

Annexe 7. Etude « Air et santé » dans le cadre de l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart. Phase 2 : Evaluation des impacts sur la qualité de l'air (Ginger BURGEAP, janvier 2019)

Cette annexe contient 41 pages.



ETABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL GRAND ORLY SEINE BIEVRE

16, avenue Jean-Jaurès 94600 Choisy-le-Roi

Etude « Air et santé » dans le cadre de l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart

Phase 2 : Evaluation des impacts sur la qualité de l'air liés
au projet NPNRU Lebon Lamartine - Hochart

Rapport

Réf : CICEIF182989 / RICEIF00745-01

EMI / OL / OL.

28/01/2019



ETABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL GRAND ORLY SEINE BIEVRE

16, avenue Jean-Jaurès 94600 Choisy-le-Roi

Etude « Air et santé » dans le cadre de l'opération d'aménagement
de la ZAC Paul Hochart

Phase 2 : Evaluation des impacts sur la qualité de l'air liés au projet
NPNRU Lebon Lamartine - Hochart

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport	28/01/2019	01	E. MICHAUD		O. LLONGARIO		O. LLONGARIO	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CICEIF182989 / RICEIF00745-01
Numéro d'affaire :	A25594
Sous domaine technique :	PA01
Mots clé du thésaurus	QUALITE DE L'AIR MODELISATION ATMOSPHERIQUE IMPACT TRAFIC ROUTIER

SOMMAIRE

RESUME NON TECHNIQUE	5
1. Introduction	7
2. Estimation des émissions	8
2.1 Tronçons pris en compte	8
2.2 Méthodologie	9
2.3 Données d'entrée	10
2.3.1 Données trafic	10
2.3.2 Répartition du parc automobile	13
2.3.3 Les facteurs d'émission.....	13
2.4 Résultats des estimations des émissions totales de la zone d'étude	14
2.5 Bilan de la consommation énergétique	16
2.6 Bilan des Gaz à Effet de Serre (GES)	16
3. Incertitudes	17
4. Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.....	18
4.1 Les oxydes d'azote	18
4.2 Le monoxyde de carbone	18
4.3 Les composés organiques volatils (COV)	19
4.4 Les particules	19
4.5 Le dioxyde de soufre	20
4.6 Le plomb.....	20
4.7 Le cadmium.....	21
5. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique	22
5.1 Mesures destinées à limiter les impacts du projet	22
5.2 Mesures destinées à limiter les impacts du projet en phase chantier	23
6. Monétarisation des coûts collectifs	24
6.1 Coûts liés à la pollution locale de l'air	24
6.2 Coûts liés à l'effet de serre.....	25
7. Conclusion	26

TABLEAUX

Tableau 1. Distances totales sur le domaine d'étude par scénario.....	11
Tableau 2. Emissions totales journalières des tronçons de routes étudiées	14
Tableau 3. Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude.....	16
Tableau 4. Bilan de gaz à effet de serre sur le domaine d'étude	16
Tableau 5. Coûts de pollution (en €/100 véh.km).....	24
Tableau 6. Densité de population du projet.....	24
Tableau 7. Valeur de la pollution atmosphérique (€/jour).....	25
Tableau 8. Résultats du calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel	25

FIGURES

Figure 1 : Localisation des tronçons étudiés	9
Figure 2 : Méthodologie d'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation	9
Figure 3 : Variation des trafics entre les scénarii avec et sans projet	12
Figure 4 : Impacts du projet sur les émissions de NO _x et de PM ₁₀	15

ANNEXES

Annexe 1. Signification des principales abréviations
Annexe 2. Caractéristiques des tronçons pris en compte
Annexe 3. Estimation des émissions polluantes
Annexe 4. Détail de la monétarisation des coûts collectifs

RESUME NON TECHNIQUE

Dans le cadre de la mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la réalisation de l'étude d'impact relative à l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart, l'établissement public territorial Grand-Orly Seine Bièvre a mandaté BURGEAP pour la réalisation de l'étude d'impact qui comprend notamment un volet « Air et Santé » nécessaire à l'étude d'impact de ce projet.

Le cadre méthodologique choisi pour mener cette étude a été construit principalement à partir du « guide méthodologique pour l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières – Février 2005 » du CERTU¹.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact du renouvellement urbain (PRU) de L'Haÿ-les-Roses et Villejuif, sur la qualité de l'air et sur la santé des populations riveraines. Pour cela, il a été réalisé :

- une qualification de l'état initial via une analyse de données bibliographiques et des mesures in situ, ayant déjà fait l'objet d'un rapport (Réf. RICEIF00735-01);
- une évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air via l'estimation des **émissions** de polluants liées au trafic automobile.

Ce document ne détaille que la phase 2 de cette étude : l'évaluation des impacts sur la qualité de l'air.

Il est important de noter que cette étude de circulation a été réalisée dans le cadre du projet de renouvellement urbain du secteur Lebon-Lamartine et du secteur Hochart sans qu'aucune distinction ne soit faite entre les 2 secteurs. Ainsi, l'impact du projet de la ZAC Paul Hochart sur les émissions automobiles, étudié dans la suite de cette étude, tiendra également compte des impacts générés par le projet du secteur Lebon-Lamartine.

Phase 2 : évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air

L'objectif de la seconde étape de cette étude est d'évaluer les impacts relatifs aux émissions atmosphériques liées au trafic automobile généré par le projet, sur la qualité de l'air. L'étude porte :

- sur 8 substances :
 - Oxydes d'azote (NO_x),
 - Monoxyde de carbone (CO),
 - Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM),
 - Benzène (C₆H₆),
 - Particules émises à l'échappement (PM),
 - Dioxyde de soufre (SO₂),
 - Plomb (Pb),
 - Cadmium (Cd).
- sur 3 scénarii :
 - le scénario actuel (2017)
 - le scénario futur sans projet (2027),
 - le scénario futur avec projet (2027).

1 CERTU : Centre d'études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques

Les émissions liées au trafic ont été estimées à partir d'un système d'équations mathématiques (logiciel ARIA-TREFIC) pour les 3 scénarii. Ces équations font intervenir les données du trafic, la composition du parc roulant et des facteurs d'émission issus de la littérature (facteurs COPERT V).

Ainsi, le projet induit, une augmentation de 21 à 27 % des émissions polluantes sur le domaine d'étude (variation entre les scénarii futurs avec projet et les scénarii futurs sans projet). Cette augmentation est directement liée à l'augmentation des distances parcourues (+21%) et/ou à l'augmentation du réseau routier (14% en 2027).

1. Introduction

L'établissement public territorial Grand-Orly-Seine-Bièvre a mandaté BURGEAP pour la réalisation de l'étude « Air et Santé » relative à l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart située sur la commune de L'Haÿ-les-Roses, dans le département du Val-de-Marne (94).

La présente étude concerne l'évaluation détaillée des impacts du projet sur la qualité de l'air et sur la santé publique. Elle s'inscrit dans le cadre de l'étude d'impact du dossier d'enquête publique propre au projet. Le Code de l'Environnement, et notamment ses articles L122-1 et suivants, prévoit que « les études préalables à la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages, qui par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences sur le milieu naturel peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences ». Les articles R122-1 à R122-16 du Code de l'Environnement en précisent les modalités d'application. Dans ce cadre, le présent projet est soumis à étude d'impact et doit notamment inclure un volet air et santé.

Les méthodes et le contenu de cette étude s'appuient sur la « Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières » (CERTU² – Février 2005). Ainsi, cette étude comprend :

- une description fine de la qualité de l'air actuelle sur la base de données bibliographiques et des résultats de campagnes de mesures réalisées in situ,
- une évaluation des impacts du projet sur la qualité de l'air à partir de l'estimation des émissions liées au trafic routier,
- une estimation des coûts collectifs,
- un rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé,
- une proposition de mesures de lutte contre la pollution atmosphérique.

Cette étude porte sur les 3 scénarii suivants :

- Scénario « actuel – 2017 » ;
- Scénario « futur sans projet – 2027 » ;
- Scénario « futur avec projet – 2027 ».

La première phase relative à l'état initial de la qualité de l'air a déjà fait l'objet du rapport (ref RICEIF 00735-01). Ce document ne détaille que la phase 2 de cette étude : l'évaluation des impacts sur la qualité de l'air.

Note : Toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont explicitées lors du premier usage et figurent également dans le glossaire en Annexe 1.

2 CERTU : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions

2. Estimation des émissions

L'estimation des émissions dues au trafic automobile est réalisée pour les 8 polluants suivants :

- Oxydes d'azote (NO_x),
- Monoxyde de carbone (CO),
- Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM),
- Benzène (C₆H₆),
- Particules émises à l'échappement (PM),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Plomb (Pb),
- Cadmium (Cd).

Et ce pour les 3 scénarii d'études à savoir :

- le scénario actuel (2017),
- le scénario futur sans projet (2027),
- le scénario futur avec projet (2027).

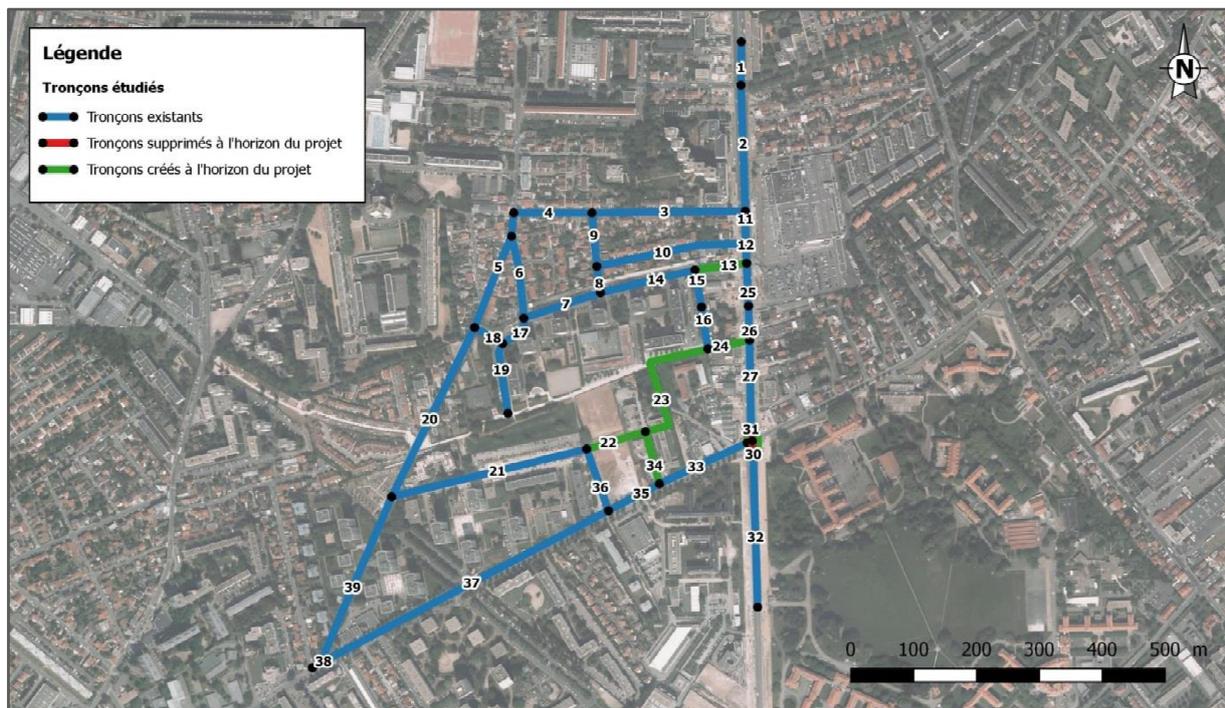
2.1 Tronçons pris en compte

En termes de qualité de l'air et de santé, le domaine d'étude doit être composé du projet lui-même et de l'ensemble des axes du réseau routier subissant, du fait de l'aménagement de la ZAC Paul HOCHART, une modification (augmentation ou diminution) de plus de 10 % de ses flux de trafic.

