



Bus



AMÉNAGEMENTS DÉDIÉS AUX BUS

Argenteuil-Bezons-Sartrouville-Cormeilles



Pièce G.10. Analyses complémentaires liées aux infrastructures de transport

Dossier d'enquête d'utilité publique



Sommaire - Pièce G.10

1. INTRODUCTION	3
2. ANALYSES DES CONSEQUENCES PREVISIBLES DU PROJET SUR LE DEVELOPPEMENT EVENTUEL DE L'URBANISATION	5
2.1. Définition des périmètres d'influence	6
2.2. Appréciation du potentiel d'évolution du territoire	7
3. ANALYSE DES ENJEUX ECOLOGIQUES ET DES RISQUES POTENTIELS LIES AUX AMENAGEMENTS FONCIERS, AGRICOLES ET FORESTIERS.....	23
4. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS DES POLLUTIONS ET DES NUISANCES ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE.....	25
4.1. Méthodologie	26
4.2. Résultats.....	26
5. EVALUATION DES EMISSIONS ET CONSOMMATIONS ENERGETIQUES RESULTANT DE L'EXPLOITATION DU PROJET.....	28
5.1. Méthodologie et hypothèses	29
5.2. Estimation des émissions	30
5.3. Evaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet	31
5.4. Conclusion	31
6. BILAN CARBONE	32
6.1. Contexte et objets de l'évaluation	33
6.2. Rappels méthodologiques et éléments de langage	34
6.3. Méthodologie de calcul et hypothèses récurrentes.....	36
6.4. Les données d'entrée.....	39
6.5. Résultats de l'évaluation.....	41
6.6. Analyse et pistes d'amélioration.....	47
6.7. Conclusion	50

7. DESCRIPTION DES HYPOTHESES DE TRAFIC, DES CONDITIONS DE CIRCULATION ET DES METHODES DE CALCUL UTILISEES POUR LES EVALUER ET EN ETUDIER LES CONSEQUENCES.....	51
7.1. Hypothèses et méthodologie.....	52
7.2. Conditions de circulation	52
8. PRINCIPES DES MESURES DE PROTECTION CONTRE LES NUISANCES SONORES QUI SERONT MIS EN ŒUVRE EN APPLICATION DES DISPOSITIONS DES ARTICLES R.571-44 A R.571-52.....	53
9. ANNEXES	56



1. Introduction

L'article R122-5 du Code de l'Environnement précise que l'étude d'impact doit comporter une partie spécifique aux infrastructures de transport si celles-ci sont visées aux rubriques 5 à 9 du tableau annexé à l'article R.122-2 du même Code.

Conformément à la réglementation (article R.122-5 du Code de l'Environnement), cette partie comprend :

- Une analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation ;
- 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 ;
- 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 ;
- 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.

Elle comprend également les principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles R.571-44 à R.571-52.

L'objectif de cette partie est de regrouper en un seul chapitre les éléments spécifiques aux infrastructures de transport. Des redondances vont exister avec les chapitres précédents.



2. Analyses des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation

- 2.1. Définition des périmètres d'influence 6
- 2.2. Appréciation du potentiel d'évolution du territoire 7
 - 2.2.1. A l'échelle du périmètre d'influence rapproché 7
 - 2.2.2. A l'échelle du périmètre d'influence éloigné..... 19
 - 2.2.2.1. Compatibilité avec le SDRIF 19
 - 2.2.2.2. Un projet connecté au réseau structurant de transports en commun ... 21

2.1. DEFINITION DES PERIMETRES D'INFLUENCE

La définition de périmètres d'influence permet de disposer d'une première approche spatialisée des territoires qui pourraient être soumis à un développement en lien avec le projet d'infrastructure. Compte tenu de la nature des thématiques, deux échelles peuvent être différenciées :

- Un périmètre d'influence rapproché ;
- Un périmètre d'influence éloigné.

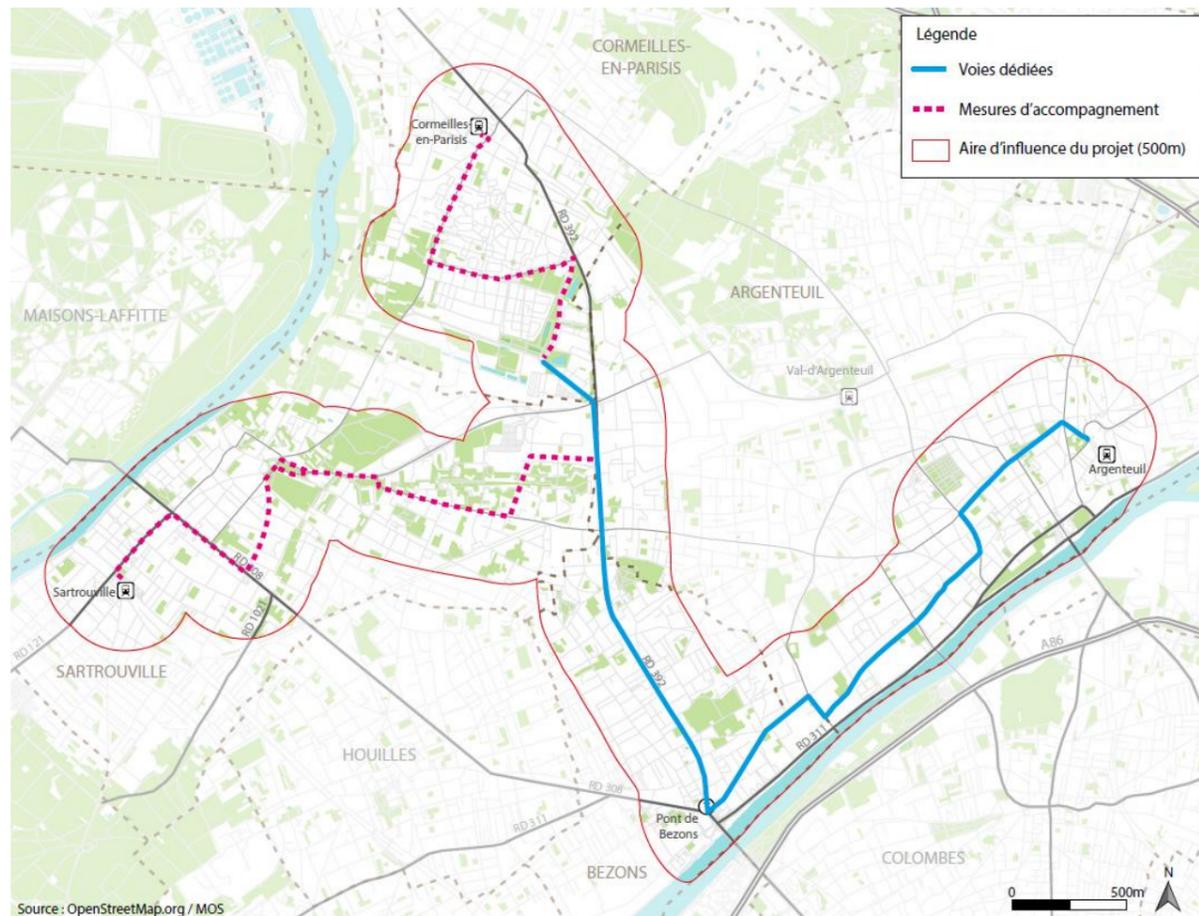


Figure 1 : Présentation de l'aire d'influence rapprochée du projet Bus entre Seine

2.2. APPRECIATION DU POTENTIEL D'EVOLUTION DU TERRITOIRE

2.2.1. A l'échelle du périmètre d'influence rapproché

La zone d'étude s'inscrit donc sur un territoire densément peuplé, dynamique économiquement et attractif pour la population.

En termes de population, la zone d'étude s'inscrit dans un territoire densément peuplé, comptabilisant environ 216 000 habitants, dont un peu plus de 50% pour la ville d'Argenteuil. Les estimations indiquent une croissance continue entre 2015 et 2035 entraînant la densification de certains quartiers.

Avec un tissu urbain majoritairement composé d'habitat, la part des activités économiques est limitée (inférieure à 20% de la surface de l'ensemble des communes). Elles sont majoritairement regroupées en zones d'activités. La zone d'étude compte environ 62 000 emplois, situés principalement au sein de ces zones d'activités.

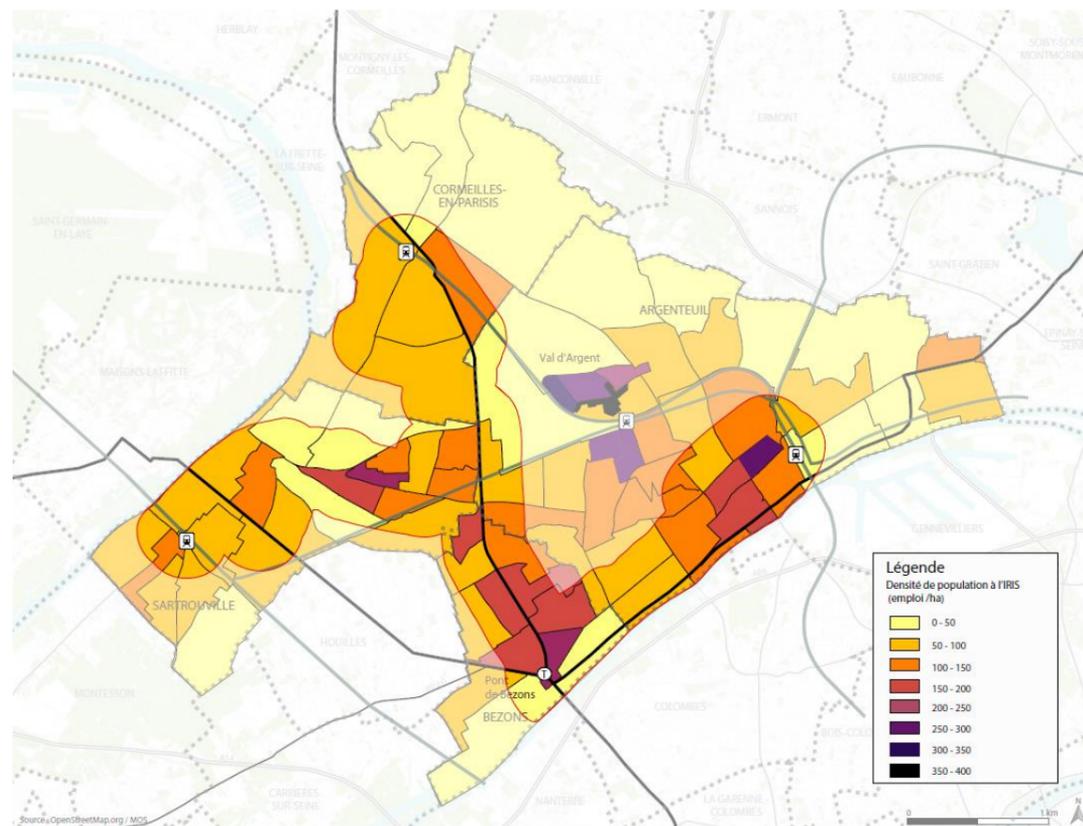


Figure 2 : Densité de population à l'IRIS estimées en 2035 (source : IAU IDF – Scénario haut)

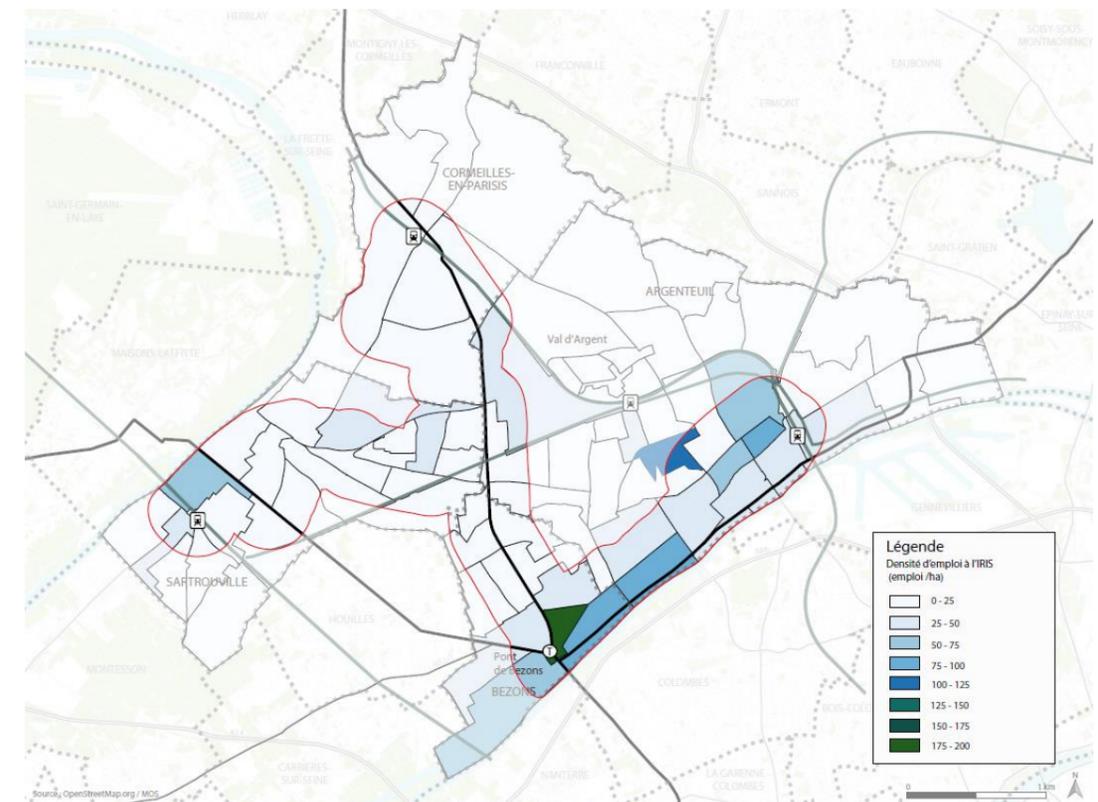


Figure 3 : Densité d'emploi estimées en 2035 (source : IAU IDF – Scénario haut)

Entre 2015 et 2035, les zones d'activités existantes et la réalisation de nouveaux projets urbains (projet Porte Saint-Germain / Berge de Seine, ZAC Cœur de Ville, ZAC des Bords de Seine, ZAC des Bois-Rochefort, projet NPNRU Le Plateau, etc.) devraient être à l'origine de la création de nouveaux logements, commerces, équipements et apporter un dynamisme supplémentaire. L'augmentation estimée de la population et des emplois devrait engendrer des flux de déplacements supplémentaires.

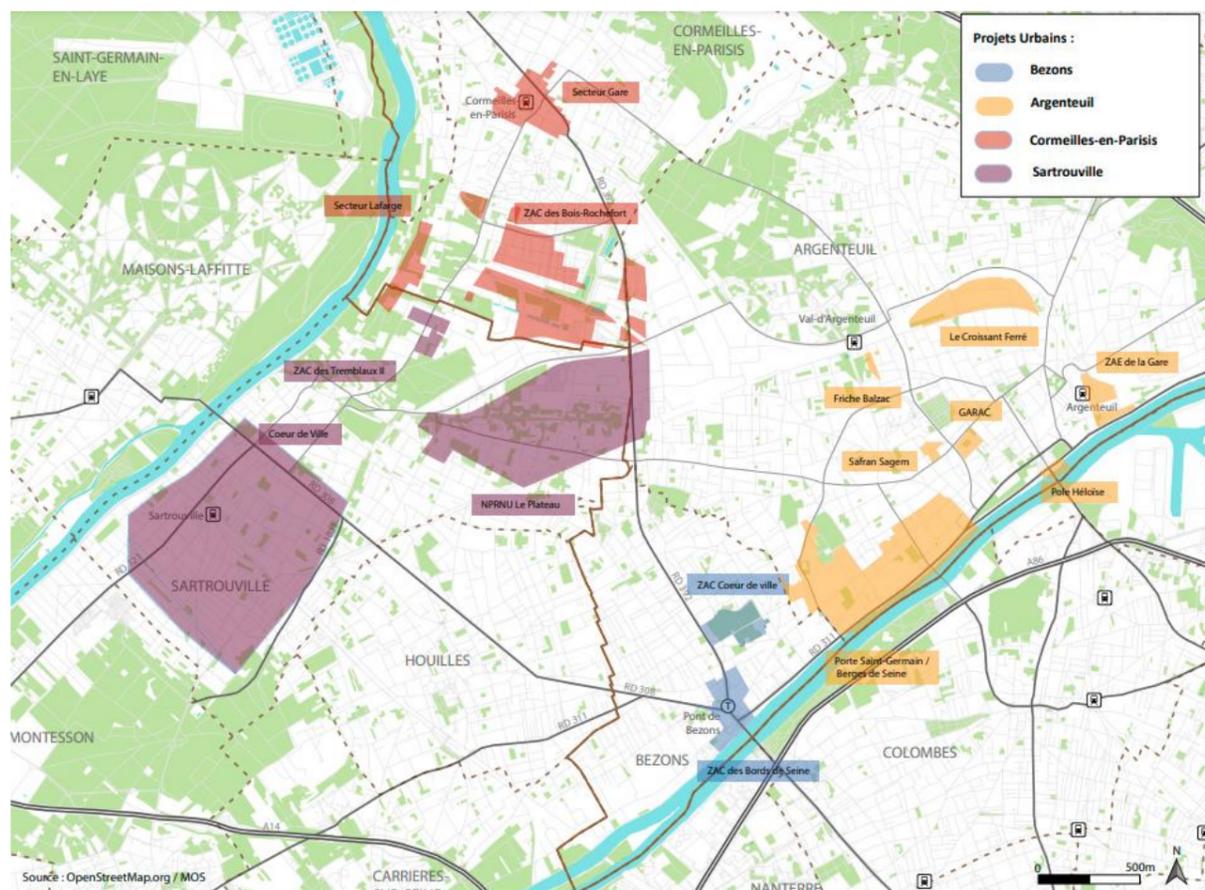


Figure 4 : Projets urbains majeurs dans le secteur d'étude

A l'échelle locale, le projet Bus Entre Seine améliore l'accessibilité aux centralités urbaines et principaux équipements tout en améliorant les connexions avec les grands pôles franciliens. Le projet participe au développement urbain et économiques des quatre communes, en accompagnant les projets urbains du territoire (Porte Saint-Germain / Berges de Seine, ZAC Cœur-de-Ville et Bords de Seine, NPNRU du Plateau, ZAC des Bois-Rochefort, etc.) et en participant à la requalification des espaces publics.

Ce développement urbain global donne au projet de mobilité une réelle légitimité et place le projet Bus Entre Seine comme un des nouveaux « outils » urbains destinés à fluidifier les échanges, faciliter les liaisons, améliorer le cadre de vie.

Zoom sur les projets urbains

> Argenteuil

A l'horizon 2025, la ville d'Argenteuil devrait être la commune enregistrant une évolution importante de son nombre d'habitants (+8300 habitants) sur le périmètre soit une évolution de +8%. La commune présenterait ainsi une densité importante de 6 800 hab/km².

Pour la commune, sept projets majeurs ont été identifiés :

GARAC

Le GARAC est une école Nationale des Professions de l'Automobile accueillant actuellement 1 300 étudiants et 21 formations.

Un projet de développement du campus est en cours afin d'agrandir les locaux et de proposer des formations supplémentaires et des logements en internat pour un objectif de 2 000 élèves à terme.



Source : GARAC

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Bus Entre Seine est en interface directe avec le GARAC au niveau du boulevard Gallieni. Il assurera une desserte attractive de ce dernier grâce à la station Calais, située sur le boulevard Gallieni, à proximité de l'accès principal du GARAC.

Porte Saint-Germain / Berges de Seine

Le projet Porte Saint-Germain / Berges de Seine est considéré comme le renouveau d'Argenteuil, insufflant un nouveau dynamisme grâce à l'accueil de nouveaux habitants, la création de nouveaux emplois et un cadre de vie agréable. Il s'agit ainsi de créer une nouvelle adresse à Argenteuil, un lieu où habiter, travailler, flâner, sortir, pour tous les Argenteuillais et usagers du secteur.

Il fait l'objet d'une convention NPNRU et d'un Projet Partenarial d'Aménagement dont les signatures sont prévues courant 2020-2021.

Les opérations du secteur Porte Saint-Germain / Berges de Seine ne constituent pas une ZAC mais regroupent diverses initiatives publiques et privées (concessions d'aménagement).

Superficie totale : 75 ha

Le projet prévoit ainsi :

- > la démolition de 209 logements privés dégradés ;
- > la construction d'environ 1400 logements diversifiés à l'horizon 2025-2028 ;
- > l'amélioration du parc privé maintenu ;
- > la création de plus de 5000 m² de locaux commerciaux et de services ;
- > la relocalisation du supermarché de quartier sur une friche industrielle ;
- > la création de 25 000 m² d'activités mixtes ;
- > l'extension du réseau de chauffage urbain ;
- > la requalification et le maillage de l'espace public.

A plus long terme, des aménagements sont programmés en lien avec la Seine (pontons flottants, équipements sportifs et de loisirs, passerelle doublant le pont de Colombes).



Source : Ville d'Argenteuil

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Bus Entre Seine s'inscrit au cœur du quartier Porte-Saint Germain /Berge de Seine via la rue Michel Carré. Le quartier sera desservi par plusieurs stations : les stations Place du 11 novembre et Marais (au cœur du quartier) et les stations Delambre et Jean Moulin à ses extrémités.

ZAE de la Gare

Le Parc d'Activités Economiques de la gare situé en rive Est du faisceau ferroviaire doit se moderniser dans le cadre d'un projet de renouvellement urbain pour permettre une évolution qualitative du site et favoriser un environnement attractif en pied de gare.

Le secteur est en mouvement : le projet «Argenteuil Littoral» site lauréat de l'appel à projet «Inventons la Métropole» du Grand Paris a impulsé le renouvellement du secteur, lequel doit à terme transformer les abords de la gare par une programmation diversifiée et ouvrir le PAE de nouveau sur la Seine.

Aujourd'hui de nombreux projets sont à l'étude sur le secteur, les plus importants sont les suivants :

- > Argenteuil littoral – 25 000 m² : pépinière d'entreprises, start-ups, espace de coworking et hôtel 4 étoiles (300 emplois) ;
- > Immoacab – 20 000 m² : projet d'immobilier d'entreprise (200 emplois) ;
- > Hertel - SIMA – Environ 10 000 m² : projet de restructuration d'un ensemble immobilier d'entreprise destinés aux petites activités et PME (200 emplois).

Superficie totale : 13 ha

La fin des travaux est prévue pour fin 2023



Source : Argenteuil / Cahier développement économique Juillet 2019

Interface avec le projet Bus Entre Seine

La ZAE de la Gare ne possède pas d'interface directe avec le projet Bus Entre Seine mais se situe à proximité. La station de la gare d'Argenteuil permettra de desservir la ZAE.

Pôle Héloïse

L'objectif principal du Pôle Héloïse est le développement d'une nouvelle offre culturelle et commerciale au sein de la ville et ainsi favoriser son attractivité.

Superficie totale : 4 ha

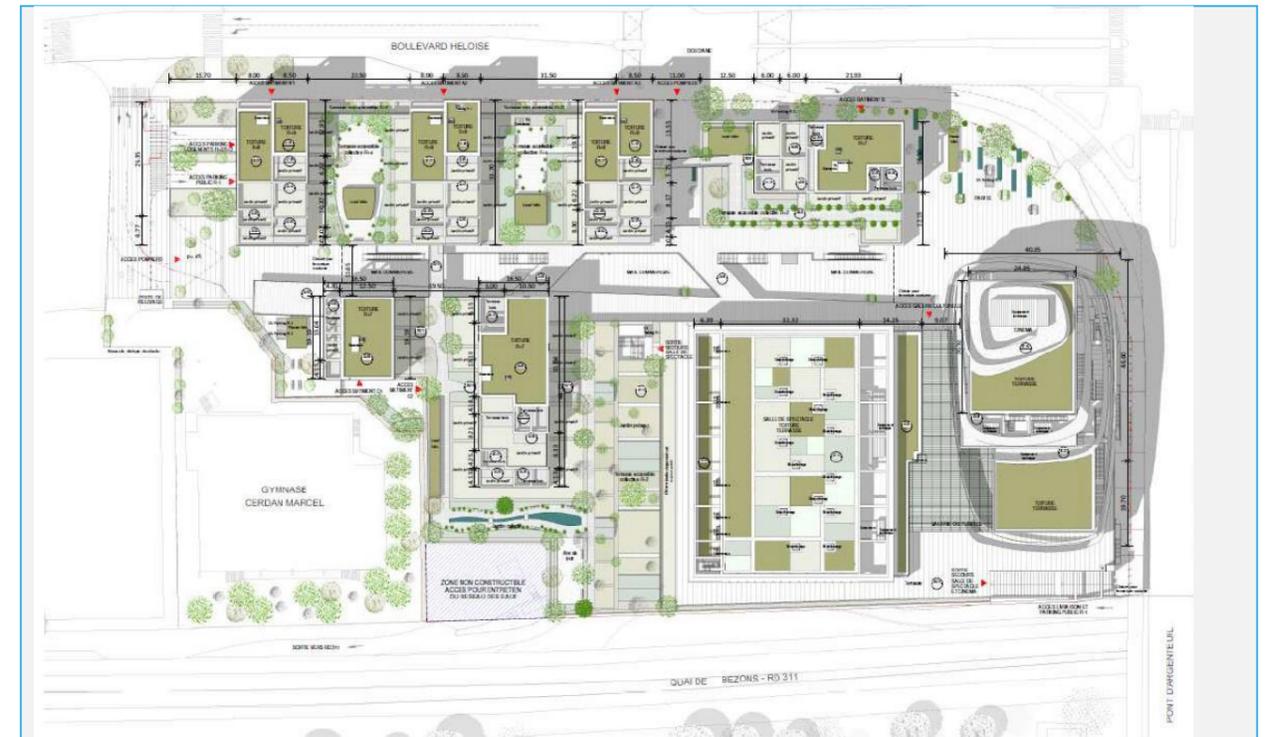
Le projet prévoit la création de :

- > 9 000m² de logements (équivalent à 156 logements) ;
- > 20 000m² de commerces ;
- > Trois équipements : un cinéma (9 salles), une salle de spectacle, un centre commercial.

Le planning n'est pas défini à ce jour.



