* : l'Eurométropole et le Maître d'Œuvre sur la base des bons de transport et des bons de réception/traitement des terres par les sites de stockage agréés.
- *Durée* : toute la phase de terrassement sur les emprises de terres polluées.
- *Fréquence* : systématique.
- *Mesure corrective* : le Maître d'Ouvrage pourra stopper les travaux de terrassement en cas de non-respect du protocole de traçabilité des terres.

## **IV.13.2. EN PHASE EXPLOITATION**

### **IV.13.2.1. Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu physique**

##### ➤ **Suivi de la qualité des eaux**

Les risques de déversement de produits polluants des eaux souterraines et superficielles seront réduits par la mise en place de dispositif de gestion des eaux et de traitement des eaux.

- *Suivi* : contrôle de qualité des eaux de ruissellement avant rejet dans le milieu naturel ainsi que le contrôle de la qualité des eaux souterraines et superficielles à l'amont et à l'aval du projet. Le contrôle régulier (inspection caméra) et les modélisations de réseau permettent de s'assurer de l'absence de rejet intempestif dans le milieu naturel.
- *Réalisé par* : le service assainissement de l'Eurométropole se charge d'assurer la maintenance de ces conduites pour en assurer leur bon fonctionnement.
- *Durée* : permanent.
- *Fréquence* : annuelle. Les services assainissement réalisent un calendrier des visites de contrôle, des interventions d'entretien et des vérifications complètes suivies de réparations et pour les différentes opérations d'entretien.
- *Mesure corrective* : les services assainissement apporteront toutes les modifications des systèmes mis en place pour éviter ces pollutions.

#### IV.13.2.2. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu naturel*

##### ➤ **Suivi de la faune et la flore**

Les perturbations sur la faune et la flore seront réduits et compensés par la création de milieux (ex pour le lézard ou encore des gîtes à chiroptères), la préservation des transparences écologiques, la plantation d'arbres d'alignement.

- *Suivi* : Un suivi de la population de Lézard sera réalisé pour vérifier la pertinence des nouveaux habitats mis en place (gabions, ...). Un suivi des chiroptères sera réalisé par des écoutes.
- *Réalisé par* : le service écologie urbaine de l'Eurométropole se chargent d'assurer ce suivi.
- *Durée* : permanent.
- *Fréquence* : à 1 an, à 3 ans, à 5 ans de la date de fin de chantier puis tous les 5 ans.
- *Mesure corrective* : les services chargés de l'écologie de l'Eurométropole apporteront toutes les modifications des mesures mises en place pour favoriser les espèces concernées.

##### ➤ **Suivi des espaces verts**

- *Suivi* : Les arbres plantés et tous les espaces verts seront entretenus (l'arrosage, les tailles, les remplacements, le suivi phytosanitaire...)
- *Réalisé par* : les services espaces verts de l'Eurométropole se chargent d'assurer ce suivi et cet entretien.
- *Durée* : permanent.
- *Fréquence* : entretien régulier en fonction des saisons. Bilan phytosanitaire tous les 3-4 ans.
- *Mesure corrective* : les services chargés de l'entretien des espaces verts des deux collectivités concernées apporteront toutes les modifications des plantations pour éviter les dégradations.

#### IV.13.2.3. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le paysage et le patrimoine*

Au même titre que pour le milieu naturel, les services chargés des espaces verts assureront le suivi et le maintien en bon état de l'ensemble des mesures paysagères retenues pour le projet.

#### IV.13.2.4. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets sur le milieu humain, le contexte socio-économique et les déplacements*

Conformément à l'article L.1511-6 du Code des transports, le Maître d'Ouvrage ou son concessionnaire dressera un bilan des résultats économiques et sociaux de son aménagement, au plus tard cinq ans après sa mise en service. Ce bilan devra être rendu public.

- *Suivi* : réalisation d'un bilan socio-économique
- *Réalisé par* : l'Eurométropole et la CTS se chargent de réaliser ce suivi ce suivi.
- *Durée* : ponctuellement.
- *Fréquence* : à 5 ans de la date de fin de chantier.
- *Mesure corrective* : les Maîtres d'Ouvrage pourront vérifier l'exactitude de leurs prévisions économiques et pourront le cas échéant apporter des modifications (ex : augmentation des fréquences des tramways si fort taux d'utilisation, modification des plans de circulation...).

#### IV.13.2.5. *Suivi des mesures et suivi de leurs effets en faveur de la santé humaine et le cadre de vie*

Les objectifs réglementaires étant respectés le long du tramway, aucune protection réglementaire n'est à envisager. Le maître d'ouvrage fera, à l'occasion de la mise en service de l'extension de la ligne F de tram (voire plusieurs années après), vérifier l'évolution des nuisances en réalisant des mesures sur les habitations à proximité du projet. Par ailleurs, l'Eurométropole s'inscrit dans la calendrier du dispositif prévu par l'ASPA pour ce qui concerne le suivi de la qualité de l'air et des dispersions des particules sur le territoire.

- *Suivi* : Mesures des nuisances sonores sur les habitations riveraines. Suivi permanent de la qualité de l'air par l'ASPA.
- *Réalisé par* : l'Eurométropole et la CTS.
- *Durée* : ponctuellement
- *Fréquence* : à la mise en service et après 3 ans.
- *Mesure corrective* : en fonction des résultats, le Maître d'Ouvrage pourra apporter les compléments de protections acoustiques si des dépassements sont mesurés après mise en service.

**v. PRESENTATION DES  
METHODES D'EVALUATION  
UTILISEES ET DIFFICULTES  
RENCONTREES**



Cette partie consiste à analyser les méthodes utilisées pour évaluer les effets de l'opération projetée sur l'environnement, en mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation.

## V.1. ETAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT

L'analyse de l'état actuel de l'environnement repose sur :

- des observations directes du site, pour tout ce qui concerne son occupation et ses usages ;
- des recherches bibliographiques, pour les aspects généraux (climat, hydrogéologie, géologie, ...) en vérifiant le caractère récent des travaux utilisés ;
- des exploitations statistiques et des comptages, pour tout ce qui concerne la démographie, l'emploi, les déplacements et le stationnement, le patrimoine physique de l'agglomération.

### V.1.1. Collecte de données

#### V.1.1.1. Consultation des services publics et privés

La grande majorité des données documentaires, permettant d'établir l'état des lieux dans un champ géographique relativement large, ont été obtenues auprès :

- de divers services publics, dont les administrations déconcentrées de l'Etat, les administrations régionales ou départementales ;
- d'organismes publics et privés ;
- d'associations.

Les principaux services contactés sont les suivants :

- Agence Régionale de Santé (ARS)
- Association pour la Surveillance et l'étude de la Pollution atmosphérique en Alsace (ASPA)
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
- Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) du Bas-Rhin
- Eurométropole de Strasbourg
- Conseil Départemental du Bas-Rhin (CD 67)
- Conseil Régional d'Alsace
- Direction Départementale des Territoires (DDT) du Bas-Rhin
- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) d'Alsace
- Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) d'Alsace
- Météo France
- Préfecture du Bas-Rhin
- Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine (STAP) du Bas-Rhin
- Mairie de Strasbourg.

#### V.1.1.2. Recherche bibliographique

Ci-dessous sont listées les documents ayant servi de base à la rédaction du présent dossier.

- Plan d'Occupation des Sols (POS) de Strasbourg
- Projet de Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) de l'Eurométropole de Strasbourg
- Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg (SCOTERS),
- Plan de Déplacements Urbains (PDU) de la CUS - ADEUS, CETE de l'Est, SYSTRA, Territoires Conseil Associés - Juillet 2000
- Plan Bleu/Vert - CUS, ADEUS - Septembre 1999
- Schéma Régional de Cohérence Ecologique, Décembre 2014
- Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) du bassin de l'III, en cours 2016
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhin-Meuse 2016-2021
- Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) III-Nappe-Rhin
- Schéma directeur des transports collectifs 2010-2025
- Schéma directeur vélo - (Révision 2011)
- Plan climat Territorial de l'Eurométropole de Strasbourg ,2010
- Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de l'agglomération strasbourgeoise
- Plan régional pour la qualité de l'air en Alsace (PRQA)
- Schéma régional Climat Air Énergie pour l'Alsace.

### V.1.2. Pratique de terrain

Des reconnaissances de terrain ont été réalisées, afin de compléter les données documentaires recueillies en bureau. A l'occasion de ces visites, un reportage photographique a été réalisé.

### V.1.3. Réalisation d'études spécifiques

En plus de ces reconnaissances de terrain générales, il a été nécessaire de procéder à des inventaires ou à des analyses spécialisées.

En effet, étant donné la position du projet l'extension « Ouest » de la ligne de tram en plein cœur urbain et la proximité de plusieurs habitations, des études spécifiques en matière d'air et de bruit ont été réalisées.

Des inventaires de terrain et des mesures in-situ ont également été nécessaires pour établir l'état précis de l'environnement naturel dans le champ proche de l'opération pour lequel on ne dispose pas de données localisées, comme c'est le cas pour la faune, la flore et les habitats biologiques. Des expertises de la flore et de la faune ont ainsi été réalisées par un bureau d'experts en écologie. Ce diagnostic des milieux a permis de repérer des éléments d'intérêt et des espèces protégées à conserver.

### V.1.3.1. Diagnostic urbanisme et déplacements

Le diagnostic «urbanisme et déplacements» (2016), réalisé par Egis Rail et Transitec dans le cadre des études d'avant-projet tramway, s'est attaché à caractériser la population, ainsi que les divers équipements, commerces et services, dans la zone d'étude, ainsi que dans l'aire d'influence du futur réseau.

La caractérisation de l'état initial « circulation, stationnement, modes doux » comprend le recueil des données de base (circulation : charges de trafic 24 heures et aux heures de pointe, stationnement : type de gestion de l'offre et occupation), ainsi que l'analyse du fonctionnement actuel du réseau d'infrastructures (hiérarchie routière, plan des voies, trafic automobile aux heures de pointe, fonctionnement / dysfonctionnement des carrefours, offre et occupation du stationnement, ...).

Une évaluation spécifique a été réalisée par Transitec pour définir les niveaux de trafic journalier actuel sur le réseau de voirie de l'aire d'étude.

### V.1.3.2. Etude acoustique

Pour caractériser l'état initial du site, des campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées le long des emprises de l'opération, par un cabinet spécialisé en acoustique (ACOUSTB).

#### Le bruit - définition

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère ; il peut être caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son amplitude (ou niveau de pression acoustique) évaluées en dB.

#### Plage de sensibilité de l'oreille

L'oreille humaine a une sensibilité très élevée, puisque le rapport entre un son juste audible (2.10<sup>-5</sup> Pascal), et un son douloureux (20 Pascal) est de l'ordre de 1 000 000. L'échelle usuelle pour mesurer le bruit est une échelle logarithmique et l'on parle de niveaux de bruit exprimés en décibels A (dB(A)) où A est un filtre caractéristique des particularités fréquentielles de l'oreille.

#### Arithmétique particulière

Le doublement de l'intensité sonore, due par exemple à un doublement du trafic, se traduit par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit :

$$60 \text{ dB(A)} + 60 \text{ dB(A)} = 63 \text{ dB(A)}.$$

Si deux niveaux de bruit sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est supérieur au second d'au moins 10 dB(A), le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort :

$$60 \text{ dB(A)} + 70 \text{ dB(A)} = 70 \text{ dB(A)}.$$

De manière expérimentale, il a été montré que la sensation de doublement du niveau sonore (deux fois plus de bruit) est obtenue pour un accroissement de 10 dB(A) du niveau sonore initial.

#### Textes réglementaires

Les articles L571-1 à L571-26 du Livre V du Code de l'Environnement (Prévention des pollutions, des risques et des nuisances), reprenant la Loi n° 92.1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, prévoient la prise en compte des nuisances sonores aux abords des infrastructures de transports terrestres.

Les articles R571-44 à R571-52 du Livre V du Code de l'Environnement (Prévention des pollutions, des risques et des nuisances), reprenant le Décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, indiquent les prescriptions applicables aux voies nouvelles, aux modifications ou transformations significatives de voiries existantes.

L'Arrêté du 5 mai 1995, relatif au bruit des infrastructures routières, précise les indicateurs de gêne à prendre en compte : niveaux LAeq(6 h - 22 h) pour la période diurne et LAeq(22 h - 6 h) pour la période nocturne ; il mentionne en outre les niveaux sonores maximaux admissibles suivant l'usage et la nature des locaux et le niveau de bruit existant.

La Circulaire du 12 décembre 1997, relative à la prise en compte du bruit dans la construction des routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national, complète les indications réglementaires et fournit des précisions techniques pour faciliter leur application.

L'Arrêté du 8 novembre 1999 fixe les niveaux sonores à ne pas dépasser lors de la construction ou de l'aménagement d'une infrastructure ferroviaire.

#### Campagne de mesure

La campagne de mesure réalisée sur la commune de Strasbourg vise à définir l'environnement sonore existant dans le secteur concerné par le projet de prolongation de la ligne E du tramway, sur les périodes réglementaires jour (6 h - 22 h) et nuit (22 h - 6 h). Elle s'est déroulée du 9 au 11 mars 2016 et comporte 4 mesures de 24 h consécutives appelées Points Fixes (numérotés PF1 à PF4) et 4 mesures de 30 min (numérotées PM1 à PM4).

La méthode de mesure suit la norme NF S 31.010 intitulée « Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage » de décembre 1996.

#### Matériel de mesure utilisé

Les sonomètres utilisés sont conformes à la classe 1 des normes NF EN 60651 et NF EN 60804 et font l'objet de vérifications périodiques par un organisme agréé. Le traitement des données acoustiques est effectué grâce au logiciel DBTRAIT32 de 01dB-Metravib.

Sonomètre intégrateur B classe 1 comprenant :

- un Solo n° 11297,
- un microphone à condensateur MCE212 n° 80862,
- un préamplificateur 01dB PRE21S n° 12660.

Sonomètre intégrateur E classe 1 comprenant :

- un Solo n° 11657,
- un microphone à condensateur MCE212 n° 51929,
- un préamplificateur 01dB PRE21S n° 12362.

Sonomètre intégrateur FUSION 5 classe 1 comprenant :

- un FUSION n° 10865,
- un microphone à condensateur 40CE n° 217776,
- un préamplificateur 01dB PRE22 n° 10972.

Sonomètre intégrateur FUSION 5 classe 1 comprenant :

- un FUSION n° 10865,
- un microphone à condensateur 40CE n° 217776,
- un préamplificateur 01dB PRE22 n° 10972.

Sonomètre intégrateur DUO 1 classe 1 comprenant :

- un DUO n° 10453,
- un microphone à condensateur 40CE n° 141171.

Le traitement des données acoustiques est effectué grâce au logiciel DBTRAIT32 de 01dB-Metravib.

**Conditions météorologiques relevées pendant les mesures**

Les conditions météorologiques peuvent influencer le niveau sonore mesuré, notamment à grande distance. Cette influence se traduit par la modification de la courbure des rayons sonores, résultant de l'interaction du gradient de température, du gradient de vitesse du vent et de la direction du vent.

Détectable à partir d'une distance Source / Récepteur de l'ordre de cinquante mètres, cet effet croît avec la distance à la source et devient significatif au-delà de 250 m. Lors d'une campagne de mesure, l'acquisition des données météorologiques comme le vent, la température et la nébulosité permet d'affiner l'interprétation des résultats de mesure.

Les relevés météorologiques présentés en page suivante sont issus des données fournies par Météo-France pour la station de STRASBOURG-ENTZHEIM et permettent de quantifier les données suivantes :

- Température en °C ;
- Humidité en % ;
- Vitesse et direction du vent à 10 m de hauteur, respectivement en m/s et degrés vis-à-vis du Nord ;
- Précipitations en mm ;
- Couverture nuageuse.

Formule de calcul de la vitesse du vent en fonction de l'altitude :

La vitesse du vent fournie par un mât Météo-France est donnée en général à une hauteur de 10 m, exprimée en m/s. Pour se ramener à une hauteur différente, on utilise la formule suivante :

$$V(z \text{ en m}) = V(10 \text{ m}) \times$$

Où :

- $z_0 \approx h/10$ ,
- h est la hauteur moyenne des éléments présents à la surface du sol (végétation, obstacle...),
- V(z en m) est la vitesse du vent à z m de hauteur,
- V(10 m) est la vitesse du vent à 10 m de hauteur.

Pour information, voici quelques valeurs que peut prendre  $z_0$  :

- sol nu et lisse, gazon ras :  $z_0 = 10\text{-}3 \text{ m}$ ,
- sol labouré, herbe :  $z_0 = 10\text{-}2 \text{ m}$ ,
- culture basse :  $z_0 = 10\text{-}1 \text{ m}$ ,
- zone semi-urbaine :  $z_0 = 1 \text{ m}$ .

Relevé météorologique : STRASBOURG-ENTZHEIM :

Date	Heure	Température EXT	Humidité EXT	Vitesse du vent à 2m de hauteur		Direction du Vent	Direction du Vent	Pluie	Etat du sol	Rayonnement	Couverture nuageuse	
		[°C]	[%]	[m/s]	(qualification)	(rose des vents)	° ( / Nord)				[mm]	(observé)
09/03/2016	17:00	7.4	56	0.81	Vent faible	SSE	160	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
09/03/2016	18:00	6.4	62	0.39	Vent faible	SE	130	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
09/03/2016	19:00	4.6	65	0.21	Vent faible	E	80	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
09/03/2016	20:00	2.9	77	0.30	Vent faible	NO	320	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
09/03/2016	21:00	2.1	84	0.60	Vent faible	O	270	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
09/03/2016	22:00	3.4	79	0.69	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
09/03/2016	23:00	3.1	79	0.90	Vent faible	N	10	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
09/03/2016	00:00	2.7	80	0.75	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	01:00	2.6	80	0.96	Vent faible	N	10	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	02:00	2.4	81	0.69	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	03:00	2.2	81	0.87	Vent faible	NNE	30	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	04:00	2.0	80	1.11	Vent moyen	NNE	20	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	05:00	2.0	82	0.78	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	06:00	1.8	80	0.96	Vent faible	NNE	20	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	07:00	1.7	82	0.60	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	08:00	1.9	82	0.63	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	09:00	2.2	79	0.63	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	10:00	3.0	78	0.90	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	11:00	4.8	74	1.08	Vent moyen	N	350	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	12:00	6.8	69	1.08	Vent moyen	N	360	0.0	Sec	Faible	8	Nuageux
10/03/2016	13:00	7.9	66	0.84	Vent faible	N	360	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	14:00	9.1	65	1.08	Vent moyen	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	15:00	9.8	60	1.14	Vent moyen	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	16:00	9.9	50	1.02	Vent moyen	N	360	0.0	Sec	Faible	7	Nuageux
10/03/2016	17:00	10.1	55	1.20	Vent moyen	N	360	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	18:00	8.3	57	1.14	Vent moyen	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	19:00	6.7	68	0.87	Vent faible	N	360	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	20:00	4.5	80	0.75	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	21:00	3.6	82	0.66	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	22:00	3.0	82	0.66	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	23:00	2.3	86	0.93	Vent faible	NNO	330	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
10/03/2016	00:00	1.8	86	1.05	Vent moyen	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	01:00	1.7	86	0.99	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	02:00	1.8	84	0.90	Vent faible	N	350	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	03:00	0.6	88	0.72	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	04:00	0.5	89	0.81	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	05:00	0.6	89	0.75	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	06:00	0.1	89	0.78	Vent faible	NNO	330	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé
11/03/2016	07:00	0.3	90	0.78	Vent faible	NNO	340	0.0	Sec	Faible	0	Dégagé

**Modélisation**

La cartographie des niveaux sonores en milieu extérieur est basée sur l'utilisation du logiciel MITHRA (Modélisation Inverse du Tracé dans l'Habitat de Rayons Acoustiques).