La figure ci-après, présente les tronçons de route étudiés. Ils ont été sélectionnés sur la base des données de trafics issues de l'étude de circulation réalisée par le bureau d'étude MOBILIS en 2018 (rapport 2017_GOSB_Rapport final_V1) et de données supplémentaires (%PL, vitesse...) transmises par ce même bureau d'étude.

Certains tronçons bien que non impactés de $\pm 10\%$, ont été intégrés au domaine d'étude pour une question d'homogénéité et de continuité du tracé étudié (cas des tronçons n°3, 4, 6, 9 et 14).

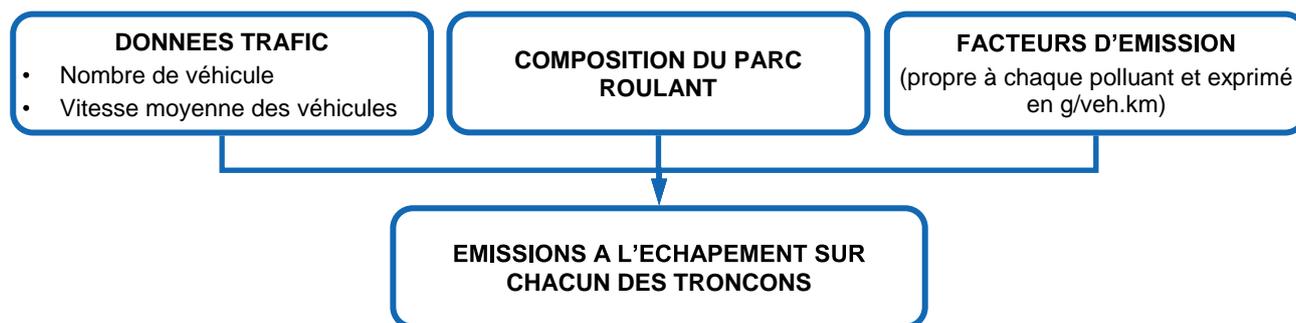
Figure 1 : Localisation des tronçons étudiés



2.2 Méthodologie

L'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation est réalisée à l'aide du logiciel ARIA TREFIC, basé sur la méthodologie **COPERT V**. Le graphique ci-dessous présente le principe général du mode de calcul du logiciel.

Figure 2 : Méthodologie d'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation



Ainsi, il est nécessaire de disposer, pour chaque tronçon étudié, de la longueur du tronçon, des trafics moyens journaliers (TMJA), de la répartition des véhicules (VL³ et PL⁴) et de la vitesse moyenne des véhicules pour les 3 scénarii étudiés.

Le logiciel ARIA TREFIC permet également de calculer la consommation énergétique ainsi que les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Les émissions de GES regroupent les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O).

3 VL : Véhicules légers

4 PL : Poids lourds

2.3 Données d'entrée

2.3.1 Données trafic

Les données de trafic nécessaires à l'estimation des émissions pour chacun des tronçons routiers considérés sont :

- le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ;
- la longueur du tronçon ;
- la vitesse moyenne des véhicules ;
- la part de poids lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés.

Les caractéristiques des tronçons routiers pris en compte dans le cadre de cette étude, sont issues de l'étude de circulation réalisée par le bureau d'étude MOBILIS en 2018 (rapport 2017_GOSB_Rapport final_V1) et de données supplémentaires (%PL, vitesse...) transmises par ce même bureau d'étude. Elles sont présentées en Annexe 2 et ce pour les 3 scénarii étudiés.

Il est important de noter que cette étude de circulation a été réalisée dans le cadre du projet de renouvellement urbain du secteur Lebon-Lamartine et du secteur Hochart sans qu'aucune distinction ne soit faite entre les 2 secteurs. Ainsi, l'impact du projet de la ZAC Paul Hochart sur les émissions automobiles, étudié dans la suite de cette étude, tiendra également compte des impacts générés par le projet du secteur Lebon-Lamartine.

Le tableau ci-après présente les distances parcourues totales⁵ considérées dans le cadre de cette étude.

Tableau 1. Distances totales sur le domaine d'étude par scénario

	Longueur totale du réseau étudié	Distance parcourue totale
Scénario actuel - 2017	□□□□□	□□□□□□□□□□
Scénario futur sans projet - 2027	□□□□□	□□□□□□□□□□
Variation au fil de l'eau	0%	17%
Scénario futur avec projet - 2027	□□□□□	□□□□□□□□□□
Impact du projet	14%	21%

Entre le scénario « actuel » et le scénario « futur sans projet », nous n'observons aucune variation du réseau étudié. La variation des distances parcourues est liée à l'augmentation du trafic entre le scénario « actuel 2017 » et le scénario « futur sans projet 2027 » sur les tronçons pris en compte (augmentation de +17%).

A l'horizon 2027, la mise en place du programme d'aménagement de la ZAC Hochart et de la ZAC Lebon-Lamartine engendre **une augmentation des distances parcourues totales (différence entre les scénarii avec et sans projet) de l'ordre de 8 000 km/j soit une augmentation de 21 %.**

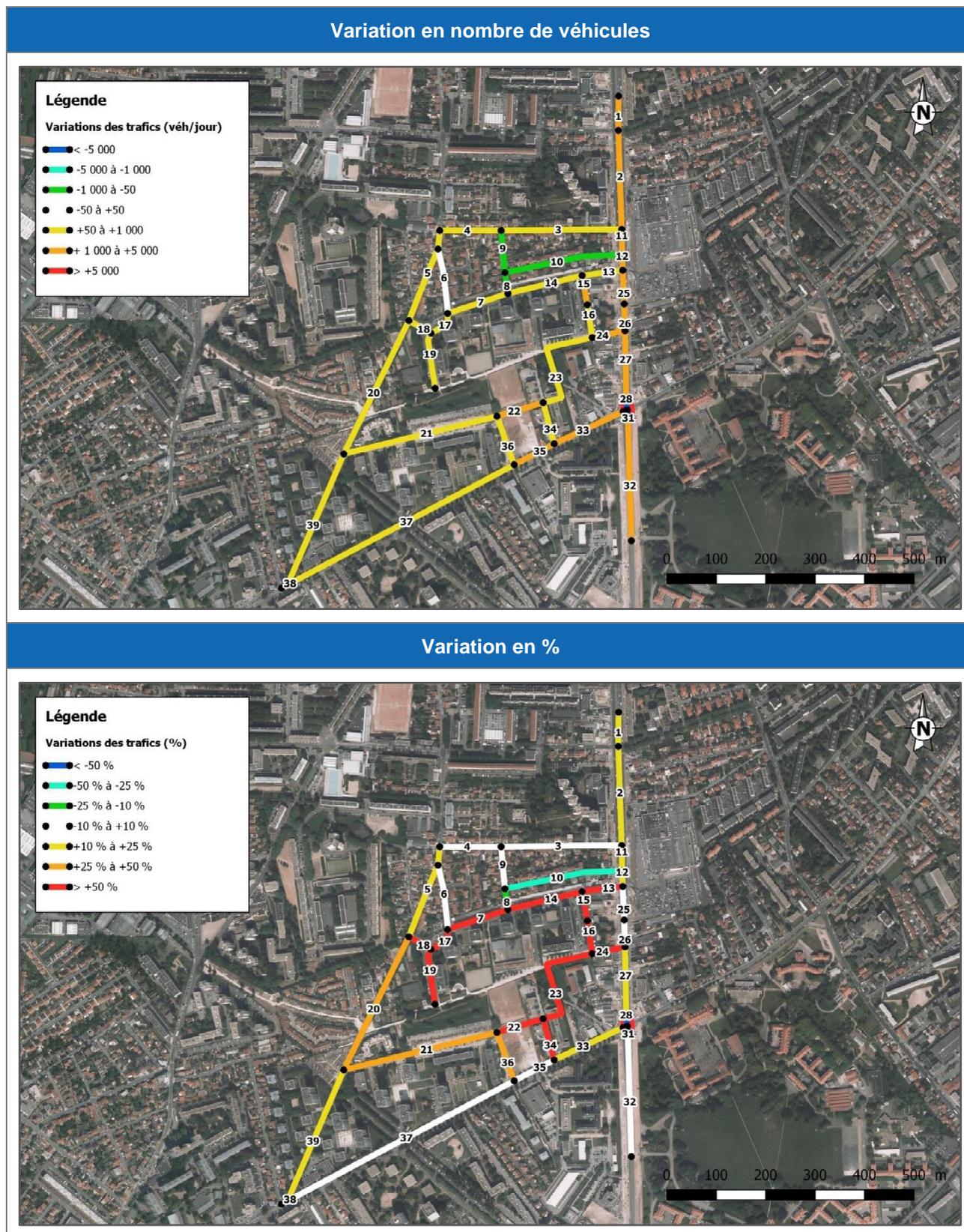
Il est à noter qu'il s'agit d'une augmentation totale, certains axes présentent des augmentations plus importantes que d'autres en raison du nombre de véhicules qui circulent.

En effet, des axes tels que les tronçons de la RD7 présentent des augmentations de trafics, entre le scénario sans projet et le scénario avec projet, de plus de 3 000 véhicules par jour alors que le tronçon n°3 ne présente une augmentation que de 60 véhicules par jour (Cf. Figure 3, page suivante qui présente les variations de trafics sur les tronçons étudiés entre le scénario « futur avec le projet – 2027 » et le scénario « futur sans le projet – 2027 »).

En termes d'impact du projet, nous notons une augmentation notable du nombre de véhicules sur la RD7 et une diminution sur les tronçons 8, 9 et 10 délestés du fait de la création du raccordement à la RD7 via le prolongement de la rue Lamartine (tronçon n°13). La variation des trafics en pourcentage met également en exergue une augmentation plus importante des trafics au droit du projet.