Source : Fiminco



Source : Ville d'Argenteuil

Interface avec le projet Bus Entre Seine

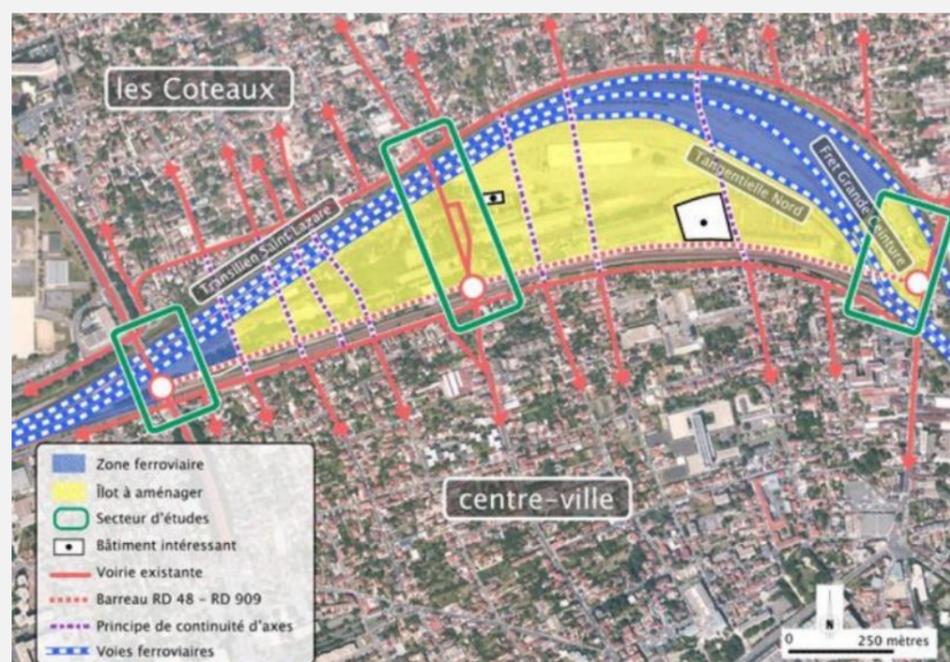
Ce projet n'entre pas en interface directe avec le projet Bus Entre Seine. Les stations Charles de Gaulle et gare d'Argenteuil pourront contribuer à desservir le Pôle Héloïse.

Croissant Ferré

Aujourd'hui, le « Croissant Ferré » est un entre-deux ferroviaire occupé par la gare de triage et quelques activités industrielles considérées comme des nuisances par les riverains. Pourtant idéalement situé entre le centre-ville d'Argenteuil et le quartier pavillonnaire des coteaux, il offre la possibilité de créer un nouveau quartier facilement rattaché au tissu urbain existant et permettrait le prolongement du centre-ville.

Superficie : 15 ha

En interface avec l'arrivée du Tram 11 Express, son orientation d'aménagement n'est pas encore précisément définie. Il devrait être à l'origine d'un quartier mixte (logement, activités, équipements et espaces verts).



Source : PLU Argenteuil

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Ce projet n'entre pas en interface directe avec le projet Bus Entre Seine.

Friche Balzac

La friche Balzac est une friche laissée à l'abandon depuis 2005 et qui aujourd'hui fait l'objet d'un programme immobilier

Superficie totale : 2,1 ha

Le projet prévoit la création de :

- > 11 000 m² de logements (200 logements) ;
- > 2 600 m² de commerces ;
- > De nouveaux équipements : un centre médical et un centre d'imagerie, une résidence seniors, une crèche.

Livraison : 2023



Source : LP / Marjorie Lenhardt

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Ce projet n'entre pas en interface directe avec le projet.

Site Safran Sagem

Ancien site de l'entreprise SAGEM, n'ayant aucun repreneur économique, les bâtiments existants vont être démolis pour pouvoir accueillir le nouveau projet.

Superficie totale : 2 ha

Le projet prévoit la création de :

- > 22 500 m² de logements (375 logements) ;
- > 500 m² de commerces ;
- > un groupe scolaire (20 classes).

Livraison 2023



Source : DR SCCV Argenteuil

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Ce projet n'entre pas en interface directe avec le projet Bus Entre Seine. La station Calais pourra contribuer à desservir le projet.

> Bezons

A l'horizon 2025, les projections démographiques indiquent que la ville de Bezons pourrait enregistrer les pourcentages d'évolutions les plus importants du périmètre rapproché (+26%). La densité de population sur la commune serait donc de 8 400 hab/km².

Pour la commune, deux projets majeurs ont été identifiés :

ZAC Cœur de Ville

Le projet ZAC Cœur de Ville est un des projets majeurs pour la ville de Bezons et du secteur d'étude. Avec une position centrale, à proximité du tramway T2, le projet a vocation à apporter un dynamisme important.

Superficie totale : 13 ha

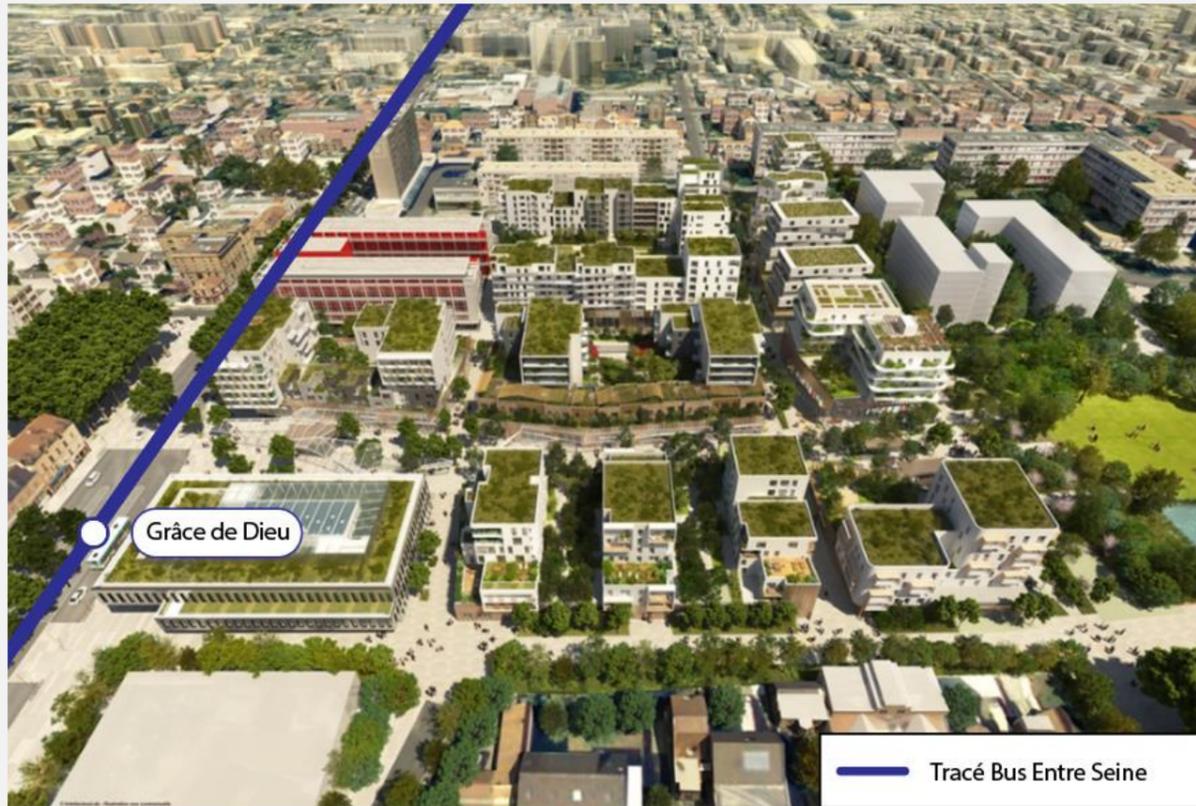
Le projet prévoit la création de :

- > 70 000 m² de logement (équivalent à 1 000 logements) ;
- > 20 000 m² de commerces ;
- > De nouveaux équipements : un complexe sportif et une Maison des Sports, un nouvel Hôtel de Ville, une nouvelle salle polyvalente, l'agrandissement du Parc Bettencourt (17 000 m² d'espace plantés nouveaux).

La fin des travaux est prévue pour 2020.



Source : Ville de Bezons



Source : Ville de Bezons

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Cœur de Ville va renforcer l'attractivité de ce territoire notamment en créant des logements, emplois et équipements.

Le projet Bus Entre Seine a vocation à accompagner ces transformations en desservant le projet via l'avenue Gabriel Péri (RD392).

La station Grâce de Dieu, située sur la RD392 au niveau de la mairie, permettra de desservir le projet.

ZAC des Bords de Seine

Le projet ZAC des Bords de Seine intervient dans le cadre du projet de rénovation urbaine (ANRU). Au pied du terminus du tramway T2 (Pont de Bezons), l'objectif principal est la création de nouveaux emplois.

Superficie totale : 17 ha

Le projet prévoit la création de :

- > 39 300 m² de logements (573 dont 175 en démolition/reconstruction) ;
- > 70 300 m² de bureaux ;
- > 4 300 m² de commerces (5 000 emplois prévus) ;
- > Des espaces publics qualitatifs pour les piétons et cyclistes et l'aménagement d'un parc de 3,5 hectares.

La fin des travaux est prévue pour 2020.



Source : Ville de Bezons

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Cœur de Ville va renforcer l'attractivité de ce territoire notamment en créant des logements, emplois et équipements.

Le projet Bus Entre Seine a vocation à accompagner ces transformations en desservant le projet via l'avenue Gabriel Péri (RD392).

La station du Pont de Bezons permettra de desservir le projet.

> Cormeilles-en-Parisis

A l'horizon 2025, les projections démographiques estiment une évolution de +19%. En effet, la population passerait de 23 900 en 2016 à 28 400 habitants en 2025. La densité de population est estimée à environ 3 300 hab/km²

Pour la commune, trois projets majeurs ont été identifiés :

Secteur Gare

Dans un souhait de densification du quartier de la gare, le secteur fait l'objet d'un réaménagement progressif.

Superficie totale : 2,2 ha

Le projet prévoit la création de :

- > Un parking relais (300 places) ;
- > 260 logements avec un commissariat en rez-de-chaussée.

La fin des travaux est prévue pour 2022



Source : Cormeilles-en-Parisis

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet sera desservi par le pôle bus de la gare de Cormeilles-en-Parisis.

ZAC des Bois-Rochefort

La ZAC des Bois-Rochefort est un projet majeur à l'échelle de la ville et du secteur d'étude en termes de population et de dynamisme. Le projet s'inscrit dans une démarche environnementale et est encadré par une charte de qualité environnementale.

Superficie totale : 100 ha

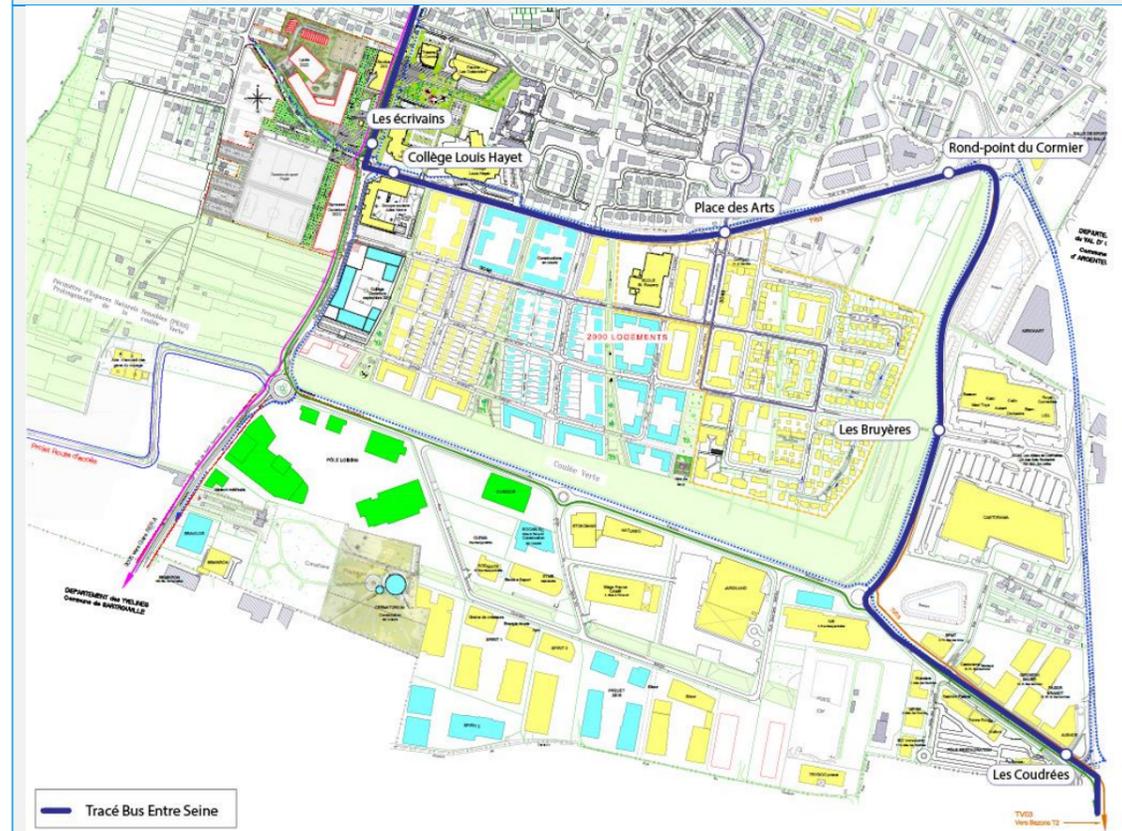
Le projet se déroule en 2 phases.

En première phase :

- > 1000 logements ;
- > Deux équipements : collège et école d'art (studio 240) – livrés en 2019.

En deuxième phase :

- > 1 000 logements supplémentaire (livraison prévue en 2021) ;
- > Un lycée (livraison prévue pour 2022).
- > 45ha au sud dédiées aux activités (2000 emplois à terme). Une partie de ces activités à déjà été réalisée ;
- > 12 ha seront réservés à la création d'une coulée verte.



Source : Ville de Cormeilles-en-Parisis, 2019



Source : Cormeilles-en-Paris

Interface avec le projet Bus Entre Seine

A proximité du projet, les stations Place des Arts, Collège Hayet et des Ecrivains permettront de desservir le quartier.

Secteur Lafarge (Seine Parisis)

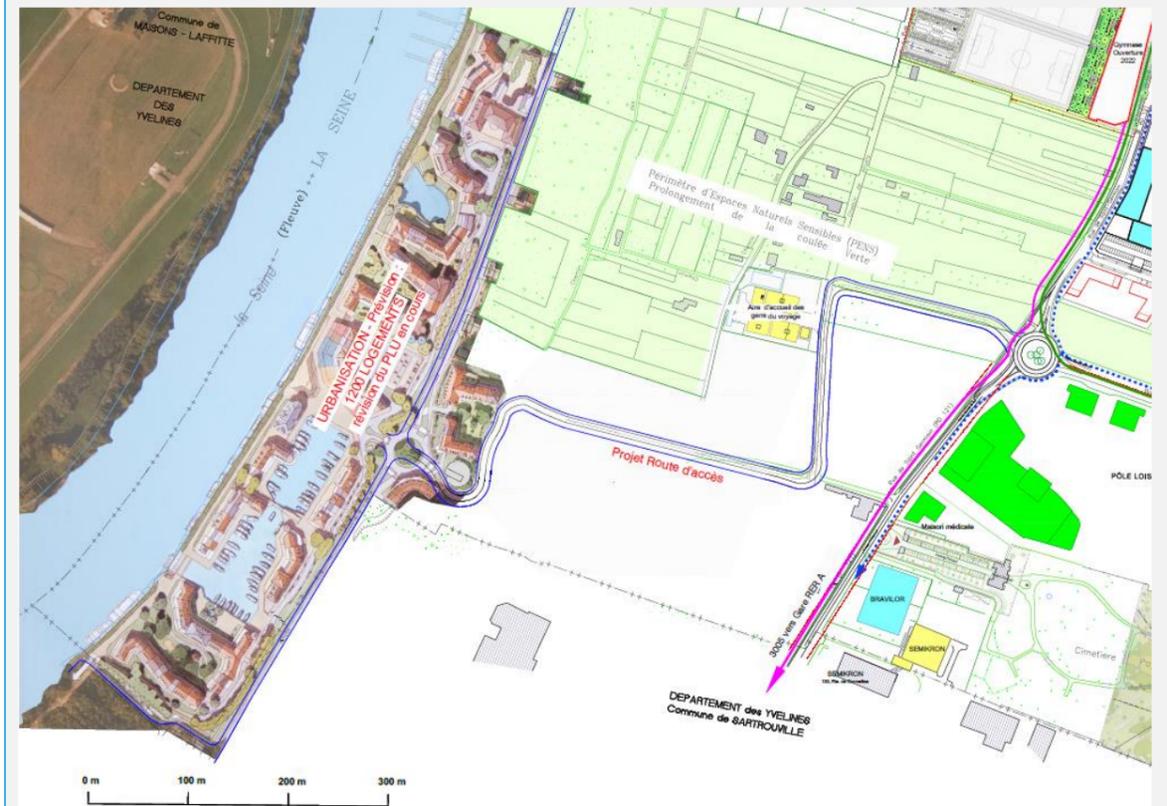
Ancien site industriel de la cimenterie Lafarge, la friche fait dorénavant l'objet d'une revalorisation grâce à la création d'un port de plaisance sur la Seine. La ville souhaite ainsi développer son attractivité touristique.

Superficie totale : 22 ha

Le projet prévoit la création de :

- > 1 200 logements (30% de logements sociaux) ;
- > Commerces, restaurants ;
- > Une école (12 classes) et une crèche (60 berceaux) ;
- > 1 800 places de parking.

La fin des travaux est prévue pour 2030.



Source : Ville de Cormeilles-en-Paris, 2019



Source : Xavier Bohl – Kraken

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Bus Entre Seine n'entre pas en interface directe avec le projet urbain, mais celui-ci pourrait bénéficier du réseau de bus induites.

> Sartrouville

D'ici 2025, la démographie de Sartrouville continue sa croissance mais de manière plus réduite par rapport aux autres communes (+4 % / + 2 300 hab).

Pour la commune, trois projets majeurs ont été identifiés :

Cœur de Ville

Le programme « Action Cœur de Ville » lancé par l'Etat vise à mener des actions permettant de dynamiser le cœur de ville autour de plusieurs axes : l'arrivée de nouveaux commerces de proximité, l'aménagement du centre-ville et le développement des mobilités douces.

Le projet est toujours en phase de réflexion et aucune programmation n'est définie pour l'instant.



Source : Sartrouville

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Le projet Bus Entre Seine dessert le centre-ville de Sartrouville. A terme, le projet retenu pourrait en effet avoir des effets sur les conditions de circulation des lignes de bus, notamment dans le centre-ville (avenue Jean Jaurès).

NPNRU Le Plateau

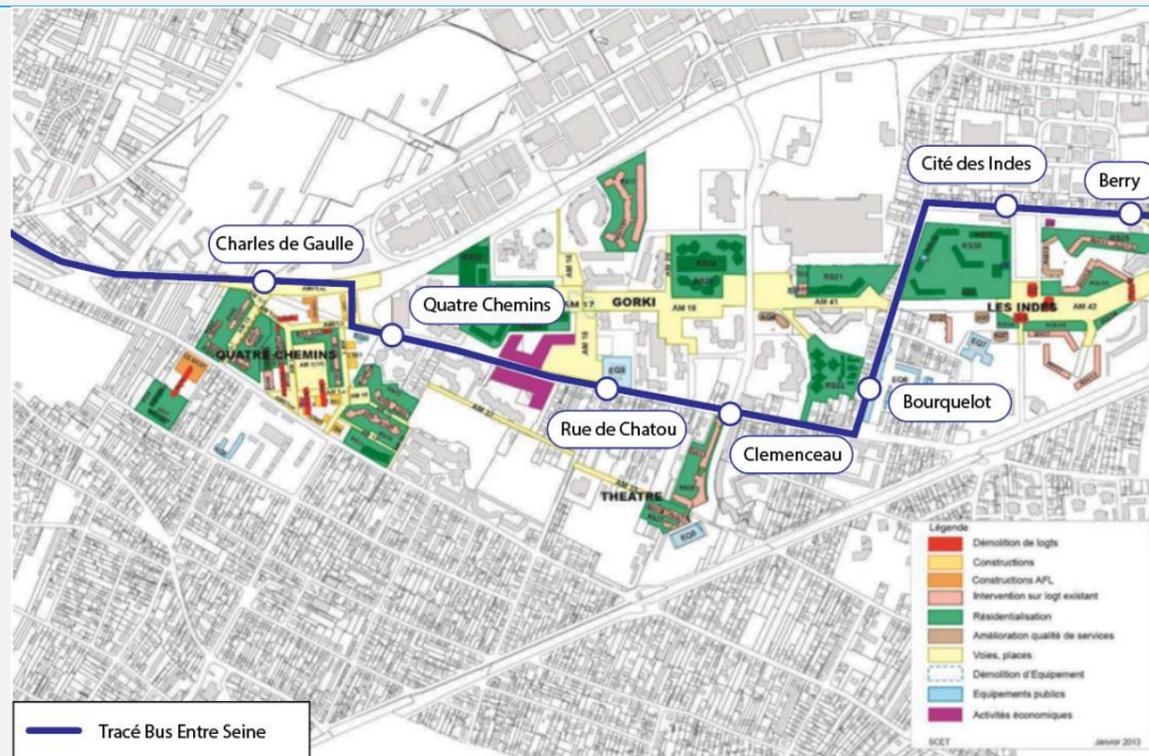
Il s'agit d'un projet de rénovation urbaine pour ce quartier urbain identifié comme quartier prioritaire de la Politique de la Ville.

Superficie totale : 15 ha

Le projet prévoit :

- > La démolition de logements sociaux et la réhabilitation de 1 500 logements sociaux et une diversification de l'offre de logements ;
- > La création de commerces ;
- > La requalification des espaces publics, la création d'espaces verts et de nouveaux équipements.

La fin des travaux est prévue pour 2039.



Source : Communauté d'Agglomération Saint-Germain Boucles de Seine, Protocole de préfiguration du PRU de Sartrouville, 2015



Source : UrbanEra

Interface avec le projet Bus Entre Seine

A proximité du projet, de nombreuses stations situées sur le tracé des mesures d'accompagnement du projet Bus Entre Seine (Berry, Cité des Indes, Bourquelot, Clemenceau, Rue de Chatou, Quatre Chemins, Charles) permettront de desservir le quartier.

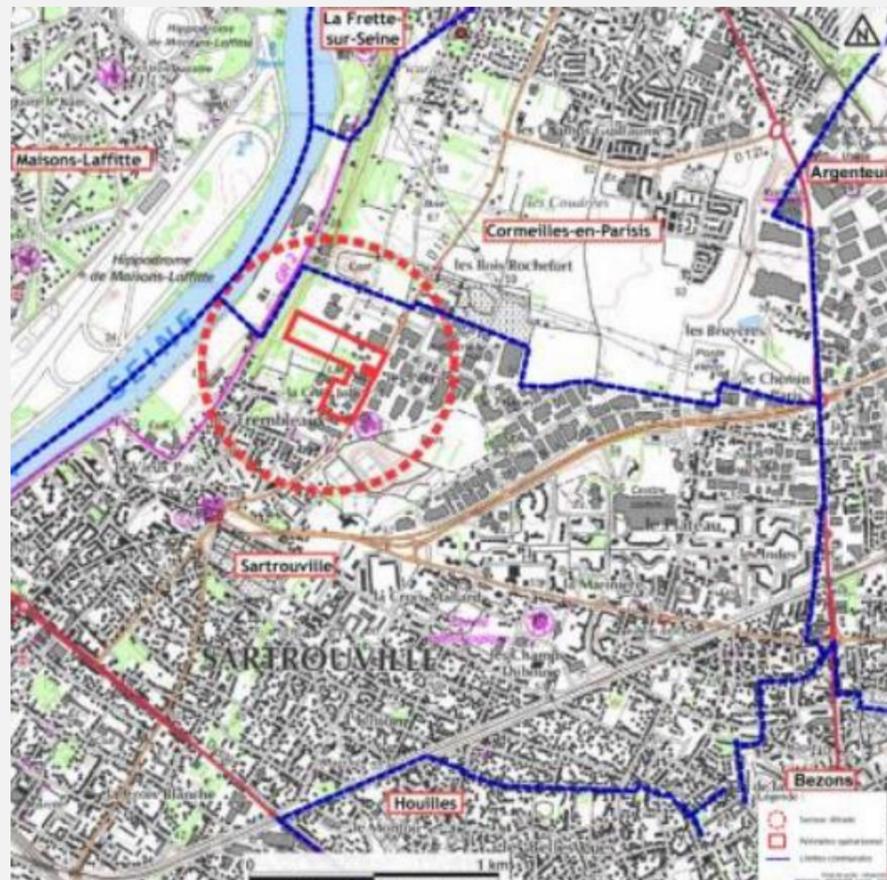
ZAC des Trembleaux II

Dans le prolongement des zones d'activités déjà existantes (Trembleaux I et le Prunay), le projet des Trembleaux II permettrait de poursuivre le développement économique du secteur.

Superficie totale : 2,1 ha

Le projet permettra ainsi l'implantation de nouvelles entreprises.

La programmation précise n'est pas encore définie à l'heure actuelle.



Source : Sartrouville

Interface avec le projet Bus Entre Seine

Ce projet n'entre pas en interface directe avec le projet. La station Eglise de Sartrouville est la plus proche.

2.2.2. A l'échelle du périmètre d'influence éloigné

A l'échelle régionale, le projet s'inscrit dans une démarche générale d'amélioration des conditions de déplacements des voyageurs, en apportant une solution de transports en commun structurante à l'échelle du territoire.

2.2.2.1. COMPATIBILITE AVEC LE SDRIF

Le SDRIF a été approuvé par décret du 27 décembre 2013. Il s'appuie sur une politique visant la mise en œuvre des objectifs stratégiques régionaux. Il se décline dans le projet spatial régional articulé autour de trois piliers :

- Relier et structurer, pour façonner une région plus connectée et plus durable ;
- Polariser et équilibrer, pour construire une région plus diverse, vivante et attractive ;
- Préserver et valoriser, pour développer une région plus vivante et plus verte.

Le SDRIF promeut une nouvelle approche stratégique des transports visant à développer une métropole accessible, dense et durable. Le projet de transport régional permet de tendre vers une meilleure cohérence territoriale, d'irriguer et de connecter les quartiers, de faciliter les déplacements des populations.

Le projet « Bus entre Seine » n'est pas identifié dans le SDRIF mais le fascicule 5 « Propositions pour la mise en œuvre » du SDRIF fait référence à un projet de TCSP dans le « Secteur Argenteuil (dont RD311, RD392) ». A l'horizon 2030, le secteur d'étude a été ciblé pour le développement d'un TCSP en appui des projet urbains.