La modélisation du site est réalisée en trois dimensions. Elle intègre les paramètres suivants: la topographie, le bâti, les sources de bruit (routes, tramway, etc...) et les obstacles (écrans, murs, talus, etc...).

Dans un premier temps, une simulation est effectuée pour chaque point de mesure in situ, de manière à valider le modèle du site. Des paramètres du logiciel peuvent alors être ajustés de manière à minimiser les écarts entre les résultats de mesure et les résultats de calcul.

Ensuite, les résultats de calcul sont étendus à toute l'aire d'étude, de manière à établir la situation acoustique initiale. Des points récepteurs virtuels sont positionnés dans le modèle en façade des bâtiments.



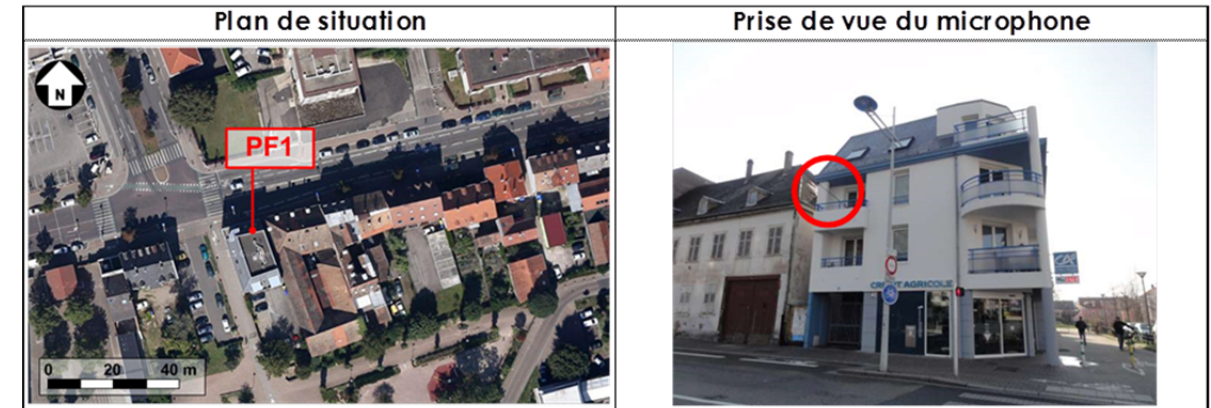
**Validation du modèle de calcul**

La validation du modèle numérique est effectuée par comparaison des niveaux LAeq mesurés et des niveaux LAeq simulés avec le logiciel MITHRA SIG au niveau des mêmes emplacements. Cette comparaison est effectuée en tenant compte des données de trafic routières et ferroviaires. Les récepteurs ont été positionnés identiquement à la mesure c'est-à-dire en façade des habitations ou en champ libre.

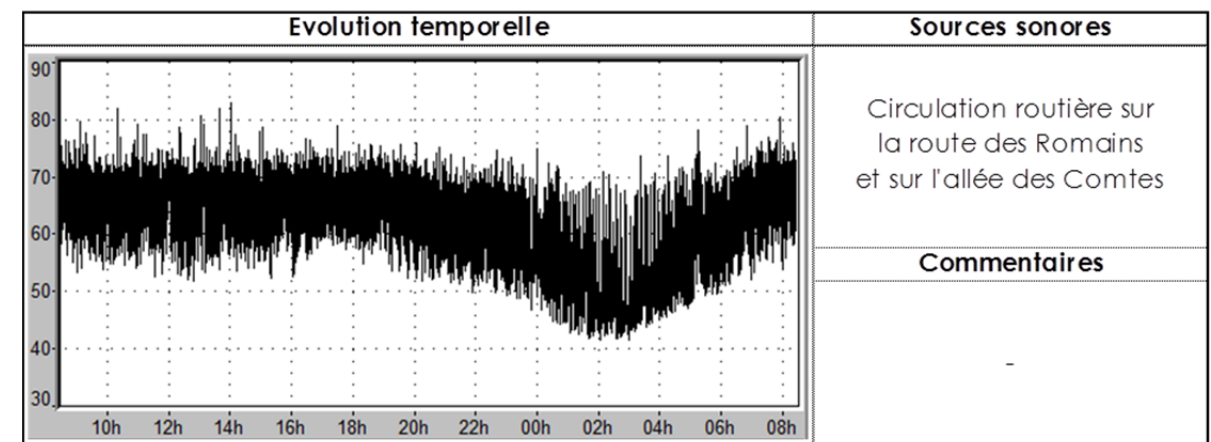
Le détail de ces résultats est mentionné dans le tableau ci-dessous : la corrélation étant obtenue à moins de 2 dB(A) près sur la période diurne, elle permet de valider le modèle de calcul.

Exemple de fiches de mesures :

<b>PF1</b>	<b>Mesures de bruit - Etat initial</b>	<b>ACOUSTB</b> <small>ACOUSTIQUE - ONDES - VIBRATIONS</small>	
	-	Le 10/03/2016 à 8:30	
	53 route des Romains 67200 Strasbourg	Durée: 24 h	2ème étage / Façade Nord



<b>Résultats sur les périodes réglementaires</b>					
<b>LAeq (6h-22h):</b>	<b>67,8</b>	<b>dB(A)</b>	<b>LAeq (22h-6h):</b>	<b>60,9</b>	<b>dB(A)</b>



<b>Indices statistiques en dB(A)</b>					
<b>Période</b>	<b>L95</b>	<b>L90</b>	<b>L50</b>	<b>L10</b>	<b>L5</b>
6h-22h	55,1	56,9	64,5	71,4	72,8
22h-6h	43,4	44,5	52,5	64,1	67,5

### V.1.3.3. Etude vibratoire

Les vibrations générées dans le sol par les transports guidés urbains peuvent conduire à des nuisances pour les populations riveraines, en particulier dans le cas de rues étroites.

La propagation de ces vibrations, de la voie aux bâtiments, puis la régénération de ces vibrations à l'intérieur des bâtiments peuvent être la source de :

- bruits de grondement audibles dans la bande de fréquence 30 - 200 Hz,
- vibrations sensibles par l'homme dans la gamme 5 - 80 Hz.

Afin d'étudier ces phénomènes liés à l'émission et la propagation des vibrations dues au tramway, des campagnes de mesure sur le terrain ont été réalisées par Acoustb.

La méthodologie permettant de prévenir les risques de gêne vibratoire est la suivante :

- réalisation de mesures de caractérisation du tramway actuel qui servira de source de référence ;
- réalisation de mesures de «propagation» sur différents sites, afin de calculer la fonction de transfert de propagation des vibrations dans le sol ;
- calcul de la distance bâti-future ligne et application de la fonction de transfert sur les mesures du tramway de référence pour estimer l'impact du futur tramway.

#### Mesures in-situ

En vue d'évaluer l'impact du tramway à l'état futur 3 mesures de vibrations ont été réalisées au voisinage de la voie de tramway existante.

Un modèle de calcul est réalisé à partir de ces mesures de niveau vibratoire au passage du tramway. Le modèle de propagation vibratoire dans le sol présenté permet de calculer le niveau vibratoire en surface au droit du tracé du projet, dans la bande d'octave 63 Hz, qui est caractéristique du spectre vibratoire au passage du tramway.

Les niveaux vibratoires sont calculés au pied des bâtiments puis à l'intérieur de deux types de bâtiments (habitation individuelle en R+1). Ils sont comparés à la valeur limite de perception tactile des vibrations fixée à 66 dBv.

Un type de pose de voie adapté est préconisé pour les portions du tracé qui présentent un risque de gêne vibratoire liée au passage du tramway.

Les mesures ont pour objectif de caractériser la décroissance spatiale de l'amplitude des ondes vibratoires à la surface du sol sur le tracé du projet. Elles permettent de déterminer une relation mathématique entre le niveau vibratoire en un point de référence et le niveau vibratoire en un point donné en fonction de la distance parcourue. Cette relation s'écrit :

$$v(d) = v(d_0) * e^{-\alpha(d-d_0)}$$

$v(d_0)$  : vitesse vibratoire verticale à la distance  $d_0$  du centre de la voie (m/s)

$\alpha$  : taux de décroissance à la surface du sol, déduit des mesures

Les mesures réalisées ont permis de mesurer le taux de décroissance de l'amplitude vibratoire à la surface du sol dans la gamme de fréquence caractéristique du tramway.

### V.1.3.4. Etude Air et Santé

Pour caractériser l'état initial du site, des campagnes de mesures de pollution de l'air ont été réalisées le long des emprises de l'opération, par le cabinet spécialisé Egis Environnement.

#### Caractérisation de la qualité de l'air

La caractérisation de l'état initial du domaine d'étude a pour objectif de fournir une description détaillée des populations et des zones sensibles, des sources d'émissions atmosphériques et de la qualité de l'air dans le domaine d'étude, en l'absence de tout projet d'aménagement.

L'état initial se compose notamment :

- d'un inventaire des sources de pollution sur la base des recensements des principaux émetteurs industriels effectués par la DREAL, des inventaires départementaux du CITEPA pour les émissions surfaciques et, le cas échéant, de l'inventaire des émissions réalisé par l'AASQA locale (ASPA),
- d'un bilan de la qualité de l'air dans le domaine d'étude sur la base des documents de planification existants (PRQA, PSQA, PPA, PDU, etc..) et des études et mesures de l'ASPA,
- d'une campagne de mesures in-situ de la qualité de l'air pour la mesure du dioxyde d'azote et du benzène par tubes passifs (environ 13 tubes pour le dioxyde d'azote et 5 tubes pour le benzène), afin de caractériser finement la pollution dans le domaine d'étude en complément des mesures réalisées par l'ASPA :
  - o à proximité des axes routiers,
  - o au droit des habitations et bâtiments sensibles (établissements scolaires et petite enfance,...),
  - o en situation de fond.
- d'un inventaire et d'une analyse des sensibilités dans l'aire d'étude (populations, zones et bâtiments sensibles)
- d'une estimation des émissions polluantes induites par le trafic routier et des consommations énergétiques,
- d'une monétarisation des coûts collectifs induits par la pollution atmosphérique et l'effet de serre.

#### Campagne de mesures in-situ de la qualité de l'air

En complément des mesures permanentes existantes et afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air, une campagne de mesure in situ a été réalisée au cours du mois d'avril 2014 par CAP AIR dans le cadre du projet de ligne de tramway Vendenheim-Wolfisheim à Strasbourg.

Compte tenu de la problématique routière et conformément à la circulaire du 25 février 2005 et à son guide méthodologique, deux polluants ont été retenus pour cette campagne de mesure : le dioxyde d'azote, polluant traceur des émissions liées au trafic routier, et le benzène, polluant cancérigène.



Les principaux résultats de cette campagne sont repris dans ce rapport en raison de la localisation des sites échantillonnés, se situant dans le domaine d'étude défini par EGIS.

En complément, des mesures de particules PM10 et PM2,5 ont été réalisées par EGIS Environnement en 2016.

#### *Particules fines :*

Les préleveurs sur filtre ont été utilisés pour la mesure des PM10 et PM2,5 (cf. Figure 33). Ce moyen de mesure, plus coûteux que la mise en place de tubes passifs, s'impose pour des polluants pour lesquels il n'existe pas d'autres moyens de mesure fiables. Ces appareils doivent être positionnés dans des endroits sécurisés. Ils nécessitent des raccordements électriques et une surveillance régulière.

Les PM10 et PM2,5 ont donc été mesurées, en accord avec le maître d'ouvrage, au droit des bureaux de l'ASPTT de Strasbourg, localisés sur la Figure 35, du 18 au 27 mars 2016.

Le principe du prélèvement repose sur un prélèvement actif de l'air (présence d'une pompe) au travers d'une tête de prélèvement adaptée aux polluants mesurés (poussières PM10 ou PM2,5). L'air prélevé passe alors dans un filtre, pré-pesé, qui retient les poussières. Les filtres sont changés toute les 24 h grâce un changeur automatique, puis envoyés en laboratoire où ils sont pesés (cf. Figure 34). À l'issue des analyses, une concentration par jour et par polluant (PM10 et PM2,5) est établie. Une moyenne peut être faite pour l'ensemble de la période d'exposition.

Les filtres ont été fournis et analysés par le laboratoire Micropolluant.



Figure 228 : Préleveur sur filtre positionné au sein du centre sportif de l'ASPTT (source : Egis)

### V.1.3.5. Etude faune-flore

L'étude faune-flore a été réalisée par le bureau d'études spécialisé ECOLOR.

Au vu des conditions particulières des études naturalistes en milieu urbain dense (terrains privés, fort dérangement), les recherches conventionnelles ont été avantageusement complétées par une recherche d'informations auprès des riverains, ouvriers des espaces verts et autres usagers. Cette démarche a permis d'interroger une vingtaine de personnes et de collecter de nombreuses informations, plus ou moins précises, sur des espèces (pour certaines protégées) dont le recensement sur le terrain est délicat (Hérisson d'Europe, Ecureuil roux, par exemple).

Les prospections de terrain ont été menées régulièrement, tout au long du printemps et de l'été et adaptées aux groupes étudiés et aux taxons recherchés.

Date :	Horaires :	Opérateur :	Conditions météo :	Thème :
22/03/2016	09H - 15H	Thibaut DURR	Ciel voilé, pas de vent, 15°C	Cartographie, première visite.
12/04/2016	08H - 14H	Thibaut DURR	Ciel bleu, pas de vent 8-16°C	Inventaire des oiseaux nicheurs, reptiles.
16/05/2016	11H - 16H	Thibaut DURR	Ciel couvert, pas de vent ; 12°C	Prospection générale.
31/05/2016	10H - 17H	Thibaut DURR	Ciel bleu, pas de vent 9 - 13°C	Inventaire des oiseaux nicheurs, reptiles.
01/06/2016	11H-13H	Thibaut DURR	Ciel bleu, 20°C	Visite avec Silva environnement
17/6/16	13H30 - 18H	Thibaut DURR	Ciel voilé, 17°C	Reptiles, entomologie
4/7/16	11H_15H	Thibaut DURR	Ciel bleu, 26°C	Entomologies dans les friches
8/8/16	09H -13H	Thibaut DURR	Ciel bleu, 26°C	Entomologie dans les friches. Visite des emplacements des zones parking avec EGIS

#### **a) Recherche des habitats**

La méthodologie utilisée pour l'analyse des habitats naturels repose sur des prospections de terrain utilisant comme support technique la photo aérienne (orthophotoplan). Les habitats sont référencés selon la codification « CORINE Biotope » et mis en relation avec la typologie des habitats biologiques des sites Natura 2000 selon la nomenclature EUR/15.

Une cartographie fine des habitats a été réalisée à partir des données relevées lors des prospections de terrain.

#### **b) Détermination des enjeux pour la flore**

Les investigations ont démarré fin mars 2016 avec l'étude de la flore vernale. Elles se sont intensifiées les mois suivants et se sont achevées en fin d'été pour les espèces tardives. Les dates et la méthode de prospection permettent d'avoir un regard quasi exhaustif sur la flore de la zone d'étude.



Lors de chaque prospection, l'ensemble de la zone d'étude a été parcouru avec une couverture plus intense sur les milieux les plus propices à l'existence de plantes remarquables, rares ou menacées. Toutes les plantes remarquables ont l'objet d'une cartographie détaillée au 1/1 000. Autant que possible, leur population a été estimée en nombre de pieds ou en surface occupée par la station. Les recherches se sont portées essentiellement sur les milieux à végétation spontanée, les secteurs de sols secs à végétation rase, les bosquets et les bords de haies ou de friches arbustives. Une attention particulière a été portée sur les plantes « rupestres » vivant dans les interstices des murs.

Une attention particulière a été portée au Cerfeuil tubéreux, *Chaerophyllum bulbosum* (ou Chaerophylle bulbeux) qui fait l'objet d'une protection en Alsace. Il s'agit d'une Apiacée (anciennement ombellifères, même famille que la carotte), très rudérale dans le Bas-Rhin qui s'observe régulièrement sur des talus routiers ou des délaissés autour de l'agglomération strasbourgeoise.

#### **c) Recherche d'oiseaux nicheurs**

L'analyse de l'avifaune repose sur les relevés de terrain et consiste en :

- Deux parcours systématiques seront effectués entre mi-avril et mi-juin pour recenser les espèces nicheuses sur le tracé prévu du tram.
- un recensement exhaustif des espèces rencontrées en période de reproduction sur la zone d'étude (avril à août);
- un dénombrement visant l'exhaustivité et une cartographie des couples nicheurs pour les espèces remarquables.

A chaque passage, toutes les espèces d'oiseaux ont été inventoriées par détermination des chants et cris spécifiques, et les espèces remarquables ont été dénombrés. Les contacts sont établis par observation visuelle, à l'aide de jumelles d'observation, mais surtout par reconnaissance auditive. Les milieux potentiellement intéressants ont fait l'objet de points d'écoute d'une durée de 10 minutes afin de déceler l'éventuelle présence d'oiseaux discrets. Toutes les observations fortuites, réalisées durant les expertises générales ont été intégrées.

#### **d) Recherche d'insectes**

L'ensemble de la zone d'étude a été parcouru chaque mois entre avril et juillet 2016. La détermination a été réalisée à vue et sans capture, ce qui est pleinement justifié par la nature des espèces rencontrées, qui ne présentent pas de critères de détermination millimétrique. Les espèces protégées ou remarquables potentiellement présentes au vu des milieux ont été plus particulièrement recherchées.

Les Lépidoptères Rhopalocères (papillons de jour) ont été recherchés aussi bien en milieux ouverts qu'en milieux boisés. Un effort de prospection particulier a porté sur les linéaires : les lisières et les haies. En effet, les papillons sont, pour la plupart, sensibles à la structure du paysage. La période favorable pour l'inventaire des papillons s'étale de début mai à la mi-septembre. Les recherches ont été menées lors des journées ensoleillées et par vent modéré.