⁵ Distances parcourues totales = \sum (TMJA x longueur du tronçon)

Figure 3 : Variation des trafics entre les scénari avec et sans projet



Source : Fond de plan BRGM

2.3.2 Répartition du parc automobile

Pour les calculs d'émissions à l'échappement et à l'évaporation, il est également nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile (nombre de véhicules essence ou diesel, catalysés ou non, année de mise en service du véhicule par rapport aux normes sur les émissions) pour chaque catégorie de véhicules :

- véhicules légers VL (regroupant les Véhicules Particuliers VP et les Véhicules Utilitaires Légers VUL⁶) ;
- poids lourds PL.

La répartition du parc aux horizons 2017 et 2027 prise en compte dans les calculs est celle présentée dans l'étude réalisée par le groupement ADEME-INRETS⁷.

2.3.3 Les facteurs d'émission

On appelle « facteur d'émission », les quantités de polluants rejetées par un véhicule. Ces facteurs d'émissions varient selon le polluant considéré et selon l'origine des émissions.

Pour les émissions à l'échappement et à l'évaporation, les facteurs d'émissions sont exprimés en g/véh.km. Ces facteurs proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

- de la nature des polluants ;
- du type de véhicule (essence/diesel, VL/PL,...) ;
- du « cycle » (trajet urbain, autoroute, moteur froid/chaud) ;
- de la vitesse du véhicule ;
- de la température ambiante (pour les émissions à froid).

Les facteurs d'émissions que nous utiliserons pour la présente étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne, c'est-à-dire ceux du programme **COPERT V**. En France, son utilisation est par ailleurs recommandée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier. Pour les horizons futurs, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicule.

Dans le cadre de l'estimation des émissions à l'échappement et à l'évaporation, il existe également des facteurs de surémissions dues aux démarrages à froid. Ces facteurs sont liés à la typologie des routes (autoroute, urbaine, rurale) et au parcours moyen. En zone urbaine, la longueur moyenne d'un trajet est de l'ordre de 3 km ce qui engendre un facteur d'émission à froid de l'ordre de 50 % alors que sur autoroute la longueur moyenne d'un trajet est de l'ordre de 60 km ce qui engendre un facteur d'émission à froid de l'ordre de 10 %. En moyenne, en France, la longueur moyenne d'un trajet est de 12 km ce qui engendre un facteur d'émission à froid moyen de l'ordre de 30%.

L'aménagement de la ZAC Hochart qui accueillera 903 logements avec de nombreux stationnement engendrera des déplacements en zone urbaine. Ainsi, dans le cadre de cette étude, le parcours moyen retenu sur la zone d'étude sera le parcours moyen en zone urbaine (3 km).

6 A défaut d'information, une clef de répartition VP/VUL a été appliquée : il s'agit de la moyenne nationale 77%

7 Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, C. Hugrel et al., Rapport de convention ADEME/INRET-LTE n°01 03 035.t

2.4 Résultats des estimations des émissions totales de la zone d'étude

Le bilan des émissions totales de chacun des polluants est présenté dans le tableau suivant, et ce pour l'ensemble du domaine d'étude et pour les 3 scénarii. Les tableaux détaillés des émissions estimées sur chacun des tronçons selon le scénario considéré sont fournis en Annexe 3.

Remarque :

Pour les poussières totales PM, le logiciel TREFIC permet d'obtenir une spéciation des poussières en PM10 (poussières de diamètre inférieur à 10 µm) et en PM2.5 (poussières de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Tableau 2. Emissions totales journalières des tronçons de routes étudiées

	CO (g/j)	NO _x (g/j)	SO ₂ (g/j)	COVNM (g/j)	C ₆ H ₆ (g/j)
Scénario actuel	24 649.6	30 138.9	220.5	2 805.9	80.0
Scénario futur sans projet	7 884.2	16 570.0	231.9	423.0	14.5
Variation au fil de l'eau	-68%	-45%	5%	-85%	-82%
Scénario futur avec projet	9 625.6	20 433.8	286.3	521.6	17.7
Impact du projet	22%	23%	23%	23%	22%
	Cd (mg/j)	Pb (mg/j)	PM (g/j)	PM10 (g/j)	PM2.5 (g/j)
Scénario actuel	0.6	6.3	3 492.1	2 362.3	1 640.2
Scénario futur sans projet	0.6	6.6	3 133.8	1 941.2	1 178.9
Variation au fil de l'eau	5%	5%	-10%	-18%	-28%
Scénario futur avec projet	0.7	8.2	3 965.0	2 454.1	1 488.3
Impact du projet	23%	24%	27%	26%	26%

Entre le scénario « actuel – 2017 » et le scénario « futur sans projet – 2027 », nous observons une évolution des émissions de l'ensemble des composés étudiés. Ces évolutions sont principalement liées à l'application des normes d'émissions Euro, au renouvellement du parc automobile et à sa diésélisation.

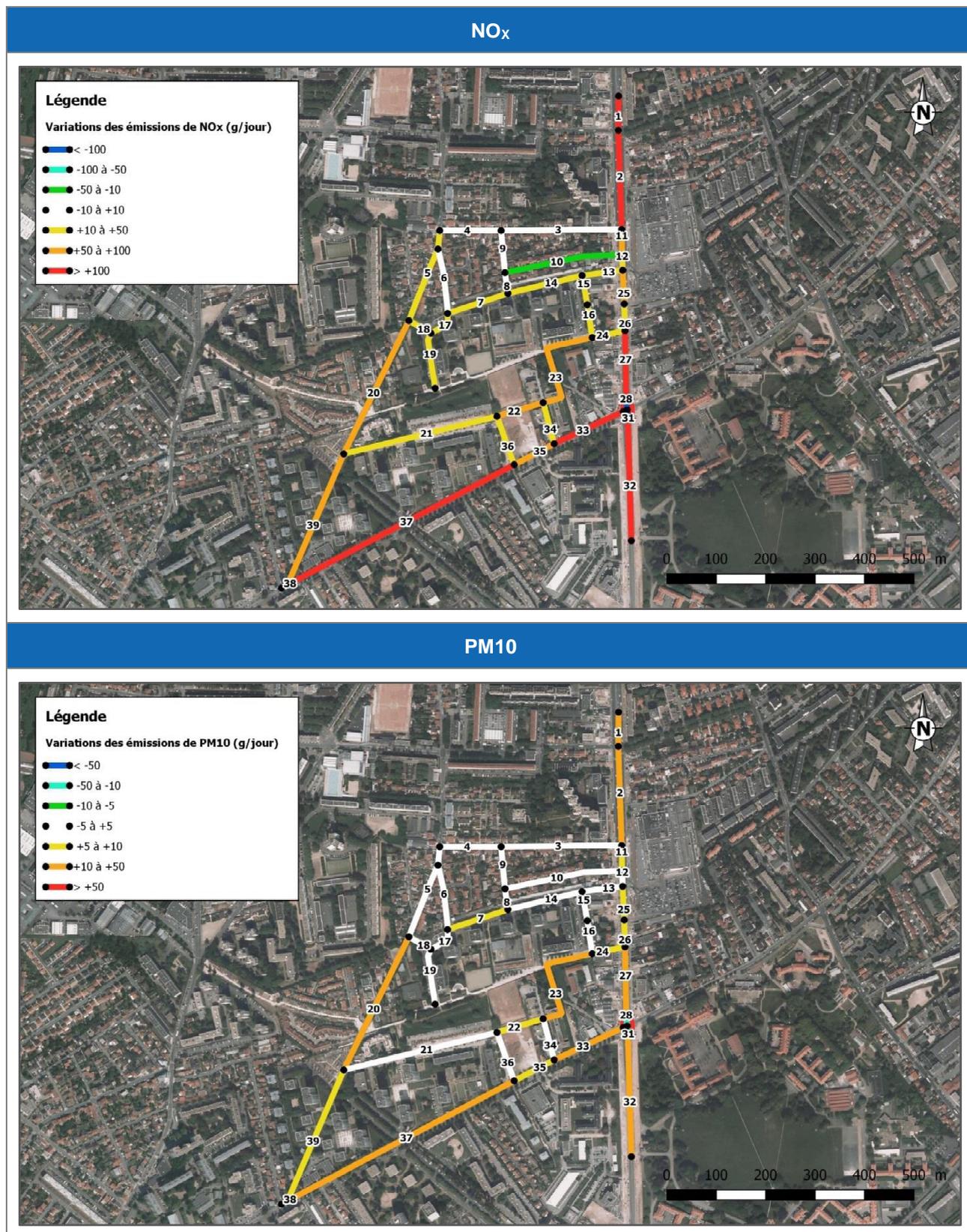
Ainsi, nous pouvons noter des évolutions différenciées selon les polluants avec :

- une baisse supérieure à 65 % des émissions en monoxyde de carbone, en composés organiques volatiles non méthanique et en benzène : polluants caractéristiques des véhicules essences pour lesquels l'évolution du parc roulant est accompagnée d'amélioration technologique ;
- une baisse comprise entre 10% et 45% des émissions de NO_x et des PM : polluants caractéristiques des véhicules diesel pour lesquels l'évolution du parc roulant est accompagnée d'amélioration technologique ;
- une augmentation de l'ordre de 5% des émissions de SO₂, de Pb et de Cd : polluants pour lesquels l'évolution du parc roulant n'est accompagnée que de faibles améliorations technologiques.

Le projet induit, quant à lui, une augmentation des émissions polluantes sur le domaine d'étude comprise entre 22 % et 27 % (variation entre le scénario « futur avec projet – 2027 » et le scénario « futur sans projet – 2027 »). Cette augmentation est principalement liée à l'augmentation des distances parcourues (21%).

A titre d'exemple, les variations des émissions de NO_x et de PM10 entre le scénario avec projet et le scénario sans projet sont présentées page suivante.

Figure 4 : Impacts du projet sur les émissions de NO_x et de PM10



Source : Fond de plan BRGM

2.5 Bilan de la consommation énergétique

Le tableau suivant présente les résultats de la consommation énergétique journalière sur le domaine d'étude. Le total est exprimé en Tonne Equivalent Pétrole par jour (TEP/j). Les tableaux détaillés des consommations estimées par le logiciel TREFIC sont présentés en Annexe 3.

Tableau 3. Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude

	Total (TEP /j)
Scénario actuel	□□□□
Scénario futur sans projet	□□□□
Variation au fil de l'eau	%
Scénario futur avec projet	□□□□
Impact du projet	2%

D'ici à 2027 (différence entre le scénario « futur sans projet – 2027 » et le scénario « actuel – 2017 »), la consommation énergétique totale augmente de 8%.

Cette augmentation est directement liée au renouvellement du parc roulant.

Le projet induit une augmentation de la consommation énergétique totale de 23 % en 2027 (différence entre les scénarii « futurs avec projet – 2027 » et « futur sans projet – 2027 ») **directement liée à l'augmentation des distances parcourues générées par la mise en place du projet en 2027.**

2.6 Bilan des Gaz à Effet de Serre (GES)

Le tableau suivant présente les résultats des émissions des Gaz à Effet de Serre (GES) sur le domaine d'étude. Ces émissions de GES regroupent les émissions de dioxyde de carbone (CO₂), de méthane (CH₄) et de protoxyde d'azote (N₂O). Le total est exprimé en équivalent CO₂. Pour convertir les émissions en équivalent CO₂, nous avons utilisé le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG) sur 100 ans du GIEC des gaz étudiés.