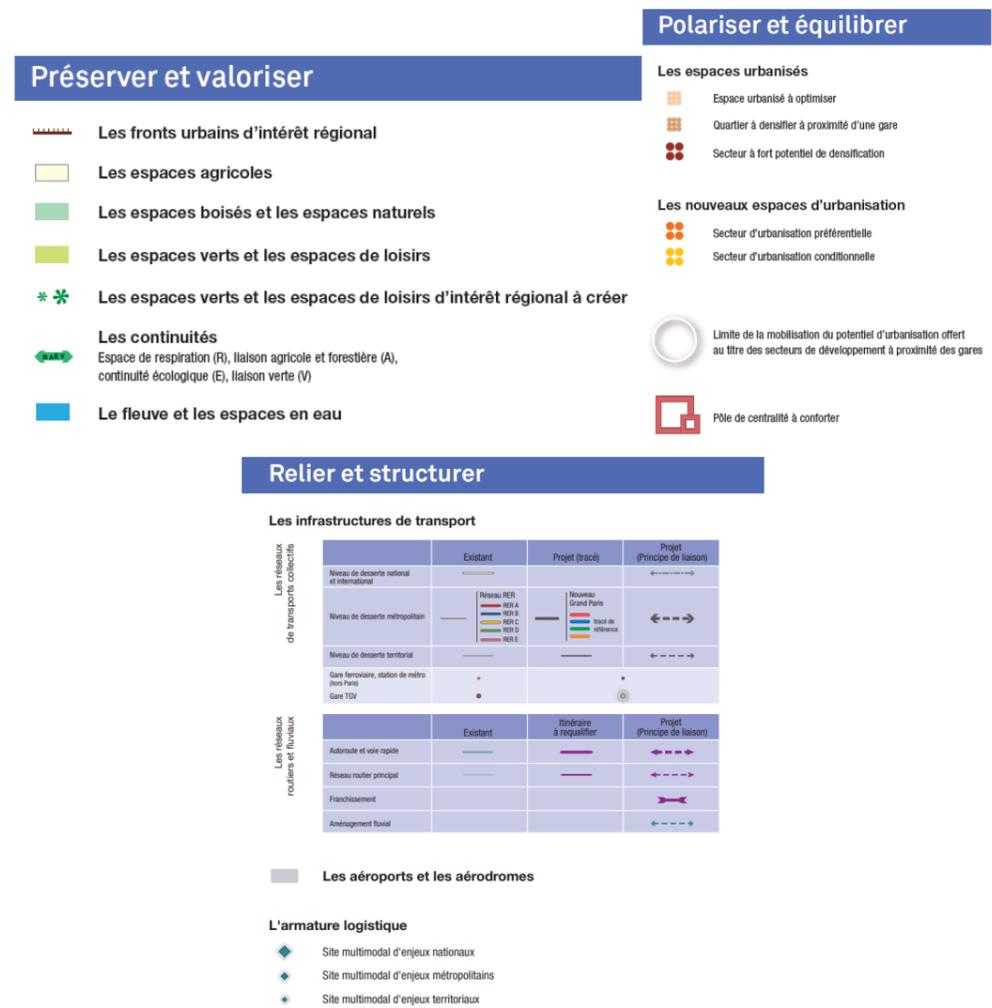
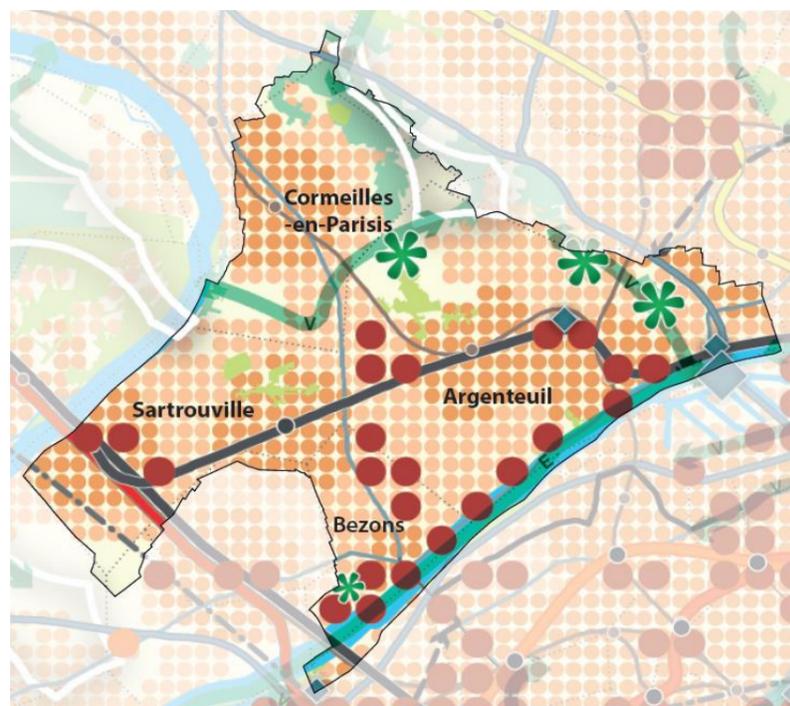


Figure 5 : Déclinaison du SDRIF sur le secteur d'étude (source : SDRIF)

Le SDRIF identifie différents enjeux sur le territoire, présentés dans le tableau ci-après.

Principe	Enjeu au droit du projet	Compatibilité du projet
Polariser et équilibrer	<ul style="list-style-type: none"> secteurs à fort potentiel de densification : le long des berges de Seine à Bezons et Argenteuil, le long de la RD392 et au niveau des gares de Sartrouville et d'Argenteuil ; territoire d'Argenteuil-Bezons ciblé comme un secteur à forts enjeux, potentiel de renouvellement urbain et territoire de développement et de structuration d'un réseau de parcs d'activités. 	<p>Le projet Bus Entre Seine va permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> d'offrir une offre de transport en commun performante ; d'assurer la desserte efficace des zones d'activités (ZAC des Bois Rochefort par exemple) ; de renforcer l'attractivité des principaux équipements du secteur (Hôpital Victor Dupouy, GARAC, etc.). <p>Le projet est compatible avec le principe « Polariser et équilibrer ».</p>
Relier et structurer	<ul style="list-style-type: none"> A l'horizon 2030, développement d'un TCSP en appui des projet urbains sur le secteur d'étude ; favoriser la solidarité entre le quartier d'affaires de La Défense-Seine Arche et l'ensemble des communes limitrophes avec le secteur Argenteuil-Bezons au nord-ouest. 	<p>Le projet va :</p> <ul style="list-style-type: none"> améliorer les déplacements des voyageurs sur le territoire via une solution de transport en commun structurante et performante à l'échelle du territoire ; relier les principaux pôles d'échanges du secteur en améliorant la régularité et la fiabilité des lignes de bus (dont les lignes 3 et 272) ; permettre un rabattement facilité vers le réseau structurant assurant un lien vers les secteurs économiques tels que La Défense. <p>Le projet est compatible avec le principe « Relier et structurer ».</p>
Préserver et valoriser	<p>Le SDRIF met en avant :</p> <ul style="list-style-type: none"> La présence d'une continuité verte à préserver sur le secteur de Cormeilles-en-Parisis et d'Argenteuil au sein de laquelle des espaces verts et de loisirs d'intérêt régional sont à créer ; Une continuité écologique à préserver grâce à la Seine. 	<p>Le projet Bus Entre Seine prévoit :</p> <ul style="list-style-type: none"> une requalification des espaces publics, en élargissant les espaces publics en faveur des modes doux et bus, mais en proposant également des aménagements paysagers ; des aménagements qualitatifs permettant de créer une identité, tout en tenant compte des spécificités et des enjeux propres à chaque site traversé. <p>Le projet est compatible avec le principe « Préserver et valoriser ».</p>

Le projet « Bus entre Seine » est compatible avec le SDRIF.

2.2.2.2. UN PROJET CONNECTE AU RESEAU STRUCTURANT DE TRANSPORTS EN COMMUN

Le projet Bus Entre Seine permet d'améliorer les conditions de déplacements des voyageurs, en apportant une solution de transports en commun structurante à l'échelle du territoire.

Les aménagements s'inscrivent sur les axes reliant les pôles d'échange majeurs du secteur :

- pont de Bezons (Tramway T2) ;
- gare d'Argenteuil (Transilien J) ;
- gare de Sartrouville (RER A, Transilien L) ;
- gare de Cormeilles-en-Parisis (Transilien J).

Deux lignes de bus sont concernées par le projet Bus Entre Seine sur la totalité de leur itinéraire, bénéficiant ainsi d'un haut niveau de service :

- La ligne 272 (RATP) qui emprunte les principaux axes et dessert les pôles d'échanges du projet : gare d'Argenteuil, Pont de Bezons, Val Notre-Dame, gare de Sartrouville.
- La ligne 3 (R'Bus - Transdev) qui relie la gare de Cormeilles-en-Parisis au Pont de Bezons en passant par Val Notre-Dame.

D'autres lignes de bus pourront bénéficier des aménagements (lignes 2, 4, 6, 8, 9, 34, 140, 262, 340, H). L'itinéraire de certaines lignes sera restructuré de manière à profiter de manière optimale des nouveaux aménagements.

Trois projets de transport en commun sont programmés dans le secteur d'étude :

- Extension du Tram 11 Express à Sartrouville ;
- EOLE : prolongement du RER E à Mantes-la-Jolie ;
- Extension du Tram 1.

Le projet Bus Entre Seine et le Tram 11 Express sont deux projets complémentaires pour le territoire. Certaines lignes de bus bénéficiant du projet Bus Entre Seine, notamment la ligne 272, pourront être en correspondance avec le Tram11 à Argenteuil, Val-Notre-Dame et Sartrouville.

Le réseau de bus a vocation à être réorganisé à l'horizon du projet Tram 11 Express. Le projet Bus Entre Seine prévoyant des aménagements ponctuels de voirie à Sartrouville, l'itinéraire des lignes pourra évoluer en vue d'assurer un maillage optimal du réseau de transports en commun sur ce territoire.

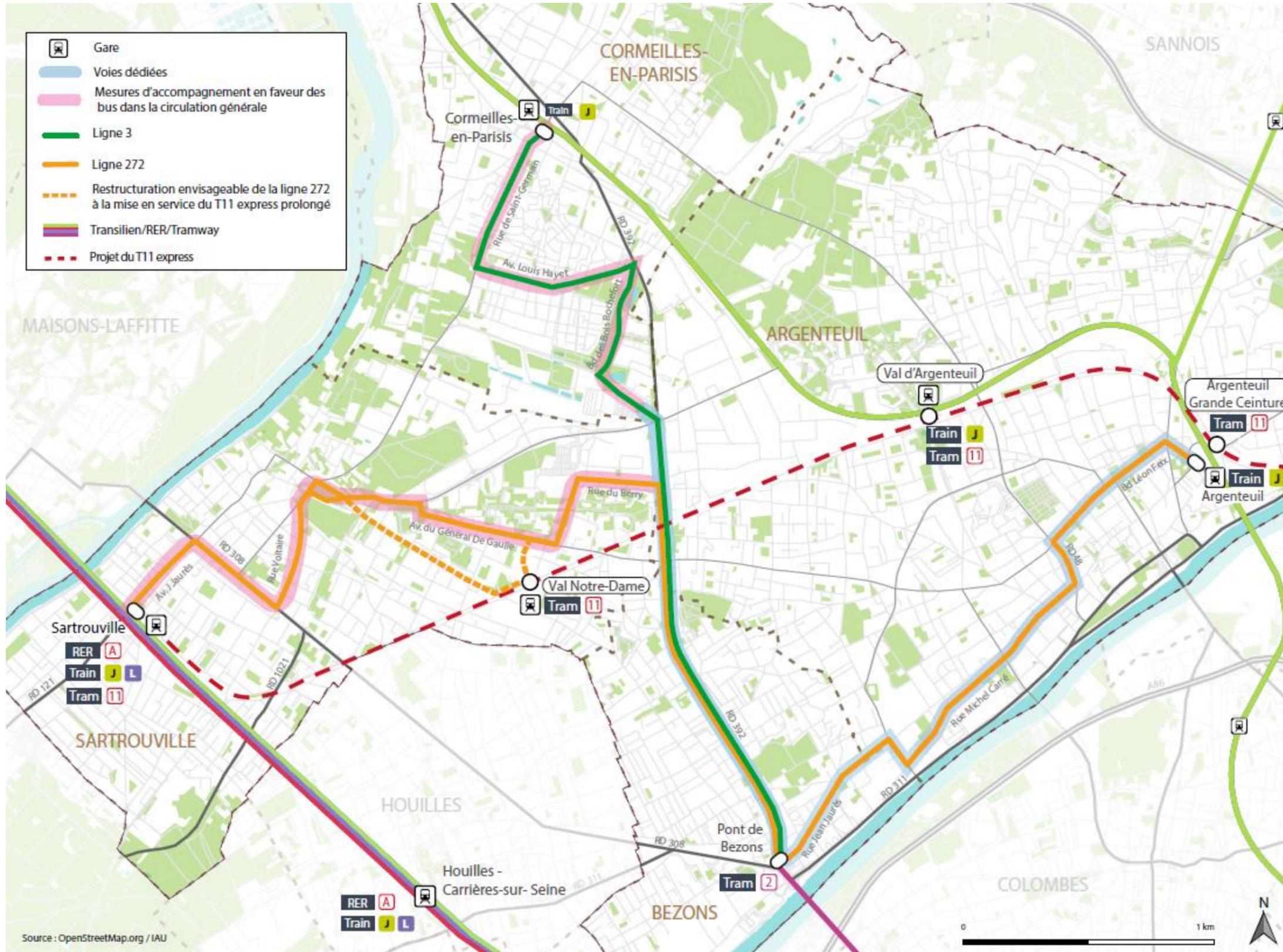


Figure 6 : Interface entre le projet Bus Entre Seine et le Tram 11 Express



3. Analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers

Les impacts sur les milieux naturels et sur les continuités écologiques sont présentés dans le chapitre 5 de l'étude d'impact.

L'article L.123-24 et suivants du Code rural et de la pêche maritime précise que « Lorsque les expropriations en vue de la réalisation des aménagements ou ouvrages mentionnés aux articles L. 122-1 à L. 122-3 du code de l'environnement sont susceptibles de compromettre la structure des exploitations dans une zone déterminée, l'obligation est faite au maître de l'ouvrage, dans l'acte déclaratif d'utilité publique, de remédier aux dommages causés en participant financièrement à l'exécution d'opérations d'aménagement foncier mentionnées au 1° de l'article L. 121-1 et de travaux connexes.

La même obligation est faite au maître de l'ouvrage dans l'acte déclaratif d'utilité publique en cas de création de zones industrielles ou à urbaniser, ou de constitution de réserves foncières ».

Cette procédure a pour but d'améliorer les conditions d'exploitation des propriétés rurales agricoles ou forestières.

Dans le cadre des mesures d'accompagnement, la station Eglise de Sartrouville est réaménagée. Cette dernière est localisée sur un espace classé N d'après le PLU de Sartrouville. Toutefois, le projet Bus Entre Seine n'impacte pas les espaces vinicoles existants.

Le projet Bus Entre Seine pas soumis à la procédure d'Aménagement Foncier Agricole et Forestier (AFAF).



4. Analyse des coûts collectifs des pollutions et des nuisances et des avantages induits pour la collectivité

4.1. Méthodologie.....	26
4.2. Résultats.....	26
4.2.1. Gains de temps modélisés.....	26
4.2.2. Gains liés au report modal.....	26

Les coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité sont présentés dans l'évaluation socio-économique du projet menée au titre du code des Transports, pièce H du dossier d'enquête publique. Le contenu de ce chapitre est une synthèse du bilan monétarisé de l'évaluation socio-économique sur les externalités environnementales.

4.1. METHODOLOGIE

L'évaluation socio-économique d'un projet vise à mesurer son utilité pour la collectivité en comparant ses effets positifs attendus et ses coûts. La valorisation des avantages du projet pour la collectivité repose sur des méthodes conventionnelles visant à leur donner un équivalent monétaire, permettant ainsi de les rapporter aux coûts.

Le bilan socio-économique d'un projet de transports collectifs tient ainsi compte des postes suivants :

- Ensemble des coûts d'investissement imputables au projet,
- Différence de coûts d'exploitation avec la situation de référence sans le projet,
- Gains de temps pour les usagers des transports collectifs,
- Gains de temps liés à l'amélioration des conditions de circulation pour les usagers restant sur la voirie,
- Economies de dépenses en relation avec l'entretien de la voirie et la police de circulation,
- Diminution des effets externes négatifs en relation avec le report de la voiture vers les transports collectifs : diminution de l'insécurité routière, du bruit, de la pollution et des émissions de gaz à effet de serre.

Pour les dossiers de schéma de principe, enquête publique et avant-projet de nouvelles infrastructures de transports collectifs présentés au conseil d'Île-de-France Mobilités pour approbation, l'évaluation socio-économique est réalisée selon une méthode spécifique. Cette spécificité tient aux différentes valeurs tutélaires utilisées pour le calcul et non à la nature des avantages pris en compte.

Par ailleurs, l'instruction ministérielle en vigueur depuis le 1er octobre 2014 précise la méthode à employer pour la réalisation des calculs de l'évaluation socio-économique pour les projets de l'État, de ses établissements publics et de ses délégataires. Elle préconise l'utilisation d'autres valeurs tutélaires et conventions de calcul.

Afin de rendre possible la comparaison de l'évaluation socio-économique du projet Bus Entre Seine avec celle des autres projets présentés au conseil d'Île-de-France Mobilités d'une part, et avec d'autres projets de transport en France d'autre part, les deux méthodes de calcul ont été mises en œuvre :

- La méthode francilienne,
- La méthode de l'instruction ministérielle.

Les paramètres pris en compte dans les deux méthodes sont listés dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Paramètres considérés pour l'évaluation socio-économique dont estimation des coûts de pollutions et nuisances

	Méthode francilienne		Méthode instruction ministérielle		
	Valeur pour l'année 2028 en € ₂₀₁₉	Evolution (en monnaie constante)	Valeur pour l'année 2028 en € ₂₀₁₉	Evolution (en monnaie constante)	
Période de calcul	Depuis la première année de décaissement, jusqu'à 30 ans après mise en service		Depuis la première année de décaissement jusqu'en 2070		
Valeur résiduelle	Valeur résiduelle au bout de 30 ans des infrastructures et du matériel roulant		Les avantages et les coûts sont prolongés en valeur moyenne sur la période 2070 - 2140		
Taux d'actualisation	8 %		4 %		
Coût d'opportunité des fonds publics (COFP)	Sans objet		+ 20 %		
Valeur du temps	25,0 € / heure	+ 1,5 % par an	14,5 € / heure	Evolution prévue du PIB/tête x 0,7	
Coût d'utilisation de la voiture particulière	33,4€ / 100 km	Pas d'évolution	13,9€ / 100 km	Pas d'évolution	
Entretien de la voirie/police circulation	2,7€ / 100 km	Pas d'évolution	2,7€ / 100km	Pas d'évolution	
Coûts collectifs des pollutions et des nuisances	Bruit	5,5€ / 100 km	+2% par an	1,9€ / 100 km ¹	Evolution prévue du PIB/tête
	Pollution	4,2€ / 100 km	+2% par an	Très dense : 21,2€ / 100 km Dense : 5,8€ / 100 km Diffus : 1,7€ / 100 km	-6% par an avant 2020 ; 0% après
	Effet de serre	1,7€ / 100 km	+2% par an	1,7€ / 100 km ¹	+6% par an avant 2030 ; +4% par an après
Sécurité routière	1,2€ / 100 km	+1% par an	5,2€ / 100 km	Evolution prévue du PIB/tête	

4.2. RESULTATS

4.2.1. Gains de temps modélisés

Le projet Bus Entre Seine présente des gains de temps pour la collectivité.

Le projet améliorera principalement les vitesses commerciales des bus circulant sur la RD 392 et sur le tronçon entre Pont de Bezons et la gare d'Argenteuil. Les temps de parcours pour rejoindre l'arrêt Pont de Bezons du T2 seront nettement améliorés.

¹ Valeurs issues de l'instruction adaptées au contexte francilien

Entre la situation de référence et la situation de projet, le gain de temps moyen des utilisateurs des voies dédiées est estimé à **2 minutes et 47 secondes** à l'horizon 2028. Ces gains sont cartographiés ci-après à titre d'exemple vers l'arrêt Pont de Bezons.

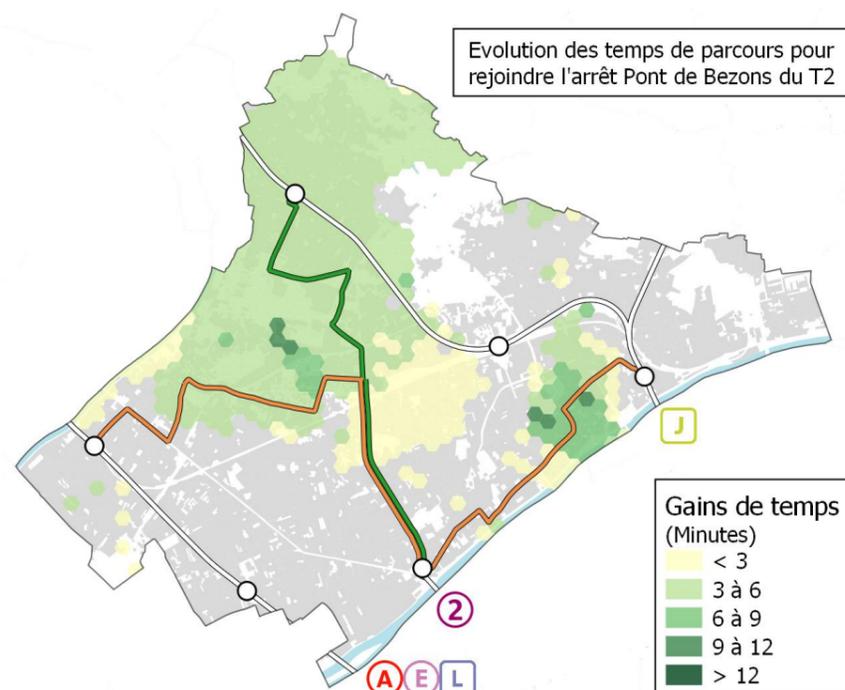


Figure 7 : Evolution des temps de parcours pour rejoindre l'arrêt Pont de Bezons du T2 entre la situation de référence et la situation de projet en 2028

Le gain de temps est traduit en bénéfice monétarisé en appliquant la valeur du temps relative aux deux méthodes d'évaluation. Les résultats sont déclinés dans le tableau ci-après :

	Méthode francilienne		Méthode instruction ministérielle	
	Année 2028	Année 2030	Année 2028	Année 2030
Gains de temps monétarisés en € ₂₀₁₉	15,7 M€	15,0 M€	9,1 M€	8,6 M€

Tableau 2 : Gains de temps monétarisés

4.2.2. Gains liés au report modal

Le report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs lié au projet conduit à plusieurs types de gains.

- Les utilisateurs de la voiture particulière en situation de projet bénéficieront de gains de temps liés à la mise en service du projet : la réduction du trafic automobile engendrée par le report modal permettra de réduire la congestion routière ;
- Les automobilistes qui choisissent d'utiliser les transports collectifs bénéficieront d'une économie dans leur dépense transport : ces anciens automobilistes paieront uniquement un titre de

transport pour utiliser les transports en commun. Les dépenses liées au carburant, à l'assurance du véhicule, aux frais d'entretien, de stationnement, de péage etc. seront évitées ;

- La diminution du trafic routier engendrée par le report modal permet également de réduire les coûts d'exploitation de la voirie (entretien, renouvellement) et de police de la circulation ;
- Le report modal induit une réduction des nuisances générées par la circulation automobile (pollution, bruit, émissions de gaz à effet de serre) et contribue ainsi à la préservation de l'environnement. De même, en contribuant à réduire le trafic routier, le projet permet de diminuer les risques d'accidents de la route et améliore ainsi la sécurité. Ces gains environnementaux et sociaux apportés par le projet ont eux aussi été valorisés ;
- La construction et la maintenance d'un véhicule induit des nuisances sur l'environnement. La réduction (pour la voiture particulière) ou l'augmentation (pour les bus) de son usage génère ainsi économies ou coûts supplémentaires.

Les gains liés au report modal depuis la voiture particulière vers les transports collectifs sont valorisés à 0,42 million d'euros en 2028 pour la méthode francilienne et 0,26 million d'euros pour la méthode de l'instruction cadre. À l'horizon 2030, ils s'établissent respectivement à 0,39 et 0,27 million d'euros.

Le projet présente ainsi les gains suivants, par rapport à la situation sans projet :

Gains en M€ ₂₀₁₉	Méthode francilienne		Méthode instruction ministérielle	
	2028	2030	2028	2030
Décongestion de la voirie	0,27	0,26	0,16	0,15
Économies d'utilisation de la voiture	0,10	0,09	0,04	0,04
Économies d'entretien et de police de la voirie	0,01	0,01	0,01	0,01
Diminution des externalités environnementales négatives	0,03	0,03	0,03	0,06
<i>dont nuisances sonores</i>	0,02	0,02	0,00	0,00
<i>dont pollution</i>	0,01	0,01	0,03	0,05
<i>dont émissions de gaz à effets de serre</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
Gains de sécurité routière	0,00	0,00	0,02	0,01
Total - Gains liés au report modal	0,42	0,39	0,26	0,27

Tableau 3 : Gains monétarisés du projet liés au report modal dont diminution des externalités environnementales négatives

Les coûts collectifs liés à la pollution et aux nuisances diminuent de 0,03 M€ entre la situation future avec projet par rapport à la situation sans projet en 2028. De même pour la situation future avec projet en 2030, les coûts collectifs diminuent de 0,03 M€ à 0,06 M€ par rapport à la situation future sans projet.

Au global, le projet présente un impact positif en termes de coûts collectifs pour la collectivité.

5. Evaluation des émissions et consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet

5.1. Méthodologie et hypothèses	29
5.2. Estimation des émissions	30
5.3. Evaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet	31
5.4. Conclusion	31

Ce paragraphe présente les résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques et de la consommation énergétique pour les scénarios suivants :

- Situation actuelle en 2019 ;
- Situation projet sans projet 2030 (fil de l'eau 2030) ;
- Situation projet avec projet 2030 ;
- Situation projet sans projet 2050 (fil de l'eau 2030) ;
- Situation projet avec projet 2050.

5.1. METHODOLOGIE ET HYPOTHESES

Dans le cadre des aménagements du projet de Bus Entre Seine, un volet « air et santé » est réalisé. L'objectif de l'étude est d'identifier les sensibilités du secteur et d'évaluer l'impact du projet sous l'angle de la qualité de l'air et de la santé des riverains.

La méthodologie générale utilisée pour réaliser l'étude air et santé s'appuie sur la **note technique TRET1833075N du 22 février 2019**. Cette note est spécifique au projet d'aménagement routier mais compte tenu de l'impact du projet sur la voirie et le plan de circulation, la méthodologie est cohérente avec les enjeux d'un projet d'aménagement urbain.