Les Odonates (libellules) sont strictement dépendants des milieux aquatiques, du moins pour la ponte des œufs et la phase larvaire. Ces espèces ont donc été recherchées le long des cours d'eau et dans les zones marécageuses. La détermination s'est faite à vue (espèce posée ou en vol), mais des captures ont été réalisées afin de permettre l'observation de critères fins et de petite taille. Mêmes périodes d'observation que les papillons.

Les Orthoptères (criquets, sauterelles et grillons) sont des insectes typiques des milieux ouverts (landes, pelouses calcicoles, prairies, zones humides...), avec néanmoins quelques espèces sont « arbusticoles » et même arboricoles. La majorité d'entre eux est déterminée à vue ou au chant. Des écoutes crépusculaires permettent également de détecter des espèces à activité nocturne. Les inventaires ont commencé courant avril pour les espèces précoces et se sont terminés fin août. Les relevés ont été menés par conditions météorologiques favorables (journées ensoleillées et chaudes).

Les Coléoptères constituent une richesse spécifique et une biomasse considérables en milieux forestiers comme en milieux ouverts et concernent également les milieux aquatiques. Chaque espèce possède une niche écologique particulièrement étroite, et constitue ainsi un bio-indicateur très performant. Néanmoins, la grande richesse de ce groupe explique que les connaissances sur les exigences écologiques et la chorologie soient souvent très incomplètes. Seules les espèces inscrites dans les textes européens, français ou d'intérêt patrimonial ont été recherchées. Des chasses à vue ont été réalisées. Les coléoptères ont été appréhendés sous l'angle de la disponibilité en habitat pour les espèces à enjeux : Grand Capricorne (*Cerambyx cerdo*), Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*) et Barbot ou Pique-Prunes (*Osmoderma eremita*). Les deux premiers sont inféodés aux vieux chênes et le dernier aux arbres creux avec une préférence pour les saules et les tilleuls.

#### **e) Recherche de reptiles**

Les amphibiens sont strictement dépendants des milieux aquatiques, du moins pour la ponte des œufs et la vie larvaire. Ces espèces sont donc à rechercher au niveau des rares points d'eau présents sur la zone d'étude :

- Un cours d'eau ;
- Quelques flaques temporaires dans des parkings ou friches.

Une attention particulière a été accordée à la recherche des reptiles, parmi lesquels plusieurs espèces protégées s'accommodent de milieux artificialisés (friches, murs). Les reptiles ont été recherchés lors de chaque passage de mai à août, lors de parcours dans les zones favorables (lisières, zones pierreuses...). Les talus exposés, le cimetière Saint-Louis, les murets de pierres sèches, les friches et jardins, les lisières ensoleillées ont été particulièrement visités. Les heures du réchauffement matinal lorsque les individus sont en thermorégulation ont été favorisées. Le recensement se fait à vue, à l'aide d'une paire de jumelles en se déplaçant lentement dans les milieux favorables tout en explorant l'ensemble des sites attractifs (solariums notamment).

Aucune "plaque-refuge" n'a été déposée en raison de l'absence d'endroit tranquille où les dissimuler (vol ou déplacement de la plaque quasi-systématique dans ce type de contexte). En revanche, tous les autres abris potentiels ont été inspectés (planches, déchets plastiques, vieux tapis, etc.) pour dénombrer les reptiles qui s'y abritent.

**f) Recherche de chiroptères**

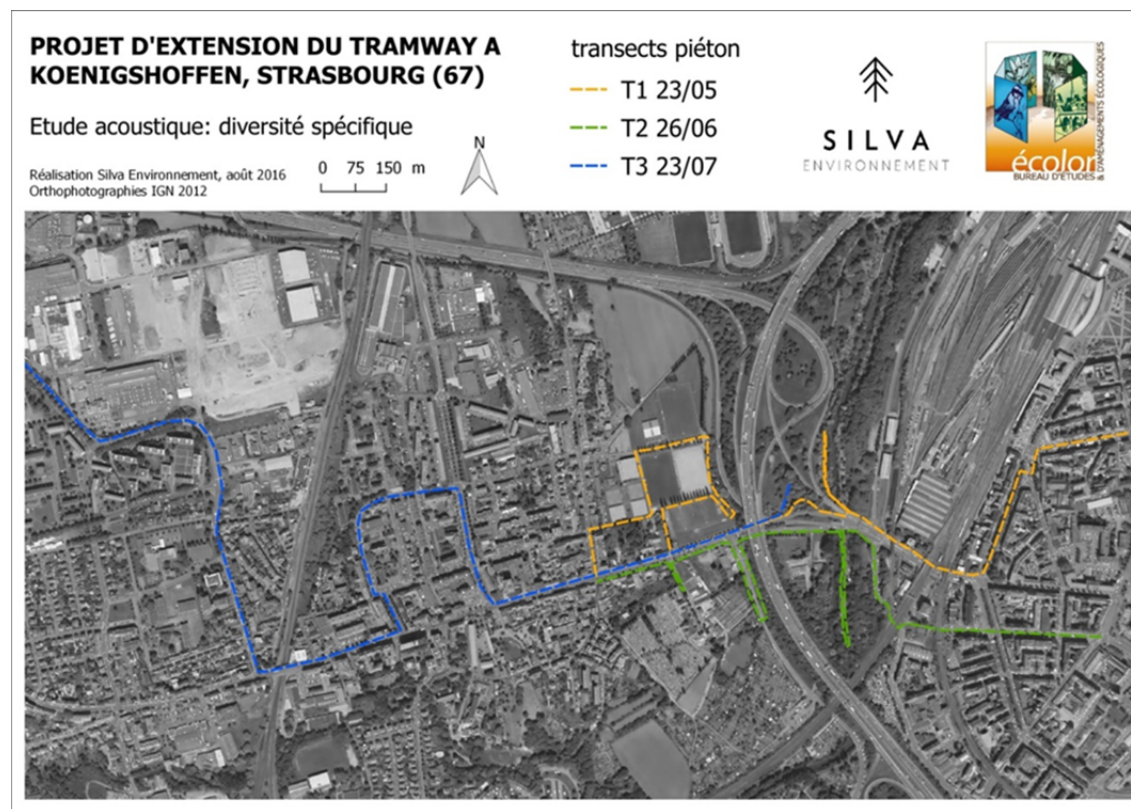
Toutes les espèces de chiroptères sont protégées à l'échelle nationale, et certaines au niveau européen.

L'étude de terrain des chiroptères présentée ci-dessous a été réalisée par Mme Alba BEZARD, Silva Environnement.

**ETUDE ACOUSTIQUE :**

Trois transect piéton ont été réalisés entre juin et août 2016 (les 23/05, 26/06 et 23/07). Durant ces parcours, chaque contact de chauves-souris a été répertorié et géolocalisé.

Transect piéton réalisé le 23/05/16 :



Les sorties ont été effectuées avec une météo propice aux déplacements et à l'activité de chasse des chauves-souris: absence de précipitation et de vent fort, températures clémentes, absence de pleine lune (Tableau ci-après).

Date	Heure	Vent	Température	Humidité	Couv. nuage	Lune
23/05	21h00	2 m/s	12 °C	80 %	2/3	ascendante
23/05	23h00	3 m/s	10°C	80%	2/3	
26/06	21h00	6m/s	16°C	85%	2/3	ascendante
26/06	23h00	6m/s	14°C	85%	2/3	
23/07	21h00	8m/s	19°C	76%	1/3	descendante
23/07	23h00	5m/s	18°C	76%	1/3	

Le matériel utilisé pour l'écoute active se compose d'un détecteur d'ultrasons Pettersson D240X, utilisé en modes hétérodyne et expansion de temps et d'un enregistreur numérique Zoom H2 (Figure 2). Toutes les espèces de chauves-souris ne sont pas identifiables in situ. Certains signaux ont donc été enregistrés afin d'être analysés à l'aide du logiciel de bioacoustique BatSound.



Détecteur d'Ultrasons Pettersson D240X et enregistreur Zoom H2

**GÎTES ARBORICOLES :**

Le 29/02/16, un passage à pied à l'aide de jumelles a permis de repérer les arbres à cavités ou autres anfractuosités. Chaque arbre potentiellement favorable présent dans l'aire d'étude immédiate est caractérisé par les paramètres suivants :

- l'essence de l'arbre (photographie)
- sa hauteur
- son diamètre
- son état sanitaire
- sa classe
- la hauteur, le type et l'orientation de la cavité

Les cavités ont ensuite été inspectées à deux reprises : une première fois en fin d'hiver (16/03) et une seconde fois au printemps (23/05).

Les caractéristiques de chaque cavité ont été relevées et sont présentées dans les fiches arbres en annexe:

- hauteur, dimensions (ouverture, largeur, profondeur)
- orientation de l'ouverture (N, S, E, W)
- morphologie de la cavité (ascendante, descendante, horizontale)
- présence ou absence d'individus ou d'indices de présence ;
- nom de(s) espèce(s) trouvée(s), type(s) d'indice(s) trouvé(s) et statut réglementaire ;
- photographies de chaque ouverture et des éventuels individus ou indices de présence.



A l'issu de cette expertise, les arbres ont été répartis dans 4 classes.

Classe	Définition
Classe 0	Arbres ne présentant pas actuellement de potentialités d'habitat pour les chiroptères, c'est-à-dire sans aucune cavité ou avec des cavités clairement défavorables <b>et sans enjeu d'avenir.</b>
Classe 1	Arbres ne présentant pas actuellement de potentialités d'habitat pour les chiroptères, c'est-à-dire sans aucune cavité ou avec cavités, fissures ou décollements d'écorce mal orientés ou partiellement bouchés, <b>mais qui présentent un potentiel d'avenir (jeunes têtards, arbres taillés)</b>
Classe	Définition
Classe 2	Arbres présentant des conditions favorables à l'accueil des chiroptères (présence de cavités, fissures, décollements d'écorce ayant une bonne orientation), <b>sans preuve de présence</b>
Classe 3	Arbres présentant des conditions favorables à l'accueil des chiroptères (présence de cavités, fissures, décollements d'écorce ayant une bonne orientation), <b>avec preuve de présence.</b>

Pour accéder aux cavités, une échelle de 6 mètres a été utilisée. Cet outil a permis d'accéder facilement aux cavités situées pour la plupart entre 1.5 et 5m de hauteur. Les parties visibles de chaque cavité ont tout d'abord été examinées, à la recherche d'individus ou d'indices de présence (guano, écoulement noirâtre, poils). Par la suite, chaque cavité a été inspectée à l'aide d'une caméra endoscopique permettant d'observer les parties des cavités non visibles à l'œil nu (Figure 3). L'endoscope utilisé possède une fonction d'enregistrement pour des prises de vue.



Utilisation d'un endoscope et d'une échelle pour l'inspection des cavités arboricoles

**BÂTIMENTS :**

Les forts et anciens bunkers situés en bordure de l'Ill ont été inspectés le 30/05/16 à la recherche d'éventuels individus ou indices de présence (Figure 4).



Bâtiments visités le 30/05/16

**g) Recherche de mammifères**

L'étude des mammifères repose sur la recherche d'indices de présence (reliefs de repas, empreintes, gîtes, nids, terriers, coulées...). Les observations directes fortuites ont été systématiquement intégrées. Le recueil d'informations auprès de la population locale a apporté des informations précieuses sur la répartition passée et actuelle des espèces protégées dont la confusion est improbable (Écureuil roux, Hérisson...). Pour ces deux espèces, des données de « disparition locale » ont parfois été retenues lorsqu'il était patent que la personne interrogée avait rencontré l'espèce régulièrement avant de ne plus la voir sur un lieu donné (jardin privé généralement).

**h) Corridors**

La fonctionnalité écologique (déplacement de la faune, relais, corridors) a été analysée à partir d'une lecture du paysage urbain et d'une analyse des infrastructures.

**i) Hiérarchisation / sensibilité**

L'analyse de l'intérêt des milieux et de leur sensibilité a permis de mettre en évidence les enjeux d'un point de vue réglementaire et fonctionnel. Ainsi, ont été déterminés les enjeux en termes de risque de destruction d'espèces protégées patrimoniales ou de leur territoire, et en terme de rupture de leur déplacement journalier ou saisonnier risquant de fractionner les populations ou de créer une forte mortalité.

**j) Détermination des enjeux en terme de faune**

Le croisement des données bibliographiques et de la détermination des habitats a permis de définir les enjeux en termes de destruction d'habitats biologiques ou de territoires d'espèces animales remarquables et de coupure des axes de déplacements (corridor biologique).



### V.1.4. Diagnostic de l'environnement

L'information recueillie est traitée de manière à caractériser l'état de l'environnement et à évaluer la sensibilité et les potentialités du territoire. En fonction de la nature des informations requises et des données effectivement disponibles, l'analyse a été effectuée à deux niveaux :

- une approche dite « globale » portant sur une aire d'étude élargie, plus vaste que l'aire d'étude proprement dite,
- une approche plus ponctuelle, où les données portent sur des secteurs définis et bien localisés à l'intérieur de l'aire d'étude.

#### Climat

La caractérisation du climat sur l'aire d'étude a été réalisée à partir de données de Météo France.

#### Géologie et Sols

Les grands ensembles géologiques rencontrés par l'opération ont été identifiés sur la base des données existantes (cartes géologiques et éléments bibliographiques du BRGM) couvrant l'aire d'étude.

#### Eaux souterraines et superficielles

Les données pour l'état initial ont été collectées par consultation de la bibliographie existante (documents de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, cartes de qualité des eaux superficielles départementales, ...), des administrations (Agence Régionale de Santé pour les captages d'alimentation en eau potable, DREAL d'Alsace pour la cartographie des zones inondables, ...) et des documents d'urbanisme de Strasbourg.

Ces informations ont permis d'appréhender les risques de pollution des eaux et d'orienter les choix d'assainissement à réaliser.

#### Milieu naturel

La bibliographie existante sur les différents inventaires existants et protections réglementaires (sites Natura 2000, ZNIEFF, réserves naturelles, ...) a été consultée auprès de la DREAL d'Alsace. Les documents d'urbanisme de Strasbourg et de Kehl ont été consultés pour repérer les espaces boisés classés (EBC).

Cet inventaire a été complété par des investigations supplémentaires sur le terrain menées par des experts-écologues (cabinet ECOLOR).

#### Patrimoine archéologique et historique

Le recueil des données a été réalisé auprès des administrations concernées : STAP pour les monuments historiques, DRAC (service régional de l'archéologie) pour les sites archéologiques, et DREAL pour les sites classés ou inscrits. Les documents d'urbanisme ont également apporté des éléments sur le patrimoine d'intérêt local.

Les limites réglementaires des sites et des monuments protégés ont été indiquées sur les cartes d'état initial et de contraintes environnementales.

#### Paysage

L'analyse paysagère s'est attachée à décrire les espaces urbains accueillant l'opération. Elle a consisté en l'analyse de l'existant essentiellement basé sur les caractéristiques du paysage, les projets de développement du secteur, l'identification des enjeux paysagers et urbains.

#### Contexte urbain, activités, commerces et services

L'analyse a été réalisée pour l'essentiel à partir des documents d'urbanisme et de visites sur le terrain. Le plan d'occupation des sols de Strasbourg a été consulté.

Les études de détail ont été réalisées dans le cadre du dossier d'avant-projet (AVP) du projet tramway (diagnostic «urbanisme - déplacements»).

Les impacts potentiels sur les biens et les activités ont été pris en compte au niveau de la comparaison des variantes et de l'analyse de l'opération retenue.

## V.2. DESCRIPTION DE L'ÉTAT FUTUR

La description de l'état futur est élaborée à partir de l'ensemble des rapports d'étude réalisés dans le cadre de l'avant-projet :

- plans à différentes échelles, croquis, vues perspectives, notes de calcul, rapports thématiques (circulation, transports collectifs, exploitation du réseau tram...) pour tout ce qui concerne les aspects techniques du projet,
- simulations mettant en œuvre les mêmes modèles que pour la description de l'état existant, mais en y intégrant les modifications proposées de l'organisation des déplacements. Ces simulations permettent de déterminer la nouvelle répartition des flux sur les réseaux de voirie et de transports collectifs, et sont la base de l'évaluation des taux de rentabilité et du bilan socio-économique du projet. C'est également sur la base de ces simulations que sont faites des prévisions de niveaux de bruit.

L'avant-projet a également déterminé le planning prévisionnel de réalisation de la ligne de tramway et les coûts d'investissement.

Les charges de trafic automobiles ont été établies à l'horizon 2019. Les données prises en comptes pour évaluer le trafic automobile à ces horizons sont les suivantes :

- la génération de trafic des projets urbains connexes ;
- les parts modales de l'Enquête Ménage Déplacements (EMD) 2009 pour l'horizon 2019 et celles du Plan Déplacement Urbain (PDU) pour les horizons 2019 et 2025, intégrant le report modal de l'automobile vers les autres modes (tramway, bus, piétons, vélos), et en particulier vers le prolongement « Nord » de la ligne E de tram.

## V.3. EVALUATION DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ ET DÉFINITION DES MESURES D'INSERTION

Sur la base des données d'état initial, l'analyse des caractéristiques techniques du projet a permis une détermination précise des impacts du projet pour chacun des thèmes considérés.

Les impacts du projet ont été estimés en phase fonctionnelle, mais également pendant la phase de travaux, par rapport à ces principaux thèmes :

- l'environnement urbain, bâti, paysager ou à caractère naturel,
- l'organisation du système multimodal des déplacements,
- l'environnement sonore, les nuisances atmosphériques et l'impact sur l'eau,
- la structuration et les mutations urbaines (effets économiques et sociaux, ...).

Les méthodes d'évaluation ont fait appel à la transposition par analogie et à l'expérience des auteurs. Cette évaluation est quantitative chaque fois que possible, compte-tenu de l'état des connaissances.

Sur la base de l'identification des impacts négatifs du projet, des mesures de suppression, de réduction et de compensation de ces impacts ont été préconisées. Ces mesures d'insertion sont définies en référence à des textes réglementaires ou selon des dispositions habituellement connues et appliquées.

Les méthodes de définition des mesures visent en un premier lieu à inscrire l'opération en conformité avec les textes réglementaires en vigueur, puis dans un second temps à optimiser l'insertion de l'opération dans le respect des spécificités de l'aire d'étude tant sur le plan physique, naturel qu'humain.

A l'issue de cette démarche initiale, le choix et la définition des aménagements projetés s'inspirent de l'expérience acquise par chacun des participants à l'étude en matière de projets urbains et de transports en commun en site propre.

### V.3.1. Analyse des effets du projet sur l'ambiance acoustique et sur la santé

#### Calcul des niveaux de bruit futurs par modélisation

L'état futur a été modélisé à l'aide du logiciel MITHRA en insérant l'opération de tramway et les reports de trafic associés dans le modèle de calcul. Les effets météorologiques ont été pris en compte dans les calculs.