Les tableaux détaillés des émissions estimées sur chacun des tronçons selon le scénario considéré sont présentés en Annexe 3.

Tableau 4. Bilan de gaz à effet de serre sur le domaine d'étude

	GES (T eq CO ₂ /j)
Scénario actuel	8.9
Scénario futur sans projet	9.6
Variation au fil de l'eau	7%
Scénario futur avec projet	11.8
Impact du projet	23%

D'ici à 2027 (différence entre le scénario « futur sans projet – 2027 » et le scénario « actuel – 2017 »), les émissions en GES augmentent de 7 %. Cette augmentation est directement liée à l'augmentation du nombre de véhicules roulants.

Le projet induit une augmentation des émissions de GES totale de 23 % en 2027 (différence entre les scénarii « futurs avec projet – 2027 » et « futur sans projet – 2027 ») **directement liée à l'augmentation des distances parcourues générées par la mise en place du projet en 2027.**

3. Incertitudes

La quantification des émissions se base sur de nombreuses hypothèses qui engendrent des incertitudes.

Ces hypothèses, non exhaustives, sont :

- la vitesse de circulation des véhicules (vitesses de circulation actuelles issues de l'étude effectuée par le département du Val-de Marne en 2015 extrapolée aux tronçons pour lesquels aucune donnée n'était disponible). De plus, la vitesse prise en compte a été considérée comme constante et ne tient pas compte des accélérations et décélérations sur la longueur des tronçons ;
- le nombre de véhicules pris en compte pour les différents scénarii (actuel, futur avec et sans projet) (données issues l'étude de circulation réalisée par MOBILIS en 2018) ;
- les facteurs d'émissions utilisés par TREFIC (facteurs COPERT V) ;
- la répartition du parc automobile.

Les principales incertitudes, pouvant modifier les résultats de l'étude, sont le nombre de véhicules roulant ainsi que la répartition du parc automobile pour les différents scénarii, et en particulier pour les scénarii futurs. Ces incertitudes sont, en l'état actuel des connaissances, non quantifiables.

4. Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé

4.1 Les oxydes d'azote

► Origine et dynamique du polluant

Parmi les oxydes d'azote, le monoxyde d'azote (NO) est produit à partir de l'oxygène et de l'azote de l'air en présence d'une source de chaleur importante (cheminée, moteur, chauffage...). Le monoxyde d'azote, assez instable, se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO₂) à l'aide des oxydants présents dans l'air (comme l'ozone). Ainsi, à proximité d'une source de pollution par les oxydes d'azote, la concentration en NO sera plus importante que celle en NO₂. A contrario, en s'éloignant de la source, la concentration en NO va diminuer au profit de celle en NO₂.

La principale source anthropique des oxydes d'azote est le trafic automobile (60 %). Même si l'arrivée des pots catalytiques en 1993 a permis la diminution des émissions des véhicules, cette diminution est compensée par une forte augmentation du trafic. Les oxydes d'azotes sont également émis de façon naturelle par les volcans, les océans, la décomposition biologique et les éclairs.

► Effets sur la santé

Les oxydes d'azote pénètrent dans l'organisme essentiellement par inhalation, mais les passages cutanés sont également possibles. Le dioxyde d'azote, de par sa solubilité, peut être absorbé à tous les niveaux du tractus respiratoire.

Chez l'homme, l'absorption de dioxyde d'azote est de 81-90% pendant une respiration normale et de 90% pendant une respiration forcée.

Le dioxyde d'azote NO₂ présente le plus grand intérêt sur le plan sanitaire en raison de son caractère oxydant. En comparaison, le NO est 5 fois moins toxique.

À forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Les effets chroniques spécifiques de ce polluant sont difficiles à mettre en évidence du fait de la présence dans l'air d'autres polluants avec lesquels il est corrélé.

Le NO₂ est suspecté d'entraîner une altération respiratoire et une hyperactivité bronchique chez l'asthmatique et chez les enfants, et d'augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes. Cependant, on estime aujourd'hui qu'il n'y a pas de risque cancérigène lié à l'exposition au dioxyde d'azote.

4.2 Le monoxyde de carbone

► Origine et dynamique du polluant

Il provient de la combustion incomplète notamment dans les moteurs de voitures à essence, ainsi que des foyers de combustion lors de mauvais réglages. Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand le moteur tourne dans un espace clos (garage) ou quand il y a une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts (tunnel, parking).

► Effets sur la santé

Le monoxyde de carbone est absorbé par les poumons et il diffuse à travers les membranes alvéolo-capillaires. Il peut traverser les barrières méningée et placentaire.

Entre 80% et 90% du monoxyde de carbone absorbé se fixe sur l'hémoglobine dont l'affinité pour le CO est environ 200 fois supérieure à celle pour l'oxygène. Le monoxyde de carbone forme rapidement de la carboxyhémoglobine (COHb), diminuant ainsi fortement les capacités de transport et de libération d'oxygène du sang ; la carboxyhémoglobine est un biomarqueur d'exposition au monoxyde de carbone.

L'oxyde de carbone est éliminé essentiellement par ventilation pulmonaire. Après arrêt de l'exposition, la concentration en carboxyhémoglobine diminue avec une demi-vie de 3 à 5 heures.

A doses importantes et répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénie, vomissements. En cas d'exposition prolongée et très élevée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.

4.3 Les composés organiques volatils (COV)

► Origine et dynamique de ces polluants

Ces polluants sont multiples (1,3-butadiène, acroléine, formaldéhyde, acétaldéhyde et benzène). Il s'agit d'hydrocarbures (émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers, remplissage des réservoirs automobiles), de composés organiques (provenant des procédés industriels ou de la combustion incomplète des combustibles), de solvants (émis lors de l'application des peintures, des encres, le nettoyage des surfaces métalliques et des vêtements), de composés organiques émis par l'agriculture et par le milieu naturel.

La présence de benzène dans l'environnement est naturelle (feux de forêts, volcans) ou d'origine anthropique. L'automobile est en grande partie responsable de la pollution atmosphérique par le benzène (gaz d'échappement, émanation lors du remplissage des réservoirs), comme sous-produit du pétrole, il entre dans la composition des essences. La fabrication du benzène et ses diverses utilisations libèrent également du benzène à l'atmosphère.

► Effets sur la santé

La principale voie d'exposition au benzène est l'inhalation, puis dans une moindre mesure, l'ingestion et le contact cutané.

Les taux d'absorption sont de 50% par inhalation (donnée sur l'homme), 97% du benzène ingéré est absorbé (donnée sur animaux), tandis que par contact cutané l'absorption est limitée (0,4 mg/cm²/h donnée sur l'homme) et reste secondaire par rapport à d'autres voies d'exposition.

Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation, à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérogènes (benzène). Le benzène peut provoquer une gêne olfactive, des irritations et une diminution de la capacité respiratoire. Le benzène est une substance classée cancérogène.

4.4 Les particules

► Origine et dynamique du polluant

Les particules en suspension ont de nombreuses origines tant naturelles qu'humaines (anthropiques). Les particules d'origine naturelle proviennent des érosions éoliennes, des feux de forêts, des éruptions volcaniques...

L'activité humaine, aussi, génère des particules en suspension par l'intermédiaire des combustions industrielles, des installations de chauffage et du transport automobile.

Ces particules ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions. Elles servent de support pour de nombreuses substances comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les métaux lourds ou le dioxyde de soufre. Les particules généralement mesurées ont un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm (PM10) ou 2,5 µm (PM2.5).

► Effets sur la santé

La taille des particules, telle que définie ci-dessus de façon normative, détermine le niveau de pénétration des poussières dans les voies respiratoires et conditionne les effets car les particules de grande taille sont généralement précipitées sur la muqueuse de l'oropharynx et dégluties, alors que les particules de petite taille, les PM10, peuvent atteindre les voies respiratoires distales, où elles sont éliminées par phagocytose. Ce sont les PM2.5 qui vont pénétrer le plus profondément dans l'arbre respiratoire et atteindre les alvéoles pulmonaires. Ces particules fines ont souvent une plus grande acidité que les particules de taille plus importante et la réaction inflammatoire qu'elles produisent, en augmentant la perméabilité épithéliale, facilite le passage des polluants dans le courant lymphatique ou sanguin.

Sur le long terme, le risque de bronchite chronique et de décès par maladie cardiorespiratoire et par cancer pulmonaire augmente. Pour les particules les plus fines (provenant notamment des véhicules diesel), il existe des présomptions d'effets cancérogènes du fait de la particule en elle-même mais également des composés qui y sont adsorbés (HAP, métaux lourds).

4.5 Le dioxyde de soufre

► Origine et dynamique du polluant

Le dioxyde de soufre (SO₂) est émis lors de la combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul) au cours de laquelle le soufre présent dans ces combustibles est oxydé par l'oxygène de l'air. Les principales sources émettrices sont donc les centrales thermiques, les grosses installations de combustions industrielles et les installations de chauffage. Le secteur du transport, également responsable d'émissions de SO₂ (diesel), a vu sa part diminuer avec la suppression progressive du soufre dans les carburants.

Le SO₂ est également émis par des sources naturelles telles que les dégagements des volcans, la décomposition biologique et les feux de forêt.

L'ensemble des mesures techniques et réglementaires prises au cours des dernières années a permis d'observer une forte baisse des émissions de SO₂ depuis une vingtaine d'année. Cette baisse est également due à la diminution de la consommation des combustibles fossiles, et à l'utilisation croissante de combustibles à faible teneur en soufre et de l'énergie nucléaire.

► Effets sur la santé

Le dioxyde de soufre pénètre dans l'organisme par inhalation. Fortement soluble, il est rapidement hydraté, dissocié en sulfite et bisulfite et absorbé dans le tractus respiratoire supérieur (nez et pharynx).

La pénétration dans les voies respiratoires inférieures est limitée dans le cas d'une respiration calme par le nez et augmente en cas de respiration profonde par la bouche. 90% sont absorbés à forte concentration et 5% ou moins pour des concentrations inférieures à 1 ppm.

Le dioxyde de soufre absorbé passe dans le sang et est rapidement distribué dans tout l'organisme.

Le SO₂ est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures.

Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospastiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire), altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de la capacité respiratoire, excès de toux ou de crise d'asthme).

4.6 Le plomb

► Origine et dynamique du polluant

Le plomb est présent dans l'atmosphère sous forme solide associés aux fines particules en suspension. Il est émis principalement de façon anthropiques par les activités de raffinage, de métallurgie, de transformation d'énergie et par l'incinération des déchets. Cependant depuis les deux dernières décennies, avec la disparition de la consommation de l'essence plombée, la pollution atmosphérique par le plomb a considérablement diminuée.

► Effets sur la santé

Le plomb pénètre dans l'organisme essentiellement par voie digestive (50% pour l'enfant de 2 ans et 5 à 10% pour l'adulte) et par voie pulmonaire (20 à 30%).