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir du logiciel **TREFIC™** distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie **COPERT V** issue de la recherche européenne (European Environment Agency) La méthodologie COPERT est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation de carburant l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- les surémissions liées à l'usure des équipements ;
- les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;
- les surémissions liées à la charge des poids-lourds.

Elle intègre aussi :

- les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC prend également en compte la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA et en y associant le nombre de jours de pluie annuel.

Les vitesses très faibles (inférieures à 10 km/h) sont en dehors de la gamme de validité des facteurs d'émissions de la méthode COPERT V (gamme de validité de 10 à 130 km/h). TREFIC™ associe un coefficient multiplicatif aux facteurs d'émissions déterminés à 10 km/h selon la méthode COPERT pour redéfinir les facteurs d'émissions des vitesses inférieures. Ce coefficient correspond au ratio entre la vitesse basse de validité, soit 10 km/h, et la vitesse de circulation pour laquelle le facteur est estimé (par exemple pour une vitesse de circulation de 5 km/h, le coefficient appliqué est de 2). Toutefois, pour les vitesses inférieures à 3 km/h, les incertitudes sont trop importantes et les facteurs d'émissions ne peuvent être recalculés.

Des facteurs de surémissions sont également intégrés afin de prendre en compte les émissions liées à l'entretien de la voirie et des équipements automobiles (hors émissions du moteur). Les données sont issues d'un rapport de 2004 sur la « Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières ».

Figure 8 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier

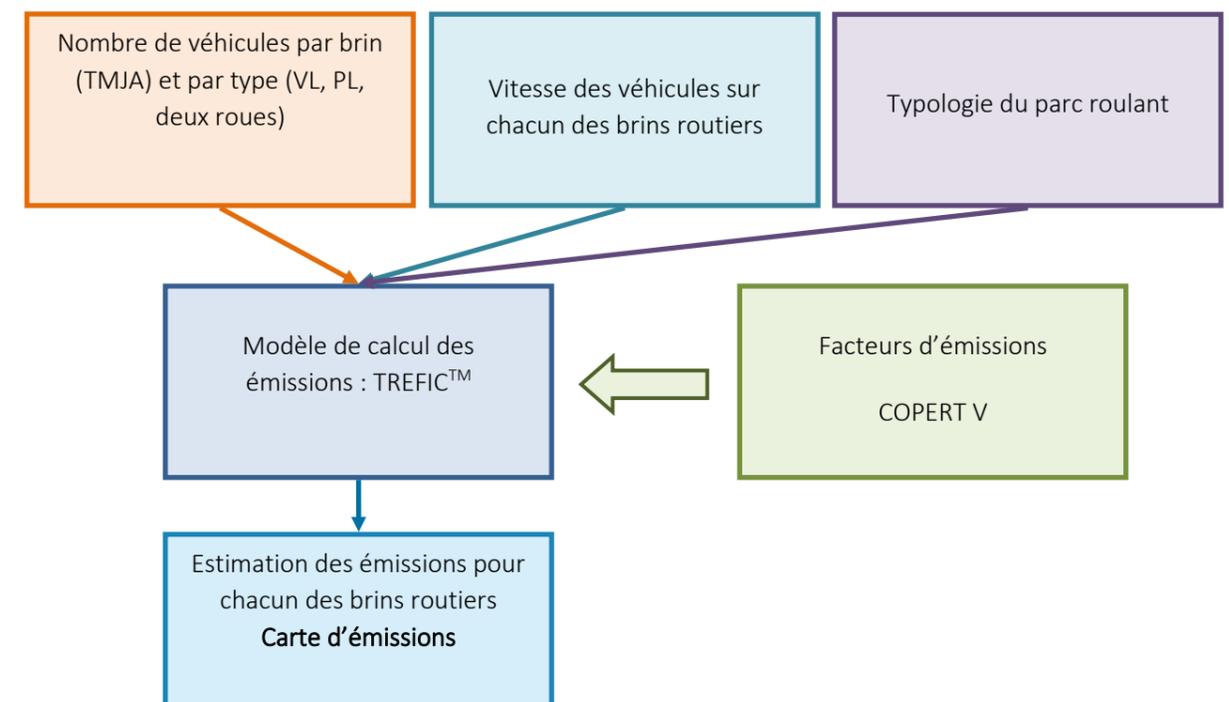


Tableau 4 : Surémissions liées aux équipements automobiles

Substance	Equipement source	Urbain	Autoroute
		g/km.véhicule	g/km.véhicule
Baryum	pneumatiques	3,64E-08	3,39E-08
	freins	1,55E-05	2,21E-06
Nickel	lubrifiant	1,00E-07	1,00E-07
	antigel	2,30E-06	2,30E-06
Chrome	Lubrifiant	2,00E-07	2,00E-07

Tableau 5 : Surémissions liées à l'entretien de la voirie

Substance	Equipement source	Urbain	Autoroute	Remarques
		g/km.an	g/km.an	
nickel	fondant routiers	93	210	hiver moyen
mercure	fondant routiers	3,88	8,75	hiver moyen
arsenic	fondant routiers	19,4	43,8	hiver moyen
chrome	fondant routiers	36,43	82,25	hiver moyen
PM10	usures des routes	25,82	25,71	
ferrocyanure ferrique	fondant routiers	1,55	3,5	hiver moyen

5.2. ESTIMATION DES EMISSIONS

Les tableaux suivants présentent les émissions de polluants par scénario.

Tableau 6 : Emissions polluantes par scénario

Sur l'ensemble du projet	CO	NOx	NM VOC	NH ₃	CO ₂	SO ₂	PM10	PM2.5	CH4	1,3 butadiène
	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	T/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	g/j
Actuel 2019	457,5	742,5	35,5	9,9	236,0	5,9	52,3	36,0	2,3	437,3
Référence 2030	228,1	408,3	7,51	15,02	278,2	6,67	49,8	29,8	1,60	126,0
Variation au « Fil de l'eau »	-50,2%	-45,0%	-78,9%	51,9%	17,9%	12,8%	-4,9%	-17,1%	-31,3%	-71,2%
Projet 2030	228,1	408,6	7,49	15,01	278,0	6,67	49,9	29,9	1,6	125,4
Impact projet 2030	0,0%	0,1%	-0,2%	0,0%	-0,1%	-0,1%	0,2%	0,2%	0,0%	-0,5%
Référence 2050	243,1	430,4	7,92	20,69	293,1	7,03	52,6	31,5	1,68	133,0
Variation au « Fil de l'eau »	-94,0%	-76,4%	-367,6%	71,9%	20,5%	16,7%	0,5%	-15,0%	-40,6%	-241,4%
Projet 2050	243,0	430,6	7,91	20,67	292,8	7,02	52,7	31,5	1,68	132,3
Impact projet 2050	-0,1%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	-0,1%	0,2%	0,2%	-0,1%	-0,5%

Sur l'ensemble du projet	Benzène	Acénaphylène	Acénaphthène	Anthracène	Benzo(a)anthracène	benzo(a)pyrène	benzo(ghi)perylène	benzo(j)fluoranthène	benzo(k)fluoranthène	Chrysène
	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j
Actuel 2019	1080,3	18,21	24,35	2,65	2,41	1,39	2,75	1,03	1,52	4,60
Référence 2030	233,0	13,78	18,42	3,90	2,17	1,26	2,81	1,67	1,44	4,16
Variation au « Fil de l'eau »	-78,4%	-24,3%	-24,3%	47,1%	-9,8%	-9,1%	2,2%	62,5%	-4,8%	-9,7%
Projet 2030	233,3	13,8	18,4	3,9	2,2	1,3	2,8	1,7	1,4	4,1
Impact projet 2030	0,1%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	0,0%	-0,7%	-0,4%	-0,4%
Référence 2050	246,13	14,48	19,36	4,10	2,28	1,32	2,95	1,75	1,52	4,36
Variation au « Fil de l'eau »	-358,0%	-27,1%	-27,1%	37,1%	-5,7%	-5,0%	7,3%	43,4%	0,0%	-5,7%
Projet 2050	246,22	14,48	19,35	4,09	2,28	1,32	2,95	1,74	1,51	4,35
Impact projet 2050	0,0%	-0,1%	-0,1%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	-0,1%	-0,7%	-0,4%	-0,4%

Sur l'ensemble du projet	Dibenzo(a,h)anthracène	Fluoranthène	Fluorène	Indeno-1,2,3,cd-Pyrène	Naphtalène	Pyrène	Chrome	Nickel	Arsenic
	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j	g/j
Actuel 2019	0,31	22,44	2,3	1,4	1157,3	20,6	22,2	61,1	11,5
Référence 2030	0,25	21,78	2,8	1,4	1066,1	18,02	22,33	62,52	11,47
Variation au « Fil de l'eau »	-17,9%	-2,9%	21,6%	1,0%	-7,9%	-12,4%	0,7%	2,3%	0,0%
Projet 2030	0,25	21,76	2,8	1,4	1066,0	17,99	22,3	62,5	11,5
Impact projet 2030	-0,1%	-0,1%	-1,3%	-0,1%	0,0%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%
Référence 2050	0,27	22,89	2,94	1,45	1120,5	18,94	22,36	62,53	11,47
Variation au « Fil de l'eau »	-16,7%	2,1%	22,5%	6,1%	-3,4%	-9,1%	0,8%	2,2%	0,0%
Projet 2050	0,27	22,86	2,91	1,45	1119,9	18,90	22,36	62,53	11,47
Impact projet 2050	-0,2%	-0,1%	-1,3%	-0,1%	-0,1%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%

Au fil de l'eau, il ressort que les polluants directement liés à des contraintes réglementaires voient leurs émissions réduire (NOx, COV, CO). Les émissions particulières diminuent dans le temps en lien avec les contraintes réglementaires mais finissent par croître du fait de l'augmentation du trafic (émission non liée à la combustion des moteurs mais au soulèvement par action du trafic sur les voies). Les quantités de polluants uniquement liées à la consommation de carburant augmentent dans le temps.

Globalement, le projet a un impact mineur sur les émissions polluantes (effet nul ou légère diminution).

L'impact sur la baisse des émissions liées à l'usage de matériels roulants plus performants comme le GNV et les bus électrique est intégré dans le fil de l'eau et n'est par conséquent pas attribué au projet. Il a été considéré que l'amélioration du parc roulant était liée à une politique générale d'Ile-de-France Mobilités en faveur de la transition énergétique.

5.3. EVALUATION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES RESULTANT DE L'EXPLOITATION DU PROJET

Le projet entraîne une diminution de la consommation de carburant similaire à la baisse du trafic soit 0,1 % aux deux horizons. Le tableau suivant présente la consommation énergétique en tonne équivalent pétrole (TEP).

Tableau 7 : Consommation de carburant

	Consommation TEP/jour	Impact
Actuel 2019	74,45	-
Référence 2030	87,78	17,9% / Actuel
Projet 2030	87,73	-0,1% / Référence
Référence 2050	92,46	20,5% / Actuel
Projet 2050	92,38	-0,1% / Référence

5.4. CONCLUSION

L'impact du projet sur le report modal est faible ce qui génère un gain mineur en termes de consommation énergétique et d'émissions polluantes entre le fil de l'eau et le projet. Afin d'améliorer l'efficacité du projet, il est nécessaire de promouvoir l'usage des transports en commun auprès des usagers. La logique d'amélioration de la qualité de service, adoptée avec le projet, est l'une des premières approches nécessaires permettant d'initier une transformation des usages.



6. Bilan Carbone

6.1. Contexte et objets de l'évaluation	33
6.1.1. Contexte des émissions GES	33
6.1.2. L'évaluation carbone	33
6.1.3. Objectifs d'évaluation	34
6.2. Rappels méthodologiques et éléments de langage	34
6.2.1. Outil utilisé pour l'évaluation	34
6.2.2. L'approche du cycle de vie	34
6.2.3. Périmètre du bilan	35
6.2.4. Les facteurs d'émission	35
6.2.5. Incertitudes des données	36
6.2.6. Les jouvences	36
6.3. Méthodologie de calcul et hypothèses récurrentes	36
6.3.1. Études de conception et contrôle technique	36
6.3.2. Le changement d'affectation de sol	37
6.3.3. Déplacements domicile/travail	37
6.3.4. Le fret	37
6.3.5. La consommation des engins de chantier	37
6.3.6. La base vie et cantonnements	38
6.3.7. Les immobilisations	38
6.3.8. La production de déchets	38
6.3.9. Les émissions véhiculaires	38
6.4. Les données d'entrée	39
6.4.1. Le détail quantitatif estimatif	39
6.4.2. L'étude trafic	39
6.4.3. L'état initial de l'environnement et les emprises du projet	40
6.4.4. Le bilan puissance des équipements	40
6.4.5. L'offre de bus	40
6.4.6. Les intrants	40
6.4.7. Les ateliers de production	40
6.5. Résultats de l'évaluation	41
6.5.1. Bilan global	41
6.5.1.1. Phase production-construction (A1-A5)	41
6.5.1.2. Phase utilisation (B1)	42
6.5.1.3. Phase d'exploitation (B6)	43
6.5.1.4. Phase maintenance (B2-B5)	44
6.5.2. Bilan par poste d'émission	44
6.5.2.1. Les intrants	44
6.5.2.2. Les déchets	45
6.5.2.3. Les engins de chantier	46
6.5.2.4. Le fret	46
6.5.2.5. Les déplacements	46
6.5.2.6. Les immobilisations	46
6.6. Analyse et pistes d'amélioration	47
6.6.1. Travaux préparatoires	47
6.6.2. Les chaussées	47
6.6.3. Le génie civil et les voies douces	48
6.6.4. Les équipements et la signalisation	49
6.7. Conclusion	50

6.1. CONTEXTE ET OBJETS DE L'ÉVALUATION

6.1.1. Contexte des émissions GES

L'augmentation de la concentration des gaz-à-effet de serre (GES) due aux activités humaines est une des principales causes du changement climatique observé durant les deux derniers siècles. Selon le GIEC, l'industrie et le transport sont le deuxième et le troisième secteur d'activité les plus émetteurs de GES, comptabilisant le 19,5% et le 19% des émissions globales de GES respectivement.

Face au défi environnemental, les différents pays ont pris des engagements pour lutter contre le changement climatique. Cette volonté passe par le renforcement des mesures à appliquer visant la réduction des émissions dans les différents secteurs économiques. Ainsi, l'Accord de Paris signé après la COP 21 (2015), regroupe les engagements des pays pour réduire les émissions GES anthropogéniques afin de maintenir à 1,5 °C l'augmentation de la température globale par rapport aux niveaux d'avant la révolution industrielle.

Concernant la France, en 2007 et 2010 les deux lois Grenelle de l'environnement ont établi la réduction de 20% des émissions de GES dans le secteur des transports à l'horizon 2020. Au-delà des objectifs établis pour 2020, la France a fixé des objectifs plus ambitieux pour la réduction des GES. Approuvée en 2015, la loi de transition énergétique pour la croissance verte établit des réductions de GES de 40% pour 2030, réduction qui sera poursuivie pour atteindre 75% à l'horizon 2050 (mesure connue comme le « facteur 4 »). Elle préconise aussi une réduction de 30% sur la consommation des énergies fossiles tout en augmentant la part des énergies renouvelables jusqu'à 32% par rapport aux niveaux de 2012.

De plus, l'adoption de la stratégie nationale bas-carbone (SNBC) permet d'orienter les actions d'atténuation du changement climatique. Concernant le secteur du transport, elle établit une réduction des émissions de 28% (par rapport à 2015) à l'horizon 2030, visant la neutralité carbone pour 2050. Ces objectifs seront atteints entre autres, à travers la décarbonation de l'énergie consommée, l'amélioration des conditions de circulation et la réduction de l'impact carbone des infrastructures.

6.1.2. L'évaluation carbone

Dans un contexte de lutte contre le changement climatique, les exigences environnementales concernant l'empreinte carbone des infrastructures de transport sont de plus en plus importantes. En ce sens, un Bilan des gaz à effet de serre (GES) réalisé suivant les différentes phases du projet est nécessaire pour évaluer la pression exercée sur le climat à travers l'estimation du potentiel de réchauffement global (mesuré en tCO₂e), puis d'en déterminer des sources d'optimisation.

L'approche utilisée pour cette évaluation est basée sur la méthode *Bilan Carbone*[®]. Initialement conçue pour les organisations, elle permet de quantifier les émissions de gaz à effet de serre engendrées par la consommation des ressources nécessaires au déroulement de leurs activités dans un périmètre établi. Ainsi, un projet routier n'existe que parce que des usagers circulent sur les axes concédés. Ces mêmes usagers ne peuvent utiliser leur véhicule que si de l'énergie est disponible (carburant, électricité).

Afin d'identifier la provenance des émissions GES, la comptabilité carbone effectuée suivant la méthode *Bilan Carbone*[®] permet de faire la différence entre :

- les émissions de gaz à effet de serre qui prennent place au sein du périmètre de l'entité, issues des sources détenues ou contrôlées par l'organisation en question,
- les émissions qui prennent place à l'extérieur de ce périmètre, mais qui sont tout de même nécessaires au déroulement des activités. Ces émissions concernent notamment la production et distribution d'énergie ainsi que celles liées aux phases du cycle de vie autres que la fabrication (transport, utilisation, fin de vie).

Les émissions qui figurent dans un Bilan GES ne sont donc pas uniquement celles dont l'entité est directement responsable, mais également celles dont elle dépend pour exister. Le degré de responsabilité s'appréciera en fonction des émissions considérées, du contexte d'ensemble et également de ses propres critères. L'inscription d'émissions dans un bilan GES signifie simplement que l'entité tire un bénéfice d'un processus, situé chez autrui ou chez elle, qui a engendré des émissions. L'exploitation de cette évaluation ne doit donc pas s'arrêter à la détermination du degré de responsabilité de l'entité auditée.

Pour l'heure, toutes les méthodes standardisées ou officielles d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre partagent quelques caractéristiques :

- seuls sont comptabilisés les gaz émis, et non ceux qui apparaissent dans l'atmosphère à la suite de réactions chimiques ou photochimiques grâce à des émissions de précurseurs (cas de l'ozone troposphérique) ;
- seuls sont comptabilisés les gaz émis dans la troposphère, et non ceux émis dans la stratosphère (cas d'une partie des émissions des avions en vol).

Les gaz à effet de serre qui correspondent à cette définition sont essentiellement ceux qui sont repris dans le cadre du protocole de Kyoto - initiative internationale phare en matière de réduction des gaz à effet de serre

- le gaz carbonique (CO₂) d'origine fossile, dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre du siècle ;
- le méthane (CH₄), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre de la décennie ;
- l'oxyde nitreux (N₂O), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre du siècle ;
- les hydrofluorocarbures (C_nH_mF_p), dont la durée de résidence dans l'atmosphère s'échelonne de quelques semaines à quelques siècles ;
- les perfluorocarbures (C_nF_{2n+2}), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre de quelques siècles à plusieurs dizaines de millénaires ;
- l'hexafluorure de soufre (SF₆), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de quelques milliers d'années.

6.1.3. Objectifs d'évaluation

L'objectif principal de l'approche développée est de contribuer à rationaliser les décisions du projet (programmation en matière de réduction des gaz à effet de serre) et d'administrer le projet de manière durable. Elle doit conduire à des actions concrètes en matière de réduction des gaz à effet de serre.

L'objectif est aussi d'infléchir les comportements sur les bons ordres de grandeur dès les premières phases de conception. Ainsi, cette étude est faite sur l'état d'avancement actuel des études préliminaires. Elle permet d'identifier les postes les plus importants en termes d'émission et donc les axes sur lesquels il pourra être recherché des optimisations durant la suite des études.

Cette utilisation de la méthode Bilan Carbone® pour le projet, en définitive, a pour but de fournir aux acteurs et décideurs des éléments de sensibilisation et des pistes d'action afin de réduire la pression sur le climat. De plus, l'évaluation carbone permet de signifier l'impact du projet à l'ensemble des parties prenantes.

Du point de vue réglementaire, le décret n°2017-725 du 3 mai 2017 stipule que les émissions de GES doivent être évaluées pour les projets publics car le niveau de soutien financier accordé à ces derniers « *intègre, systématiquement et parmi d'autres critères, le critère de contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre* ». Il définit également les principes et modalités de calcul des émissions GES : l'approche du cycle vie de l'évaluation, le périmètre, les sources des données à exploiter, etc. Ainsi, le présent document permet de répondre aux exigences de ce décret.

6.2. RAPPELS METHODOLOGIQUES ET ELEMENTS DE LANGAGE

6.2.1. Outil utilisé pour l'évaluation

Le Bilan GES est réalisé avec l'outil *Carbon Infra-Cost* développé par Ingérop sur la base de la méthodologie de l'ADEME : Bilan Carbone® Version 8.1. Cet outil permet de décomposer les différentes sources d'émission d'un projet par catégorie suivant une logique de cycle vie.

L'outil propose des facteurs d'émissions concernant la fabrication des intrants, leur mise en œuvre, le fret, les déplacements, etc. Ces facteurs d'émission sont exprimés en tonnes équivalents CO₂ (tCO₂e) par unité fonctionnelle et sont issus des différentes bases de données dont l'ADEME et l'INIES ainsi que des bases de données propres aux équipes techniques Ingérop.

6.2.2. L'approche du cycle de vie

La construction et le fonctionnement des infrastructures de transport ont divers impacts environnementaux dont le potentiel de réchauffement climatique (quantifié en CO₂e) qui est abordé dans cette évaluation. Concernant les GES, les infrastructures génèrent des émissions tout le long de sa vie utile. Les émissions de GES peuvent être associées à chacune des phases du cycle de vie d'une infrastructure : la production (A1- A3) et mise en œuvre des intrants (A4-A5), le fonctionnement comprenant l'utilisation (B1), la maintenance (B2-B5), l'exploitation (B6) et enfin, la fin de vie (C1-C4).

Dans le cadre de cette étude, la décomposition des émissions GES par phase de cycle de vie est faite suivant les définitions établies dans le standard EN 15978. Ce standard fournit la méthode de calcul reposant sur l'analyse du cycle de vie (ACV) et d'autres informations environnementales quantifiées, qui permet d'évaluer la performance environnementale d'une construction, et indique comment communiquer le résultat de l'évaluation. Les phases considérées dans cette évaluation sont signalées en gras dans le **Tableau 8** :

Tableau 8 : Phases du cycle de vie d'un projet d'infrastructure basées sur la EN 15978.

CYCLE DE VIE D'UN PROJET D'INFRASTRUCTURE													
Production			Construction		Fonctionnement					Fin de vie			
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4
Matériaux premières	Transport vers l'usine	Manufacture	Transport au chantier	Mise en œuvre	Installation	Maintenance	Opérations	Remplacement	Modernisation	Démolition	Transport vers filière	Tri	Valorisation
					B6	Somme d'énergie							
					B7	Somme d'eau							
					B8	Autres consommations							

6.2.3. Périmètre du bilan

Le périmètre d'évaluation du bilan des gaz à effet de serre (GES) d'un projet se décompose entre sa conception, sa construction, son fonctionnement, et sa fin de vie. Dans le cadre du projet, le périmètre d'évaluation a été restreint à sa conception, sa construction et son fonctionnement. Le projet n'ayant pas pour objet à être démantelé, les émissions liées à la fin de vie ne sont pas estimées. Il est à remarquer que dans le cadre de cette évaluation les mesures d'accompagnement sont aussi abordées et intégrées.

Concernant la phase de construction et de maintenance, les différents métiers abordés sont :

- Les travaux préparatoires et terrassement ;
- la travaux des chaussées ;
- les voies douces, y compris la pose des bordures et des caniveaux ;
- les travaux de génie civil des stations bus ;
- l'assainissement ;
- les réseaux secs (courant faible et télécom) ;
- les aménagements paysagers (plantation d'arbres et d'arbustes) ;
- les équipements d'exploitation (mobilier urbain, équipement électronique de vidéosurveillance, info-voyageur, billettique , éclairage...);
- la signalisation (marquage au sol, signalisation verticale et SLT) ;
- et l'organisation du chantier (trajets domicile travail du personnel, engins de chantier, base vie).

Il est à noter que l'impact des chantiers sur la circulation routière à proximité des emprises du projet n'est pas pris en compte à ce stade de l'évaluation.

La phase de fonctionnement se comporte les parties suivantes :

- la consommation énergétique liée aux équipements d'exploitation ;
- l'exploitation du parc roulant qui résulte de l'augmentation du niveau de service par rapport à la situation de référence ;
- les émissions évitées grâce aux reports modaux des usagers VP vers les bus
- et les émissions liées aux travaux d'entretien du projet (des jouvences et des taux de remplacement/intervention sont déterminées par objet ou élément constructif).

Cependant, les travaux de maintenance des chaussées ainsi que des voies douces ne sont pas inclus dans cette évaluation car ces voiries font partie des emprises déjà existantes dans l'espace public. Le projet ne génère donc pas d'émission supplémentaire par rapport à la situation de référence qui de façon inhérente inclut la maintenance de ces voiries.

Les différents postes d'émissions considérés par notre outil décomposent les points précédents selon les éléments suivants :

- L'exécution des travaux : correspondant aux consommations de carburant (diesel, essence) ;
- L'énergie en exploitation : correspondant aux consommations des équipements techniques ; Les émissions hors énergie, correspond aux pertes de fluides frigorigènes et à la consommation de surface non imperméabilisée ;
- Les intrants : correspond aux matériaux nécessaires au projet ;

- Le fret : correspond à l'acheminement des matériaux et des déchets (il est distingué le fret entrant et le fret sortant) ;
- Les déplacements qui incluent les déplacements domicile travail et les déplacements sur site ;
- Les déchets produits en construction et en maintenance ;
- Les immobilisations qui découlent de l'usage des engins de chantier (hors consommation énergétique qui est rattachée au poste énergie).

Il est également nécessaire d'établir un périmètre temporel pour réaliser l'évaluation. Ce périmètre concerne essentiellement la phase de fonctionnement. Il s'agit de la période sur laquelle les émissions liées à la gestion du projet et aux effets induits sont calculés. Pour cette évaluation, il a été décidé de prendre en compte la période allant de la mise en service du projet en 2027 jusqu'à l'horizon 2070, année de référence pour d'autres projets évalués par IDFM.

Le périmètre spatial est décomposé en deux :

- Le premier concerne le périmètre des travaux, limité aux emprises du projet défini par le tracé des voies dédiées ainsi que des zones faisant l'objet des mesures d'accompagnement. Pour rappel, le projet consiste en la création de voiries, sites propres bus, de voies douces (aménagement cyclables et trottoirs), de quais de station ainsi qu'en la mise en place des équipements d'exploitation et la signalisation des voiries.
- Le second est défini par l'aire d'influence du projet sur les véhicules particuliers. Cependant, les émissions totales du trafic ne sont pas comptabilisées dans ce périmètre, mais uniquement la différence entre les scénarii référence (horizon 2070 sans projet Bus Entre Seine) et projet 2070. L'objectif est de considérer uniquement l'impact du projet sur les mobilités et leurs conséquences sur l'impact des GES. Ce périmètre a été défini par le service Modélisation et évaluation des projets de IDFM qui a pu calculer l'impact sur les déplacements des usagers VP.