Les niveaux de bruit en façade des habitations les plus proches ont été calculés selon les hypothèses de trafic, pour les périodes jour (6 h - 22 h) et nuit (22 h - 6 h).

Les résultats ont été présentés sous forme de plans rassemblant les niveaux de bruit en façade des bâtiments. Les résultats ont été analysés au regard des seuils réglementaires sur les périodes (6 h - 22 h) et (22 h - 6 h).

#### Impact de la création d'une infrastructure nouvelle

Ce projet est étudié dans un premier temps dans le cadre réglementaire d'une création de voie nouvelle. À ce titre, l'impact acoustique du projet est évalué en considérant uniquement la contribution de la ligne de tramway.

Lorsque le site est situé en zone d'ambiance sonore modérée, le niveau sonore, en façade, généré par la nouvelle infrastructure ne devra pas dépasser :

- 63 dB(A) pour la période jour (6 h - 22 h),
- 58 dB(A) pour la période nuit (22 h - 6 h).

Lorsque le site est situé en zone d'ambiance sonore non modérée, le niveau sonore, en façade, généré de la nouvelle infrastructure ne devra pas dépasser :

- 68 dB(A) pour la période jour (6 h - 22 h),
- 63 dB(A) pour la période nuit (22 h - 6 h).

Le modèle de calcul utilisé pour la simulation de l'état initial, validé par corrélation entre les résultats de mesure et les résultats de calcul, est repris pour la simulation de l'état futur. Le projet de tramway est intégré dans ce modèle à partir des fichiers AUTOCAD fournis par le Maître d'ouvrage.

*Note :* pour les établissements d'enseignement et de santé, la contribution sonore de la nouvelle infrastructure ferroviaire seule ne devra pas dépasser 63 dB(A) en période diurne quelle que soit la zone d'ambiance sonore préexistante.

#### Etude de l'impact du bruit sur la santé

Les résultats ont été analysés au regard du « Guidelines » OMS 2009 sur les niveaux de bruit nocturne et le « Guidelines » OMS 1999 sur les niveaux de bruit durant la journée.

Le Guidelines 2009 fournit des valeurs de bruit en façade à ne pas dépasser pour assurer une qualité de sommeil saine à la préservation de la santé des riverains.

Le Guidelines 1999 fournit des niveaux à l'intérieur des logements plus difficiles à manier puisqu'ils nécessitent d'estimer pour l'ensemble des bâtiments, un isolement de façade moyen. Dans ce cas, et à la suite du rédacteur OMS du Guidelines 2009, la valeur de 21 dB(A) est utilisée. A l'aide de ces valeurs OMS LAeq et LAmax, les linéaires de façades obéissant aux niveaux OMS sont déterminés.

### V.3.2. Analyse des effets du projet sur la qualité de l'air et sur la santé

#### Calcul des dispersions atmosphériques

La dispersion des polluants et l'évaluation de leurs concentrations dans l'air ambiant ont été réalisées avec le modèle ADMS Roads v.3.1. Ce logiciel est un modèle de dispersion atmosphérique gaussien, dit de seconde génération, qui repose sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine de la qualité de l'air. Utilisé, reconnu et validé en France et à l'international (plus de 1000 utilisateurs), il bénéficie des résultats d'un groupe de chercheurs de Cambridge, le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), qui le développe depuis 1993.

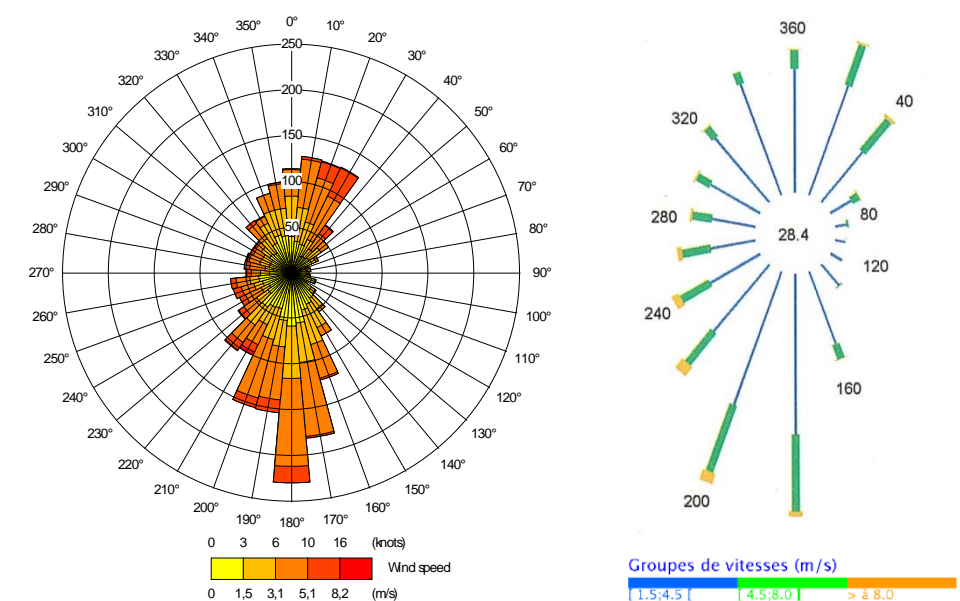
Il permet d'évaluer les teneurs des polluants réglementés en prenant en compte les effets complexes impliqués dans la dispersion atmosphérique : l'influence de la topographie, les effets « canyon », la description verticale de la turbulence atmosphérique, la nature des sols (rugosité), les phénomènes météorologiques complexes. Ce modèle permet ainsi de répondre de manière complète à l'objectif de l'étude : estimation des concentrations moyennes annuelles, comparaison aux valeurs seuils définies dans la réglementation et estimation de l'exposition de la population.

Les conditions d'utilisation du modèle ADMS Roads v.3.2 et les paramètres retenus dans le cadre de cette étude sont présentés dans le Tableau suivant :

Paramètres retenus pour la modélisation	
<b>Résolution</b>	La grille de calcul se compose d'un maillage régulier de 4 284 points, soit une résolution de 30 m sur l'ensemble du domaine d'étude. À proximité des axes routiers, ce maillage a été affiné avec l'ajout de points de maillage placés sous forme de transects de part et d'autre du linéaire étudié (14 255 points pour l'état initial et l'état de référence et 14 258 points pour l'état projeté). Les teneurs en polluant ont été évaluées en chaque point de cette grille.
<b>Nature des sols</b>	La nature des sols peut influencer la progression des panaches de polluants. Dans le cadre de cette étude, la nature des sols a été caractérisée par une rugosité de 1 mètre sur l'ensemble du domaine d'étude. Cette rugosité correspond à des zones périurbaines.
<b>Topographie</b>	Compte tenu du relief peu marqué au droit des tronçons routiers retenus et de son influence peu probable sur les champs de vent, la topographie du site n'a pas été prise en compte dans le calcul de la dispersion atmosphérique des polluants.

<b>Caractéristiques des polluants étudiés</b>	Les polluants de type gazeux (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone et benzène) ont été assimilés à des gaz passifs. Les particules et les métaux lourds ont été assimilés à des particules d'une densité de 5 000 kg/m <sup>3</sup> et de diamètres respectifs 10 µm et 2,5 µm.
<b>Teneurs de fond</b>	Les teneurs de fond retenues correspondent aux teneurs les plus faibles mesurées par l'ASPA pour l'année 2015 : <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Dioxyde d'azote : 21 µg/m<sup>3</sup> (station de Strasbourg Ouest) ;</li> <li>▫ Particules PM 10 : 22 µg/m<sup>3</sup> (station de Strasbourg Nord) ;</li> <li>▫ Particules PM 2,5 : 17 µg/m<sup>3</sup> (station de de Strasbourg Est) ;</li> <li>▫ Dioxyde de soufre : 1 µg/m<sup>3</sup> (station Strasbourg Clémenceau) ;</li> <li>▫ Cadmium : 0,2 ng/m<sup>3</sup> (station de Hoerd) ;</li> <li>▫ Nickel : 2,2 ng/m<sup>3</sup> (station de Hoerd) ;</li> <li>▫ Monoxyde de carbone : 0,3 mg/m<sup>3</sup> (station de Strasbourg Clémenceau)</li> </ul> En l'absence de valeurs disponibles pour les autres polluants, les teneurs de fond ont été prises égales à zéro.

**Météorologie**  
Afin de décrire au mieux les conditions de dispersion, l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant s'est appuyée sur les données météorologiques tri-horaires (température, direction et vitesse du vent, nébulosité pour appréhender la stabilité atmosphérique) relevées sur la station Météo France de Entzheim pour l'année 2014, année sensiblement représentative des moyennes saisonnières, comme en témoigne l'inter comparaison des roses des vents présentées ci-dessous.



Roses des vents pour la station de Entzheim - année 2014 (à gauche) et période 1981 à 2000 (à droite) Source : METEO France



***Impact sur la santé : Indice Pollution / Population (IPP)***

L'évaluation de l'impact du projet sur l'exposition des populations se traduit par l'estimation d'un indicateur simplifié, l'Indice Pollution Population (IPP).

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur sanitaire qui permet la comparaison des différents horizons d'étude et l'évaluation du projet eu égard à son impact sur l'exposition de la population présente dans la bande d'étude. Il intègre ainsi, dans un même critère, les teneurs en polluant et la population potentiellement exposée.

L'IPP consiste à croiser les données de population avec les données de qualité de l'air (les teneurs en polluants issues des résultats du modèle de dispersion) afin d'obtenir une distribution spatiale de la population potentiellement exposée.

Les polluants retenus pour l'évaluation de l'IPP sont le benzène et le dioxyde d'azote.

## VI. AUTEURS DES ETUDES

Les différentes études nécessaires à la constitution du présent dossier d'enquête publique préalable aux travaux d'extension « Ouest » de la ligne de tram vers Koenigshoffen ont été conduites sous la Maîtrise d'ouvrage de l'Eurométropole de Strasbourg.

La présente étude d'impact, réalisée pour le compte de l'Eurométropole de Strasbourg a été élaborée par le groupement GETAS-PETER, en charge de la mission de Maîtrise d'œuvre pour les extensions du réseau de tramway strasbourgeois et des aménagements d'accompagnements à moyen et long termes.

Le groupement GETAS-PETER comprend les sociétés SERUE Ingénierie (mandataire), Atelier Alfred PETER (co-traitant), EGIS Rail (co-traitant), EGIS Structure et Environnement (sous-traitant), TRANSITEC (sous-traitant), ACOUSTB (sous-traitant), EGIS Structures et Environnement (sous-traitant), ECOLOR (sous-traitant).



4, rue de Vienne  
67300 SCHILTIGHEIM  
Tel : 03 88 19 25 69  
Fax : 03 88 62 42 92

L'étude d'impact a été principalement réalisée par EGIS :



11 rue des Corroyeurs - 67087 STRASBOURG Cedex 02

Rédacteurs	Fonctions
<b>Magali FEUCHT</b>	Ingénieur d'étude
<b>Sophie AUBERTIN</b>	Chef de projet, contrôle qualité
<b>Sophie-Anne TAUPIN</b>	Cartographe

L'étude d'impact s'appuie sur les résultats et conclusions de l'étude de définition de l'extension Ouest de la ligne F de tram : « Etudes multimodales de déplacements et d'aménagements sur le territoire de la Communauté Urbaine de Strasbourg - Prolongement «Ouest» de l'infrastructure "TRAM F" à STRASBOURG/Koenigshoffen, Réalisation TTK, juillet 2011.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Sophie DEBOST</b> <b>Sylvain TREIL</b> <b>Privat JUILLARD</b> <b>Xavier ORTHLIEB</b>	Ingénieur d'étude
<b>Marc PEREZ</b>	Directeur d'étude

L'étude d'impact s'appuie également sur un certain nombre d'études spécifiques :

- Extension du réseau de tramway à moyen et long termes : Études d'Avant-Projet - Extension des infrastructures tram Koenigshoffen - GETAS/PETER, 2016.
- Dévoisement de la bretelle de sortie A35/A351 – Dossier d'opportunité - GETAS/PETER, 2016.
- Étude de la dalle de la gare - Analyse des impacts du passage d'un tramway sur la place de la Gare - GETAS/PETER, juin 2016.
- PLD Gare - Évaluation des variantes (ligne/tram « C » ou ligne/tram « F ») pour la ligne/tram « Koenigshoffen » - GETAS/PETER, 15 décembre 2015.
- Étude de simulation dynamique de trafic - GETAS/PETER, janvier 2016.
- Rapport Circulations-Stationnement-Mode-Doux - GETAS/PETER, novembre 2016.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Serge GOUNANT</b>	Directeur de projet
<b>Laurent DEVLEESCHAUWER</b>	Responsable infrastructures
<b>Violayne BOUVY</b>	Responsable et Contrôleur des études générales
<b>Clémence JACQUES</b>	Architecte Paysagiste
<b>Alfred PETER</b>	Architecte Paysagiste
<b>Marie BOULANGER</b>	Ingénieur d'étude
<b>Marie PRONZOLA</b>	Chef de projet
<b>Francis CAUCHEUX</b>	Directeur d'études Circulation

- Extension du réseau de tramway à moyen et long termes – Extension de la ligne du tramway vers Koenigshoffen à Strasbourg - Campagne de mesures de bruit, Simulations acoustiques des situations initiale et à terme - ACOUSTB, octobre 2016.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Jérémy BOUE</b>	Ingénieur d'étude acoustique
<b>David FERRAND</b>	Ingénieur d'étude acoustique

- Extension du réseau de tramway à moyen et long termes – Extension de la ligne du tramway vers Koenigshoffen à Strasbourg - Etude vibrations - ACOUSTB, octobre 2016.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Erasmia KAPOUS</b>	Chef de projet acoustique
<b>Robin WALTHER</b>	Ingénieur d'étude acoustique

- Extension du réseau de tramway à moyen et long termes - Etudes sur la qualité de l'air et la santé du projet d'extension de la ligne de tramway vers Koenigshoffen à Strasbourg - EGIS Environnement, octobre 2016.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Vincent MICHAUD</b>	Chargé d'étude Air
<b>Géraldine DEIBER</b>	Chef de projet

- Extension du réseau de tramway à moyen et long termes – Extension du tramway ligne F vers Koenigshoffen - Expertise patrimoniale faune-flore - ECOLOR, octobre 2016.

Rédacteurs	Fonctions
<b>Thibaut DURR</b>	Ecologue
<b>Thierry DUVAL</b>	Directeur de projet



**VII. CONSEQUENCES  
PREVISIBLES DU PROJET DE  
TRAMWAY SUR LE  
DEVELOPPEMENT DE  
L'URBANISATION**

La création et l'extension d'une infrastructure de transport collectif au sein d'une agglomération entraîne des conséquences sur l'organisation de son espace. Un réseau de transport en commun influence en effet les flux de déplacement à travers un territoire, impactant ainsi les choix de ses habitants en termes d'emplois, de logements, d'activités et donc d'urbanisation.

D'autre part, un projet de transport en commun ne se conçoit jamais seul. Il est pensé de manière à accompagner le territoire dans son développement et à l'orienter vers les choix opérés préalablement en matière d'urbanisation.

Dans le cas présent, le projet d'extension « Ouest » de la ligne F de tram vers Koenigshoffen constitue un facteur d'amélioration du cadre de vie amenant une requalification urbaine, ainsi qu'un vecteur pour l'atteinte de ces objectifs de développement. De plus, le dévoiement de la bretelle d'autoroute aura pour conséquence de proposer un accès direct au parking relais et au quartier de Koenigshoffen afin de faciliter l'accès au tram et d'éviter l'utilisation de la voiture dans le quartier et la ville de Strasbourg, sans avoir d'effet direct sur l'urbanisation.

L'objectif de ce chapitre est d'exposer dans quelle mesure le projet d'extension du réseau de tramway vers Koenigshoffen favorisera le développement de l'urbanisation. L'analyse des documents de planification et des études du projet permet de comprendre comment il se justifie en termes de développement de l'urbanisation. Ce développement peut également être estimé grâce à l'identification des différents secteurs potentiellement urbanisables et des éventuels projets les concernant.

## VII.1. DOCUMENTS D'URBANISME ET DE PLANIFICATION

La planification du développement urbain du secteur Ouest de la ville de Strasbourg se réfère à un ensemble cohérent de documents de définition des politiques publiques mises en œuvre par l'Eurométropole de Strasbourg :

- le Schéma de Cohérence Territoriale de la Région de Strasbourg (SCOTERS), approuvé le 1er juin 2006 par le Syndicat Mixte compétent, la première modification du SCOTERS a été approuvée le 19 octobre 2010 ;
- le POS de Strasbourg, dont la modification en PLUI est prescrite par délibération du 13 février 2009 ;
- le PLUi dont le projet a été arrêté en novembre 2015 et l'approbation est prévue fin 2016/ début 2017 ;
- le Plan de Déplacements Urbains, dont le Conseil CUS du 27 janvier 2012 a arrêté la révision, l'enquête publique a eu lieu en mai 2016 ;
- le Schéma Directeur des Transports Collectifs « 2010-2025 », approuvé le 25 juin 2010 et mis à jour le 18 décembre 2015 ;
- le Plan Climat, élaboré en 2010 par la CUS ;
- le 4ème Plan Local de l'Habitat (PLH), conçu comme un document de programmation des orientations du SCOTERS à l'échelle de l'Eurométropole de Strasbourg et de mise en cohérence des

opérations de constructions de logements projetées au niveau des communes en référence à leurs propres documents d'urbanisme (POS/PLU). Il a été approuvé par le Conseil de CUS le 27 novembre 2009 ;

- la feuille de route stratégique « STRASBOURG ECO 2020 » qui a pour ambition de mobiliser l'ensemble des acteurs économiques de l'Eurométropole de Strasbourg pour mettre en œuvre des actions d'envergure permettant d'inscrire durablement son territoire sur la voie du développement économique et social. Elle a été approuvée par la CUS le 23 octobre 2009 ;
- le Plan Piéton, approuvé par la Ville de Strasbourg le 23 janvier 2012 ;
- le Schéma Directeur « Vélo », approuvé par le Conseil de communauté le 27 mai 2011.

### VII.1.1. Le SCOTERS

Issus de la loi Solidarité et Renouvellement Urbains (SRU) de 2000, les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) sont des documents d'urbanisme destinés à remplacer les anciens Schémas Directeurs. Il s'agit d'outils de conception, de mise en œuvre et de suivi d'une planification stratégique, intercommunale, dans une perspective de développement durable.

Le SCOT est un document qui vise à mettre en cohérence les politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'habitat, de l'économie et des déplacements sur un territoire correspondant à l'aire urbaine au sens le plus large. Il fixe les orientations générales de l'espace, l'équilibre à maintenir entre zones à urbaniser, zones naturelles, agricoles ou forestières. Il fixe aussi les objectifs en matière d'équilibre de l'habitat, de mixité sociale, de transports en commun, d'équipements commerciaux ou d'espaces à vocation économique...