La principale voie d'absorption est digestive, les sources étant constituées par les aliments (le lait, l'eau, les boissons) et également les écailles de peinture, les poussières présentes en milieu domestique et les poussières présentes dans le sol ingérées particulièrement par les jeunes enfants (2 à 3 ans) par portage main-bouche.

Le plomb est un toxique neurologique, hématologique et rénal. Il peut entraîner chez les enfants des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques.

4.7 Le cadmium

► Origine et dynamique du polluant

Le cadmium est présent dans l'atmosphère sous forme solide associés aux fines particules en suspension. Il provient de sources naturelles et anthropiques. Le cadmium présent dans la croûte terrestre peut être dispersé dans l'air par entraînement de particules provenant du sol et par les éruptions volcaniques. Cependant, les activités industrielles telles que le raffinage des métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejet atmosphérique.

► Effets sur la santé

Par voie pulmonaire, une fraction du cadmium se dépose le long du tractus respiratoire en fonction de la taille et de l'hydro solubilité : pour l'oxyde de cadmium, elle varie de 10-30% pour les poussières à 25-50% pour les fumées. Les formes les plus solubles, chlorures et oxydes, sont absorbés à environ 90-100% et les sulfures sont absorbés à hauteur de 10%. Cette absorption peut se poursuivre pendant plusieurs semaines même après une inhalation unique [INRS, fiches Biotox].

Par voie digestive, l'absorption est d'environ 5%. Le taux d'absorption du cadmium est directement lié à la forme chimique. Ce taux d'absorption peut être augmenté lors de carences alimentaires en calcium, en fer, en zinc, en cuivre ou en protéines.

Le cadmium est facilement absorbé par les voies digestives et pulmonaires. Après son passage dans le sang, il est stocké dans le foie et les reins. Cela peut entraîner des perturbations des fonctions rénales, l'apparition d'hypertension et la possibilité de favoriser un cancer de la prostate pour les travailleurs en contact avec le cadmium.

5. Mesures de lutte contre la pollution atmosphérique

5.1 Mesures destinées à limiter les impacts du projet

Dans le cadre de ce projet, des mesures compensatoires peuvent être envisagées.

Toutefois, il est important de savoir que la pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesure compensatoire quantifiable mais plusieurs types d'actions peuvent être envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée, la pollution :

- **La réduction ou la préservation par la « matière grise »** (éloignement des sites sensibles, à forte densité de population pour les projets neufs...), qui consiste à étudier les mesures constructives pour éviter au maximum les situations à risques ;
- **La réduction des émissions polluantes à la source** : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, on peut influencer les émissions polluantes par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules...). Ces mesures relèvent de la législation des transports ;
- **La limitation de la dispersion des polluants** : on distingue deux types de pollution, la pollution gazeuse et la pollution particulaire.
La pollution gazeuse ne peut pas être éliminée par un obstacle physique à l'inverse des ondes sonores, qui peuvent être stoppées par un écran ou un talus antibruit. On pourra tout au plus limiter les situations à risques en facilitant sa dilution ou déviation du panache de polluants d'un endroit vers un autre. De nouveaux procédés « digesteurs de NO_x » au niveau des murs et revêtements de chaussées peuvent cependant être mis en place suivant leurs performances techniques.
La diffusion de la pollution particulaire peut, quant à elle, être piégée en intégrant des écrans physiques ou végétaux (mur anti-bruit, barrière végétale) mais également en agissant directement sur le tracé (adaptation des profils en long, modulation du profil en travers, utilisation d'enrobés drainants).
- **Le suivi, la surveillance et l'information**. Dans le cadre de très gros projets (études de niveau I...) ou dans le cas où des problèmes de pollution sont à attendre (dépassement des objectifs de qualité de l'air, milieu fortement urbanisé...), des capteurs de mesures de la pollution peuvent être installés à demeure. L'implantation de ce type de station vient compléter le dispositif de surveillance des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et peut être réalisé en liaison avec celles-ci. Le maître d'ouvrage pourra ainsi réaliser le suivi de l'impact de l'infrastructure, associé à l'AASQA qui en assurera la surveillance et la diffusion de l'information. Ces stations sont majoritairement équipées d'analyseurs en continu, pour les polluants tels que les NO_x, le benzène ou les particules PM10.

5.2 Mesures destinées à limiter les impacts du projet en phase chantier

En phase chantier, les travaux d'aménagements de la ZAC Paul Hochart seront principalement constitués par :

- les terrassements : décapage des zones à déblayer, dépôt et compactage des matériaux sur les zones à remblayer,
- les travaux de voiries et réseaux divers,
- les constructions de bâtiments,
- la construction des parkings.

La réalisation du projet pourrait provoquer des perturbations de trafic. En effet, les travaux engendreront des détournements de circulation. Les principaux impacts sur la qualité de l'air du projet en phase chantier se traduiront donc par :

- des envolées de poussières dues aux travaux (les poussières soulevées par les engins durant les phases de terrassement/remblai et de manipulation des matériaux) : ces émissions seront dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol. Elles seront d'origines naturelles et essentiellement minérales ;
- des émissions de monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, oxydes d'azote, composés organiques volatiles et métaux lourds (plomb, cadmium, vanadium) liées à la circulation des engins de chantier et des poids lourds (chargement et le transport des matériaux).

En ce qui concerne les envolées de poussières, celles-ci seront fortement dépendantes des conditions météorologiques. Le risque d'envolées sera en pratique limité aux longues périodes sèches et venteuses, peu fréquentes compte tenu de la climatologie du site. Afin d'en limiter l'impact, et donc la pollution de l'air ou les dépôts sur la végétation aux alentours qui pourraient en résulter, il est **conseillé d'arroser les pistes par temps sec et venteux**.

En ce qui concerne l'émission des gaz d'échappement issus des engins de chantier, celle-ci sera limitée car les véhicules utilisés respecteront les normes d'émission en vigueur en matière de rejets atmosphériques. Les effets de ces émissions, qu'il s'agisse des poussières ou des gaz, sont négligeables compte tenu de leur faible débit à la source.

6. Monétarisation des coûts collectifs

Le décret n°2003-767 introduit les notions de monétarisation et d'analyse des coûts collectifs.

Dans le cadre d'une étude « air et santé », les effets monétarisés sont ceux **en lien avec les thèmes liés relatifs à la pollution atmosphérique**, à savoir :

- les coûts liés à la pollution de l'air,
- les coûts liés aux gaz à effet de Serre.

Dans le cadre de cette étude, ces coûts ont été calculés en tenant compte de la Note technique du 27 juin 2014 qui présente la méthode d'évaluation des projets de transports et notamment les outils de calcul de monétarisation des coûts. Elle remplace l'instruction-cadre du 25 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005.

6.1 Coûts liés à la pollution locale de l'air

Les coûts liés aux effets sur la santé de la pollution de l'air dépendent de la concentration de polluants et de la densité de la population dans les zones impactées. Cela conduit à retenir des valeurs de coûts différentes selon le milieu considéré (en campagne, en milieu urbain diffus...).

Le tableau suivant précise les coûts de pollution (en €/100.véh.km) pour chacune des catégories de véhicules et pour chacun des seuils d'urbanisation.

Tableau 5. Coûts de pollution (en €/100 véh.km)

Catégorie de véhicule	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Inter urbain
VP	15,8	4,3	1,7	1,3	0,9
VUL	32,3	8,7	3,4	2,4	1,6
PL	186,6	37	17,7	9,4	6,4
2 roues	8,7	2,5	1	0,8	0,5
Bus	125,4	24,8	11,9	6,3	4,2

Source : Note technique relative à l'évaluation des projets de transport du 27 juin 2014 et Fiches outils associées

Le choix du seuil d'urbanisation est défini dans le tableau ci-après.

Tableau 6. Densité de population du projet

Paramètre	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette (hab/km ²)	< 37	37 - 450	450 - 1500	1500 - 4500	> 4500
Densité moyenne (hab/km ²)	25	250	750	2250	6750

Source : Note technique relative à l'évaluation des projets de transport du 27 juin 2014 et Fiches outils associées

Une évolution temporelle de ces valeurs (par rapport à l'année de référence 2010) doit être prise en compte sur la base de :

- l'évolution du PIB par tête : l'instruction de 2014 propose une augmentation de +1,8%/an jusqu'en 2030. Aucune information n'est cependant disponible pour une projection plus lointaine que 2030. Ainsi, en l'absence d'informations complémentaires, nous avons également considéré un taux de croissance de + 1.8%/an au-delà de 2030.
- l'évolution des émissions individuelles : l'instruction de 2014 propose une réduction annuelle de 6% (liée au développement des véhicules Euro/EURO 5 et 6). Aucune information n'est cependant disponible pour une projection plus lointaine que 2020. Ainsi, en l'absence d'informations complémentaires, nous avons également considéré une réduction-6 %/an au-delà de 2020.

Compte-tenu de la densité de population sur la zone d'étude (8 148 hab/km² sur la commune de l'Hay-les-Rose), le calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air a été effectué à partir des coefficients d'un milieu urbain très dense.

Le tableau ci-dessous présente les coûts, liés à la pollution de l'air, estimés dans le cadre de cette étude, (le détail des calculs est présenté en Annexe 4).

Tableau 7. Valeur de la pollution atmosphérique (€/jour)

Coûts liés à la pollution de l'air		
Actuel (2017)	Futur sans projet (2027)	Futur avec projet (2027)
1 874 €/jour	1 383 €/jour	1 729 €/jour

Les coûts liés à la pollution de l'air à l'horizon du projet sont évalués à 1 729 €/j. Le projet contribuerait à une augmentation supplémentaire des coûts collectifs d'environ 350 €/j. Ce surcoût est lié à l'augmentation du trafic engendré par le projet.

A noter que les coûts liés à la pollution de l'air sont en baisse entre 2017 et 2027, principalement de par l'application des normes d'émissions Euro, le renouvellement du parc automobile et sa diésélisation.

6.2 Coûts liés à l'effet de serre

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel sont calculés sur la base d'une valeur du coût de la tonne de CO₂, et d'une évolution de cette dernière dans le temps préconisée par la note technique de 2014 et le rapport « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » du CGSP⁸ de 2013 à savoir :

- une valeur de 32 € la tonne de CO₂ en 2010 ;
- une valeur de 56 € la tonne de CO₂ en 2020 ;
- une valeur de 100 € la tonne de CO₂ en 2030 ;
- au-delà de 2030, la valeur de la tonne de CO₂ croît selon le taux d'actualisation pris en compte pour le calcul de la valeur actualisée nette socio-économique (VAN-SE) soit, en première approche 4,5% si la VAN-SE est sensible au risque systémique, 4% sinon. Dans une approche majorant, c'est la valeur de 4,5%/an qui a été retenue dans le cadre de cette étude.

En l'absence de valeurs entre 2010, 2020 et 2030, il a été considéré une augmentation linéaire.