6.2.4. Les facteurs d'émission

Les facteurs d'émissions (FE) s'expriment en kgCO₂e par unité (e pour équivalent) et permettent de retranscrire l'impact carbone d'un matériau, d'une activité ou d'une consommation énergétique.

Ils sont majoritairement issus de la base ADEME mais peuvent également être complétés par des bases externes lorsque les informations manquent (Base INIES, DIOGENE, Ecoinvent ou directement les FDES des fournisseurs).

Le choix des FE utilisés a été hiérarchisé de la façon suivante selon les disponibilités :

- Base ADEME ;
- Base INIES ;
- FDES de fournisseurs et autres bases ;
- Construction du FE en considérant le FE du matériaux principal (exemple : Pour une armoire électrique en acier, il sera considéré le poids de l'armoire auquel sera associé le FE de l'acier).

De même, certains facteurs d'émission sont construits à partir de l'outil *Bilan Produit* faisant partie de la Base Impacts® de l'Ademe. Cet outil sert à estimer les émissions engendrées par la production de certains équipements dont les processus de fabrication est plus important que celui du matériau principal. Tel est le cas des glissières métalliques et des panneaux de signalisation routière par exemple. Ces équipements comportent des traitements de surface non négligeables (respectivement galvanisation et thermolaquage).

Les facteurs d'émissions utilisés par matériaux sont récapitulés en **Annexe 3**. Pour faciliter le traitement des métrés des métiers, les FE sont convertis dans l'unité du métier, appelée unité fonctionnelle (exemple : si un métier indique une quantité de béton en m³ alors que le FE est exprimé en kgCO₂e/tonne, le FE est alors converti en kgCO₂/m³).

6.2.5. Incertitudes des données

Toutes les données sont assorties d'une incertitude représentant la variabilité des valeurs estimées. Elles sont déterminées en fonction :

- d'hypothèses sur des données qui ne peuvent à cette phase être définies (origine des matériaux, études en cours d'élaboration...);
- des évolutions probables du projet (déblais, remblais, structure de la voie...);
- de la difficulté à estimer une variable (consommation énergétique du chantier, distance parcourue par le personnel...);
- des facteurs d'émissions associés à partir des indicateurs statistiques renseignés dans les bases de données.

Afin de donner un ordre de grandeur de la variabilité des émissions estimées, la superposition des incertitudes liées aux FE, aux données d'entrées et aux postes est faite en appliquant la méthode de calcul du *Bilan Carbone*®. Cette méthode permet d'estimer l'incertitude totale pour chaque émission calculée.

6.2.6. Les jouvences

Les jouvences représentent le nombre des fois qu'un élément est remplacé. Elles découlent de la durée de vie des matériaux. Par exemple, sur une période définie de 20 ans, une durée de vie de 10 ans entraîne 2 jouvences. Dans le cas particulier des durées de vie des éléments faisant l'objet de travaux de réfection (p.ex. chaussée), il est considéré une jouvence égale au ratio entre la période d'étude et la durée de vie. Les jouvences ainsi obtenues permettent d'estimer la quantité totale des travaux effectués pour des sections routières n'ayant pas atteint la durée de vie moyenne.

Après avoir échangé avec les équipes métier, les durées de vie suivantes ont été retenues pour chaque élément fonctionnel de l'infrastructure :

- Ouvrage d'art : 100 ans ;
- Les fondations lourdes des voies : 100 ans ;
- Les couches de base : 30 ans ;
- Les couches de roulement : 10 ans ;
- Massif d'encrage : 100 ans ;
- Les équipements : 20 ans ;

- La signalisation : 10 ans ;
- L'assainissement : 50 ans ;
- Signalisation horizontale et marquage au : 10 ans ;
- Signalisation verticale : 20 ans ;
- Revêtement chemin piéton et circulation douce : 20 ans ;
- Débroussaillage/tonte des espaces verts : 1 an

6.3. METHODOLOGIE DE CALCUL ET HYPOTHESES RECURRENTES

Les émissions GES seront calculées par phase du cycle de vie. Concernant la phase construction, elles sont estimées par métier : voirie, ouvrages d'art routier, assainissement, équipements et aménagements paysagers et urbains.

Pour chacun de ces métiers l'ensemble des postes d'émission du Bilan GES sont analysés en fonction de leurs spécificités (énergie, hors énergie, fret, matériaux, déchets, déplacements et immobilisations). Dans la suite du document, chaque métier sera abordé et les données d'entrées présentées ainsi que les hypothèses associées à l'estimation carbone si nécessaire. Les hypothèses récurrentes utilisées par métier sont présentées dans les paragraphes suivants.

Dans le cas des émissions liées à la phase maintenance, elles sont évaluées suivant la même approche que la phase construction qui consiste à décomposer les travaux de remplacement, rénovation et réfection des composants du projet suivant les différents métiers. Ensuite, les émissions de la phase d'exploitation sont estimées à partir des consommations d'énergie des équipements du projet et du matériel roulant ainsi que des engins dédiés aux travaux d'entretien des emprises.

Enfin, comme indiqué dans la définition du périmètre d'évaluation, les émissions liées à l'utilisation du projet sont estimées à partir de la différence des émissions des véhicules particuliers entre les scénarii référence et projet. La description de la méthode d'évaluation est présentée en fin de section.

6.3.1. Études de conception et contrôle technique

La quantification des émissions liées aux études de conception et aux contrôles techniques est faite sur une approche macroéconomique. L'ADEME définit des ratios monétaires pour différents secteurs d'activités en tenant compte des émissions consignées dans les Bilan Carbone des entreprises. Ainsi, en phase conception un ratio monétaire est appliqué aux montant des études : 110 kgCO₂e/k€ (ratio monétaire pour une activité de conseil). Quant aux contrôles techniques, le ratio appliqué est de 170 kgCO₂e/k€ (ratio monétaire pour une activité de service d'architecture et d'ingénierie).

6.3.2. Le changement d'affectation de sol

Une modification dans l'affectation du sol engendre l'émission de GES ainsi qu'un changement dans les capacités de captation de carbone. Pour tenir compte de cet impact, l'ADEME propose une méthode d'évaluation sur la base des dynamiques de stockage carbone en fonction du type de sol étudié. Les FE utilisés par cette méthode sont montrés dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Facteurs d'émission (ou de captation) proposés pour la France. Source : base ADEME

vers	Cultures	Prairies	Forêts	Sols non imperm.	Sols imperm.
Cultures en terres arables		-1,80	-1,61	0	190
Prairies permanentes	3,48		-0,37	0	290
Forêts	2,75	0,37		0	290

6.3.3. Déplacements domicile/travail

Pour le déplacement du personnel il a été considéré un trajet moyen routier (distance domicile / travail) de 13,7 km (soit 27,4 km aller-retour). Cette distance est basée sur le rapport *Enquête globale des déplacements (OMNIL, 2013)*. S'agissant d'un chantier urbain desservi par des lignes transports en commun réguliers, il a été considéré la part des déplacements domicile-travail en Île de France, calculée à partir du rapport *Déplacements domicile-travail (INSEE, 2017)*.

Le nombre de déplacements domicile/travail est estimé par phase de vie du projet. Ce nombre est donné par la durée des travaux et les cadences de production (phase construction et maintenance), ainsi que par le personnel d'exploitation prévisionnel. Concernant les facteurs d'émissions employés, les valeurs retenues correspondent aux trajets en voiture particulière à motorisation moyenne (0,254 kgCO₂e/km), les bus en agglomération > 250 000 hab. (0,154 kgCO₂e/passager.km) et les 2 RM (0,238 kgCO₂e/km).

6.3.4. Le fret

Pour le fret, il a été considéré une part modale de 100 % en mode routier. Afin de mieux identifier sa contribution aux émissions GES du projet, le fret routier a été départagé entre fret entrant, sortant et interne.

L'approche retenue pour l'estimation du fret est celle du volume transportée en tonne.km. Cette approche est mieux adaptée pour le fret lourd car au contraire de l'approche déplacement (en véh.km), elle ne nécessite pas d'hypothèse de foisonnement.

Les distances d'approvisionnement utilisées sont détaillées pour chacun des engins, matériel, matériaux et déchets concernés. Les distances ont été choisies en fonction de :

- la disponibilité de la ressource, plus elle est disponible plus elle est considérée comme proche ;
- la distance vers les sites d'approvisionnement (matériaux) d'évacuation (déchets).

La distance de transport prise par défaut pour l'évacuation des déchets est de 40 km. La distance de transport interne pour le stockage provisoire est établie à 4 km. L'engin retenu pour le calcul des émissions GES varie en fonction des objets transportés. La liste des engins utilisés dans cette évaluation et ses facteurs d'émission est détaillée dans le **Tableau 10**.

Tableau 10 : Émissions GES (kgCO₂e/t.km) par engin de transport. Source : base ADEME

Engins de transport	Total GES (kg CO ₂ e/t.km)
Ens. art. PTR 40T, benne TP [1]	0,117
Ens. art. PTR 40T, marchandises diverses, longue distance [1]	0,096
Ens. art. PTR 40T, citerne [1]	0,098
Ens. art. PTR 40T, porte voitures [1]	0,220
Toupié béton 8 m3	0,070

6.3.5. La consommation des engins de chantier

L'utilisation des engins de chantier doit mener à une estimation de la consommation de carburant pour déterminer les émissions de GES. Dans le cas où la consommation de carburant n'est pas connue par le métier, la méthodologie EMEP - CORINAIR de l'European Environment Agency est appliquée. Le document méthodologique est téléchargeable sur le site de l'EEA : « *air pollutant emission inventory guidebook 2016 - 1.A.4 - Non-road mobile sources and machinery* ».

L'approche Tier 3 de la méthode permet de déterminer la consommation horaire de carburant en fonction de la puissance des engins de chantier. Les valeurs de consommation de carburant pour les engins diesel et les machines essence sont données dans le **Tableau 11** et le **Tableau 12**.

Tableau 11 : Consommation de carburant en fonction de la puissance de l'engin du type Stage V. Source : EMEP - EEA

Puissance maximale de l'engin (kW)	0 - 19	20 - 36	37 - 55	56 - 74	75 - 129	130 - 559	-	> 560
Consommation diesel (g/kWh)	270	262	260	260	255	250		250

Tableau 12 : Consommation de carburant par cylindre 2T essence de Type Stage V. Source EMEP - EEA

Cylindre 2 T (cm3)	C. essence (g/kWh)
20-65	500
>65	652

Exemple : Un bulldozer de 131 kW est utilisé pendant 100 jours 8 heures par jour. Le facteur de consommation (FC) est de 250 g/kWh. En partant d'une hypothèse d'utilisation de 75%, la puissance moyenne en utilisation de l'engin est de 131*0,75 soit 98,25 kW. Il fonctionne pendant 800 heures soit une consommation de 19,65 tonnes de carburant (98,25*800*250*10⁻⁶). Avec une masse volumique de 860 kg/m³, 22 800 litres de diesel ont été consommés. Si des données métiers sont disponibles, elles sont privilégiées.

Le tableau montré dans l'**Annexe 1** présente les caractéristiques des engins utilisés pour la suite de l'évaluation. Il est présenté la consommation d'huile par engins, le poids de chacun et les distances de disponibilité (pour l'estimation du fret d'immobilisations).

6.3.6. La base vie et cantonnements

L'ensemble des émissions liées à la base de vie est estimé à partir de la durée prévisionnel du chantier et du nombre d'heures de main d'œuvre nécessaire à la réalisation des travaux de construction et de maintenance. Ces deux valeurs permettent de calculer le nombre moyen d'ouvriers et donc, les besoins en cantonnements.

Pour l'installation de chantier, il a été considéré les émissions dues aux consommations de carburant des engins de levage nécessaires à la mise en place des cantonnements. En plus du carburant, les consommations d'électricité et d'eau nécessaires au fonctionnement de la base vie sont considérées en prenant en compte la durée des travaux.

De même, les émissions liées à la mise en œuvre des cheminements d'accès et de clôture du chantier sont aussi prises en compte. Le quantitatif de ces travaux est estimé à partir du nombre de cantonnements et des plans d'insertion des voies dédiées. Les travaux de signalisation routière temporaire nécessaire à l'exploitation sous chantier sont aussi inclus dans le bilan.

Quant aux émissions liées aux immobilisations du chantier et à la production de déchets, elles ont été évaluées avec la méthode générale détaillé dans les paragraphes suivants.

6.3.7. Les immobilisations

Les immobilisations correspondent à l'ensemble de moyens matériels et aux installations temporaires qui sont nécessaires à la réalisation du projet. Dans les immobilisations du projet sont considérés les engins de chantier et d'entretien ainsi que la base vie et les cantonnements du chantier. Afin de tenir compte de l'empreinte carbone générée par leur fabrication, le total des émissions est amorti sur la durée d'utilisation dans le cadre du projet.

Les facteurs d'émission utilisés ont été calculé sur la base de données de l'ADEME. Ainsi, on retient le FE des machines (3 670 kgCO₂e/t) pour les engins de chantier et d'entretien et le FE des bureaux en métal (158 kgCO₂e/m²) pour les cantonnements et la base vie.

Pour pouvoir l'adapter à l'utilisation réelle des engins le FE a été converti en kgCO₂/(t.j) en considérant une durée de vie de 20 ans pour les engins et une utilisation annuelle de 251 jours (équivalent jours ouvrés). Le FE initial est donc divisé par 5020 (20*251) ce qui correspond à 0,73 kgCO₂e/(t.j). De la même façon, on obtient le FE des cantonnements qui correspond à 0,032 kgCO₂e/(t.m²).

6.3.8. La production de déchets

La production de déchets lors de phases de construction et de maintenance est gérée suivant deux schémas.

Le premier concerne les déchets générés par les travaux de démolition et de dégagement des emprises (débroussaillage, déboisement, etc.). Ces déchets sont considérés comme étant directement évacués et ainsi comptabilisés dans les métiers les produisant. Par exemple, la démolition d'une couche de roulement est comptabilisée dans le métier chaussée).

Le deuxième concerne les déchets engendrés par les intrants : les emballages, les chutes et les pertes qui sont imputés aux installations temporaires (benne déchets en base vie). Les quantités de déchets sont estimées à partir d'un pourcentage de la masse de l'unité fonctionnelle concernée. En prenant comme exemple une tonne de béton préfabriquée, les déchets générés sont : 56 kg de béton hydraulique (liée à la mise en œuvre) et 50 kg d'emballages (bois, carton et film plastique). Ces pourcentages pris en compte sont issus des FDES de l'INIES et des données métiers.

Par ailleurs, les déchets générés par la base vie sont aussi attribués aux installations temporaires. Les déchets comptabilisés concernent les déchets ménagers et les eaux usées.

6.3.9. Les émissions véhiculaires

La méthodologie d'évaluation de l'empreinte carbone des projets d'infrastructure prend en compte les émissions produites par le projet suivant toutes ses phases de vie. À différence des autres phases, la phase d'utilisation est particulière vis-à-vis du périmètre d'évaluation car l'impact induit par l'infrastructure ne se limite pas aux emprises du projet mais répercute aussi sur d'autres axes routiers adjacents.

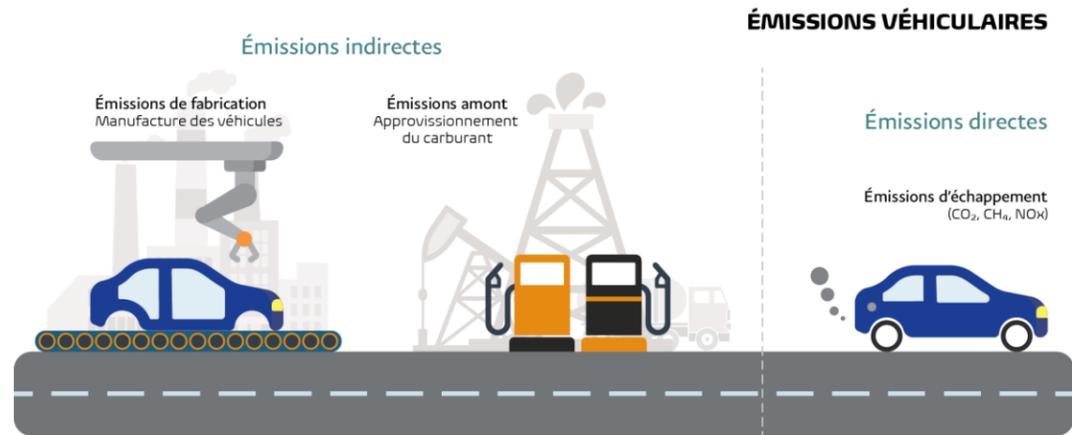
Puisque le but de la méthode est aussi d'évaluer les émissions GES induites par le projet d'infrastructure, l'impact en phase d'utilisation est estimé à partir de la variation des déplacements projetés des usagers par rapport à une situation de référence et qui résulte des modifications apportées par le projet sur le réseau de transport. Les impacts des projets d'infrastructure sur les réseaux de transport pris en compte pour l'évaluation GES sont : la diminution des distances parcourues, la modification des vitesses de circulation et la réduction des phénomènes de congestion.

Ainsi, la méthode d'évaluation de l'empreinte carbone en phase d'utilisation consiste d'abord à estimer les émissions GES des véhicules au sein du périmètre impacté par le projet suivant les scénarii référence (fil de l'eau) et projet 2030. Ces scénarii sont construits à partir des résultats obtenus lors de la modélisation du réseau de transport et qui permettent de quantifier les impacts dans la circulation cités dans le paragraphe précédent.

Dans la comptabilité carbone, les émissions GES des véhicules sont de deux types : émissions directes et indirectes.

Les émissions directes correspondent aux GES produits par la combustion du carburant consommé par les moteurs des véhicules et qui prennent place dans le périmètre d'évaluation. Les émissions indirectes correspondent aux GES émis en dehors du périmètre d'évaluation issus de la fabrication des véhicules et de la production et distribution des carburants consommés. Le schéma montré dans la figure ci-dessous représente les différentes émissions GES.

Représentation des émissions indirectes (fabrication et amont) et directes produites par l'utilisation des véhicules



L'approche retenue consiste à utiliser la méthode développée par l'ADEME qui détermine les émissions liées aux déplacements routiers. Cette méthode utilise des FE moyens pour la France qui prennent en compte les émissions liées à la fabrication des véhicules, l'approvisionnement de carburant et la combustion. Cette méthode permet donc d'estimer l'ensemble des émissions véhiculaires de GES suivant l'approche du cycle de vie.

6.4. LES DONNEES D'ENTREE

6.4.1. Le détail quantitatif estimatif

À partir de la décomposition et l'estimation prévisionnelle du projet il a été possible d'obtenir les services et les quantités de travaux nécessaires à la réalisation du projet. Le DQE du projet et sous-divisé dans les postes suivants :

Tableau 13 : Postes et travaux principaux pris en compte dans l'estimation du projet. Source : Pièce 7.1 Estimation

INDEX	POSTE
1	MOE Conception
2	MOA
3	MOE Travaux
6	Travaux préparatoires
8	Plateforme
10	Revêtement du site propre
11	Voiries (hors site propre) et espaces publics
12	Équipements urbains
13	Signalisation routière
14	Génie civil des stations et mobilier des stations
16	Courants faibles et PCC

En plus des travaux du projet, des mesures d'accompagnement consistant en la réalisation de réaménagements des arrêts de bus existants ont été aussi pris en compte. Ces réaménagements incluent notamment des travaux de génie civil et de pose d'équipements urbains.

Chacun des travaux renseignés dans la décomposition et l'estimation prévisionnelle fait l'objet d'une décomposition afin de transposer les mètres dans les unités fonctionnelles adaptées. Ceci permet d'assurer une ventilation cohérente avec les FE des bases de données exploitées, notamment lorsqu'il s'agit des travaux impliquant différentes activités (p.e. le bétonnage d'une dalle de péage : surface de dallage en m², quantité de béton mis en place en m³ puis converti en tonnes pour le calcul du fret).

De la même manière, les travaux chiffrés au forfait sont aussi décomposés à partir des informations renseignées par les équipes techniques correspondantes.

6.4.2. L'étude trafic

L'évaluation des émissions produites par la circulation routière est réalisée sur la base de l'étude menée par le service *Modélisation et évaluation de projets d'Île de France Mobilité*. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'impact du projet sur les distances parcourues. Elle a été menée pour les scénarii de référence et projet pour la période 2027-2070.

Les hypothèses utilisées pour projeter le nombre de kilomètres parcourus évités sont les suivantes :

- Accroissement annuel de 1,12 % des déplacements en VL jusqu'à l'horizon 2035 ;
- Puis un taux d'accroissement de 1 % annuel de 2035 à 2070.

Les résultats obtenus en appliquant ces hypothèses sont montrés dans le **Tableau 14**.

Tableau 14 : Déplacements VL évités en km parcourus, différence entre les scénarii référence et projet

Période	km cumulés	Taux de croissance
2027-2035	2 746 296	1,12%
2035-2070	15 011 904	1,00%

La méthode retenue pour l'évaluation des émissions évitées des usagers est basée sur l'approche ADEME qui utilise les facteurs d'émission de la Base Carbone pour les émissions indirectes et directes. Pour rappel, les émissions indirectes concernent celles liées à la fabrication des véhicules et à l'approvisionnement du carburant. Les émissions directes correspondent aux GES produits par la combustion des carburants et émis dans les emprises du projet.

6.4.3. L'état initial de l'environnement et les emprises du projet

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet reprennent des emprises urbaines existantes. Ainsi, aucun changement d'affectation de sols n'est considéré. L'état initial de l'environnement est présenté dans la pièce G : Etude d'impact.

6.4.4. Le bilan puissance des équipements

Les consommations électriques des équipements techniques sont évaluées à partir de l'estimation du coût du projet. À chaque équipement sont attribués une puissance électrique et un temps d'utilisation journalier (en supplément des coefficients de simultanéité et d'utilisation). Le produit de ces données permet de calculer l'électricité consommée en kWh par an, puis sur toute la période d'évaluation (2027 – 2070).

Le tableau ci-dessous montre la consommation électrique annuelle estimée par poste :

Tableau 15 : Bilan puissance des installations électriques et leur consommation annuelle

Poste de consommation	Puis. (kW)	Fonctionnement h/jour	Énergie (kWh/an)	Énergie totale (kWh)
Éclairage	18,64	10	54 056	2 324 408
SLT	20,93	24	145 673	6 263 930
Billettique	62	24	431 520	18 555 360
Vidéosurveillance	3	24	20 880	897 840

6.4.5. L'offre de bus

Afin d'estimer les émissions GES issues de l'exploitation du matériel roulant (bus conventionnels et électriques), l'évaluation carbone du projet prend comme donnée d'entrée l'évolution de l'offre de service des lignes de bus concernées par les aménagements à réaliser. Cette évolution est résumée dans le tableau ci-après :

Tableau 16 : Récapitulatif de l'évolution de l'offre de bus pour la situation actuelle et les scénarii référence (fil de l'eau) et projet

Ligne	Situation	Nombre de bus	Intervalle HP	Nombre en HP	Nombre en HC
1	Existant/Projeté/ fil de l'eau	60	15	20	40
2	Existant	52	14	21	31
	Projeté / fil de l'eau	56	12	25	31
3	Existant/ fil de l'eau	60	15	20	40
	Projeté	76	10	30	40
4	Existant	60	12	25	35
	Projeté / fil de l'eau	65	10	30	35
6	Existant	43	15	20	23
	Projeté / fil de l'eau	53	10	30	23
7	Existant	129	15	20	109
8	Existant/Projeté/ fil de l'eau	87	12	25	62
9	Existant	121	6	50	71
	Projeté / fil de l'eau	114	7	43	71
140	Existant/Projeté	96	7	43	53
262	Existant	88	11	27	61
	Projeté / fil de l'eau	98	8	38	61
272	Existant/ fil de l'eau	126	6	50	76
	Projeté	146	6	50	76
340	Existant/Projeté/ fil de l'eau	48	15	20	28
34	Existant	45	15	20	25
	Projeté/fil de l'eau	50	12	25	25
H	Existant	57	10	30	27
	Projeté/fil de l'eau	48	15	20	27

Le tableau présenté ci-dessus montre que seulement deux lignes sont directement modifiées par le projet avec un renfort d'offre : la ligne 3 et la ligne 272. A ce stade des études, la motorisation de la ligne 3 s'oriente vers l'électrique tandis que la ligne 272 seraient avec une motorisation GNV.

La méthode utilisée pour l'évaluation des émissions GES liées à l'exploitation des bus électrique et conventionnels est basée sur les FE de l'ADEME. De manière similaire aux VL, ces FE prennent en compte les émissions indirectes (fabrication du matériel, production et distribution de l'énergie) et les émissions directes de la combustion. Il est à noter que les FE pris en compte sont ceux ramenés au nombre de kilomètres parcourus (0,244 et 1,839 kgCO₂e/km respectivement).

6.4.6. Les intrants

Les métrés des matériaux employés et des équipements sont estimés à partir de la décomposition des travaux. Cette décomposition est montrée en Annexe 5 qui détaille les quantités des travaux ainsi que les hypothèses de calcul. De même, les métrés des intrants sont présentés en Annexe 4. Pour chaque intrant il est précisé : la quantité, l'unité fonctionnelle, le poids unitaire et la durée de vie.

6.4.7. Les ateliers de production

Des ateliers de travaux sont définis par type de métier. La composition des ateliers est définie à partir des informations issues de nos équipes techniques. Les engins de chantier utilisés et leur caractéristiques techniques sont listés dans l'Annexe 1.

Afin de calculer la consommation de carburant des ateliers de production, les pourcentages d'utilisation sont définis pour chacun des engins. À partir de cette donnée et de la puissance des engins, la consommation horaire de carburant est estimée en appliquant la méthodologie détaillée dans la section 3.5. En plus de ces informations, chaque atelier a une cadence de production associée, ce qui permet d'estimer la durée d'utilisation et la consommation finale de carburant. L'Annexe 2 présente en détail la description des ateliers employés.

6.5. RESULTATS DE L'ÉVALUATION

6.5.1. Bilan global

Le bilan global des émissions directes et indirectes est de **42 615 t CO₂e**. (hors émissions évitées des usagers). L'incertitude totale est estimée à 9 764 t CO₂e, soit 23 %.

La décomposition des émissions par poste d'émission est montrée dans la Figure 9. Afin de faciliter l'affichage des résultats, les émissions liées aux usagers ne sont pas incluses dans ce graphique.