Le SCOTERS a été soumis à enquête publique du 3 octobre au 16 novembre 2005 avant d'être approuvé par le syndicat mixte compétent le 1er juin 2006.

Il vise à mettre en cohérence les politiques publiques en matière d'environnement, d'habitat, d'économie et des déplacements sur le territoire de l'aire urbaine au sens le plus large.

Plus particulièrement sur le développement du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg, les réflexions menées dans le cadre du processus d'élaboration concertée du SCOTERS ont permis de valider la notion « d'espace métropolitain », constitué de la ville de Strasbourg et des communes de première couronne, dans lequel se situent les principales fonctions qui confèrent à l'agglomération son statut de métropole.

Le SCOTERS prévoit de conforter et de renforcer l'armature urbaine de cet espace et d'en assurer une bonne desserte par les réseaux de transports publics.

Les grandes orientations fixées par le SCOTERS sont :

- Planifier la structuration du territoire en renforçant quatre niveaux complémentaires de développement et d'aménagement territorial (la ville de Strasbourg, les « pôles urbains », les bourgs-centres et les communes) pour que chacun d'eux réponde aux besoins des habitants en logements, en services et en équipements, tout en participant au rayonnement de la métropole strasbourgeoise : *L'extension du tramway est un projet structurant pour les quartiers Ouest de l'agglomération strasbourgeoise et répond aux besoins de desserte des habitants actuels et futurs.*

- Organiser le territoire autour des transports en commun : *Le projet d'extension du tramway constitue une réelle amélioration du cadre de vie influençant l'urbanisation.*
- Les projets nécessaires pour développer les transports en commun en site propre : *l'extension d'une ligne de tramway à l'Ouest est précisément identifiée.*

Les orientations de ce document sont traduites à l'échelle locale, par exemple dans les Plans Locaux d'Urbanisme ou dans les politiques intercommunales.

Le quartier de Koenigshoffen fait partie du « secteur Nord-Ouest » identifié comme « pôle urbain » par le SCOTERS.

Le projet d'extension de la ligne de tramway vers Koenigshoffen est inscrit dans le réseau de transports collectifs en site propre à long terme du SCOTERS. Le document marque la volonté de passer d'une logique de lignes à une logique de maillage, ainsi que de structurer le réseau de transports public en cohérence avec les développements urbains.

Le projet d'extension de la ligne F du tram vers Koenigshoffen n'entraîne pas d'effets directs sur l'étalement urbain mais représente un accompagnement du pôle urbain Ouest.

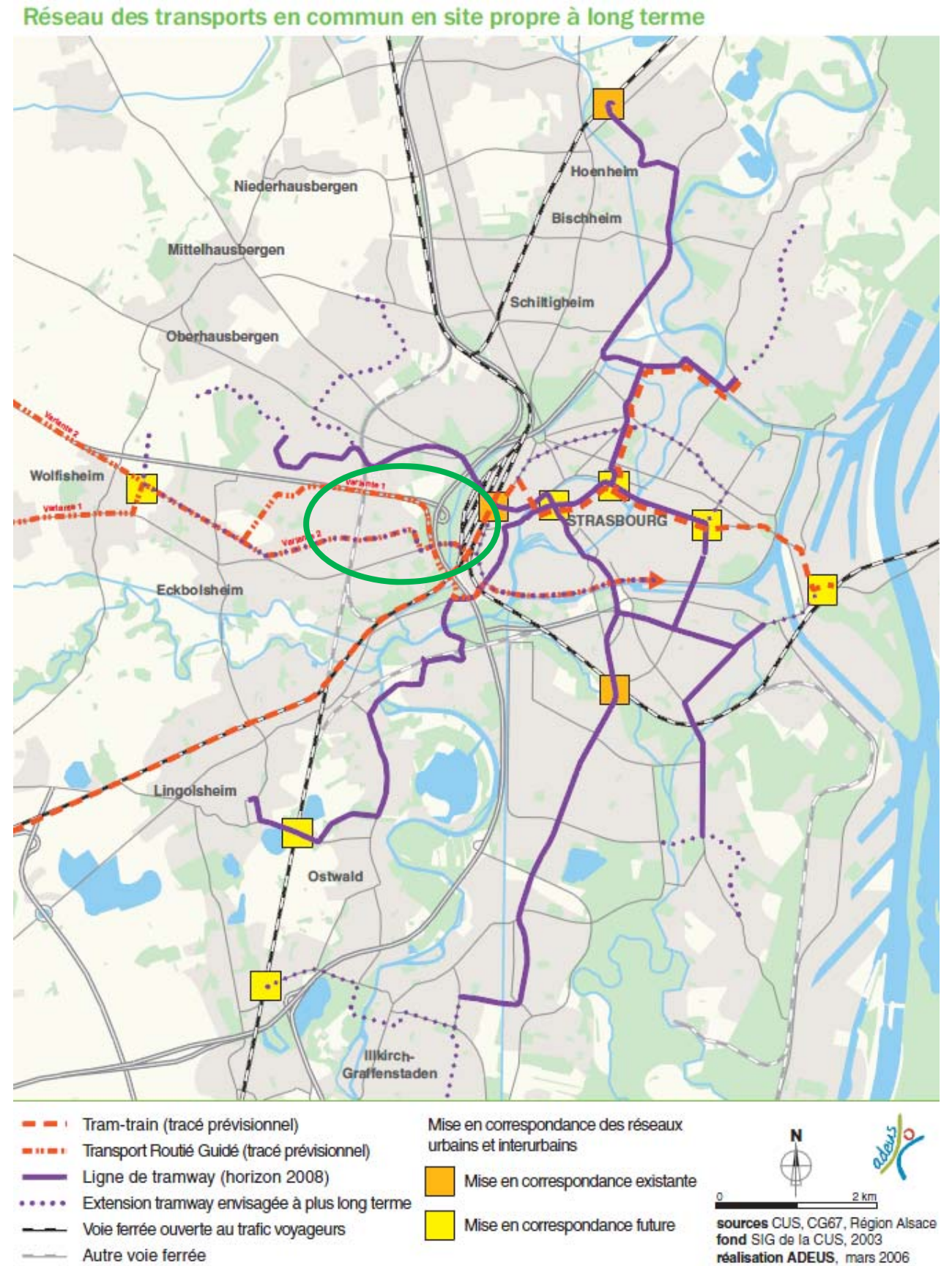


Figure 229 : Réseau de transports en commun en site propre à long terme (Source : SCOTERS 2006)



### VII.1.2. PLU de l'Eurométropole

En 2017, le Plan Local d'Urbanisme (PLU) devient le document d'urbanisme de référence pour l'ensemble du territoire de l'Eurométropole de Strasbourg. Le PLU de l'Eurométropole est un outil réglementaire qui fixe les règles de la vocation du sol.

Le PLU n'est pas encore approuvé, au moment de l'élaboration du présent dossier, et n'est pas un document opposable. Il s'agit cependant de vérifier que le projet d'extension de la ligne F de tram vers Koenigshoffen s'inscrit bien dans le cadre défini par ce PLU.

Le Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) exprime une vision stratégique du développement de l'agglomération à l'horizon 2030, certaines orientations concernent les transports en commun :

Orientations du PLU	Compatibilité avec le projet
<b>Améliorer la qualité de vie et l'offre de services :</b> <i>construire une « métropole des proximités » où la plupart des déplacements sont réalisables à pied ou à vélo.</i>	L'extension Ouest de la ligne du tramway s'accompagne sur tout son linéaire de la création d'une piste cycles/piétons.
<b>Préparer le territoire à une société sobre en carbone :</b> <i>une mobilité moins axée sur l'automobile, en développant notamment les possibilités de déplacements piétons et cyclables ou en transports en commun.</i>	Le projet d'extension Ouest de la ligne du tramway répond à l'orientation de diminution de l'utilisation de l'automobile en couvrant un territoire de plus en plus large et le parking relais augmente l'incitation à l'utilisation du tramway.
<b>Construire une agglomération connectée :</b> <i>Le déploiement du réseau de transport en commun en site propre se poursuit dans les secteurs les plus denses, non seulement sur certaines liaisons radiales mais également en rocade dans une logique de maillage.</i>	L'extension de la ligne du tramway poursuit le maillage par les transports en commun dans les quartiers Ouest de Strasbourg.

### VII.1.3. Plan de Déplacements Urbains

Le premier PDU approuvé par le Conseil de la communauté urbaine de Strasbourg le 7 juillet 2000 a été conçu dans le cadre d'une réflexion globale et systémique sur les déplacements qui avaient été engagée en 1991, parallèlement aux études de la 1<sup>ère</sup> tranche fonctionnelle du projet « tramway » (ligne A).

Ce PDU a été élaboré dans un contexte économique, social, démographique, environnemental et réglementaire qui a évolué depuis et dont les effets sur la mobilité imposent de repenser l'organisation de la mobilité pour les 15 prochaines années. Par délibération du 19 décembre 2008, le Conseil de communauté a donc décidé de réviser ce document de planification des déplacements, l'objectif étant de définir une organisation multimodale des déplacements à l'horizon « 2020/2025 ».

Les grandes orientations de la révision du PDU, arrêté par le conseil de communauté en janvier 2012, se résument en cinq points fondamentaux :

- L'amélioration de l'articulation entre les politiques de déplacements et les politiques d'urbanisme ou d'aménagement
- Le rééquilibrage territorial de l'organisation multimodale des déplacements au profit d'un projet métropolitain
- La diversification des services à la mobilité et l'usage de chaque mode dans son domaine de pertinence
- La recherche d'anticipation et de limitation des évolutions climatiques ainsi que des effets de la raréfaction des ressources énergétiques fossiles
- La sensibilisation et l'accompagnement aux changements de comportement en matière de mobilité.

Il est donc prévu dans le PDU à l'horizon 2016-2020 de créer une ligne de transport guidé reliant les communes d'Eckbolsheim et de Strasbourg centre via Strasbourg-Koenigshoffen. Ainsi, ce projet représente une opportunité de créer un maillage plus performant du réseau de tramway.

Objectifs du PDU	Compatibilité avec le projet
L'amélioration de l'articulation entre les politiques de déplacements et les politiques d'urbanisme ou d'aménagement.	L'extension du tramway vers l'Ouest de l'agglomération est un projet de transport qui s'inscrit en cohérence avec l'ensemble des documents de planification et de protection de l'environnement.
Le rééquilibrage territorial de l'organisation multimodale des déplacements au profit d'un projet métropolitain.	Le projet d'extension Ouest du tramway contribue à articuler le centre de l'agglomération avec la périphérie.
La diversification des services à la mobilité et l'usage de chaque mode dans son domaine de pertinence.	Le quartier de Koenigshoffen va voir son réseau de transport en commun s'améliorer.
La recherche d'anticipation et de limitation des évolutions climatiques ainsi que des effets de la raréfaction des ressources énergétiques fossiles.	Le choix du tramway pour projet contribue à proposer une alternative crédible et moins consommatrice en énergie fossile (traction électrique) au transport individuel automobile.
La sensibilisation et l'accompagnement aux changements de comportement en matière de mobilité.	L'Eurométropole de Strasbourg a choisi de promouvoir les déplacements alternatifs à la voiture particulière : tramway mais aussi modes actifs tels que piétons et cycles et création de parking-relais.

### VII.1.4. Schéma Directeur des Transports Collectifs

Afin de donner un nouvel élan au développement du réseau de transport collectif et de tenir compte des évolutions des besoins de déplacements, ainsi que des capacités de financement, le Conseil de communauté a décidé, lors de sa séance du 21 novembre 2008, d'engager l'élaboration d'un Schéma Directeur des « Transports Collectifs 2025 ». Ce schéma directeur est conçu dans un souci de développement

durable, de multimodalité et d'équilibre dans les pratiques de la mobilité ainsi que de protection du cadre de vie dans l'agglomération strasbourgeoise.

Cette démarche de planification répond au souci de l'Eurométropole de Strasbourg de se doter d'une vision d'ensemble du devenir de son réseau de transport, s'inscrivant dans une politique globale de mobilité – traduite dans le révision du PDU – et, dans une perspective de développement urbain, économique et social durable de l'agglomération.

Ce schéma directeur, qui servira de référence programmatique aux opérations qui seront mises en œuvre au cours des 15 années du schéma directeur, a été approuvé par le Conseil de Communauté de Strasbourg du 25 juin 2010.

A l'horizon 2025, l'objectif est de disposer d'un réseau de transports collectifs répondant aux grands principes suivants :

- dans le cœur métropolitain de l'agglomération : un maillage complet par des transports collectifs performants, principalement par le tramway ;
- sur la première couronne de l'Eurométropole de Strasbourg : une couverture complète du territoire par des radiales à forte capacité et une liaison rocade performante ;
- pour la deuxième couronne : tirer profit de la diversité et de l'efficacité des modes de transports collectifs.

Les projets du Schéma Directeur se déclinent suivant trois horizons : 2010-2015 ; 2016-2020 ; 2021-2025.

Stratégie de mise en œuvre du Schéma Directeur	Compatibilité avec le projet
Diversifier l'offre de transport collectif pour permettre aux usagers d'utiliser le mode de transport le plus pertinent	Le développement du tramway et la création du parking-relais diversifient l'offre de transport au sein du quartier de Koenigshoffen.
Améliorer l'efficacité et la qualité des réseaux de bus et de tramway pour améliorer la qualité de la desserte globale et maîtriser les coûts de fonctionnement	Le projet d'extension Ouest du tramway accompagné par une restructuration du réseau de bus urbains permet d'apporter une amélioration de la qualité de desserte tout en maîtrisant les coûts d'exploitation.
Phaser les extensions du réseau structurant de transport en site propre	L'extension vers l'Ouest de la ligne de tramway fait partie des axes identifiés dans le Schéma Directeur «2025».
Répondre aux besoins de la seconde couronne	L'extension vers l'Ouest de la ligne de tram a été retenue afin de proposer une desserte d'un niveau de service encore plus performant et plus structurante à l'approche du centre-ville pour les usagers venant de la seconde couronne.
Mieux coordonner les modes de transport	Le projet d'extension Ouest du tramway a été totalement intégré à une stratégie complète du réseau de transport tant collectif (réseau bus) qu'individuel (stratégie globale de développement du maillage piéton, cycle mais également liaisons routières).

### VII.1.5. Plan Local de l'Habitat

Le Plan Local de l'Habitat (PLH) a été approuvé par le Conseil de communauté le 27 novembre 2009. En regard du constat que l'offre en logements dans l'agglomération strasbourgeoise est insuffisante, mal répartie et peu diversifiée, et face à une demande et à des besoins qui ne cessent de croître, il traduit une volonté de mener une politique de l'habitat exemplaire à tous les niveaux : social, économique et environnemental.

Ce 4ème PLH est territorialisé et comporte des objectifs quantitatifs localisés de développement de l'offre pour chaque commune et chaque quartier strasbourgeois en précisant les horizons de réalisation de ces opérations.

4 axes stratégiques	Compatibilité avec le projet
Répondre aux besoins de logements de toutes les catégories de la population strasbourgeoise aux différentes étapes de la vie	Le projet d'extension Ouest du tramway va permettre de renforcer l'accessibilité pour répondre aux besoins du quartier de Koenigshoffen.
Mobiliser et maîtriser le foncier nécessaire à la production de logements sur l'ensemble du territoire de la communauté urbaine	Le projet d'extension Ouest du tramway va permettre l'amélioration du cadre de vie du quartier et apporter une solution de transport en commun pour les zones futures d'urbanisation dans le secteur.
Contribuer à un aménagement urbain innovant et à un habitat durable	Les projets urbains dans le secteur répondent à cet objectif.
Améliorer le parc existant, lutter contre l'habitat indigne et prendre en compte les problématiques de santé dans leurs interactions	Le projet n'est pas concerné.

Le projet d'extension « Ouest » de la ligne de tram s'inscrit parfaitement dans les objectifs retenus par le PLH, car il permet de favoriser les constructions neuves et la mobilisation du foncier, pour répondre aux besoins en logements.

Concernant les objectifs de production de logements fixés par le PLH pour le quartier de Koenigshoffen, il avait été prévu en 2009 de construire 900 logements dont 425 logements aidés neufs, or l'évaluation à mi-parcours a permis de constater que l'objectif de production serait largement dépassé avec un prévisionnel de production de 1416 logements dont 545 logements aidés neufs.

### VII.1.6. Plan Climat

Le Plan Climat Territorial de l'Eurométropole de Strasbourg a été élaboré en 2010 dans l'optique de définir les actions prioritaires dans lesquelles les collectivités peuvent s'engager sans plus tarder et pour servir de base à un débat partenarial avec les acteurs de terrain. L'Eurométropole de Strasbourg confirme ses objectifs :

- de réduire de 30 % les émissions de GES d'ici 2020 par rapport à 1990 ;
- d'économiser 30 % de la consommation totale d'énergie ;
- de porter à 20 à 30 % la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie.

Ces objectifs valent en priorité pour l'exemplarité de la collectivité dans son fonctionnement interne. Les actions territoriales concernent notamment l'organisation de l'agglomération autour d'un réseau de transports en commun performant pour réduire les distances de déplacement et se déplacer mieux en polluant moins.

Du point de vue de la politique de transport, l'objectif est de faire passer, d'ici 2025, la part modale de l'automobile pour les voyageurs à 50 % des modes mécanisés sur l'ensemble de l'Eurométropole de Strasbourg, celle du transport collectif à 25 % et celle du vélo à 25 %.

Le projet d'extension « Ouest » de la ligne de tram s'inscrit parfaitement dans les objectifs retenus par le Plan Climat : le tramway constituera une offre alternative crédible à la voiture dans ce secteur. Les aménagements cyclables et piétons accompagnant le projet vont étendre l'offre pour les modes actifs par des cheminements piétons et cyclables sécurisés et confortables. La création du parking-relais est son accessibilité facilitée par le dévoiement de la bretelle d'autoroute participe à l'offre alternative à l'utilisation de la voiture en ville.

Orientations principales du Plan Climat	Compatibilité avec le projet
Améliorer et augmenter l'offre en transport collectif	Le projet d'extension Ouest du tramway s'inscrit dans le schéma de développement du réseau de transport collectif urbain structurant qui vise à développer les transports collectifs sur les 1 <sup>ère</sup> et 2 <sup>ème</sup> couronnes, et d'améliorer la qualité de service et l'efficacité du réseau bus.
Réorienter la politique routière	Le projet d'extension Ouest du tramway et le parking-relais vont proposer des réponses alternatives à la voiture individuelle.
Mettre en œuvre des mesures nettement préférentielles pour les véhicules peu émetteurs de gaz à effet de serre (GES)	Le choix de la technologie tramway à alimentation électrique limite les émissions des GES.
Favoriser les modes actifs de déplacements (piétons/cycles)	Le projet d'extension Ouest du tramway est l'occasion de compléter le maillage des pistes cyclables dans les quartiers Gare et Koenigshoffen vers le centre-ville. Il prévoit des dispositifs améliorant les conditions de déplacement des cyclistes et de stationnement des vélos, et favorisant l'usage de la marche à pied par des traitements appropriés des cheminements.