Les résultats des coûts des nuisances liées à l'effet de serre additionnel sont présentés dans le tableau suivant (le détail des calculs est présenté en Annexe 4).

Tableau 8. Résultats du calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel

Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel en €/jour		
Actuel (2017)	Futur sans projet (2027)	Futur avec projet (2027)
131 €/jour	250 €/jour	317 €/jour

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel à l'horizon du projet sont évalués à 317 €/j. Le projet contribuerait à une augmentation supplémentaire des coûts collectifs d'environ 70 €/j. Les coûts sont supérieurs avec le projet en raison de l'augmentation du trafic due au projet.

A noter que les coûts liés à l'effet de serre sont en hausse entre 2017 et 2027, en raison de la hausse du coût de la tonne de CO₂.

8 CGPS : Commissariat Général à la Stratégie et la Perspective

7. Conclusion

Dans le cadre de la mission d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage pour la réalisation de l'étude d'impact relative à l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart, l'établissement public territorial Grand-Orly Seine Bièvre a mandaté BURGEAP pour la réalisation de l'étude « Air et Santé » nécessaire à l'étude d'impact de ce projet.

Conformément à la « *Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières* » (CERTU – Février 2005), cette étude, de niveau III comprend :

- une description de l'état actuel de la qualité de l'air (données bibliographiques et mesures *in situ*),
- une estimation des émissions de polluants liées au trafic routier au niveau du domaine d'étude,
- un rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé,
- une estimation des coûts collectifs,
- une proposition de mesures de lutte contre la pollution atmosphérique.

Dans le cadre de cette étude 3 scénarii ont été étudiés :

- le scénario « Actuel – 2017 »,
- le scénario « Futur sans projet – 2027 »,
- le scénario « Futur avec projet – 2027 ».

La première phase relative à l'état initial de la qualité de l'air a déjà fait l'objet du rapport (ref RICEIF 00735-01). Seule, la phase 2 de cette étude : l'évaluation des impacts sur la qualité de l'air est détaillée.

► Estimation des émissions liées au trafic routier

Entre 2017 et 2027 (comparaison entre le scénario « actuel – 2017 » et le scénario « futurs sans projet – 2027 »), alors que l'évolution des trafics engendre une augmentation des distances parcourues sur l'ensemble du domaine d'étude, on observe :

- une diminution des émissions des composés pour lesquels l'application des normes d'émissions Euro ainsi que le renouvellement du parc automobile, permettent de compenser l'augmentation des émissions due à l'augmentation des distances parcourues (COV, NO_x...);
- une augmentation de la consommation énergétique totale ainsi qu'une augmentation des émissions des composés pour lesquels l'évolution du parc roulant n'est accompagnée que de faibles améliorations technologiques (GES, SO₂, métaux).

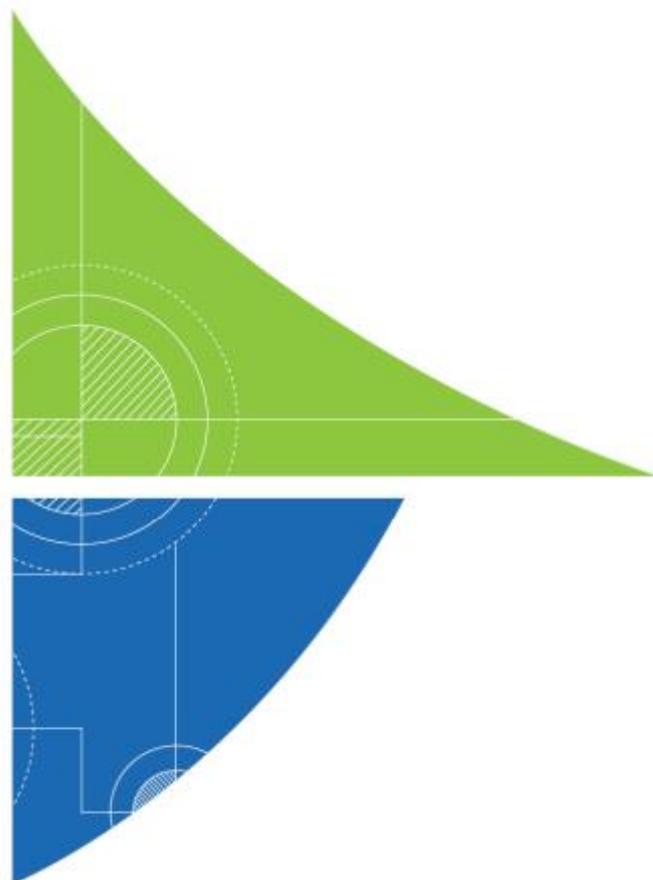
Le projet induit, quant à lui, une augmentation de 23% à 27% des émissions polluantes et de la consommation énergétique sur le domaine d'étude (variation entre le scénario « futur avec projet » et le scénario « futur sans projet »). Ces augmentations sont directement liées à l'augmentation des distances parcourues (+21%) et/ou à l'augmentation du réseau routier (+14%).

► Impacts du projet sur les coûts collectifs

A l'échelle globale du domaine d'étude, le projet engendre une augmentation des distances parcourues totales de 21%, ce qui conduit à une augmentation de la consommation énergétique et des émissions polluantes. Ces augmentations impactent les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre additionnel.

Le projet contribuerait à une augmentation des coûts collectifs (liés à l'effet de serre et liés à la pollution de l'air) d'environ 400 €/j en 2027.

ANNEXES



Annexe 1. Signification des principales abréviations

Cette annexe contient 2 pages.

A

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

As : Arsenic

B

BaP : Benzo(a)pyrène

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, xylènes

C

c : catalysé

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CERTU : Centre d'études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques

CITEPA : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

CO : Monoxyde de carbone

COV : Composés organiques volatiles

COVNM : Composés organiques non méthaniques

E

EPA : Environmental Protection Agency

H

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

hab : Habitant

HP : Heure de pointe

I

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques, France

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

InVS : Institut de Veille Sanitaire, France

IPP : Indice Pollution-Population

N

nc : Non Catalysé
Ni : Nickel
NO : Monoxyde d'azote
NO_x : Oxyde d'azote
NO₂ : Dioxyde d'azote

O

OMS : Organisation Mondiale pour la Santé

P

PL : Poids Lourd
PM : Particule en suspension
PM₁₀ : Particule de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres
PM_{2.5} : Particule de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 micromètres
PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère
PDU : Plan de Déplacement Urbain

S

SO₂ : Dioxyde de soufre
SRCAE : Schéma Régional Climat, Air, Energie

T

TEP : Tonne Equivalent Pétrole
TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

U

uvp : Unité de Véhicule Particulier

V

véh : Véhicule
VG : Valeur Guide.
VL : Véhicule Léger
VP : Véhicule Particulier
VUP : Véhicule utilitaire Particulier

Annexe 2. Caractéristiques des tronçons pris en compte

Cette annexe contient 3 pages.

Annexe 3. Estimation des émissions polluantes

Cette annexe contient 3 pages.

EMISSIONS POLLUANTES – SCENARIO « ACTUEL »

Tronçon	FC		CO		NOx		SO2		COVNM		C6H6		Cd		Pb		PM		PM10		PM2.5		GES	
	T/jour	TeqCO2/jour																						
1	1,76E-01	1,59E-03	1,97E-03	1,40E-05	1,84E-04	5,17E-06	3,51E-11	4,03E-10	9,77E-10	8,50E-11	8,05E-11	9,77E-10	5,91E-04	2,44E-04	1,64E-04	1,12E-04	5,67E-01							
2	4,27E-01	3,91E-03	4,60E-03	3,40E-05	4,52E-04	8,52E-07	8,50E-11	9,77E-10	5,91E-04	2,44E-04	1,64E-04	1,12E-04	1,37E+00											
3	2,47E-02	2,38E-04	2,32E-04	1,96E-06	2,73E-05	8,52E-07	8,50E-11	9,77E-10	5,91E-04	2,44E-04	1,64E-04	1,12E-04	7,95E-02											
4	8,84E-03	8,52E-05	8,34E-05	7,04E-07	9,77E-06	3,05E-07	1,07E-11	2,02E-11	1,22E-05	8,12E-06	5,51E-06	2,89E-02	3,40E-05	2,89E-02										
5	2,71E-02	2,61E-04	2,55E-04	2,15E-06	2,99E-05	9,34E-07	5,39E-12	6,19E-11	3,73E-05	2,49E-05	1,69E-05	8,72E-02	3,73E-05	8,72E-02										
6	6,99E-03	6,36E-05	6,20E-05	5,24E-07	7,28E-06	2,27E-07	1,31E-12	1,51E-11	9,09E-06	6,05E-06	4,11E-06	2,12E-02	9,09E-06	2,12E-02										
7	6,78E-03	6,55E-05	6,36E-05	5,39E-07	7,50E-06	2,35E-07	1,35E-12	1,51E-11	9,35E-06	6,22E-06	4,22E-06	2,18E-02	9,35E-06	2,18E-02										
8	2,62E-03	2,53E-05	2,46E-05	2,09E-07	2,90E-06	9,07E-08	5,22E-13	6,00E-12	3,62E-06	2,41E-06	1,63E-06	8,45E-03	3,62E-06	8,45E-03										
9	7,99E-03	7,71E-05	7,51E-05	6,36E-07	8,84E-06	2,76E-07	1,59E-12	1,83E-11	1,10E-05	7,34E-06	4,98E-06	2,57E-02	1,10E-05	2,57E-02										
10	9,96E-03	9,22E-05	9,16E-05	7,92E-07	1,03E-05	3,17E-07	1,98E-12	2,27E-11	1,15E-05	7,82E-06	5,47E-06	3,22E-02	1,15E-05	3,22E-02										
11	9,27E-02	8,00E-04	1,03E-03	7,38E-06	9,00E-05	2,52E-06	1,83E-11	2,12E-10	1,08E-04	7,37E-05	5,19E-05	2,99E-01	7,37E-05	2,99E-01										
12	6,54E-02	5,90E-04	7,31E-04	5,21E-06	6,83E-05	1,92E-06	1,30E-11	1,50E-10	9,05E-05	6,07E-05	4,16E-05	2,10E-01	9,05E-05	2,10E-01										
13	0,00E+00																							
14	1,13E-03	1,09E-05	1,07E-05	9,02E-08	1,25E-06	3,89E-08	2,26E-13	2,59E-12	1,56E-06	1,04E-06	7,07E-07	3,65E-03	1,56E-06	3,65E-03										
15	4,44E-04	4,28E-06	4,21E-06	3,53E-08	4,90E-07	1,52E-08	8,84E-14	1,02E-12	6,13E-07	4,08E-07	2,77E-07	1,43E-03	6,13E-07	1,43E-03										
16	5,00E-04	4,81E-06	4,73E-06	3,98E-08	5,51E-07	1,72E-08	9,94E-14	1,14E-12	6,89E-07	4,59E-07	3,12E-07	1,61E-03	6,89E-07	1,61E-03										
17	1,91E-03	1,84E-05	1,80E-05	1,52E-07	2,11E-06	6,59E-08	3,80E-13	4,37E-12	2,63E-06	1,75E-06	1,19E-06	6,15E-03	2,63E-06	6,15E-03										
18	2,16E-03	2,08E-05	2,03E-05	1,72E-07	2,38E-06	7,44E-08	4,29E-13	4,93E-12	2,97E-06	1,98E-06	1,34E-06	6,94E-03	2,97E-06	6,94E-03										
19	1,91E-03	1,84E-05	1,80E-05	1,52E-07	2,11E-06	6,58E-08	3,80E-13	4,30E-12	2,63E-06	1,75E-06	1,19E-06	6,15E-03	2,63E-06	6,15E-03										
20	4,37E-02	4,22E-04	4,10E-04	3,47E-06	4,83E-05	1,51E-06	8,69E-12	9,98E-11	6,02E-05	4,01E-05	2,72E-05	1,41E-01	6,02E-05	1,41E-01										
21	2,46E-02	2,37E-04	2,31E-04	1,96E-06	2,72E-05	8,50E-07	4,89E-12	5,62E-11	3,39E-05	2,25E-05	1,53E-05	7,92E-02	3,39E-05	7,92E-02										
22	0,00E+00																							
23	0,00E+00																							
24	0,00E+00																							
25	1,17E-01	1,01E-03	1,30E-03	9,35E-06	1,14E-04	3,19E-06	2,34E-11	2,68E-10	1,36E-04	9,33E-05	6,57E-05	3,78E-01	1,36E-04	3,78E-01										
26	9,29E-02	8,02E-04	1,03E-03	7,40E-06	9,03E-05	2,52E-06	1,85E-11	2,12E-10	1,08E-04	7,39E-05	5,20E-05	2,99E-01	1,08E-04	2,99E-01										
27	2,42E-01	2,09E-03	2,69E-03	1,93E-05	2,35E-04	6,57E-06	4,82E-11	5,54E-10	2,81E-04	1,92E-04	1,36E-04	7,80E-01	2,81E-04	7,80E-01										
28	3,11E-02	2,68E-04	3,46E-04	2,48E-06	3,02E-05	8,45E-07	6,19E-12	7,11E-11	3,62E-05	2,47E-05	1,74E-05	1,00E-01	3,62E-05	1,00E-01										
29	8,36E-03	8,66E-05	8,89E-05	6,65E-07	8,32E-06	2,54E-07	1,66E-12	1,91E-11	8,49E-06	5,88E-06	4,22E-06	2,70E-02	8,49E-06	2,70E-02										
30	3,64E-02	3,23E-04	4,21E-04	2,90E-06	3,75E-05	1,03E-06	7,23E-12	8,33E-11	5,04E-05	3,39E-05	2,33E-05	1,17E-01	5,04E-05	1,17E-01										
31	0,00E+00																							
32	4,50E-01	3,82E-03	5,14E-03	3,58E-05	4,31E-04	1,18E-05	8,96E-11	1,03E-09	5,24E-04	3,59E-04	2,53E-04	1,45E+00	5,24E-04	1,45E+00										
33	2,95E-01	1,88E-03	2,21E-03	1,63E-05	2,17E-04	6,25E-06	4,08E-11	4,69E-10	2,83E-04	1,90E-04	1,30E-04	6,59E-01	2,83E-04	6,59E-01										
34	0,00E+00																							
35	1,06E-01	9,69E-04	1,14E-03	8,42E-06	1,12E-04	3,23E-06	2,11E-11	2,42E-10	1,46E-04	9,79E-05	6,70E-05	3,40E-01	1,46E-04	3,40E-01										
36	6,09E-03	5,65E-05	5,87E-05	4,85E-07	6,30E-06	1,95E-07	1,21E-12	1,39E-11	7,04E-06	4,79E-06	3,35E-06	1,97E-02	7,04E-06	3,35E-06										
37	4,72E-01	4,14E-03	5,08E-03	3,75E-05	4,65E-04																			