Bus entre Seine, Bilan GES Émissions GES par poste (A1-B6)

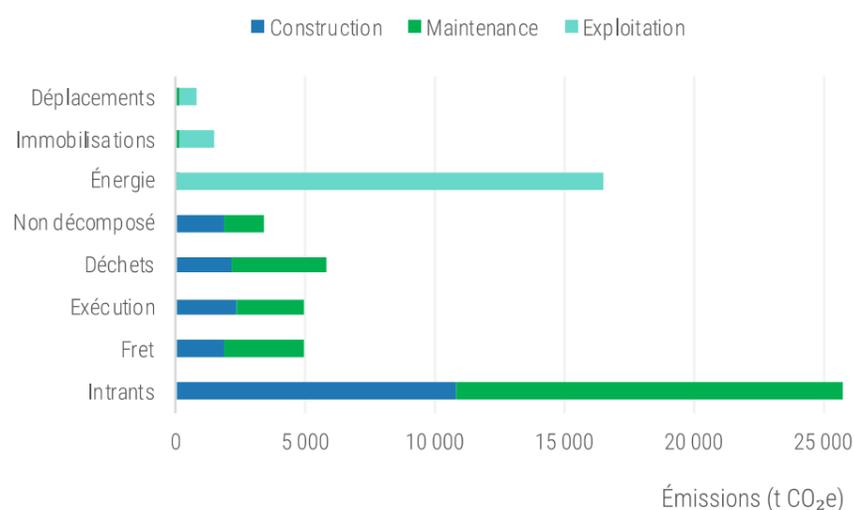


Figure 9 : Émissions GES globales du projet par poste émetteur (hors émissions évitées des usagers)

Il est à noter que les émissions évitées liées à la réduction des déplacements VP des usagers ne sont pas directement évaluées. En effet, seulement la différence des kilomètres parcourus montrée dans le Tableau 14 est prise en compte et attribuée au projet. Le détail du calcul de ces émissions est présenté dans la section dédiée aux émissions des usagers.

Une première observation des postes rend compte de l'importance de la part des émissions liées aux travaux de construction et de maintenance. En effet, ces émissions représentent 97 % du total des émissions du projet (hors usagers). La répartition entre les émissions de la phase construction et celles de la phase maintenance est montrée dans la Figure 10.

Bus entre Seine, Bilan GES Émissions GES par phase du cycle de vie

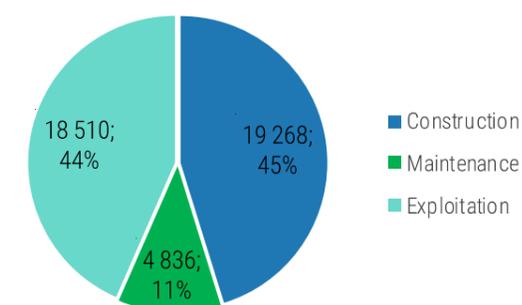


Figure 10 : Émissions GES totales par phase du cycle de vie du projet (hors émissions évitées des usagers)

6.5.1.1. PHASE PRODUCTION-CONSTRUCTION (A1-A5)

Suivant l'approche du cycle de vie, l'évaluation carbone a été menée pour les phases de construction, utilisation, maintenance et exploitation. Concernant la phase production-construction (A1-A5) les émissions ont été traitées par corps de métier, puis par poste d'émissions. Le total des émissions obtenues pour cette phase est de **19 268 t CO₂e** avec une incertitude de 2 290 t CO₂e. Pour cette phase, les émissions liées au contenu carbone des intrants, le fret, l'exécution des travaux et le traitement de déchets représente 17 791 t CO₂e, soit 92 % du total de GES. La décomposition de ces émissions est présentée dans la figure 4

Quelques remarques sont à prendre en compte dans cette évaluation. Tout d'abord, les travaux de démolition de l'existant ainsi que les dégagements des emprises sont comptabilisés dans les travaux préparatoires. Ces émissions sont prises en compte dans la phase de construction car elles sont nécessaires à la préparation du terrain avant le début des travaux de construction. De plus, les résultats de ces travaux n'intègrent aucun

Postes	Construction	Maintenance	Exploitation	TOTAL
Intrants	10 809	3 038	-	13 847
Fret	1 858	56	-	1 914
Exécution	2 375	131	-	2 507
Déchets	2 159	110	-	2 269
Non décomposé	1 902	1 463	-	3 365
Énergie	32	32	16 410	16 475
Immobilisations	64	1	1 412	1 477
Déplacements	69	4	688	761
TOTAL	19 268	4 836	18 510	42 615

élément fonctionnel de l'infrastructure étudiée et donc ne peuvent en aucun cas être considérés dans la fin de vie du projet.

En plus des travaux de préparation, l'installation du chantier ainsi que les opérations de repli sont comptabilisées dans les installations temporaires. Il est rappelé que les déchets générés par la base vie y sont

intégrés car ils font l'objet d'un stockage provisoire dans les bennes déchet se trouvant à proximité de la base vie.

Les travaux le plus émetteurs par ordre décroissant sont :

- Les chaussées : la mise en œuvre des couches de forme (y compris les apports), de la couche de base et de roulement ainsi que des couches d'accrochage.
- Les travaux préparatoires : démolition des structures existantes (chaussées), l'évacuation des gravats de démolition et leur traitement.
- Les réseaux divers : la réalisation des tranchées, la mise en place des réseaux secs (télécom, et électricité) et le remblayage des tranchées
- Les voies douces : la création des trottoirs en béton hydraulique et bitumineux ainsi que les éléments de voirie (caniveaux, bordures).
- Les équipements: la mise en place de l'éclairage, le mobilier urbain (abris bus, banc, corbeille, etc.) et l'équipement technique des stations (vidéosurveillance, billettique).

Afin de réduire l'impact carbone du projet, ces travaux font l'objet d'une analyse ultérieure dans la **section 6** de ce rapport.

Bus entre Seine, Bilan GES étape construction

Émissions GES, phases A1-A5

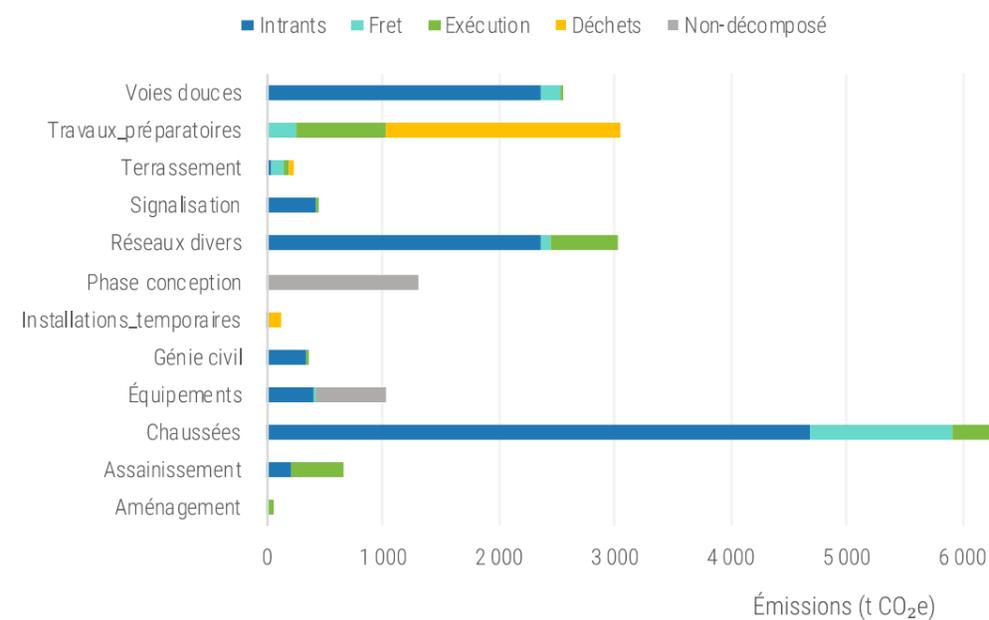


Figure 11 : Décomposition des émissions GES en phase construction par corps de métier et par poste d'émission. NB : les émissions non décomposées correspondent aux FE incluant les 4 autres postes d'émission renseignés.

Corps de métier	Intrants	Fret	Exécution	Déchets	Non décomposé
Aménagement	-	2	43	-	-
Assainissement	198	15	454	-	-
Chaussées	4 690	1 215	425	-	-
Équipements	410	11	11	-	590
Génie civil	334	6	4	-	-
Installations temporaires	11	-	-	99	-
Phase conception	-	-	-	-	1 312
Réseaux divers	2 363	78	583	-	-
Signalisation	413	2	2	-	-
Terrassement	39	107	39	43	-
Travaux préparatoires	-	251	782	2 017	-
Voies douces	2 351	172	33	-	-

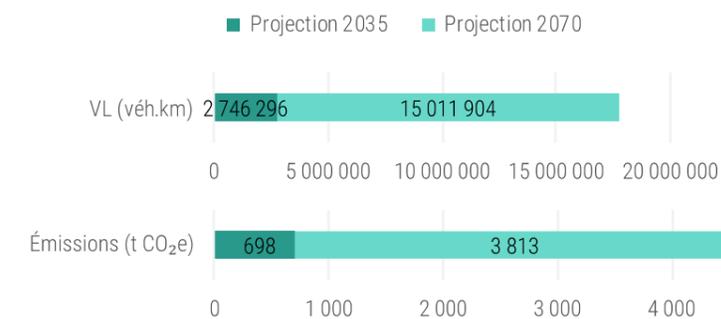
6.5.1.2. PHASE UTILISATION (B1)

Comme mentionné précédemment, les émissions des VP ne correspondent pas uniquement à leurs déplacements effectués dans les emprises du projet. Le périmètre élargi correspond à l'aire d'influence du projet, définie à partir des modèles de transport existants. Pour estimer ses incidences sur les déplacements et par conséquent les émissions GES attribuables à la phase utilisation du projet, l'évaluation est réalisée sur la base du périmètre défini par les services d'Île de France Mobilités.

Figure 12 : Projection des déplacements réduits et des émissions GES évitées des usagers, différence entre le scénario projet et référence

Bus entre Seine, Bilan GES utilisation (B1)

Émissions GES évitées, comparaison Projet-Référence



Les scénarii constitués pour l'analyse des implications du projet sont le scénario de référence et projet. Concernant le scénario projet, celui-ci inclut une hypothèse d'augmentation du nombre d'usagers des transports en commun grâce notamment, à l'amélioration du niveau de desserte apportée par les aménagements réalisés. Ainsi, l'évolution de la part modale prévoit une réduction progressive des kilomètres parcourus en VL dans le périmètre élargi.

La variation des distances parcourues (VL) et les émissions évitées entre les scénarii de référence et projet est présenté dans la **figure 5**. Les valeurs présentées dans cette figure ont été calculées à partir des données

fournies par le service *Modélisation et évaluation des projets* (cf. **Tableau 14**) et correspondent aux valeurs obtenues pour la période d'évaluation 2027-2070.

Sur cette période, la réduction des distances parcourues est de 17 758 200 véh.km, ce qui permettrait d'éviter **4 511 t CO₂e**. L'incertitude liée à ce calcul est de 17 %, soit 775 t CO₂e.

6.5.1.3. PHASE D'EXPLOITATION (B6)

Les émissions correspondantes à la phase d'exploitation du projet concernent celles issues des consommations énergétiques des équipements installés mais aussi celles liées à l'exploitation du matériel roulant. En effet, il est considéré que l'aménagement des stations et l'amélioration du niveau de service des lignes de bus 3 et 272 engendrent un surplus de consommations énergétique et en conséquence, d'émissions GES.

Tout d'abord, les équipements d'exploitation du projet sont divisés en 4 catégories : l'éclairage des emprises du projet, la SLT des carrefours aménagés, les bornes destinées à la distribution des titres de transport et les équipements de vidéosurveillance. Comme détaillé dans la **section 6.4.4**, un bilan puissance a été réalisé afin d'estimer les consommations énergétiques des équipements concernés.

La consommation énergétique annuelle de l'ensemble des équipements est d'environ 697 103 kWh. À la fin de la période d'évaluation 2027-2070 ans, la consommation finale devrait atteindre 29 975 MWh et les émissions engendrées, **1 730 t CO₂e** avec une incertitude de 22 % (384 t CO₂e). La **Figure 13** montre la répartition des émissions par catégorie d'équipement.

Bus entre Seine, Bilan GES exploitation

Consommation électrique (MWh) et émissions GES B6 (t CO₂e)

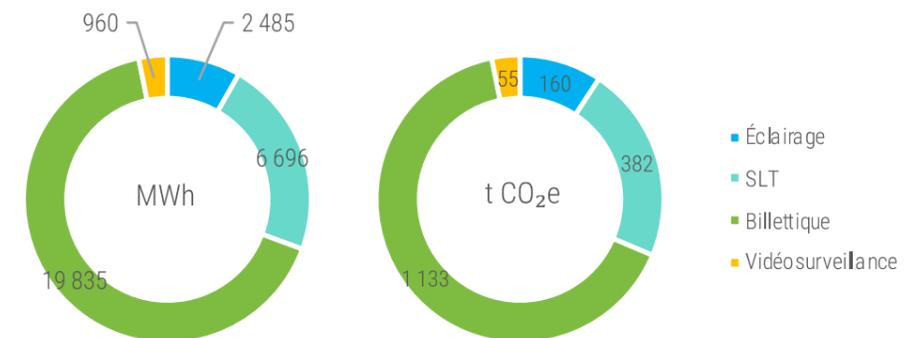


Figure 13 : Répartition des émissions GES correspondant à la consommation des équipements techniques

Bus entre Seine, Bilan GES exploitation Émissions GES, exploitation du matériel roulant (B1)

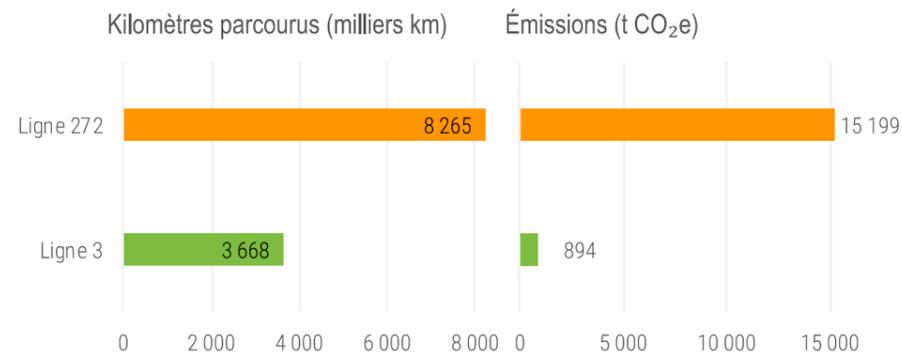


Figure 14 : Distances parcourues induites par l'augmentation des fréquences de passage par ligne et émissions GES engendrées

D'autre part, l'amélioration du niveau de service des lignes de bus 3 et 272 se traduit par une hausse des distances parcourues. Cette augmentation est estimée à partir de la différence du nombre de passages entre les scénarii référence (fil de l'eau) et projet multipliée par la distance parcourue par sens. Ainsi, la distance totale parcourue permet d'estimer les émissions GES (directes et indirectes) produites en appliquant les FE associés (en kg CO₂e/véh.km).

Les émissions de GES liées à l'augmentation des fréquences des bus de la ligne 3 et 272 sont respectivement **894** et **15 199 t CO₂e**. L'incertitude totale estimée est de 59 %, soit 9 422 t CO₂e. Les résultats des distances parcourues et des émissions produites sont montrés dans la **Figure 14**.

6.5.1.4. PHASE MAINTENANCE (B2-B5)

L'évaluation des émissions liées aux travaux de maintenance respecte la même méthodologie que celle utilisée pour la phase construction. En effet, certains travaux se font de façon répétitive en fonction des jouvences définies pour ce projet.

Cependant, en plus des travaux de mise en œuvre, la réfection des structures et des équipements requiert des travaux de démolition et de dépose de l'existant. Ces travaux ont été définis et des ateliers de production leur sont associés. Le traitement des déchets est aussi intégré dans les calculs. À ce point de l'évaluation, aucune hypothèse de recyclage n'a été intégrée. Cela fera l'objet d'une analyse dans la **section 6** de ce rapport.

S'agissant des émissions GES correspondant à cette phase, l'estimation du total des émissions s'élève à **4 836 t CO₂e**, avec une incertitude de 22 %, soit 1 083 t CO₂e. La décomposition des émissions par corps de métier est présentée dans la **Figure 15**.

Les travaux les plus émetteurs par ordre décroissant sont :

- Les équipements : dépose et mise en place des équipements suivant la durée de vie établi pour chacun d'entre eux (éclairage, mobilier urbain, équipement technique, etc.) ;

- La signalisation : dépose de la signalisation verticale (y compris la SLT), mise en place de la nouvelle signalisation ainsi que la réfection du marquage horizontal ;
- Le génie civil : comprenant le renouvellement des revêtements des quais et des stations des bus et des bordures ;
- Les aménagements paysagers : l'entretien des espaces verts (tonte et arrosage).

Bus entre Seine, Bilan GES phase maintenance Émissions GES, phases B2-B5

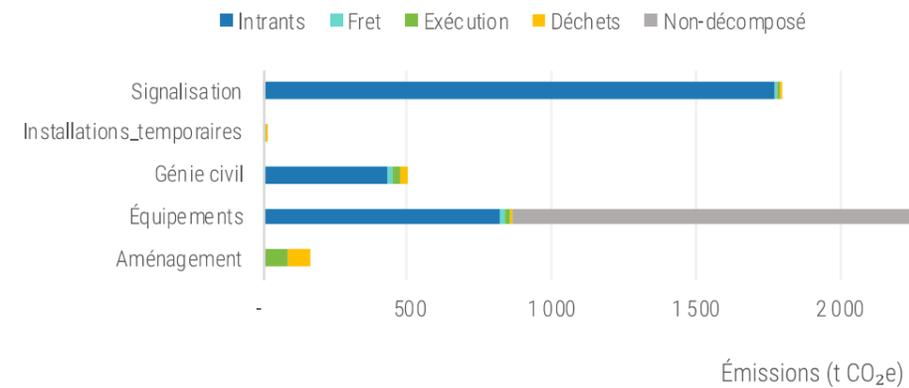


Figure 15 : Décomposition des émissions GES correspondantes à la phase de maintenance. NB : les émissions non décomposées correspondent aux FE incluant les 4 autres postes d'émission renseignés.

Corps de métier	Intrants	Fret	Exécution	Déchets	Non-décomposé
Aménagement	-	8	76	75	-
Équipements	820	21	19	1	1 463
Génie civil	433	16	29	24	-
Installations temporaires	11	-	-	8	-
Signalisation	1 774	10	7	2	-

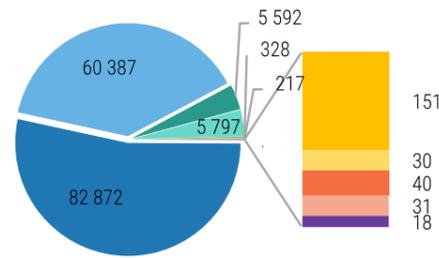
6.5.2. Bilan par poste d'émission

6.5.2.1. LES INTRANTS

Le bilan des intrants du projet concerne les matériaux de construction ainsi que les équipements. À partir des bases de données constituées pour l'évaluation du projet, la masse par unité fonctionnelle et les FE de production de chaque matériau/équipement permet de quantifier les flux de masse (tonnes) et le contenu carbone (t CO₂e) par type de matériaux.

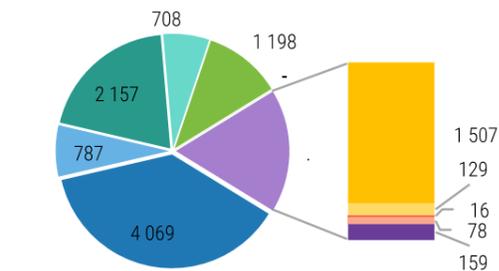
Les répartitions des masses et du contenu carbone par type de matériaux et par phase du projet sont présentées dans la **Figure 16** et la Figure 17. Leur comparaison permet d'apprécier l'impact carbone de chaque matériau employé dans les phases de construction et de maintenance.

Flux de matériaux de construction
Consommation des matériaux (tonnes)



- Enrobés bitume
- Gravier/granulats
- Plastiques/polymères
- Végétation
- Asphalte
- Acier

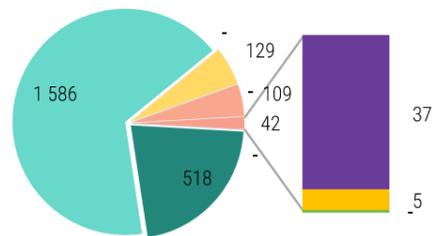
Contenu carbone des matériaux
Émissions (A1-A3) des matériaux (t CO₂e)



- Béton préfabriqué
- Béton hydraulique
- Matériel électronique
- En duits/revêtements résine
- Aluminium

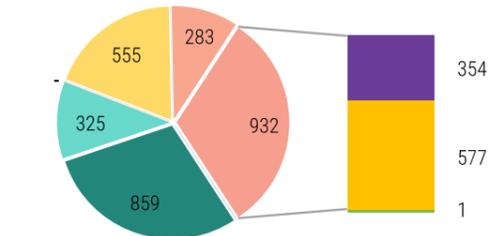
Figure 16 : Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau pour la phase construction

Flux de matériaux de construction
Consommation des matériaux (tonnes)



- Enrobés bitume
- Gravier/granulats
- Plastiques/polymères
- Végétation
- Asphalte
- Acier

Contenu carbone des matériaux
Émissions (A1-A3) des matériaux (t CO₂e)



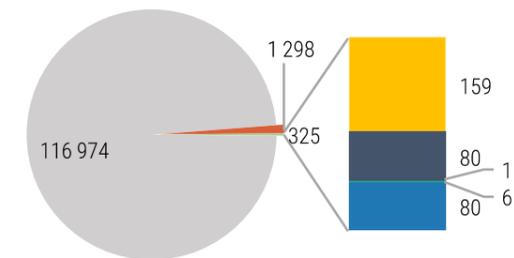
- Béton préfabriqué
- Béton hydraulique
- Matériel électronique
- En duits/revêtements résine
- Aluminium

Figure 17 : Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau pour la phase maintenance

6.5.2.2. LES DECHETS

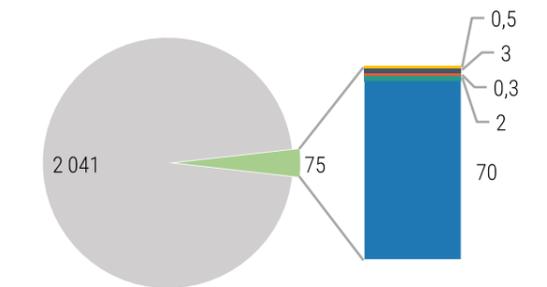
Le bilan des déchets issus des travaux préparatoires ainsi que des travaux de construction et de maintenance est structuré selon les désignations de l'ADEME. Deux précisions sont à noter : les déchets végétaux correspondent à la catégorie de *Déchets fermentescibles combustibles* tandis que les déchets inertes correspondent aux déchets *Divers non combustible et non fermentescible*.

Flux de déchets (construction)
Production de déchets par type (tonnes)



- Bois
- Déchets fermentescibles combustibles
- Eaux usées
- Ordures ménagères

Émissions des déchets
GES du traitement de déchets (t CO₂e)

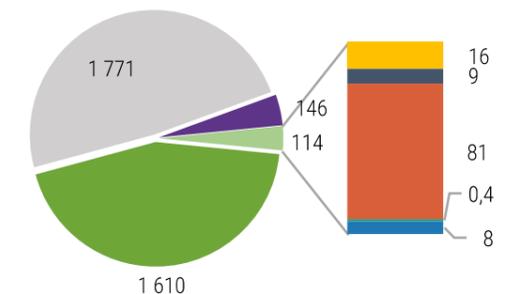


- Carton
- Divers non combustible et non fermentescible
- Métaux
- Plastique

Figure 18 : Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase construction

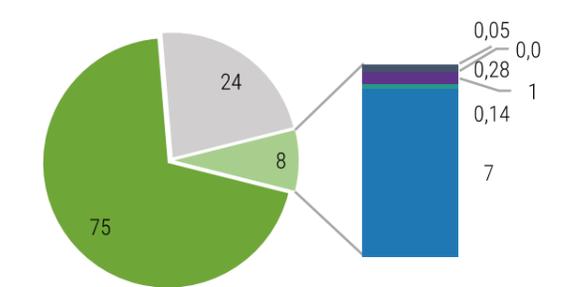
Les FE des traitements de déchets considérés sont l'incinération (déchets végétaux), la mise en centre d'enfouissement technique (les déblais, la décharge de démolition) et le mix moyen des filières de traitement en France métropolitaine pour les autres déchets. Tous les FE sont proposés par l'ADEME. Suivant la même logique du bilan des intrants, les déchets sont présentés dans la Figure 18 et la Figure 19 en termes de masse et des émissions liées à leur traitement.

Flux de déchets (maintenance)
Production de déchets par type (tonnes)



- Bois
- Déchets fermentescibles combustibles
- Eaux usées
- Ordures ménagères

Émissions des déchets
GES du traitement de déchets (t CO₂e)



- Carton
- Divers non combustible et non fermentescible
- Métaux
- Plastique

Figure 19 : Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase maintenance

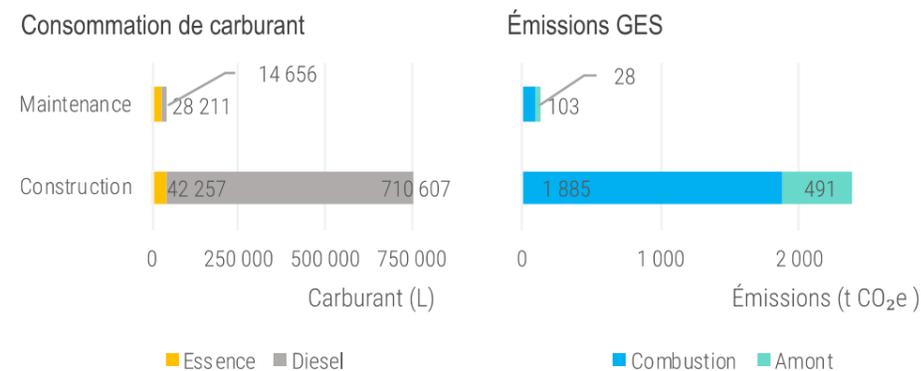
6.5.2.3. LES ENGIN DE CHANTIER

La consommation de carburant ainsi que les émissions GES de l'utilisation des engins de chantier suivant la méthode décrite dans la **section 6.3.5** sont montrées dans la **Figure 20**. Les consommations des engins y sont renseignées pour les travaux de construction et de maintenance et décomposées selon le carburant (essence, diesel). De même, les émissions sont décomposées suivant leur nature : directes (combustion) et indirectes (production et distribution du carburant).