### VII.1.7. Plan Piéton

Par délibération du Conseil municipal du 23 janvier 2012, la Ville de Strasbourg a approuvé le «Plan piéton», composé de 10 points qui sont appliqués pour toutes nouvelles opérations de voirie et d'urbanisme.

Points clés du Plan Piéton	Compatibilité avec le projet
Promouvoir la marche	Afin de favoriser la marche à pied et mettre en valeur le plaisir qu'elle procure, le projet d'extension du tramway prévoit d'intégrer des aménagements pour les piétons attractifs et sécuritaires.
Accorder plus de place aux piétons	Le projet vise à mettre en œuvre un espace conséquent réservé aux piétons.
Désamorcer les conflits piétons-vélos	Le projet tente d'offrir des solutions favorables aux les piétons et cycles, par l'aménagement d'itinéraires cyclistes alternatifs ou de stationnement approprié ou des séparations physiques des espaces.
Utiliser les documents d'urbanisme pour améliorer la perméabilité du territoire	L'extension du tramway permet de créer de nouvelles liaisons piétonnes à travers le territoire tout en se raccordant sur les axes existants.
Instaurer le 1% piéton à l'occasion des projets de transports publics	Le projet intègre les aménagements nécessaires pour rabattre les piétons sur les stations de transport en commun. Ainsi, chaque nouvelle station de tram a été étudiée et pensée en termes de traversées.
Renforcer la perméabilité piétonne des axes 50	Le projet a été conçu de manière à garantir la sécurité des piétons.
Mieux traiter les carrefours pour piétons	Le projet prévoit l'aménagement des carrefours pour un franchissement régulier et en toute sécurité.
Créer un réseau piétonnier magistral reliant les centralités de quartier	Le projet de tramway est l'occasion de développer le long de ce nouvel axe, une liaison piétonne majeure Est-Ouest à travers les quartiers de la Gare et de Koenigshoffen.



### VII.1.8. Schéma Directeur « Vélo »

Afin de conforter sa politique cyclable et de rester innovant dans le domaine des modes actifs, l'Eurométropole de Strasbourg révisé en 2011 son Schéma Directeur « Vélo », avec pour objectifs :

- d'améliorer la structure du réseau principal assurant les liaisons entre les pôles générateurs ;
- de mettre en œuvre des actions et des services permettant de développer l'usage du vélo.

Le nouveau schéma directeur « vélo », concerté avec l'ensemble des communes, va permettre d'identifier les aménagements nécessaires pour compléter à terme le réseau cyclable structurant sur l'agglomération. Il permet de pointer les actions prioritaires à mettre en place pour faciliter et encourager l'usage du vélo, que ce soit au centre, en première ou en deuxième couronne.

Objectifs du schéma directeur	Compatibilité avec le projet
L'aménagement des axes structurants de l'agglomération (travers d'agglomération, axes transversaux périphériques...)	Le projet d'extension du tramway est l'occasion d'offrir un axe structurant Est-Ouest à travers les quartiers de la Gare et de Koenigshoffen vers le centre-ville.
La desserte des équipements d'agglomération, des établissements d'enseignement et des zones d'activités	Le projet de tramway accompagné par le développement du réseau cyclable contribue à améliorer la desserte des équipements situés dans l'Ouest de l'agglomération.
La complémentarité transports en commun/vélo par le rabattement vers les gares et les stations tramway périphériques	Le projet prévoit d'intégrer le tramway et les pistes cyclables dans un système global de déplacements.

## VII.2. EFFETS DU PROJET SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'URBANISATION

### VII.2.1. Typologie des espaces traversés

Le secteur Ouest de l'agglomération représente un enjeu de développement urbain fort du territoire de l'Eurométropole tant en termes d'extension et de renouvellement urbain que d'amélioration paysagère des aménagements.

Situé à l'Ouest de l'agglomération strasbourgeoise, le quartier de Koenigshoffen est l'un des faubourgs les plus anciens de Strasbourg mais il est séparé du centre-ville par une succession d'infrastructures (A35, voies ferrées), générant une entrée de ville et de quartier peu qualitative.

Le début de la route des Romains, véritable porte d'entrée dans le quartier de Koenigshoffen Est, aujourd'hui, majoritairement composé de terrains de sports, fermes, champs et friches. Secteur à urbanisation forte, le faubourg ancien se démarque nettement de la séquence centre-urbain.

Le quartier Gare se situe à l'Ouest dans le centre-ville élargi. Ce quartier est marqué par la présence de la gare Centrale et les grands boulevards irriguant la ville. Ces boulevards (Faubourg National, Boulevard de Metz /Nancy) sont constitués par une architecture bourgeoise régulière et dense.

L'extension de la ligne F de tram permet de relier le centre de Strasbourg, le quartier Gare avec le quartier d'habitat de Koenigshoffen.

De nombreux équipements, d'enseignement mais aussi sportifs et de loisirs sont présents au cœur même du secteur de projet. La zone de projet fait l'objet de projets de développement urbain en termes de logements mais aussi d'activités.

### VII.2.2. Perspectives de développement urbain

La zone de projet est un secteur stratégique faisant l'objet d'enjeux multiformes dans la perspective du développement d'une entrée de ville Ouest.

Le quartier de Koenigshoffen fait partie du « secteur Nord-Ouest » identifié comme « pôle urbain » par le SCOTERS. Le quartier de la Gare comporte également des enjeux en termes d'urbanisation de requalification d'espaces.

Le projet constitue un encouragement aux opérations de restructuration urbaine dans le corridor tramway et le long de la ligne : construction, réhabilitation, projets d'urbanisme.

Le développement du secteur Ouest de l'agglomération se traduit par plusieurs projets d'urbanisation :

- o Projet de réaménagement de la Porte des Romains :

Ce projet d'une emprise d'environ 20 ha est une opération d'aménagement et de requalification urbaine et paysagère dont les objectifs sont :

- Améliorer l'image de l'entrée Est de Koenigshoffen en lien avec le Parc Naturel Urbain ;
- Accompagner l'arrivée du tramway par un projet urbain cohérent, trait d'union entre le cœur de Koenigshoffen et le centre-ville ;
- Recréer une centralité autour de la route des Romains ;
- Proposer des logements de qualité, bien desservis en équipements et en transports publics, à proximité d'espaces verts ;
- Créer des ouvertures sur les espaces naturels et les espaces de loisirs du Glacis et du Parc Naturel Urbain ;
- Valoriser le patrimoine bâti et paysager du quartier.

Au total, 150 logements sont prévus à l'horizon 2020 auxquels pourra s'ajouter un potentiel d'activité de 2500 m<sup>2</sup>.

- o Chartreuse :

Ce projet est situé à Koenigshoffen, sur la Route des Romains (à hauteur de la rue de l'Engelbreit) sur un terrain d'environ 20 000 m<sup>2</sup>. Le projet consiste en la création de 250 logements dont 25% en locatif social.

Les aménagements ont pour objectif de favoriser la biodiversité et les espaces de circulation piétonne. La livraison est estimée pour 2019/2020.

○ ZA Forges

Plus à l'Ouest, le Parc des Forges est installé sur le site historique des anciennes forges de Strasbourg. 32 000 m<sup>2</sup> de locaux ont été livrés et loués en 2016, générant 2 000 emplois. Le projet Clestra situé à l'Ouest de la ZA Forges comprend 374 logements. La première phase a été livrée en 2016, le projet devant être totalement livré mi 2019.

○ Quebecor

Le projet consiste en l'urbanisation du site de l'ancienne imprimerie Quebecor via la construction de 226 logements et 282 places de stationnement. La livraison est estimée pour 2018/2019.

○ Charmille Nord

Ce projet se situe à proximité de l'échangeur autoroutier A351 et comporte 53 logements livrés en 2015 et 16 logements (locatif social et accession social) sont prévus pour 2017.

○ Caserne Marcot

Située 5 rue de Saales, sur les berges, la caserne Marcot-Nord a fait l'objet d'un projet de reconversion et de revalorisation du site de la caserne de gendarmerie. Le projet prévoit la création de 178 logements pour 2017.

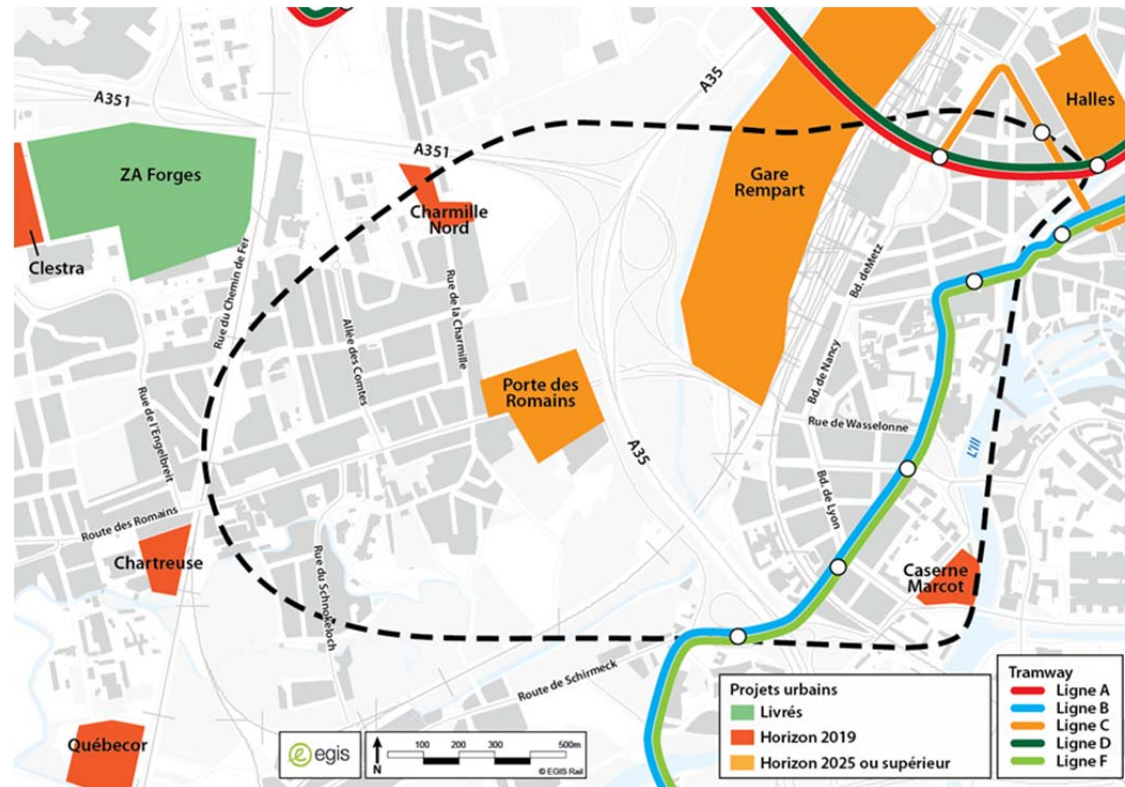


Figure 230 : Carte des projets urbains sur le secteur de l'extension à partir de l'année 2012 (Fond : EMS - Réalisation : GETAS)

### VII.2.3. Effets du projet

Le projet d'extension de la ligne F de tram vers Koenigshoffen constituera une réelle amélioration du cadre de vie en termes de déplacements urbains du secteur Ouest de l'agglomération strasbourgeoise.

Il s'inscrit ainsi en cohérence avec les documents de planification et va encourager une organisation de ce pôle urbain Ouest de l'agglomération. Le projet d'extension de la ligne F de tram permettra par ailleurs de desservir plus efficacement le quartier existant de Koenigshoffen.

La requalification de ce quartier sera soutenue par l'arrivée du tramway qui constituera un facteur d'attractivité en renforçant l'accessibilité au quartier.

De plus, l'aménagement des itinéraires piétons/cycles grâce au tramway constitue une possibilité d'améliorer la qualité paysagère du quartier.

Le projet de tramway accompagnera le développement de l'urbanisation dans le secteur en intensifiant et en facilitant les échanges vers l'Ouest, mais également vers le centre-ville de Strasbourg. Il permettra de desservir le secteur Ouest actuellement séparé du cœur de l'agglomération par des zones peu denses et de nombreuses infrastructures imposantes. Le projet de tramway supportera le développement de l'urbanisation autour d'un axe structurant en limitant l'étalement multidirectionnel conduisant au mitage des territoires en périphéries des villes.

Globalement, l'extension « Ouest » de la ligne de tram vers Koenigshoffen n'engendre pas d'effet d'étalement urbain. Les effets de développement urbain à moyen/long termes ne devraient pas se réaliser de façon diffuse et isolée : ils devraient être le résultat du développement maîtrisé des nouveaux espaces tels qu'ils sont programmés dans les documents de planification.

**VIII. ANALYSE DES ENJEUX  
ECOLOGIQUES ET DES RISQUES  
POTENTIELS LIES AUX  
AMENAGEMENTS FONCIERS**



L'article R.122-5 du Code de l'environnement fixe le contenu des études d'impact et précise en particulier que pour les infrastructures de transport, l'étude d'impact comprend, en outre :

*« Une analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers, portant notamment sur la consommation des espaces agricoles, naturels ou forestiers induits par le projet, en fonction de l'ampleur des travaux prévisibles et de la sensibilité des milieux concernés ».*

Ce chapitre est sans objet puisque le projet ne comporte pas d'aménagement foncier, agricole ou forestier, et n'induit pas de consommation d'espaces agricoles, naturels ou forestiers.

Le projet d'extension de la ligne de tram s'insère en milieu urbanisé dense, ainsi il n'impacte aucune parcelle agricole et forestière.

L'analyse des enjeux écologiques est entièrement traitée dans le chapitre III relatif aux inventaires faune et flore et dans le chapitre IV relatif aux effets sur le milieu naturel.

## **IX. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS**

L'article R.122-5 du Code de l'environnement fixe le contenu des études d'impact et précise en particulier que l'étude d'impact devra présenter:

«III- Pour les infrastructures de transport visées aux 5 et 9 du tableau annexé à l'article R.122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :

- une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique, lorsqu'elle est requise par l'article L.1511-2 du Code des transports.

L'évaluation économique et sociale du projet fait l'objet d'un volet spécifique du dossier d'enquête préalable à la déclaration d'utilité publique. Les éléments du présent chapitre étant tirés de ce volet, il conviendra de s'y reporter pour de plus amples informations notamment sur les hypothèses et la méthodologie utilisées.

Les coûts et les avantages du projet sont établis par comparaison entre une situation sans projet de transport collectif structurant dite situation de référence, et une situation de projet, où celui-ci est réalisé. Le scénario de référence correspond à la situation la plus probable en l'absence du projet de tramway. Il sert de base de comparaison au scénario de projet.

## IX.1. LES COÛTS ANNUELS

### IX.1.1. Coûts d'investissement

L'investissement lié au projet d'extension « Ouest » de la ligne F de tram vers Koenigshoffen, retenu pour l'analyse socio-économique, s'élève à 42 millions d'euros (valeur 2016).

La dépense globale correspondante associée s'étale sur une période de 5 ans pour une mise en service en 2019.

Le programme de renouvellement des infrastructures et des équipements du tramway s'établit sur les bases d'un amortissement qui est fonction de la nature de chaque composant concerné, dont la durée de vie indicative peut être ainsi évaluée :

- Génie civil et ouvrages d'art : 50 ans au moins ;
- Stations : 20 ans ;
- Matériel roulant : 30 ans ;
- Electronique : 7 à 15 ans, selon l'équipement ;
- Equipements électromécaniques : 15 ans ;
- Voies : 30 ans ;
- Lignes aériennes : 25 ans.

### IX.1.2. Coûts d'exploitation

La mise en service de l'extension Ouest de la ligne F de tram entraînera des coûts d'exploitation supplémentaires, liés à son fonctionnement.

Les coûts d'exploitation sont quantifiés à partir de la définition de l'offre sur le tramway d'une part, et de la restructuration associée du réseau de bus d'autre part.

Le bilan d'exploitation est ainsi de :

Horizon 2019 Phase 1	
Exploitation de l'extension Ouest de la ligne/tram « F »	- 394 700 €/an
Renfort ligne B	+ 145 000 €/an
Restructuration bus associée à Koenigshoffen	+ 62 000 €/an
Coûts de maintenance	+ 57 000 €/an
Bilan résiduel	- 130 700 €/an

Le calcul des indicateurs socio-économiques sur une période de 40 ans conduit aux résultats suivants :

Taux de rentabilité interne (TRI)	7,2 %
Valeur Actuelle Nette Socio-Economique (VAN-SE) au taux de 4,0 %	39,2 M€
Taux de rentabilité immédiate en 2021 (plein effet d'exploitation)	7,9 %

Le taux de rentabilité interne est de 7,2% pour la première phase. Ces taux sont supérieurs au taux d'actualisation de 4,5%. Le projet peut ainsi être estimé socio-économiquement rentable. Ce résultat s'explique en particulier par un cout de réalisation maîtrisé et une économie d'exploitation dans la première phase.



## IX.2. GAINS ANNUELS POUR LA COLLECTIVITÉ ET L'ENVIRONNEMENT

### IX.2.1. Gains de temps pour les usagers

Parmi les critères de décision qui interviennent dans le choix du mode de déplacement, le temps de trajet est un élément déterminant. Les temps de parcours et la valeur que les individus attribuent à leur temps, entrent ainsi dans le coût appliqué par les usagers à chacun des modes et qui définit la répartition modale des déplacements.

Le gain de temps est un élément important de l'évaluation socio-économique d'un nouveau système de transport. Il est calculé pour les usagers du nouveau mode, qui se répartissent en trois catégories:

- les anciens usagers des transports collectifs,
- les usagers transférés de la voiture particulière vers les transports collectifs (usagers reportés),
- les usagers utilisateurs résultant d'un gain de mobilité (usagers induits).

Un des objectifs du projet de tramway et de la réorganisation du réseau de bus associée est de permettre aux usagers du réseau de transport public de gagner du temps.

Les usagers des transports collectifs, avec la mise en service de l'extension obtiendront :

- Des gains de temps sur leurs déplacements, une connexion plus efficace avec l'ensemble des systèmes de transports collectifs, urbains, départementaux et ferroviaires ;
- Une garantie de meilleure régularité (pas d'embouteillage, réduction des temps d'attente à l'arrêt) que dans le cas d'une utilisation d'un mode routier, collectif ou individuel ;
- Une vitesse et un confort accrus, une amplitude de fonctionnement des transports encore améliorée pour les usagers de l'extension.