EMISSIONS POLLUANTES – SCENARIO « FUTUR SANS PROJET »

Tronçon	FC TEP/jour	CO T/jour	NOx T/jour	SO2 T/jour	COVNM T/jour	C6H6 T/jour	Cd T/jour	Pb T/jour	PM T/jour	PM10 T/jour	PM2.5 T/jour	GES TegCO2/jour
1	1.92E-01	4.72E-04	1.06E-03	1.50E-05	2.72E-05	8.55E-07	3.75E-11	4.29E-10	2.37E-04	1.46E-04	8.78E-05	6.15E-01
2	7.47E-01	1.18E-03	2.62E-03	3.69E-05	3.28E-06	3.25E-06	9.25E-11	1.06E-09	5.86E-04	3.61E-04	2.18E-04	1.52E+00
3	2.41E-02	2.28E-05	1.35E-04	1.87E-06	3.26E-06	1.87E-07	4.70E-12	5.37E-11	1.12E-05	1.86E-05	1.12E-05	7.75E-02
4	8.76E-03	2.28E-05	4.88E-05	6.80E-07	1.88E-06	4.61E-08	1.70E-12	1.95E-11	1.10E-05	6.76E-06	4.07E-06	2.81E-02
5	2.76E-02	7.17E-05	1.54E-04	2.14E-06	3.72E-06	1.45E-07	5.36E-12	6.13E-11	3.45E-05	2.13E-05	1.28E-05	8.85E-02
6	6.33E-03	1.69E-05	3.33E-05	4.92E-07	8.58E-07	3.33E-08	1.23E-12	1.41E-11	7.92E-06	4.68E-06	2.94E-06	2.03E-02
7	6.51E-03	1.69E-05	3.63E-05	5.05E-07	8.79E-07	3.43E-08	1.27E-12	1.45E-11	8.15E-06	5.02E-06	3.03E-06	2.09E-02
8	7.84E-03	2.04E-05	4.37E-05	1.96E-07	3.40E-07	1.33E-08	4.90E-13	5.60E-12	3.15E-06	1.94E-06	1.17E-06	8.09E-03
9	1.15E-02	2.99E-05	6.42E-05	8.93E-07	1.55E-06	6.05E-08	2.24E-12	2.56E-11	1.44E-05	8.87E-06	5.34E-06	3.69E-02
11	1.03E-01	2.66E-04	5.74E-04	8.02E-06	1.46E-05	4.90E-07	2.01E-11	2.30E-10	1.03E-04	6.41E-05	3.90E-05	3.31E-01
12	6.06E-02	1.56E-04	3.37E-04	4.71E-06	8.59E-06	2.88E-07	1.18E-11	1.35E-10	6.07E-05	3.77E-05	2.29E-05	1.95E-01
13	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
14	1.09E-03	2.83E-06	6.07E-06	8.46E-08	1.48E-07	5.70E-09	2.12E-13	2.43E-12	1.36E-06	8.40E-07	5.06E-07	3.50E-03
15	4.27E-04	1.11E-06	2.38E-06	3.31E-08	5.78E-08	2.23E-09	8.30E-14	9.49E-13	5.34E-07	3.29E-07	1.98E-07	1.37E-03
16	4.80E-04	1.25E-06	2.68E-06	3.73E-08	6.50E-08	2.31E-09	9.34E-14	1.07E-12	6.00E-07	3.70E-07	2.23E-07	1.54E-03
17	1.83E-03	4.77E-06	1.02E-05	1.42E-07	2.48E-07	9.64E-09	3.57E-13	4.08E-12	2.30E-06	1.41E-06	8.52E-07	5.89E-03
18	2.07E-03	5.38E-06	1.16E-05	1.61E-07	2.80E-07	1.09E-08	4.03E-13	4.60E-12	2.59E-06	1.60E-06	9.62E-07	6.65E-03
19	1.83E-03	4.75E-06	1.02E-05	1.42E-07	2.47E-07	9.62E-09	3.56E-13	4.07E-12	2.29E-06	1.41E-06	8.51E-07	5.88E-03
20	4.43E-02	1.15E-04	2.47E-04	3.44E-06	5.98E-06	2.33E-07	8.61E-12	9.84E-11	5.54E-05	3.41E-05	2.06E-05	1.42E-01
21	2.36E-02	6.14E-05	1.32E-04	1.83E-06	3.19E-06	1.24E-07	4.59E-12	5.25E-11	2.95E-05	1.82E-05	1.10E-05	7.58E-02
22	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
23	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
24	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
25	1.31E-01	3.39E-04	7.32E-04	1.02E-05	1.86E-05	6.25E-07	2.56E-11	2.93E-10	1.32E-04	8.17E-05	4.98E-05	4.22E-01
26	1.03E-01	2.66E-04	5.74E-04	8.02E-06	1.46E-05	4.90E-07	2.01E-11	2.30E-10	1.03E-04	6.41E-05	3.90E-05	3.31E-01
27	2.69E-01	6.92E-04	1.50E-03	2.09E-05	3.81E-05	1.28E-06	5.23E-11	5.98E-10	2.69E-04	1.67E-04	1.02E-04	8.63E-01
28	3.45E-02	8.90E-05	1.92E-04	2.68E-06	4.90E-06	1.64E-07	6.72E-12	7.68E-11	3.46E-05	2.15E-05	1.31E-05	1.11E-01
29	1.12E-02	2.94E-05	6.30E-05	8.71E-07	1.58E-06	5.94E-08	2.18E-12	2.49E-11	1.13E-05	6.99E-06	4.26E-06	3.61E-02
30	2.92E-02	8.87E-05	1.58E-04	2.26E-06	4.32E-06	1.50E-07	5.67E-12	6.48E-11	2.48E-05	1.55E-05	9.50E-06	9.38E-02
31	4.06E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
32	4.36E-01	1.33E-03	2.37E-03	3.39E-05	6.46E-05	2.24E-06	8.48E-11	9.69E-10	3.71E-04	2.31E-04	1.42E-04	1.40E+00
33	2.02E-01	5.28E-04	1.13E-03	1.57E-05	2.84E-05	9.97E-07	3.92E-11	4.48E-10	2.03E-04	1.26E-04	7.65E-05	6.48E-01
34	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
35	1.07E-01	2.80E-04	6.01E-04	8.31E-06	1.51E-05	5.29E-07	2.08E-11	2.38E-10	1.07E-04	6.67E-05	4.06E-05	3.44E-01
36	7.04E-03	1.83E-05	3.93E-05	5.46E-07	9.51E-07	3.71E-08	1.13E-12	1.56E-11	8.81E-06	5.43E-06	3.27E-06	2.26E-02
37	5.82E-01	1.53E-03	3.27E-03	4.52E-05	8.22E-05	2.88E-06	1.17E-10	1.29E-09	5.85E-04	3.63E-04	2.21E-04	1.87E+00
38	1.80E-02	4.72E-05	1.01E-04	1.40E-06	2.54E-06	8.90E-08	3.50E-12	4.00E-11	1.81E-05	1.12E-05	6.83E-06	5.79E-02
39	5.24E-02	1.36E-04	2.92E-04	4.07E-06	7.09E-06	2.76E-07	1.02E-11	1.17E-10	6.56E-05	4.04E-05	2.43E-05	1.68E-01