Figure 20 : Consommation de carburant des engins et émissions GES directes et indirectes

Émissions GES des engins

Consommation de carburant et émissions GES par phase



6.5.2.4. LE FRET

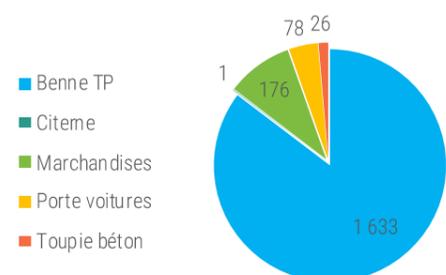
Le calcul des émissions du fret routier a été fait selon trois typologies de transport :

- le fret entrant : transport au chantier des intrants et des immobilisations ;
- le fret sortant : évacuation des déchets ;
- le fret interne : stockage provisoire à proximité des déchets et de la terre végétale ;

La décomposition des émissions par type de fret, par véhicule et par phase est montrée dans la **Figure 21**.

Émissions fret routier par phase

Décomposition par véhicule (t CO₂e)



Émissions fret routier par phase

Décomposition par type de fret (t CO₂e)

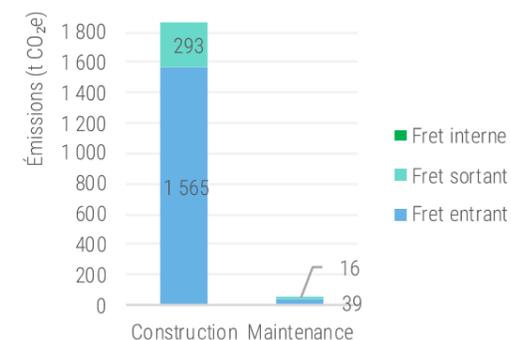


Figure 21 : Décomposition du fret routier par véhicule, par type de fret et par phase de travaux

6.5.2.5. LES DEPLACEMENTS

À partir des ateliers de production définis, il a été calculé le nombre total d'heures de main d'œuvre nécessaire et ainsi le nombre de déplacements du personnel en phases construction et maintenance. Quant aux déplacements en phase exploitation, ils ont été évalués sur 43 ans. Il a été considéré une conduite ininterrompue de 6 h/jour par chauffeur. Cette hypothèse superposée aux horaires de passage de bus permet d'estimer le nombre de chauffeurs déplacés par jour, puis par an. Tous les déplacements sont repartis selon la part modale constatée en Île-de-France.

La répartition des émissions GES des déplacements du personnel par phase est montrée dans la **Figure 22**.

Émissions des déplacements par phase

Décomposition des émissions GES par mode

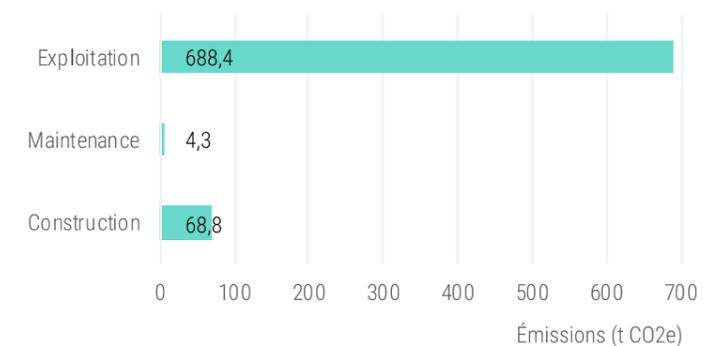


Figure 22 : Répartition des émissions liées aux déplacements du personnel employé par phase du projet

6.5.2.6. LES IMMOBILISATIONS

L'amortissement des émissions GES liées à la fabrication des engins de chantier est réalisé selon la méthodologie décrite dans la **section 6.3.7**. La décomposition des émissions est établie suivant la durée des travaux en phase construction et maintenance. Le matériel total immobilisé pendant les travaux de construction et de maintenance est de 58 037 tonnes.jour et 1 220 tonnes.jour, respectivement. La **Figure 23** présente la répartition des émissions GES liées à l'usage des engins de chantier et des cantonnements.

Immobilisation du matériel de chantier

Amortissement des engins et de la base vie par phase

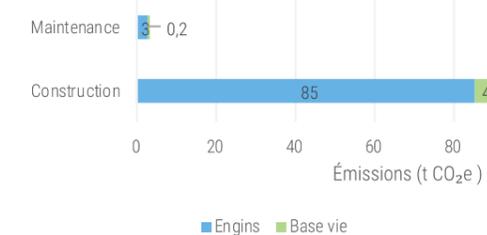


Figure 23 : Répartition des émissions GES des immobilisations de chantier (engins et base vie) en phase construction et maintenance

6.6. ANALYSE ET PISTES D'AMÉLIORATION

À l'issue du bilan GES effectué pour les différentes phases du cycle de vie de l'infrastructure, les éléments les plus émetteurs du projet ont été identifiés. En prenant en compte les émissions de ces postes ainsi que leur potentiel de réduction de GES, cinq corps de métiers ont été retenus pour effectuer une analyse détaillée. Cette analyse vise à apporter les sous-détails des émissions calculées afin de proposer des pistes de réduction.

Les pistes de réduction sont accompagnées d'une estimation du potentiel de réduction ou de gisement calculée pour chacun de ces corps de métier. À ce stade de l'étude, ces calculs incorporent des fortes incertitudes. Il est à noter que la notion de gisement présente les économies maximales envisageables. Cependant, l'exploitation tout ou partie du gisement nécessite d'une part la confirmation des hypothèses (qui peuvent évoluer suivant l'avancement des phases de conception) et d'autre part le respect des préconisations.

6.6.1. Travaux préparatoires

Dans cette section, seules les émissions liées aux travaux de démolition et de dégagement d'emprises sont abordées. Aucun levier d'amélioration n'a été identifié pour les autres travaux (installations temporaires). Pour rappel, les émissions générées par les travaux de démolition et de dégagement d'emprises sont d'environ 3050 t CO₂e. Leur décomposition par poste d'émission est présentée dans le **tableau 16**.

D'après la décomposition, les émissions des ateliers de démolition et de dégagement d'emprises s'élèvent à 782 t CO₂e, respectivement. Cela représente 26 % du total. Ces émissions sont inhérentes aux travaux et ne peuvent pas être réduites par des actions propres à ce métier (sauf optimisation de l'entreprise en phase travaux).

Néanmoins, les émissions liées au fret routier et au traitement de déchets peuvent faire l'objet de mesures de réduction. Tout d'abord, les émissions du fret routier sont directement proportionnelles à la distance de déplacement. Ainsi, la réduction de ces distances par des démarches d'approvisionnement et d'évacuation à proximité de l'emplacement de l'infrastructure est préconisée aussi bien pour ces travaux que pour l'ensemble des opérations du projet. Le fret fluvial pourrait être approfondi lorsque les origines destinations des approvisionnements et déblais seront connus.

Dans le cas des travaux de démolition, la principale mesure préconisée pour la réduction des émissions GES est de recycler les gravats issus de la démolition des chaussées en les évacuant vers des centrales bitume au lieu de les stocker dans des CET. L'application de cette mesure permet de réduire les émissions liées aux opérations de mise en dépôt et de fonctionnement des CET. Elle permet aussi de réduire les émissions de la production des bétons bitumineux en incorporant un taux de recyclage dans leur formulation.

Afin de calculer le gisement d'économie carbone de cette mesure, une hypothèse de recyclage de 50 % des gravats de démolition a été prise. Le calcul du potentiel de réduction de GES est montré dans le

Tableau 18.

Tableau 17 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux préparatoires

Poste	Qté.	UF	Émis. (t CO ₂ e)
Déchets			2 017
Déchets bâtiment	106 334	tonne	2 017
Exécution			782
Démolition	186 550	m ²	782
Fret			251
Routier entrant	9 600	tonne.km	2
Routier sortant	2 126 670	tonne.km	249

Tableau 18 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux préparatoires

Nature	Inventaire 1	Inventaire N2	Inventaire N3	Quantité	UF.	FE (kg CO ₂ e/L)	Émissions (tC)	Incertitude
	Trx. Génér.	Travaux préparatoires	Travaux préparatoires et terrassements				1 019,22	35%
Réduites	Déchets	Déchets bâtiment	Déchets non dangereux en m	53 167	tonne	18,97	1 008,57	36%
Émises	Intrants	Graviers/granulats	Granulat (recyclé) [sortie carr	5 591	m ³	5,10	28,51	58%
Réduites	Intrants	Graviers/granulats	Granulat [sortie carrière]	5 528	m ³	6,80	37,59	58%
Réduites	Intrants	Graviers/granulats	Grave, non traitée []	63	m ³	25,00	1,58	36%

En plus du recyclage des gravats de démolition, il est envisageable de concasser ces gravats et les incorporer en tant que matériau d'apport pour les travaux de couche de forme. En effet, ces travaux requièrent un apport de 5 591 m³, soit 39 t CO₂e qui peuvent ainsi être réduites. Cependant, cette préconisation nécessite une analyse plus approfondie concernant notamment le fret engendré par le transport vers et depuis la centrale de concassage.

Enfin, le total des émissions réduites par le recyclage des gravats est estimé à 1 009 t CO₂e avec une incertitude de 35%. Les émissions réduites concernant la revalorisation des gravats sur site sont estimées à 11 t CO₂e avec 58% d'incertitude. L'incertitude calculée tient compte de la difficulté d'évaluation des quantités de déchets produits ainsi que de la quantité pouvant faire l'objet du recyclage en centrale des gravats issus des chaussées démolies.

6.6.2. Les chaussées

Les travaux de chaussées constituent le corps de métier le plus émetteur du projet. La construction des chaussées génère un total de 6 330 t CO₂e. La ventilation des travaux de mise en œuvre des couches de bases, de roulement et de base ainsi que les émissions GES produites sont détaillées dans le **Tableau 19**.

Bien que l'exécution des travaux ne fasse pas l'objet de mesure de préconisation, il est à remarquer que les émissions GES produites correspondent majoritairement à l'utilisation des finisseurs pour la mise en œuvre des bétons bitumineux et des enrobés des couches de roulement et de base en phase construction. Une partie moins importante est issue de la mise en place des apports pour la couche de forme et de la mise en œuvre des couches en béton.

Tableau 19 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux de chaussée

Poste	Qté.	UF	Émis. (t CO ₂ e)
Déchets			
Déchets bâtiment	-	tonne	-
Exécution			
Bétonnage	1 630	m3	13
Démolition	-	m2	-
Mise en oeuvre BB	351 470	m2	306
Mouvement de terres	29 931	m3	106
Fret			
Routier entrant	10 253 894	tonne.km	1 215
Routier sortant	-	tonne.km	-
Intrants			
Asphalte	38	m3	16
Béton hydraulique	1 630	m3	387
Enrobés bitume	28 913	m3	3 540
Graviers/granulats	29 931	m3	748

L'analyse des pistes de réduction se focalise sur les déchets et les intrants. Parmi les matériaux des chaussées ayant un poids carbone important, sont identifiés les enrobés bitumineux (3 540 t CO₂e), le béton hydraulique (387 t CO₂e) et les granulats/GNT d'apport pour la couche de base (748 t CO₂e). Concernant ce dernier, la mesure de réduction prise en compte pour les calculs reprend le même principe de revalorisation présenté lors de l'analyse de travaux préparatoires (revalorisation des gravats après concassage).

Les mesures de réduction des émissions GES incluent la revalorisation des gravats de démolition des enrobés et graves bitume issus des travaux préparatoires. Ces mesures permettent de réduire le recours à des matériaux bitumineux neufs par le biais du recyclage des enrobés et graves bitumes. Les économies carbone concernant ces émissions ont été calculées dans la première section.

Dans le cas des enrobés bitumes, il s'agit d'un recyclage en centrale. Ainsi, les enrobés démolis sont transportés vers la centrale bitume concernée. Cette mesure permet de réduire le contenu carbone des enrobés utilisés dans les travaux de maintenance ainsi que des émissions liés à la décharge des gravats en CET. Plusieurs hypothèses de recyclage des enrobés peuvent être prise en compte (10%, 20%, 30% et 50%). Dans le cadre de cette évaluation et sur la base des retours d'expérience, la teneur en matériaux recyclés retenue est de 30 %.

Concernant les coches en béton hydraulique, la mesure de réduction préconisée consiste à remplacer le ciment conventionnel (CEM II) utilisé pour la formulation du béton par du ciment bas carbone. L'estimation de cette mesure de réduction prend en compte l'analyse du cycle de vie du *Liant minéral à base de laitier suractivé H-UKR* réalisé par *HOFFMANN*. Le contenu carbone de ce ciment est de 188 kg CO₂e en comparaison de 736 kg CO₂e émis par le CEM II.

L'estimation des émissions GES réduites grâce à l'utilisation du ciment bas carbone est calculé à partir du volume total de béton mis en oeuvre et d'un dosage moyen en ciment de 330 kg/m³ de béton. La différence entre les émissions calculées à partir des deux FE (CEM II et bas carbone) représente le gisement d'économies.

Les calculs des émissions des préconisations sont montrés dans le **Tableau 20**. D'après les calculs, l'ensemble des mesures permettrait de réduire 1 307 t CO₂e avec une incertitude de 36%. Afin de valider ce calcul, il est nécessaire d'approfondir deux hypothèses structurantes : le taux de recyclage des enrobés bitume et la quantité de béton pouvant incorporer du ciment bas carbone.

Enfin, dans le cadre de cette évaluation il a été considéré un recyclage sur site des graves bitumes qui permettrait aussi de réduire le fret lié au transport des gravats de démolition. Cependant, à ce stade de l'étude seul le recyclage en centrale est pris en compte.

Tableau 20 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux de chaussée

Nature	Inventaire			Quantité	UF.	FE (kg CO ₂ e/l)	Émissions (tC)	Incertitude
	Trx_Géné	Travaux préparatoires	Chaussées					
				114 590	m2		1 307,32	36%
Réduites	Déchets	Déchets bâtiment	Déchets non dangereux en m	-	tonne	18,97	-	
Réduites	Intrants	Enrobés bitume	Enrobé [à module élevé]	6 875	m3	143,00	983,18	36%
Réduites	Intrants	Enrobés bitume	Grave, bitume 3 []	22 037	m3	116,00	2 556,33	36%
Réduites	Intrants	Graviers/granulats	Grave, non traitée []	29 931	m3	25,00	748,28	36%
Émises	Intrants	Enrobés bitume	Enrobés bitumineux [avec 30'	6 875	m3	108,00	742,54	36%
Émises	Intrants	Enrobés bitume	Enrobés bitumineux [avec 30'	22 037	m3	108,00	2 380,03	36%
Émises	Intrants	Graviers/granulats	Granulat (recyclé) [sortie carr	29 931	m3	5,10	152,65	58%
Réduites	Intrants	Liants hydrauliques	Ciment CEM II	538	tonne	736,00	395,87	36%
Émises	Intrants	Liants hydrauliques	Liant minéral à base de laitier	538	tonne	188,00	101,12	36%

6.6.3. Le génie civil et les voies douces

Pour rappel, les travaux de génie civil correspondent à la réalisation et la maintenance des quais des bus, ce qui inclut les travaux de bétonnage des plateformes, les réservations en béton pour l'implantation des équipements et la pose des bordures et caniveaux. De même, la réalisation des voies douces prend en compte le bétonnage ou la mise en oeuvre d'enrobés bitumes ainsi que la pose de bordures et caniveaux.

L'ensemble de ces travaux génèrent 3 224 t CO₂e. D'après les sous-détails de calcul (**Tableau 21**), le poste d'émission le plus important correspond aux intrants avec un contenu carbone total de 2 945 t CO₂e (91 % du total des émissions). Les mesures de préconisation concernent la réduction du contenu carbone des matériaux.

De façon similaire aux travaux de chaussée, le génie civil et la réalisation des voies douces incluent la mise en oeuvre d'enrobés bitumes et des bétons hydrauliques. En plus du bétonnage des trottoirs et des quais, le volume de béton renseigné dans le **Tableau 21** inclut les bordures et caniveaux en béton préfabriqué.

Ainsi les mesures de préconisation suivent le même principe d'utilisation des matériaux bas carbone. Les hypothèses de teneur en matériaux recyclés des enrobés (30 %) et de dosage de ciment (330 kg/m³) sont les mêmes à ceux pris en compte pour la réalisation des chaussées. En plus de cette mesure, le réemploi des gravats de démolition permet une réduction des émissions liées à leur traitement.

L'ensemble des mesures décrites représenterait une réduction de 843 t CO₂e, avec une incertitude de 36 %. Les détails de calcul du gisement d'économie sont montrés dans le **Tableau 22**.

Tableau 21 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux de génie civil et de réalisation des voies douces

Poste	Qté.	UF	Émis. (t CO2e)
Déchets			24
Déchets bâtiment	1 269	tonne	24
Exécution			65
Bétonnage	1 442	m3	12
Démolition	5 518	m2	23
Mise en oeuvre BB	47 610	m2	30
Fret			191
Routier entrant	1 721 451	tonne.km	185
Routier sortant	50 769	tonne.km	6
Intrants			2 945
Béton hydraulique	1 442	m3	581
Béton préfabriqué	2 350	m3	1 834
Enrobés bitume	3 809	m3	529

Tableau 22 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux de génie civil et de réalisation des voies douces

Nature	Inventaire			Quantité	UF.	FE (kg CO2e/L)	Émissions (tC) Incertitude	
	Trx. Génér.	Travaux préparatoire	GC et voies douces				843,21	36%
Réduites	Déchets	Déchets bâtiment	Déchets non dangereux en m	1 269	tonne	18,97	24,08	36%
Réduites	Intrants	Enrobés bitume	Enrobé [à module élevé]	3 809	m3	143,00	544,66	36%
Émises	Intrants	Enrobés bitume	Enrobés bitumineux [avec 30]	3 809	m3	108,00	411,35	36%
Réduites	Intrants	Liants hydrauliques	Ciment CEM II	1 252	tonne	736,00	921,11	36%
Émises	Intrants	Liants hydrauliques	Liant minéral à base de laitier	1 252	tonne	188,00	235,28	36%

6.6.4. Les équipements et la signalisation

Les équipements techniques et d'exploitation sont parmi les sources les plus importantes avec 5 555 t CO₂e (construction et maintenance). Les équipements regroupent l'ensemble du mobilier urbain et d'équipement des quais, d'éclairage, les équipements électroniques d'exploitation (vidéosurveillance, info-voyageurs, billettique, etc.). Quant aux travaux de signalisation, ils incluent la mise en place des panneaux et panonceaux, le marquage au sol ainsi que la SLT. La décomposition des émissions issues de ces travaux est présentée dans le **Tableau 23**.

Du fait de la composition majoritairement constituée d'aluminium ou d'acier (mobilier urbain en métal, panneaux de signalisation et poteaux de support, etc.), les émissions de GES résultent essentiellement du contenu carbone de ces matériaux puisque que la mise en place de ces derniers ne requiert pas d'engins de chantier lourds en comparaison des travaux préparatoires.

Il est à noter que l'analyse qui suit ne prend pas en compte les émissions GES estimées pour les équipements électroniques à partir des ratios monétaires de dispositifs électroniques/informatiques proposés par l'ADEME. Ces émissions sont désignées comme *Non-décomposé* dans les **Figure 11** et **Figure 15**. Du fait que ces ratios regroupent l'ensemble des phases du cycle de vie et ne peuvent pas être désagrégés, ils permettent seulement de calculer les émissions globales des équipements étudiés. Afin d'améliorer l'évaluation GES, il serait nécessaire de disposer des facteurs d'émissions de GES de ces équipements. Ces précisions peuvent faire partie des pièces demandées lors de la consultation des entreprises. Cette approche permet de participer au cycle d'amélioration continu des évaluations de GES et de sensibiliser les fabricants à la démarche.

De même, la signalisation horizontale ne fait pas l'objet de cette analyse car, en plus d'être très minoritaire par rapport au bilan global, aucune proposition d'amélioration permettant de réduire de façon substantielle son impact n'a été identifiée.

Mis à part les équipements techniques et la signalisation horizontale, une part importante des émissions GES est issue des équipements en acier et aluminium ainsi que des massifs béton utilisés pour leur mise en place. D'après le sous-détail présenté dans le **Tableau 23**, ces émissions représentent 2 009 t CO₂e pouvant faire l'objet des mesures de réduction.

Tableau 23 : Décomposition de postes d'émission GES de la mise en place des équipements et de la signalisation

Poste	Qté.	UF	Émis. (t CO2e)
Déchets			3
Déchets inertes en mélange	501	tonne	2
Métaux	142	tonne	1
Exécution			39
Installation équipements	1 268	u	30
Marquage au sol	124 656	m2	9
Fret			44
Routier entrant	405 747	tonne.kn	41
Routier sortant	25 733	tonne.kn	3
Intrants			5 469
Acier	131	tonne	340
Aluminium	55	tonne	513
Béton préfabriqué	299	m3	1 156
Enduits/revêtements résine	122 192	L	684
Matériel électronique	6 180	k €	721
Plastiques/polymères	1	tonne	2

La mesure préconisée pour ce poste consiste à privilégier les éléments en métal recyclé, ce qui pourrait être mis en avant lors de la consultation des entreprises. En effet, le choix des métaux recyclés représente un fort levier de réduction des GES sans pour autant nécessiter une réévaluation technique préalable. En plus des métaux recyclés, l'utilisation de béton préfabriqué bas carbone impliquerait aussi davantage d'économies carbone.

L'évaluation des réductions est faite à partir de la différence entre les FE pour les métaux neufs (acier et aluminium) et les FE pour ceux issus du recyclage. Ainsi, grâce à l'utilisation des métaux recyclés le gisement d'économies de GES est de 569 t CO₂e. Quant au béton préfabriqué bas carbone, le calcul des émissions réduites reprend l'hypothèse de dosage de 330 kg/m³ présentée auparavant. Les détails de calcul sont montrés dans le **Tableau 24**.

Tableau 24 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour la mise en place des équipements et de la signalisation

Nature	Inventaire			Quantité	UF.	FE (kg CO2e/L)	Émissions (tC) Incertitude	
	Trx. Génér.	Travaux préparatoire	Équipements et signalisation				622,59	34%
Réduites	Intrants	Acier	Acier ou fer blanc [neuf]	131	tonne	2 210,00	289,88	32%
Émises	Intrants	Acier	Acier ou fer blanc [recyclé]	131	tonne	938,00	123,03	32%
Réduites	Intrants	Aluminium	Aluminium [neuf]	55	tonne	7 800,00	432,85	42%
Émises	Intrants	Aluminium	Aluminium [recyclé]	55	tonne	562,00	31,19	42%
Réduites	Intrants	Liants hydrauliques	Ciment CEM II	99	tonne	736,00	72,64	36%
Émises	Intrants	Liants hydrauliques	Liant minéral à base de laitier	99	tonne	188,00	18,55	36%

6.7. CONCLUSION

Le bilan global des émissions de GES hors usagers est évalué à **42 615 t CO₂e**, avec une incertitude de 9 764 t CO₂e, soit 23 %.

Des gisements d'économie carbone ont été identifiés et sont rappelés ci-dessous :

- Travaux préparatoires : 1 019 t CO₂e
- Chaussée : 1 307 t CO₂e
- Génie civil et voies douces : 843 t CO₂e
- Équipements et équipements : 623 t CO₂e

Soit au total **3 793 t CO₂e** qui peuvent être réduites grâce à des mesures de revalorisation sur site, de réduction des frets sortants et d'utilisation de matériaux incluant des taux de recyclage.

En retranchant ces gisements aux émissions estimées, le coût carbone du projet est de **38 822 t CO₂e**. Concernant la réduction des déplacement VP, le projet permet d'éviter **4 511 t CO₂e** sur 43 ans du fait de la diminution des distances parcourues et l'augmentation du niveau de service des TC.

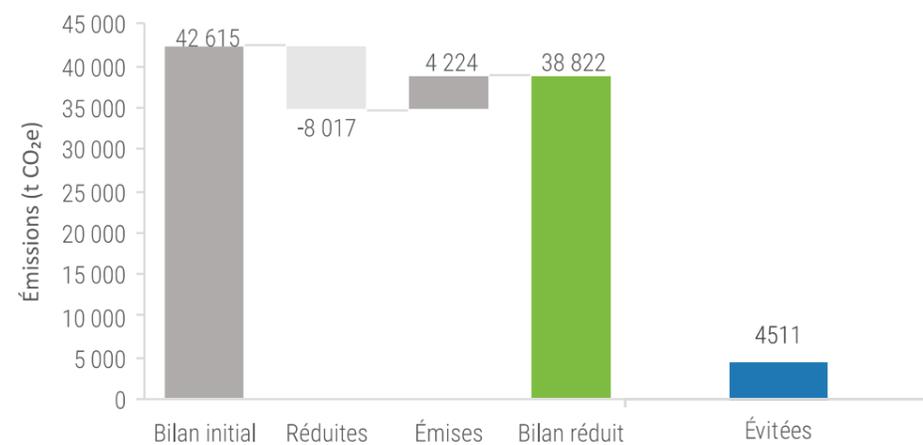
Les émissions du bilan initial et les variations apportées par les mesures de réduction sont montrées sur la **Figure 17**. En plus des variations, cette figure permet de comparer le bilan réduit des émissions du projet avec les émissions évitées

Afin de réduire l'emprunte carbone du projet, des objectifs carbone seront précisés dans les DCE. La réponse des entreprises travaux au marché devra être assortie d'une première estimation des émissions de GES avec des pistes de réduction.

Un contrôle de la part de la MOA ou MOE sera réalisé en phase chantier afin de respecter les objectifs en termes d'émissions.

Figure 24 : Variation des émissions GES du bilan initial en appliquant les mesures de réduction (émissions directes et réduites). Comparaison du bilan réduit avec les émissions évitées.

Récapitulatif de l'évaluation GES Bilan des émissions directes, réduites et évitées





7. Description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul utilisées pour les évaluer et en étudier les conséquences

7.1. Hypothèses et méthodologie52
7.2. Conditions de circulation52

7.1. HYPOTHESES ET METHODOLOGIE

Le modèle utilisé par CDVIA est le modèle de simulation du Val d'Oise. Ce dernier englobe la totalité de la région Ile-de-France et propose un réseau de voirie et une demande affinée sur le secteur d'étude (département du Val d'Oise). Le logiciel OTO_PRO_V2 est utilisé pour ce modèle (équivalent DAVISUM). Les modélisations réalisées sont de type statiques. Ces modèles permettent d'estimer le nombre de véhicules circulant par tronçon et ainsi de représenter les axes les plus sollicités.

La description de la méthode et des hypothèses des études de circulation est présente dans la pièce G.11 «Méthodologie et auteurs».

7.2. CONDITIONS DE CIRCULATION

La description des conditions de circulation est détaillée dans la pièce G.5 «Evaluation des impacts du projet et des mesures associées».