Les types d'usagers qui bénéficieront d'un avantage à la mise en service de l'extension sont :

- Les « anciens usagers » des transports collectifs (usagers déjà présents sur le système de transports collectif en situation de référence) par réduction de leur temps de parcours moyen ;
- Les « nouveaux usagers » des transports collectifs, usagers issus du report de la voiture sur le système de transport en commun et induits par l'offre nouvelle et l'attractivité accrue.

En phase 1 du projet à l'horizon 2019, les gains sont les suivants :

- Gain de temps global annuel 81 400 heures
- Gain de temps pour les anciens usagers 80 800 heures
- Gain de temps pour les nouveaux usagers 190 heures.

Ces gains en termes temps sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

En complément, la réduction du trafic VP va permettre une décongestion des voiries et également des gains de temps pour les usagers VP.

### IX.2.2. Amélioration de la sécurité

L'importance des circulations de toutes natures provoque de nombreux accidents, matériels et corporels, tant entre les différents véhicules se partageant la voirie qu'avec les piétons amenés à traverser les chaussées. Les transports publics, et plus encore les systèmes en site propre provoquent beaucoup moins d'accidents que les transports individuels par personne transportée.

Ceci entraîne un gain pour la collectivité, qui est pris en compte dans le calcul de la rentabilité socio-économique ; la méthode appliquée consiste en l'évaluation des accidents évités du fait des reports modaux attendus et du moindre risque statistique des transports publics, puis de leur valorisation économique pour la collectivité. Ces gains sont monétarisés grâce à des coûts par véhicule.

L'insertion du tramway en site propre et les aménagements annexes du projet (pistes cyclables, cheminements piétons, aménagements paysagers et réorganisation des carrefours) contribuent à améliorer la sécurité sur l'ensemble du tracé des usagers par séparation des différents flux.

Ces gains en termes de sécurité routière sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

### IX.2.3. Réduction des pollutions de l'air

L'émission des polluants par la circulation automobile est fonction des caractéristiques techniques des véhicules, de la composition des carburants et de la présence d'additifs, ainsi que de la façon dont le flot de véhicules s'écoule. La pollution de l'air par la circulation se manifeste par deux effets :

- Une pollution sensible visuelle et olfactive, qui est directement perçue par les sens des individus et qui constitue une gêne : fumées bleues ou noires, odeurs, poussières parfois irritantes, salissures ;
- Une pollution gazeuse que l'on pourrait qualifier de toxique dans la mesure où les constituants émis ont des effets nocifs connus lorsqu'ils sont inhalés à très forte dose ; ce n'est pas nécessairement le cas en espace extérieur, où les polluants sont dilués à des teneurs très faibles ; on peut cependant s'inquiéter des effets à long terme très difficiles à mettre en évidence. On peut notamment citer certaines particules fines émises par les moteurs diesel et à essence non catalysés, qui sont l'un des principaux facteurs de risque de santé lié à la pollution en milieu urbain (cancers du poumon, pathologies pulmonaires, risques cardio-vasculaires...).

Les principaux polluants sont le monoxyde d'azote, les oxydes d'azote (responsables de troubles respiratoires), les poussières (irritation de l'appareil respiratoire, risques présentés par la présence de métaux lourds), les hydrocarbures (cancérogènes). De plus, la pollution de l'air, notamment la pollution acide, est la cause de dégradations importantes du patrimoine architectural.

Le projet d'extension contribuera à la diminution des concentrations moyennes annuelles et des concentrations horaires maximales de polluants gazeux. Ces effets positifs sur la pollution atmosphérique résultent de la réduction des émissions de polluants automobiles liés au report d'automobilistes vers les transports en commun pour tout ou partie de leur parcours (parcs relais).

Ces gains en termes de pollution sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

### IX.2.4. Gaz à effet de serre

De la même manière, les émissions de gaz générées par les déplacements en VP ou en bus contribuent à l'effet de serre. Le report de trafic et la diminution des kilomètres parcourus par les bus confèrent une plus-value environnementale au projet.

Ces gains en termes de GES sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

### IX.2.5. Réduction des nuisances sonores

L'extension de la ligne F de tram améliorera, à court et long terme, l'environnement sonore des quartiers traversés dans la mesure où il participe à la réduction du trafic automobile.

Les gains liés à la réduction des nuisances sonores sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

### IX.2.6. Récapitulatif

Le tableau ci-après récapitule pour 2021 et 2027, pour chaque phase, les premières années de plein effet de la fréquentation et pour l'ensemble de la durée du bilan les coûts et les gains liés au projet d'extension de la ligne de tramway F :

	Année 2021, 1 <sup>ère</sup> phase K€ H.T., valeur 2016	Année 2027, programme K€ H.T., valeur 2016	Evaluation sur la période du bilan, 1 <sup>ère</sup> phase K€ H.T., total actualisé, valeur 2016	Evaluation sur la période du bilan, projet global K€ H.T., total actualisé, valeur 2016
<b>Coûts d'investissement (dont valeur résiduelle)</b>	-	-	-50 445 k€	-108 401 k€
<b>Surcoût d'exploitation</b>	134 k€	- 1 702 k€	3 755k€	-35 439 k€
<b>Gains de temps des usagers actuels et des nouveaux usagers des transports collectifs</b>	747 k€	3 044 k€	23 294 k€	75 705 k€
<b>Gains environnementaux</b>	800 k€	1 545 k€	41 465 k€	61 497 k€
<b>Moindre utilisation de la voiture</b>	803 k€	1 086 k€	21 173 k€	25 843 k€
<b>Gain total</b>	2 484 k€	3 973 k€	39 242 k€	19 104 k€

Le coût d'investissement intègre le montant initial d'investissement, les coûts de réinvestissement au fur et à mesure (courants faibles,...). La valeur résiduelle est calculée à partir de la durée de vie des équipements, elle est déduite de l'investissement au bout de la période du bilan afin de prendre en compte le fait qu'une part de leur valeur perdurera après la période du bilan.

## IX.3. AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITÉ

D'un point de vue économique, des retombées sont à attendre à plusieurs titres:

- des retombées directes pour l'économie régionale liées à l'injection d'un montant de travaux importants, la plus grande part concernant les activités de génie civil et d'aménagement paysager,
- des retombées induites et des effets d'entraînement pour les bureaux d'études, les consultants et les entreprises de bâtiment et génie civil, d'industrie (mécanique, construction électrique et électromécanique, matériel ferroviaire) et de services,
- et, de ce fait, des créations ou des maintiens d'emplois.

En phase 1 du projet à l'horizon 2019, on estime à 223 emplois.an directs et 189 emplois.an indirects liés à l'infrastructure.

**X. EVALUATION DES  
CONSOMMATIONS  
ENERGETIQUES ET  
DESCRIPTION DES  
HYPOTHESES DE TRAFIC**



L'article R.122-5 du Code de l'environnement fixe le contenu des études d'impact et précise en particulier que l'étude d'impact devra présenter :

« Pour les infrastructures de transport visées aux 5 et 9 du tableau annexé à l'article R.122-2, l'étude d'impact comprend, en outre :

- une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet, notamment du fait des déplacements qu'elle entraîne ou permet d'éviter ;
- une description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences.»

## X.1. BILAN CARBONE

Les gaz à effet de serre pris en compte dans le bilan sont les 6 gaz à effet de serre retenus dans le cadre du protocole de Kyoto (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC et SF<sub>6</sub>) ainsi que certains autres gaz tels que certains CFC (chlorofluorocarbures) et gaz frigorigènes dépendant d'autres protocoles. Il ne s'agit pas d'en définir la concentration dans l'atmosphère, mais d'évaluer les émissions dues au projet. Toutes les activités liées au projet seront converties en émissions, toutes exprimées dans une même unité, « l'équivalent carbone (C) ».

Chaque quantité de matériaux ou chaque kilomètre parcouru est converti en carbone via un facteur d'émission spécifique. C'est l'agrégation de ces résultats qui permet d'estimer le bilan carbone du projet (ex : 1 Tonne d'acier = 870 kg équivalent C ; 1 tonne de béton BC3 = 36 kg équivalent C).

Le Bilan Carbone® doit permettre d'évaluer l'impact du projet d'extension Ouest de la ligne F de tram pour une année type. Il n'intègre donc pas les émissions liées à la ligne actuelle et à son fonctionnement, mais uniquement les émissions liées au fonctionnement de l'extension.

Le Bilan Carbone® a été réalisé pour le projet d'extension de la ligne F de tram de la station «Faubourg national» à la station «Comtes», en phase de construction (matériaux utilisés et transportés) et en phase d'exploitation (fonctionnement du réseau de transport urbain et report modal attendu des voitures particulières vers les transports collectifs).

L'évaluation de l'impact carbone afférent à la phase de construction du projet d'extension de la ligne F de tram a été réalisée à partir de la décomposition du projet en quantité de matériaux utilisés et de leur transport entre le lieu de production et le site projet. En effet l'impact carbone des matériaux de construction dépend à la fois des méthodes de production, mais également de la distance parcourue par ces mêmes matériaux depuis leur lieux d'extraction ou de production.

### X.1.1. Estimation du coût carbone de la construction

Le bilan carbone dont les résultats sont présentés ci-dessous est réalisé pour la phase 1 du programme (mise en service en 2019).

Le coût carbone de l'opération en phase travaux est présenté sur la base des 19 postes du CERTU. Les émissions sont exprimées en Tonnes équivalents Carbone (TeqC) et en Tonnes équivalents CO<sub>2</sub> (TeqCO<sub>2</sub>). Une incertitude sur les émissions des GES de chaque composante (émissions liées à la production de béton, d'acier...) complète l'évaluation.

Le coût carbone de la construction est estimé à 5 093 TeqC soit 18 675 TeqCO<sub>2</sub>. L'incertitude globale cumulée est de 5%, c'est-à-dire que le résultat est robuste à plus ou moins 230 TeqC. Les postes dépôt et matériel roulant ne sont pas générateurs d'émissions car il n'y a pas de travaux ou d'investissements liés à ces postes.

Le graphique ci-après permet d'identifier aisément les principaux postes émetteurs (voirie et espaces publics, plateforme, voie ferrée et stations):

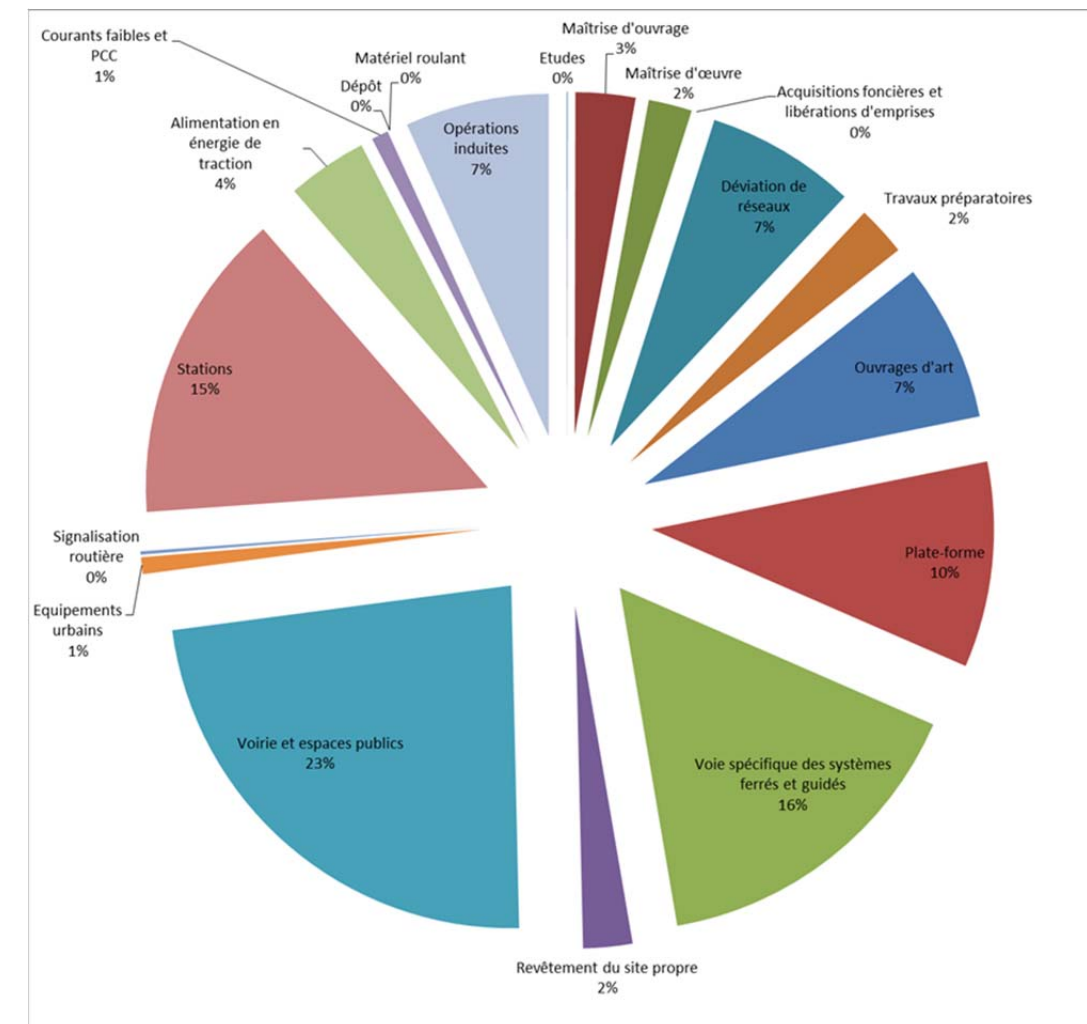


Figure 231 : Répartition du coût carbone du projet par poste CERTU (Source : GETAS, 2016)

Les principaux postes émetteurs de GES sont les suivants, 64% des émissions soit 3 274 TeqC :

- Voirie et espaces publics
- Voie spécifique des systèmes ferrés et guidés
- Stations
- Plateforme.

Les matériaux majoritairement générateurs de GES sont les métaux et le béton, constitutifs principalement des postes ci-dessus.

Les postes liés à des systèmes (courants faibles, alimentation...) sont relativement peu émissifs, en comparaison avec le béton et l'acier des stations/voie/plateforme/voirie. Les déviations de réseaux représentent 8% des émissions, l'opération induite et l'ouvrage d'art chacun environ 7%.

Enfin, les études, MOA et MOE impliquent des émissions réduites.

### X.1.2. Hypothèses et résultats en phase d'exploitation

Lors de la phase d'exploitation, les économies de GES sont liées uniquement au report modal des VP vers les TC, tandis que les émissions de GES directes sont liées à l'exploitation de l'extension ainsi qu'à la restructuration bus associée.

Concernant les économies d'exploitation, le report modal de la voiture vers les transports en commun permet d'éviter chaque année près de 227 TeqC de gaz à effet de serre.

Pour la phase d'exploitation, la mise en service de l'extension et du système de transport dans son ensemble génère des émissions de GES. Pour une année pleine d'exploitation, l'estimation est de près de 30 TeqC, réparties de la manière suivant :

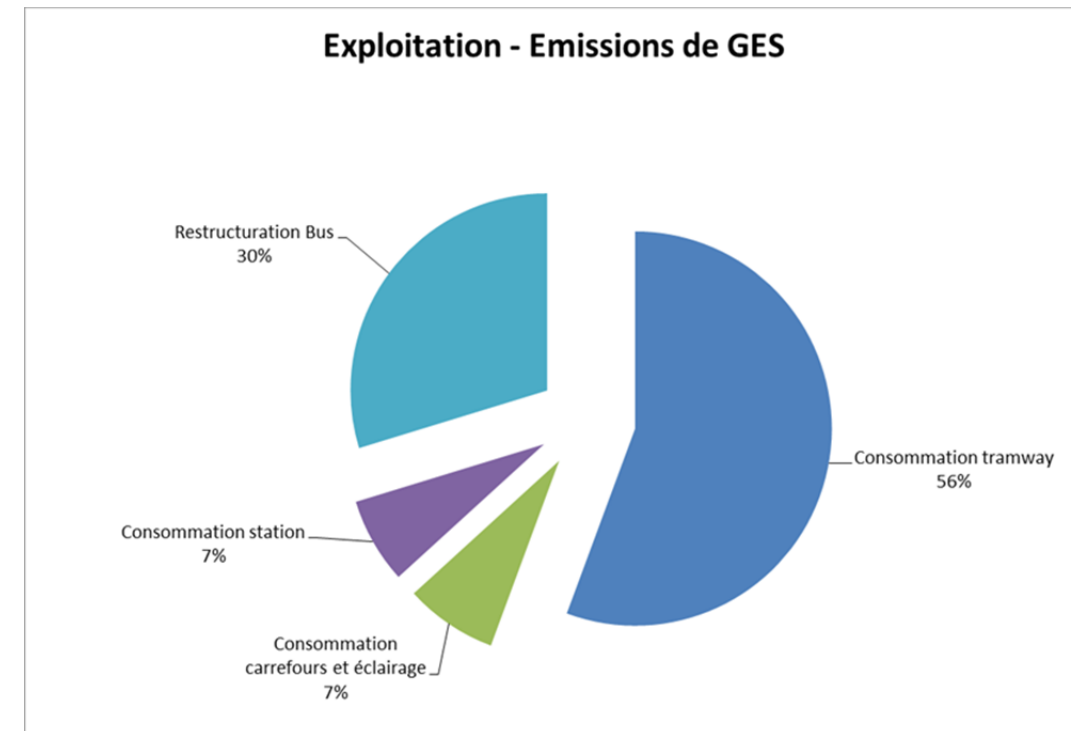


Figure 232 : Répartition des émissions de GES en phase d'exploitation (Source : GETAS, 2016)

Poste	Coût carbone annuel (TeqC)	Incertitude
Restructuration bus	9	61%
Consommation tramway	16	14%
Consommation station	2	51%
Consommation carrefours et éclairages	2	51%
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>33%</b>

Tableau 49 : Émissions de GES en phase exploitation (Source : GETAS, 2016)

Le bilan carbone d'exploitation annuel pour le projet d'extension Ouest de la ligne F de tram permet une réduction de 198 TeqC/an.

### X.1.3. Temps de retour carbone

Il est ainsi possible de calculer un temps de retour carbone à partir du total de la construction et du bilan d'exploitation :

- Construction : 5093 TeqC
- Exploitation : -198 TeqC/an
- Temps de retour carbone : 25,7 années

Près de **26 années** sont ainsi nécessaires pour que les gains liés à la phase d'exploitation compensent les émissions de GES liés à la construction.

## X.2. LES HYPOTHÈSES DE L'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

### Méthodologie

L'évaluation socio-économique d'un projet de transport public s'articule autour du calcul du bilan pour la collectivité et du calcul des avantages et des inconvénients que les différents acteurs du système de transport en retirent. Cette évaluation passe par un processus de monétarisation.

Afin de pouvoir révéler toute l'importance de ces avantages primordiaux pour un projet et d'évaluer leur participation contributive au bilan socio-économique, il est nécessaire de trouver un équivalent monétaire à chacun de ces paramètres permettant en particulier de les additionner.

Tous les calculs seront conduits en euros constants (euros 2016) pour annuler les effets d'évolution des prix.

Conformément aux récentes instructions ministérielles, la période à considérer pour l'évaluation du Projet se compose de trois étapes successives :

- 2016 - 2019, période pour la réalisation et la mise en service du projet (phase 1) ;
- 2020 – 2070, période de vie du projet au sein de son contexte macro-économique au cours de laquelle se fait une prévision, corrélée aux perspectives offre/demande, pour les avantages économiques que l'Option Projet apporte par rapport à l'Option Référence ;
- 2071 – 2140, période au cours de laquelle sont stabilisés les avantages « Projet – Référence », exceptés ceux relatifs à l'émission des GES (Gaz à effet de Serre) par les véhicules particuliers dont le calcul d'actualisation est ainsi neutralisé. Ces avantages « Projet moins Référence » sur cette période permettent d'établir ce qui est nommée la « valeur résiduelle » à ajouter aux valeurs des deux précédentes périodes.

L'instruction cadre de juin 2014 recommande de retenir un taux d'actualisation de 4,5% ou 4% selon le test de stress macro-économique pour les grands projets d'infrastructures.

Par convention, l'année de référence retenue est l'année précédant la mise en service du projet, c'est à dire 2018 pour l'extension du tramway ligne « F » à Koenigshoffen (phase 1).

Deux indicateurs majeurs sont calculés dans le cadre de l'évaluation socio-économique :

- Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) ;
- La Valeur Actualisée Nette Socio-Economique (VAN-SE).

### Actualisation des bilans annuels

L'évaluation du projet doit être complétée en prenant en compte le risque sur l'environnement macroéconomique, dit risque systémique. L'analyse de l'exposition du projet aux risques systémiques est

conduite à l'aide d'un test de « stress » fondé sur un scénario macro-économique dégradé avec un taux d'actualisation égal à 4,0% et une croissance du PIB de 0% par an à partir de 2016.

Pour l'évaluation de la vulnérabilité du projet aux risques systémiques, deux calculs sont nécessaires :

Le premier consiste à évaluer une VAN-SE dite « tendancielle » sur la base d'un taux d'actualisation de 4,0%.

Le deuxième consiste à évaluer une VAN-SE dite « stressée » sur la base d'un taux d'actualisation de 4,0% et en considérant une croissance nulle (0% par an) du PIB sur la durée de prévision soit dans le cas présent entre 2016 et 2070. Cette VAN-SE « stressée » est logiquement inférieure à la VAN « tendancielle » avec un écart  $\Delta v$  plus ou moins élevé.

On juge de la vulnérabilité du projet en fonction de comment se situe la VAN-SE stressée par rapport à 20% de la VAN-SE tendancielle. Si  $\Delta v$  est inférieur à 20%, il n'y a pas de vulnérabilité, sinon il y a vulnérabilité. Par ailleurs, si la VAN stressée est négative, le projet est jugé vulnérable aux risques systémiques.

Si le projet est considéré comme vulnérable aux risques systémiques, le taux d'actualisation choisi est de 4,5%. Sinon, il est de 4%.

Le test de stress macro-économique a conduit aux résultats suivants :

Résultats du calcul socio-économique	VAN-SE base	VAN-SE tendancielle	Test de stress
Taux d'actualisation sur 2016-2140	4,5%	4,0%	4,0%
Croissance PIB	1,5%	1,5%	1,5%
VAN-SE en M€ 2015	39,2M€	50M€	31M€

Tableau 50 : Test de stress macro-économique (Source : GETAS, 2016)

Avec donc une VAN stressée assez écartée de la VAN –SE tendancielle, le projet est présumé vulnérable aux risques systémiques. C'est pour cette raison que l'ensemble des calculs du bilan socio-économique a été établi avec un taux d'actualisation de 4,5%.

### Valeurs tutélaires

*Sécurité :*

Dans une agglomération, l'importance des circulations de toutes natures provoque de nombreux accidents, matériels et corporels, tant entre les différents véhicules se partageant la voirie qu'avec les piétons amenés à traverser les chaussées. Les transports publics, et plus encore les systèmes en site propre provoquent beaucoup moins d'accidents que les transports individuels par personne transportée.

De plus, la qualité générale des matériels et leur entretien régulier excluent les défaillances techniques et confortent le caractère sûr des déplacements en transport collectif.

Ceci entraîne un gain pour la collectivité, qui est pris en compte dans le calcul de la rentabilité socio-économique ; la méthode appliquée consiste en l'évaluation des accidents évités du fait des reports

modaux attendus et du moindre risque statistique des transports publics, puis de leur valorisation économique pour la collectivité.

Les hypothèses de valorisation de l'insécurité pour le mode routier sont calculées à partir des valeurs tutélaires de la vie humaine et des blessés légers ou graves de l'instruction cadre de juin 2014 et du taux d'accidents défini à partir des données 2004 de la sécurité routière.

	Valeur 2010
Tué	3 000 000 € 2010
Blessé grave	375 000 € 2010
Blessé léger	15 000 € 2010

**Tableau 51 : Valeurs tutélaires pour les victimes d'accidents**

Suivant ces hypothèses, le gain en sécurité lié à un projet de transport est estimé 0,087 €2016 par véhicules kilomètres. Suivant l'instruction cadre de juin 2014, cette valeur varie en fonction du PIB par tête.

#### Valeurs de la pollution atmosphériques :

L'émission des polluants par la circulation automobile est fonction des caractéristiques techniques des véhicules, de la composition des carburants et de la présence d'additifs, ainsi que de la façon dont le flot de véhicules s'écoule.

La pollution de l'air par la circulation se manifeste par deux effets :

- Une pollution sensible visuelle et olfactive, qui est directement perçue par les sens des individus et qui constitue une gêne : fumées bleues ou noires, odeurs, poussières parfois irritantes, salissures ;
- Une pollution gazeuse que l'on pourrait qualifier de toxique dans la mesure où les constituants émis ont des effets nocifs connus lorsqu'ils sont inhalés à très forte dose ; ce n'est pas nécessairement le cas en espace extérieur, où les polluants sont dilués à des teneurs très faibles ; on peut cependant s'inquiéter des effets à long terme très difficiles à mettre en évidence.

Les principaux polluants sont le monoxyde d'azote, les oxydes d'azote (responsables de troubles respiratoires), les poussières (irritation de l'appareil respiratoire, risques présentés par la présence de métaux lourds), les hydrocarbures (cancérogènes). De plus, la pollution de l'air, notamment la pollution acide, est la cause de dégradations importantes du patrimoine architectural.

Le projet d'extension de la ligne de tram « F » contribuera néanmoins à la diminution des concentrations moyennes annuelles et des concentrations horaires maximales de polluants gazeux. Ces effets positifs sur la pollution atmosphérique résultent de la réduction des émissions de polluants automobiles liés au report d'automobilistes vers les transports en commun pour tout ou partie de leur parcours (parcs relais) et de la diminution du nombre de kilomètre en bus sur l'agglomération.

Ces gains en termes de pollution sont monétarisés pour chaque année du bilan socio-économique.

La valeur accordée à la diminution de la pollution est évaluée par l'instruction cadre de juin 2014. Les valeurs retenues sont celles d'un milieu urbain très dense.

Externalités	type	Valeur 2010	Valeur 2019
Valeur de la pollution (€/vkm)	VP	0,158 €2010/veh.km	0,103 €2016
	Bus	1,254 €2010/veh.km	0,820 €2016

**Tableau 52 : Base de monétarisation de la pollution**

La valeur de la pollution augmente avec le PIB par tête, selon l'instruction cadre de juin 2014 et diminue de 6% par an pour les VP et pour les bus grâce aux progrès technologiques sur la période 2010 - 2020.

#### Valeurs de l'effet de serre

De la même manière, les émissions de gaz générées par les déplacements en VP ou en bus contribuent à l'effet de serre. De ce fait, le report de trafic et la diminution des kilomètres parcourus par les bus confèrent une plus-value environnementale au projet.

Suite au Grenelle de l'Environnement, la valeur tutéaire du carbone a été révisée par le centre d'analyse stratégique présidée par Alain QUINET et reprise par le rapport du CGSP de 2013. Elle se base sur la valeur de Boiteux II pour 2011 avec une croissance différente pour atteindre l'objectif de 100€ la tonne de CO2 en 2030 (source Centre d'Analyse Stratégique – note de veille « La valeur tutéaire du carbone » - juin 2008).

Les hypothèses retenues concernant les parcs VP et bus sont issues des données CCFA, « Les comptes transports 2010, MEDAD/SESP, juillet 2011 » :

- 57% du parc en VP diesel, 43% en VP essence (données CCFA 2007 - reprises dans Les comptes transport, MEDAD/SESP) ;
- Consommation moyenne VP de 7,8L/100km (essence) et 6.6L/100km (diesel) ;
- Consommation moyenne bus : 32 L/100km.

Le tableau ci-après présente les valeurs préconisées pour l'effet de serre :

Externalités	Valeur 2010	Valeur 2019
Valeur effet de serre €/100 litres	7,66 €2010	-
Valeur effet de serre VP €/100vkm	-	2,54 €2016
Valeur effet de serre BUS €/100vkm	-	9,52 €2016

**Tableau 53 : Base de monétarisation de l'effet de serre**

La mise à jour de la valeur du carbone par le Centre d'analyse stratégique indique un taux de croissance à prendre en compte de 4% après 2030 (afin que la valeur du carbone ne soit pas "écrasée" par l'actualisation). En supposant une croissance par période, les taux de croissance sont les suivants :

- 5,9 % entre 2010 et 2030 ;
- correspondant au taux d'actualisation au-delà (4 ou 4,5%).

L'instruction cadre de juin 2014 préconise de prendre en compte les effets amont-aval (coût de la production et de la distribution d'énergie) en ajoutant 0,90€2010 par 100 véh.km pour les VP et 2,83€2010 par 100 véh.km pour les bus.



Valeurs du bruit

L'extension de la ligne de tram « F » améliorera, à court comme à long terme, l'environnement sonore des quartiers traversés dans la mesure où il participe à la réduction du trafic automobile.

La valeur préconisée pour le bruit est issue du guide accompagnant l'instruction cadre de juin 2014. La valeur retenue est la valeur du bruit en urbain très dense sur route communale.

Les économies liées aux nuisances sonores sont monétarisées à :

Externalités		Valeur 2010	Valeur 2019
Valeur du bruit €/vkm	VP	0,0022 €/veh.km	0,0026 €2016
	Bus	0,0230 €/veh.km	0,0311 €2016
	Tramway	0,0467 €/veh.km	0,0551 €2016

Tableau 54 : Base de monétarisation des diminutions de nuisances sonores

La valeur de la réduction des nuisances évolue annuellement à hauteur du PIB par tête en euros constants.

### X.3. LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE

La création d'une ligne de tramway conduit à une modification des consommations énergétique :

- les autobus urbains: évolution de la consommation de carburant du fait, d'une part de l'offre nouvelle de transport en commun par le tramway en substitution aux autobus et d'autre part, de leur redéploiements sur le réseau dans le cadre de sa restructuration ;
- le tramway : consommation d'électricité nouvelle des rames en circulation à l'horizon «2019», lors de la mise en service du tramway ;
- les véhicules particuliers: transfert modal de la voiture vers les transports en commun, permis par une offre performante.

Le bilan énergétique de l'opération est basé sur les 3 données suivantes :

- Les économies de carburants liées au report modal de la VP vers les TC ;
- La consommation électrique liée à la mise en service de l'extension (tramway et équipements) ;
- Les économies de carburants liées à la restructuration bus.

Concernant le report modal VP/TC, en année de pleine charge du TCSP, 3 573 000 kilomètres VP (en 2021) et 4 895 000 kilomètres VP (en 2027) sont reportés vers les transports en commun. L'hypothèse est faite que 57% de ces véhicules roulent au diesel (consommation : 6,6L/100km) et 43% roulent à l'essence (consommation 7,68L/100km) soit un total de 252 412 litres de carburants économisés par an en 2021 et 345 789 litres en 2027.

Ensuite, en 2021, 10 455 kilomètres bus sont ajoutés tandis que 280 000 kilomètres bus sont économisés par an à partir de 2027 du fait de la restructuration bus, avec une consommation unitaire d'un autobus standard de 32 litres de gazole aux 100 kilomètres. Cela représente l'équivalent de 3346 litres de gazole supplémentaires en 2021, et 89 737 litres de gazole économisés par an en 2027.

Enfin la mise en service du tramway implique une consommation d'électricité. En effet la mise en service de l'extension implique une production kilométrique annuelle de 118 100 kilomètres en 2021 et 181 600 kilomètres en 2027. En prenant une consommation moyenne de 6,03 kWh / km, la consommation électrique annuelle est estimée à 712 140 kWh en 2021 et 1 095 000 en 2027, à cela s'ajoute 90 000 kWh / an liés au fonctionnement des équipements des 3 stations en 2021 et 180 000 kWh / an pour les 6 stations en 2027. Le total de consommation annuelle est ainsi estimé à environ 800 000 kWh en 2021 et 1 275 000 kWh en 2027.

### X.4. DESCRIPTION DES HYPOTHÈSES DE TRAFIC

La réalisation de l'extension (phase 1) conduit à une croissance de 1,53 % du nombre de déplacements sur le réseau, soit près de 1300 déplacements supplémentaires à la PPS à l'horizon 2019. L'évolution des déplacements sur le réseau est ainsi estimée :

Demande 2019 sur le réseau TC	Situation de référence 2012	Option de référence sans projet 2019	Evolution en pourcentage 2012/2019	Option de projet	Evolution en pourcentage 2019 projet / 2019 réf.
<b>Déplacements PPS</b>	71 400	84 700	18,7 %	86 000	1,53 %

Tableau 55 : Évolution de la demande du fait du projet

Nous estimerons à 1.00% par an la croissance tendancielle du trafic sur le réseau de transport en commun strasbourgeois. Cette donnée vise à prendre en compte l'accroissement démographique et la propension plus forte à l'utilisation des transports en commun.

A l'horizon « Projet 2019 », par rapport à 2012, le réseau TCSP bénéficiera d'environ 23 km de TCSP supplémentaires exploités dont 2,8 km de BHNS. Cette augmentation de l'offre implique une augmentation de la fréquentation des lignes à la PPS soit +24% en entre 2012 et projet 2019.

Entre la situation 2012 et la référence 2019, le gain de fréquentation sur le réseau TCSP est de 22%.

De manière globale en comparant 2012 à la situation « Projet 2019 », les lignes bénéficiant des plus fortes augmentations sont les suivantes :

- Tramway B, +5% : cette ligne ne bénéficie pas entre 2012 et 2019 d'une amélioration mais l'extension de la ligne de tram F à partir de « Faubourg National », implique nécessairement un

report de trafic sur la ligne B sur le tronçon emprunté avant par les 2 lignes soit entre « Faubourg National » et « Elsau ».

- Tramway D, +119% : le linéaire exploité de la ligne D est plus que doublé, en ajoutant les 6,6 km supplémentaires à l'Ouest et à l'Est. En complément les extensions de la ligne desservent des pôles d'emplois et/ou d'habitation importants et/ou vouées à un fort développement. Ces 2 éléments expliquent notamment la forte augmentation de la fréquentation à venir de la ligne D.

*Nota : dans la même configuration d'offre, la fréquentation de la ligne F baisse entre la situation 2012 et la situation 2019 du fait des évolutions socio-économiques dans les zones traversées par cette ligne, 3850 voy à la PPS, soit 350 voy d'écart (- 7%). En effet, les hypothèses de populations et d'emplois sont à la baisse entre 2012 et 2019 dans les zones traversées entre Place d'Islande et Homme-de-fer et dans le secteur Montagne Verte-Elsau.*

L'écart entre la situation projet 2019 et la situation de référence 2019 permet d'isoler l'apport strict de l'extension Ouest de la ligne F jusqu'à « Comtes » (phase 1).

Ce projet engendre une augmentation du trafic de 1,1% sur le réseau TCSP qui profite essentiellement aux lignes A, B et C.

La fréquentation de la future ligne F reste stable, avec 19 500 voyageurs par jour. En outre, ce projet d'extension implique une augmentation du trafic sur la ligne A, la ligne B et sur la ligne C du fait de la multiplicité des correspondances notamment :

- entre « Alt Winmàrik » et « République » pour les lignes B et C ;
- entre « République » et « Observatoire » avec la ligne C.

L'augmentation de fréquentation de la ligne B (+6%) est concentrée entre « Faubourg National » et « Elsau ».

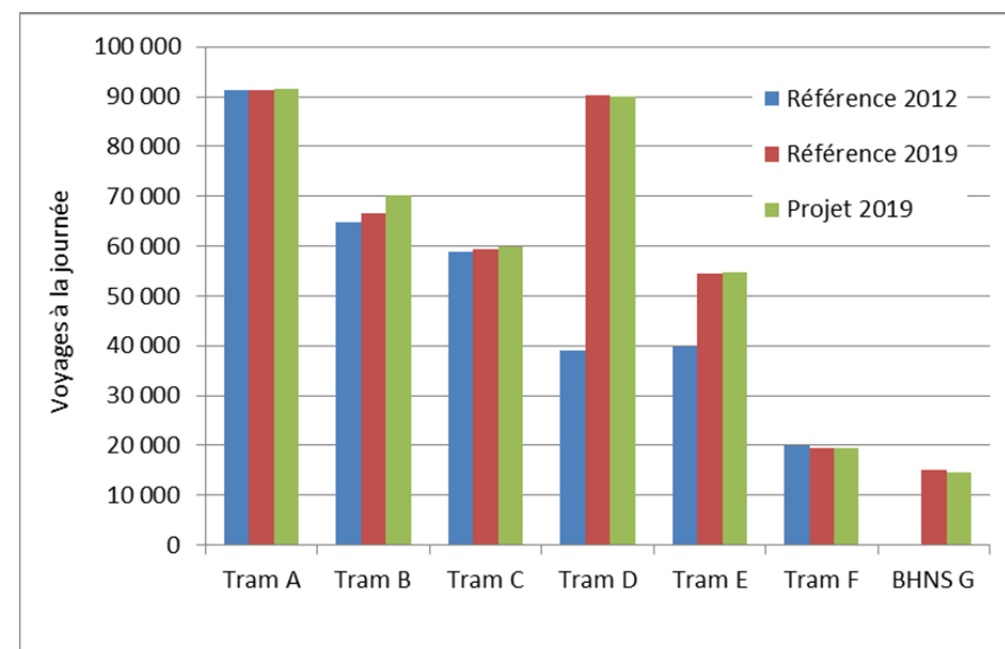


Figure 233 : Histogramme des fréquentations journalières 2012 et 2019 par ligne TCSP (Source : GETAS, 2016)