Le projet Bus Entre Seine a des impacts limités sur la capacité viaire. En effet, sur la majeure partie du tracé, le nombre de voies de circulation existant est conservé. Toutefois, quelques modifications sont prévues dans le cadre de la mise en œuvre des voies dédiés :

- La mise en zone 30 de certains secteurs :
 - Le boulevard Gallieni / Jeanne d'Arc ;
 - La rue Henri Barbusse ;
 - La rue Michel Carré ;
 - Les rues Danielle Casanova / Jean Jaurès.
- La suppression ponctuelle d'une voie de circulation :
 - Sur la RD48 pour permettre la mise en place de couloirs bus en approche des carrefours ;
 - Sur la RD392 au niveau du commissariat de Bezons et au Sud du carrefour Val Notre-Dame.
- La mise à sens unique (sauf riverains) de la rue Jean Jaurès en direction du Pont de Bezons entre la rue Villa Gauthier et la rue Aimé Césaire ;
- La suppression d'un sens de circulation sur la rue Jean Jaurès en direction du Pont de Bezons entre la rue Aimé Césaire et la rue de Pontoise ;
- L'ajout d'une voie de circulation sur le boulevard Delambre en direction du nord en lien avec la construction du centre commercial O' Marché Frais à Argenteuil ;
- L'ajout d'un sens de circulation sur la rue Michel Carré en direction de Bezons entre la Place du 11 Novembre et l'avenue du Marais.

Aucune modification de voirie n'est prévue sur le secteur des mesures d'accompagnement.

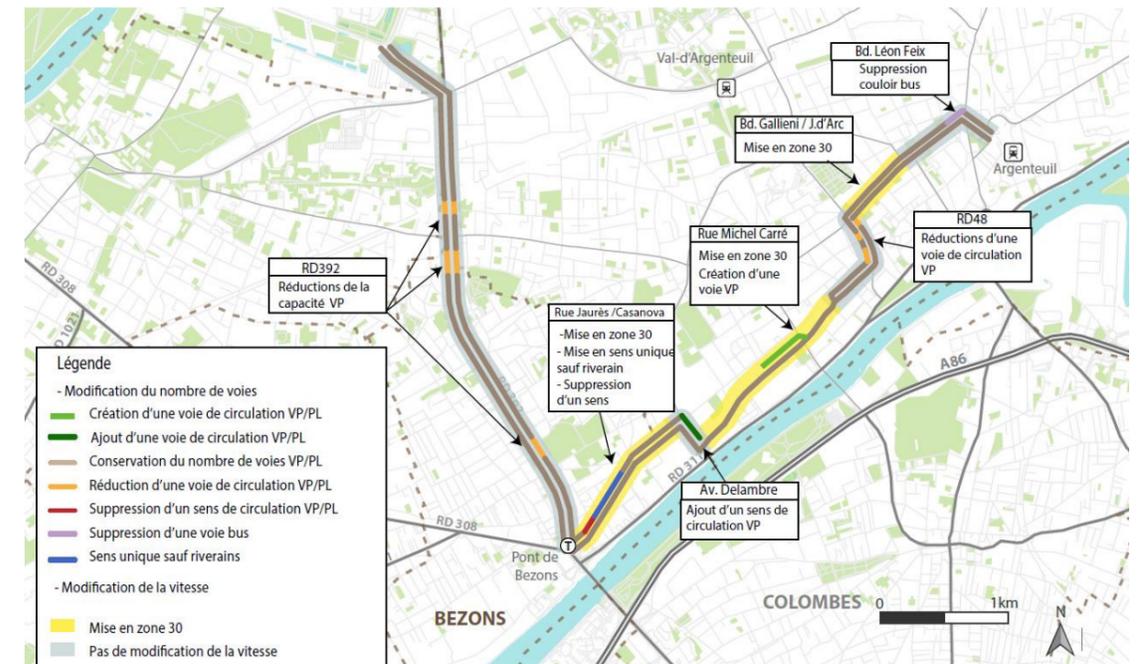


Figure 25 : Impacts du Bus Entre Seine sur la capacité viaire

Des simulations de trafic routier ont été réalisées à l'horizon 2030 en situation avec le projet Bus Entre Seine. Elles montrent globalement :

- Une diminution marquée du trafic sur les voiries dont les capacités routières sont réduites du fait du projet, à savoir le boulevard Feix, la RD48, la rue Barbusse et la RD392 ;
- Un report de trafic sur les voiries Est-Ouest concurrentes du projet dans Argenteuil : la RD311, le boulevard Héloïse et surtout la RD41 ;
- Un report diffus sur les voiries plus locales avec des accroissements à prévoir sur les axes Nord-Sud concurrents à la RD392 en traversée de Bezons, Sartrouville et Argenteuil.

Globalement, on note que les reports de trafics liés au projet sont localisés à proximité des voiries sur lesquelles un aménagement est prévu.



8. Principes des mesures de protection contre les nuisances sonores qui seront mis en œuvre en application des dispositions des articles r.571-44 à r.571-52

La description détaillée des études acoustiques est détaillée dans la pièce G.5 «Evaluation des impacts du projet et des mesures associées».

Au regard de la réglementation, le projet « Bus entre Seine » est assimilé à un cas de « transformation de voie existante ».

La notion de transformation d'infrastructure existante (art R571-45 du Code de l'Environnement) impose la mise en œuvre de protections acoustiques dès lors que la modification est significative. Le caractère significatif correspond à une augmentation des niveaux sonores de plus de 2 dB(A) entre les situations de référence (fil de l'eau) et avec projet d'aménagement.

On rappelle, que la notion de transformation significative est appliquée à l'échelle d'un tronçon d'infrastructure.

Les objectifs réglementaires sont les suivants :

Période diurne :

Tableau 25 : Objectifs réglementaires acoustiques en cas de transformation de voie existante (période diurne)

Types de locaux	Type de zone d'ambiance préexistante ⁽¹⁾	Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq (6h-22h)	Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq (6h-22h)
Logements	modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale
	non modérée	indifférente	65 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale ⁽²⁾	indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)
Établissements d'enseignement (sauf les ateliers bruyants et les locaux sportifs)	indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	contribution initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)
Locaux à usage de bureaux	modérée	indifférente	65 dB(A)

(1) Le niveau sonore ambiant initial sur site, toutes sources confondues, y compris la route dans son état initial.

(2) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ces niveaux sont abaissés de 3 dB(A).

Période nocturne :

Tableau 26 : Objectifs réglementaires acoustiques en cas de transformation de voie existante (période nocturne)

Types de locaux	Type de zone d'ambiance préexistante	Contribution sonore initiale de l'infrastructure LAeq (22h-6h)	Contribution sonore maximale admissible après travaux LAeq (22h-6h)
Logements	modérée de nuit	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
	non modérée	indifférente	60 dB(A)
Établissements de santé, de soins et d'action sociale	indifférente	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	contribution initiale
		> 60 dB(A)	60 dB(A)

Si la transformation n'est pas significative, aucune protection acoustique n'est réglementairement à prévoir.

Dans le cadre du projet BES, les calculs ont été menés pour les indicateurs réglementaires LAeq(6h-22h) et LAeq(22h-6h).

Deux séries de calculs ont été réalisées :

- des calculs « Evaluation de Bâtiment » qui permettent de connaître le niveau sonore pour les différents étages et façades du bâtiment.
Ce mode de calcul est effectué pour l'ensemble des bâtiments de la zone d'étude. Ils permettent de définir précisément le niveau d'exposition sonore des bâtiments (à 2 mètres des façades) et de vérifier le respect des objectifs.
- des calculs sur maillage horizontal (cartes isophones).
Il s'agit d'une projection des niveaux sonores calculés à 4 m de hauteur en chaque point du modèle selon un maillage de récepteurs placés tous les 10 mètres. Les cartes isophones permettent de cartographier l'impact sonore du projet, ainsi que la propagation du bruit dans son environnement.

Les résultats de l'étude montrent que le projet constitue un cas de transformation significative de voies existantes sur les sections suivantes du projet (voies dédiées) :

- rue Michel Carré ;
- rue Danielle Casanova ;
- rue Jean Jaurès ;
- RD 392 - avenue Gabriel Péri ;
- RD 392 – rue Lucien Sampaix ;
- RD 392 – route de Pontoise.

Les impacts acoustiques sont liés :

- à l'acquisition et la destruction de bâtiments dont la présence servait de masque acoustique pour des habitations situées en second front et nouvellement exposées suite au projet;
- le rapprochement des voies de circulation VL d'un front d'habitation.

On recense au total 25 habitations individuelles et 17 collectifs (représentant environ 245 logements) pour lesquels les objectifs acoustiques ne sont pas respectés.

Les résultats de l'étude montrent, par ailleurs, que les mesures d'accompagnement (Cormeilles-en-Parisis et Sartrouville) n'induisent pas de transformation significative de voies existantes. Aucune protection n'est donc réglementairement à prévoir pour ces sections de projet.

De même, aucun nouveau Point Noir de Bruit supplémentaire n'est créé par le projet.

Les mesures de protections préconisées consistent alors à mettre en œuvre des isolations acoustiques de façade. Les travaux d'isolation consistent, en règle générale, à remplacer les fenêtres existantes par des fenêtres acoustiques plus performantes. Toutes les fenêtres d'une même pièce doivent être changées afin d'assurer l'homogénéité du traitement.

L'application de cette solution doit être précédé d'un diagnostic acoustique des bâtiments, afin de vérifier si l'isolement actuel est suffisant au regard des degrés d'isolement requis, ou si des travaux d'isolation doivent être mis en œuvre.

De nombreux bâtiments à protéger sont cependant des constructions récentes (collectifs situés au droit de la RD 392 classée en catégorie 3 selon l'arrêté préfectoral du 26 juin 2001) et pour lesquelles les prescriptions d'isolation acoustique édictées par les arrêtés du 30 mai 1996 et du 23 juillet 2013 ont dû être appliquées. Les valeurs d'isolement acoustique de ces bâtiments sont à minima de 30 dB(A) et devraient satisfaire les objectifs requis pour de nombreux logements.

Le maître d'ouvrage s'engage donc en priorité à réaliser des travaux d'isolations pour les habitations les plus anciennes.

Les mesures de protections concernent donc 25 pavillons et 4 collectifs, représentant au total 60 logements. Le maître d'ouvrage réalisera des études acoustiques complémentaires pour vérifier la nécessité de protections et engagera des travaux d'isolations le cas échéant.



9. Annexes

Annexe 1 : Caractéristiques des engins de chantier employés

Engin	Puissance (kW)	Carburant	Consom. (g/kWh)	Carburant (l/h)	Huile (l/h)	Poids (t)	Distance (km)
Bulldozer CAT D5	127,0	Diesel	255	48	0,35	19,2	300,0
Camion benne 40T	300,0	Diesel	250	112	0,35	32,0	100,0
Camion bras EB GC	275,0	Diesel	250	103	0,35	16,0	150,0
Camion citerne 5000 L	60,0	Diesel	260	23	0,35	35,0	50,0
Camion nacelle à bras articulé	90,0	Diesel	255	34	0,35	3,0	150,0
Compacteur	120,0	Diesel	255	46	0,35	12,0	300,0
Compacteur à plaque	9,0	Essence	652	10	-	12,0	50,0
Compacteur à pneu	75,0	Diesel	255	29	0,35	5,0	300,0
DUMPER 600 L. FRONTA	17,0	Diesel	270	6,9	0,35	1,4	100,0
Finisher	150,0	Diesel	250	56	0,35	18,0	300,0
GRACO LINELAZER-™ V 250DC	8,8	Essence	652	9	-	0,4	150,0
Hélicoptère	4,0	Essence	652	4,3	-	0,1	50,0
Marteau piqueur	1,9	Essence	652	2,0	-	0,0	100,0
Mini finisher DYNAPAC DF45	45,0	Diesel	260	18	0,35	18,0	300,0
Mini-pelleuse Komatsu PC55MR-5	35,0	Diesel	262	14	0,35	5,5	100,0
Pelle à chenilles (brise-roche)	100,0	Diesel	255	38	0,35	16,0	300,0
Pelle à chenilles (CAT 320 EL)	121,0	Diesel	255	46	0,35	23,0	300,0
Raboteuse W100 ET CFI	257,0	Diesel	250	96	0,35	18,0	300,0
Tondeuse	6,0	Essence	652	6,4	-	0,1	100,0
Toupie à béton	294,0	Diesel	250	110	0,35	25,0	-

Annexe 2 : Temps unitaires de production (TU) consommations et facteurs d'émissions des ateliers de production utilisés

Atelier	Moe	TU (h/UF)	Consom. essence	Consom. gazole (L)	Consom. huile (L)	FE (kgCO2e)	Incertitude	Masse totale (t)	Fret immob.
Bétonnage horizontal	4	0,083	3,4	27,5	0,35	8,06	0,2	25	0
D/R tranchées RD	2	0,167	4,8	46,2	0,35	26,63	0,25	35	7500
Démolition chaussée	4	0,033	1,6	38,2	0,35	4,19	0,2	16	4800
Démolition enrobés	4	0,010	0	38,2	0,35	1,22	0,2	16	4800
Marquage au sol	2	0,002	9,4	0	0	0,07	0,1	0,4	100
Mise en oeuvre GB/enrobés au finisseur	8	0,004	0	67,8	0,7	0,87	0,1	23	6900
Mise en oeuvre GB/enrobés au mini-finisher	5	0,006	0	35,5	0,7	0,63	0,1	23	6900
Plantation arbres	3	0,660	0	15,1	0,7	31,56	0,1	7	700
Plantation arbustes	2	0,050	0	15,1	0,7	2,4	0,2	7	700
Pose équipement en hauteur	4	0,220	0	34,3	0,7	23,9	0,25	19	2900
Rabotage couche de base	4	0,009	0	124,2	0,7	3,45	0,25	50	8600
Rabotage couche de roulement	4	0,004	0	124,2	0,7	1,73	0,25	50	8600
Remblayage et couches de forme	2	0,010	0	111,8	1,05	3,55	0,15	66	11100
Tonte espaces verts	1	0,010	6,4	0	0	0,19	0,2	0,1	100

Annexe 3 : Facteurs d'émissions (contenu carbone), hypothèses d'approvisionnement des intrants et sources des données

Matériaux	UF.	MU (kg/UF)	FE (kg CO2e/UF)	Approvisionnement (km)	Incertitude	Source
Acier ou fer blanc [neuf]	tonne	1000	2210	300	10%	ADEME
Arbres (Quercus ilex φ35cm)	u	250	0	50	100%	Donnée métier
Arbuste	u	6	0	50	100%	Donnée métier
Béton (C25/30CEM II) [1]	m3	2300	202	50	20%	ADEME
Béton C20/25	m3	2300	186	50	30%	INIES
Béton C30/37	m3	2300	244	50	30%	INIES
Béton désactivé	m3	2300	426	50	30%	INIES
Bordure et caniveaux béton préfa	ml	138	29	100	30%	INIES
Bordure T3	ml	101	21	100	30%	INIES
Câble moyenne tension 12/20 kV (200 mm2)	ml	3,2	25,1	3500	30%	INIES
Collecteur PEHD φ400mm	ml	15,5	29,76	1200	30%	INIES
Enduit à froid projeté (ACV entreprise SIGNATURE)	l	1,3	5,6	150	30%	Donnée métier
Enrobé [à module élevé]	m3	2600	143	100	20%	ADEME
Enrobés bitumineux []	m3	2600	139	100	20%	ADEME
Équipement électronique	k€	0	400	1000	80%	ADEME
Fibre optique (D=4 à 8,5 mm)	ml	0,071	0,223	3500	30%	INIES
Gaines et fourreaux en PVC [DN=100mm]	ml	5,31	20,6	1000	30%	INIES
Gaines et fourreaux TPC PE	ml	3,88	16,1	1000	30%	INIES
Garde corps	ml	15,3	116	300	30%	INIES
Granulat [sortie carrière]	m3	1700	6,8	50	50%	ADEME
Grave, bitume 3 []	m3	2500	116	100	20%	ADEME
Grave, non traitée []	m3	1700	25	50	20%	ADEME
Lampadaire pour éclairage (mât inclus)	u	35	273	3500	30%	ADEME
Lampe fluorescente 57W	u	6,5	34	3500	80%	ADEME
Liant d'acroschage, émulsion bitume 60%	m3	1050	412	100	20%	ADEME
Massifs pour équipement	u	250	150	200	30%	INIES
Massifs pour mât	u	750	449	200	30%	INIES
Panneaux de police/panonceaux (tôle alu anodisé)	u	3	45	300	30%	Bilan produit
Polyuréthane	tonne	1000	3700	350	30%	INIES
Poteau support acier galvanisé	u	8	23	300	20%	Bilan Produit

Annexe 4 : Quantités consommées par intrants en unité fonctionnelle et en masse

Matériaux	UF.	MU (kg/UF)	FE (kg CO2e/UF)	Qté (UF)	Masse (t)	Contenu CO2 (t CO2e)
Acier ou fer blanc [neuf]	tonne	1000	2210	107	107	236
Arbres (Quercus ilex φ35cm)	u	250	0	643	161	-
Arbuste	u	6	0	9 360	56	-
Béton (C25/30CEM II) [1]	m3	2300	202	368	846	74
Béton C20/25	m3	2300	186	693	1 594	129
Béton C30/37	m3	2300	244	808	1 859	197
Béton désactivé	m3	2300	426	1 203	2 767	512
Bordure et caniveaux béton préfa	ml	138	29	37 650	5 196	1 092
Bordure T3	ml	101	21	1 936	196	41
Câble moyenne tension 12/20 kV (200 mm2)	ml	3,2	25,1	46 032	147	1 155
Collecteur PEHD φ400mm	ml	15,5	29,76	6 655	103	198
Enduit à froid projeté (ACV entreprise SIGNATURE)	l	1,3	5,6	122 192	159	684
Enrobé [à module élevé]	m3	2600	143	6 875	17 876	983
Enrobés bitumineux []	m3	2600	139	3 809	9 903	529
Équipement électronique	k€	0	400	1 694	-	677
Fibre optique (D=4 à 8,5 mm)	ml	0,071	0,223	13 964	1	3
Gaines et fourreaux en PVC [DN=100mm]	ml	5,31	20,6	32 068	170	661
Gaines et fourreaux TPC PE	ml	3,88	16,1	13 964	54	225
Garde corps	ml	15,3	116	249	4	29
Granulat [sortie carrière]	m3	1700	6,8	5 528	9 397	38
Grave, bitume 3 []	m3	2500	116	22 037	55 093	2 556
Grave, non traitée []	m3	1700	25	29 994	50 990	750
Lampadaire pour éclairage (mât inclus)	u	35	273	1 268	44	346
Lampe fluorescente 57W	u	6,5	34	1 268	8	43
Liant d'acroschage, émulsion bitume 60%	m3	1050	412	38	40	16
Massifs pour équipement	u	250	150	3 848	962	577
Massifs pour mât	u	750	449	1 268	951	569
Panneaux de police/panonceaux (tôle alu anodisé)	u	3	45	3 710	11	167
Polyuréthane	tonne	1000	3700	0,5	0,5	2
Poteau support acier galvanisé	u	8	23	3 710	30	85

Annexe 5 : Décomposition des travaux et hypothèses d'estimation

Travaux	Élément	Qté	UF	Hypothèses
Phase conception	Études d'ingénierie	11 930	keuro	Conception, MOA et OE
Travaux généraux	Installation de chantier et repl	1	FT	~129 000 h main d'œuvre
	Démolition	186 550	m2	570 kg/m2
Plateforme	Terrassement de surface	36 850	m2	h=0,30 m
	Couche de forme	36 850	m2	h=0,25m
	Couche d'assise	36 850	m2	h=0,18 m à 0,26 m
Revêtement site propre	Couche de surface	33 000	m2	h=0,06 m
	Béton désactivé	3 850	m2	h=0,10 m
Voirie lourde	Couche de forme	31 080	m2	h=0,25 m
	Couche d'assise	31 080	m2	h=0,19 m
	Couche de surface	31 080	m2	h=0,06 m
Voirie mixte	Couche de forme	13 370	m2	h=0,25 m
	Couche d'assise	13 370	m2	h=0,19 m
	Couche de surface	13 370	m2	h=0,06 m
Voirie classique	Couche de forme	37 140	m2	h=0,25 m
	Couche d'assise	37 140	m2	h=0,16 m
	Couche de surface	37 140	m2	h=0,06 m
Voirie îlot	Couche de forme	1 285	m2	h=0,25 m
	Couche d'assise	1 285	m2	h=0,10 m
Marquage au sol	Signalisation horizontale	112 950	ml	3 L/m2
Trottoir	Trottoir classique	47 610	m2	h=0,08 m
	Trottoir qualité	4 600	m2	h=0,08 m
	Bordure	37 650	ml	Bordure T2, caniveau CS1
Éclairage	Éclairage	6 982	ml	466 lampes (40 W)
Équipements urbains	Mobilier urbain	187	keuro	Achat métaux
Carrefour SLT	Signalisation horizontale	140	branches	Traversées piétonnes
	Signalisation verticale	140	branches	4 panneaux, 2 panonceaux
	Signalisation verticale	140	branches	R11v, R12, R17
Quais	Station/Quai	1 205	ml	l=4,0 m à 4,5 m
	Mobilier urbain	1 205	ml	équipements
	Équipement électronique/infor	680	keuro	info voyageur, vidéo.
Assainissement	Collecte EP	6 655	ml	PEHD φ400mm
Tranchées VRD	Équipements en ligne	6 982	ml	0,30 m x 0,65 m
	Multitubulaire	8 017	ml	1,60 m x 1,60 m
Aménagements	Espace vert	9 360	m2	Gazon +1 arbuste/m2
	Plantation arbre	643	u	
Mesures accompagnement	Terrassement de surface	60	ml	63 m3
	Station/Quai	115	ml	245 ml bordure, 41 m3 béton
	Mobilier urbain	115	ml	3,9 tonnes acier



Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres considérés pour l'évaluation socio-économique dont estimation des coûts de pollutions et nuisances	26
Tableau 10 : Gains de temps monétarisés.....	27
Tableau 11 : Gains monétarisés du projet liés au report modal dont diminution des externalités environnementales négatives	27
Tableau 3 : Surémissions liées aux équipements automobiles	30
Tableau 4 : Surémissions liées à l'entretien de la voirie	30
Tableau 5 : Emissions polluantes par scénario	30
Tableau 6 : Consommation de carburant	31
Tableau 7 : Phases du cycle de vie d'un projet d'infrastructure basées sur la EN 15978.	34
Tableau 8 : Facteurs d'émission (ou de captation) proposés pour la France. Source : base ADEME	37
Tableau 9 : Émissions GES (kgCO ₂ e/t.km) par engin de transport. Source : base ADEME	37
Tableau 10 : Consommation de carburant en fonction de la puissance de l'engin du type Stage V. Source : EMEP - EEA.....	37
Tableau 11 : Consommation de carburant par cylindre 2T essence de Type Stage V. Source EMEP – EEA.....	37
Tableau 12 : Postes et travaux principaux pris en compte dans l'estimation du projet. Source : Pièce 7.1 Estimation.....	39
Tableau 13 : Déplacements VL évités en km parcourus, différence entre les scénarii référence et projet	39
Tableau 14 : Bilan puissance des installations électriques et leur consommation annuelle	40
Tableau 15 : Récapitulatif de l'évolution de l'offre de bus pour la situation actuelle et les scénarii référence (fil de l'eau) et projet	40
Tableau 16 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux préparatoires.....	47
Tableau 17 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux préparatoires	47
Tableau 18 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux de chaussée.....	48
Tableau 19 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux de chaussée	48
Tableau 20 : Décomposition de postes d'émission GES des travaux de génie civil et de réalisation des voies douces	49
Tableau 21 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour les travaux de génie civil et de réalisation des voies douces	49
Tableau 22 : Décomposition de postes d'émission GES de la mise en place des équipements et de la signalisation	49
Tableau 23 : Détails de calcul des mesures de réduction préconisées pour la mise en place des équipements et de la signalisation.....	49
Tableau 24 : Objectifs réglementaires acoustiques en cas de transformation de voie existante (période diurne).....	54
Tableau 25 : Objectifs réglementaires acoustiques en cas de transformation de voie existante (période nocturne)	54

Liste des figures

Figure 1 : Présentation de l'aire d'influence rapprochée du projet Bus entre Seine	6
Figure 2 : Densité de population à l'IRIS estimées en 2035 (source : IAU IDF – Scénario haut).....	7
Figure 3 : Densité d'emploi estimées en 2035 (source : IAU IDF – Scénario haut)	7
Figure 4 : Projets urbains majeurs dans le secteur d'étude	8
Figure 5 : Déclinaison du SDRIF sur le secteur d'étude (source : SDRIF)	19
Figure 6 : Interface entre le projet Bus Entre Seine et le Tram 11 Express	22
Figure 6 : Evolution des temps de parcours pour rejoindre l'arrêt Pont de Bezons du T2 entre la situation de référence et la situation de projet en 2028	27
Figure 7 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier	29
Figure 8 : Émissions GES globales du projet par poste émetteur (hors émissions évitées des usagers)	41
Figure 9 : Émissions GES totales par phase du cycle de vie du projet (hors émissions évitées des usagers)	41



Figure 10 : Décomposition des émissions GES en phase construction par corps de métier et par poste d'émission. NB : les émissions non décomposées correspondent aux FE incluant les 4 autres postes d'émission renseignés.	42
Figure 11 : Projection des déplacements réduits et des émissions GES évitées des usagers, différence entre le scenarii projet et référence	42
Figure 12 : Répartition des émissions GES correspondant à la consommation des équipements techniques	43
Figure 13 : Distances parcourues induites par l'augmentation des fréquences de passage par ligne et émissions GES engendrées.....	44
Figure 14 : Décomposition des émissions GES correspondantes à la phase de maintenance. NB : les émissions non décomposées correspondent aux FE incluant les 4 autres postes d'émission renseignés.	44
Figure 15 : Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau pour la phase construction	45
Figure 16 : Répartition des flux de masse et du contenu carbone par type de matériau pour la phase maintenance	45
Figure 17 : Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase construction	45
Figure 18 : Répartition des flux de masse et des émissions de traitement par déchet pour la phase maintenance.....	45
Figure 19 : Consommation de carburant des engins et émissions GES directes et indirectes.....	46
Figure 20 : Décomposition du fret routier par véhicule, par type de fret et par phase de travaux.....	46
Figure 21 : Répartition des émissions liées aux déplacements du personnel employé par phase du projet	46
<i>Figure 22</i> : Répartition des émissions GES des immobilisations de chantier (engins et base vie) en phase construction et maintenance	46
Figure 23 : Variation des émissions GES du bilan initial en appliquant les mesures de réduction (émissions directes et réduites). Comparaison du bilan réduit avec les émissions évitées.....	50
Figure 24 : Impacts du Bus Entre Seine sur la capacité viaire	52