EMISSIONS POLLUANTES – SCENARIO « FUTUR AVEC PROJET »

Tronçon	FC TEP/jour	CO T/jour	NOx T/jour	SO2 T/jour	COVNM T/jour	C6H6 T/jour	Cd T/jour	Pb T/jour	PM T/jour	PM10 T/jour	PM2.5 T/jour	GES TegCO2/jour
1	2.15E-01	5.28E-04	1.19E-03	1.68E-05	3.05E-05	9.57E-07	4.20E-11	4.81E-10	2.65E-04	1.63E-04	9.84E-05	6.89E-01
2	5.34E-01	1.33E-03	2.96E-03	4.16E-05	7.49E-05	2.48E-06	1.04E-10	1.19E-09	6.61E-04	4.07E-04	2.45E-04	1.71E+00
3	2.53E-02	6.59E-05	1.41E-04	1.97E-06	3.43E-06	1.33E-07	4.93E-12	5.63E-11	3.17E-05	1.95E-05	1.18E-05	8.14E-02
4	9.45E-03	2.45E-05	5.27E-05	7.34E-07	1.28E-06	4.96E-08	1.84E-12	2.10E-11	1.18E-05	7.29E-06	4.39E-06	3.03E-02
5	3.12E-02	8.11E-05	1.74E-04	2.42E-06	4.21E-06	1.64E-07	6.06E-12	6.93E-11	3.90E-05	2.40E-05	1.45E-05	1.00E-01
6	6.00E-03	1.56E-05	3.35E-05	4.66E-07	8.12E-07	3.15E-08	1.17E-12	1.33E-11	7.51E-06	4.63E-06	2.79E-06	1.93E-02
7	1.48E-02	3.85E-05	8.25E-05	1.15E-06	2.00E-06	7.80E-08	2.88E-12	3.29E-11	1.85E-05	1.14E-05	6.87E-06	4.75E-02
8	2.03E-03	5.28E-06	1.13E-05	1.58E-07	2.79E-07	1.07E-08	3.95E-13	4.52E-12	2.94E-06	1.57E-06	9.45E-07	6.53E-03
9	7.07E-03	1.84E-05	3.94E-05	5.49E-07	9.59E-07	3.72E-08	1.37E-12	1.57E-11	8.85E-06	5.45E-06	3.28E-06	2.27E-02
10	8.25E-03	2.15E-05	4.60E-05	6.41E-07	1.11E-06	4.36E-08	1.60E-12	1.83E-11	1.03E-05	6.37E-06	3.84E-06	2.65E-02
11	1.15E-01	2.95E-04	6.38E-04	8.91E-06	1.63E-05	5.45E-07	2.23E-11	2.59E-10	1.15E-04	7.13E-05	4.34E-05	3.68E-01
12	6.84E-02	1.78E-04	3.81E-04	5.31E-06	9.70E-06	3.29E-07	1.33E-11	1.52E-10	6.85E-05	4.25E-05	2.59E-05	2.20E-01
13	5.86E-03	1.52E-05	3.27E-05	4.55E-07	7.93E-07	3.08E-08	1.14E-12	1.30E-11	7.34E-06	4.52E-06	2.72E-06	1.88E-02
14	6.49E-03	1.69E-05	3.62E-05	5.04E-07	8.77E-07	3.43E-08	1.26E-12	1.44E-11	8.13E-06	5.01E-06	3.02E-06	2.08E-02
15	5.27E-03	1.37E-05	2.94E-05	4.09E-07	7.13E-07	2.77E-08	1.03E-12	1.17E-11	6.60E-06	4.07E-06	2.45E-06	1.69E-02
16	4.76E-03	1.24E-05	2.69E-05	3.70E-07	6.44E-07	2.50E-08	9.26E-13	1.06E-11	5.96E-06	3.67E-06	2.21E-06	1.53E-02
17	5.91E-03	1.54E-05	3.30E-05	4.59E-07	7.98E-07	3.12E-08	1.15E-12	1.31E-11	7.40E-06	4.56E-06	2.75E-06	1.90E-02
18	5.75E-03	1.50E-05	3.21E-05	4.47E-07	7.72E-07	3.03E-08	1.12E-12	1.28E-11	7.20E-06	4.44E-06	2.67E-06	1.85E-02
19	3.87E-03	1.01E-05	2.16E-05	3.01E-07	5.22E-07	2.04E-08	7.53E-13	8.61E-12	4.85E-06	2.99E-06	1.80E-06	1.24E-02
20	6.07E-02	1.58E-04	3.39E-04	4.71E-06	8.20E-06	3.19E-07	1.18E-11	1.35E-10	7.60E-05	4.68E-05	2.82E-05	1.95E-01
21	2.98E-02	7.74E-05	1.66E-04	2.31E-06	4.03E-06	1.56E-07	5.79E-12	6.62E-11	3.72E-05	2.30E-05	1.38E-05	9.56E-02
22	1.29E-02	3.34E-05	7.17E-05	9.99E-07	1.74E-06	6.76E-08	2.40E-12	2.86E-11	1.61E-05	9.92E-06	5.97E-06	4.13E-02
23	1.47E-02	3.83E-05	8.23E-05	1.15E-06	1.99E-06	7.74E-08	2.87E-12	3.28E-11	1.85E-05	1.14E-05	6.85E-06	4.74E-02
24	7.90E-03	2.05E-05	4.41E-05	6.13E-07	1.07E-06	4.15E-08	1.54E-12	1.76E-11	9.89E-06	6.09E-06	3.67E-06	2.54E-02
25	1.43E-01	3.68E-04	7.95E-04	1.11E-05	2.02E-05	6.79E-07	2.78E-11	3.18E-10	1.43E-04	8.87E-05	5.40E-05	4.59E-01
26	1.12E-01	2.89E-04	6.24E-04	8.71E-06	1.59E-05	5.33E-07	2.18E-11	2.49E-10	1.12E-04	6.97E-05	4.24E-05	3.60E-01
27	3.20E-01	8.24E-04	1.78E-03	2.49E-05	4.53E-05	1.52E-06	6.22E-11	7.12E-10	3.20E-04	1.99E-04	1.21E-04	1.03E+00
28	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
29	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
30	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
31	3.73E-01	9.05E-04	2.05E-03	2.91E-05	5.34E-05	1.60E-06	7.29E-11	8.34E-10	4.58E-04	2.82E-04	1.70E-04	1.19E+00
32	4.70E-01	1.43E-03	2.56E-03	3.65E-05	6.97E-05	2.42E-06	9.15E-11	1.05E-09	4.00E-04	2.49E-04	1.53E-04	1.51E+00
33	2.30E-01	6.04E-04	1.29E-03	1.79E-05	3.25E-05	1.14E-06	4.48E-11	5.12E-10	2.31E-04	1.44E-04	8.74E-05	7.40E-01
34	6.02E-03	1.56E-05	3.36E-05	4.68E-07	8.15E-07	3.16E-08	1.17E-12	1.34E-11	7.54E-06	4.65E-06	2.80E-06	1.93E-02
35	1.17E-01	3.05E-04	6.54E-04	9.05E-06	1.64E-05	5.76E-07	2.27E-11	2.59E-10	1.17E-04	7.26E-05	4.42E-05	3.75E-01
36	9.19E-03	2.39E-05	5.12E-05	7.14E-07	1.24E-06	4.84E-08	1.79E-12	2.04E-11	1.15E-05	7.09E-06	4.27E-06	2.95E-02
37	6.19E-01	1.62E-03	3.48E-03	4.81E-05	8.74E-05	3.06E-06	1.20E-10	1.38E-09	6.22E-04	3.86E-04	2.35E-04	1.99E+00
38	1.90E-02	4.98E-05	1.07E-04	1.47E-06	2.68E-06	9.39E-08	3.69E-12	4.22E-11	1.91E-05	1.18E-05	7.21E-06	6.10E-02
39	6.27E-02	1.63E-04	3.50E-04	4.87E-06	8.47E-06	3.30E-07	1.22E-11	1.39E-10	7.84E-05	4.83E-05	2.91E-05	2.01E-01

Annexe 4. Détail de la monétarisation des coûts collectifs

Cette annexe contient 3 pages.

► Etude « Air et santé » dans le cadre de l'opération d'aménagement de la ZAC Paul Hochart
Phase 2 : Evaluation des impacts sur la qualité de l'air liés au projet NPNRU Lebon Lamartine
- Hochart
Annexes

COUTS COLLECTIFS - SCENARIO « ACTUEL »

ots liés la pollution de l'air											ots liés l'effet de serre additionnel			
ronon	Longueur du r/m	Véicules particulières V			Véicules légers VL			oids lourds L			ot gloal	ronon	onsommation nergétique e 2jour	ot gloal €/jour
		de Vj M	de Vmj	ots V (€/jour)	de VLj M	de VLmj	ots VL (€/jour)	de Lj M	de Lmj	ots L (€/jour)				
1				160,37 €			97,92 €			129,50 €	387,79 €	1		26,83 €
2				404,45 €			246,99 €			258,47 €	909,91 €	2		65,00 €
				26,54 €			16,22 €			4,04 €	46,81 €			3,76 €
4				9,48 €			5,80 €			1,55 €	16,83 €	4		1,35 €
				29,08 €			17,77 €			4,60 €	51,45 €			4,13 €
				7,08 €			4,34 €			1,10 €	12,52 €			1,01 €
7				7,30 €			4,46 €			1,07 €	12,84 €	7		1,03 €
				2,82 €			1,73 €			0,41 €	4,97 €			0,40 €
				8,60 €			5,25 €			1,31 €	15,16 €			1,22 €
10				12,86 €			7,88 €			1,99 €	22,74 €	10		1,52 €
11				101,87 €			62,20 €			82,24 €	246,31 €	11		14,14 €
12				59,49 €			36,33 €			48,00 €	143,81 €	12		9,95 €
1				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	1		0,00 €
14				1,21 €			0,74 €			0,21 €	2,17 €	14		0,17 €
1				0,47 €			0,29 €			0,08 €	0,85 €	1		0,07 €
1				0,53 €			0,33 €			0,09 €	0,95 €	1		0,08 €
17				2,05 €			1,25 €			0,33 €	3,63 €	17		0,29 €
1				2,32 €			1,42 €			0,36 €	4,09 €	1		0,33 €
1				2,04 €			1,26 €			0,32 €	3,62 €	1		0,29 €
20				47,02 €			28,68 €			7,11 €	82,81 €	20		6,66 €
21				26,47 €			16,13 €			3,97 €	46,58 €	21		3,75 €
22				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	22		0,00 €
2				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	2		0,00 €
24				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	24		0,00 €
2				129,04 €			78,80 €			104,12 €	311,96 €	2		17,91 €
2				102,11 €			62,35 €			82,41 €	246,87 €	2		14,18 €
27				266,03 €			162,44 €			214,71 €	643,19 €	27		36,93 €
2				34,18 €			20,87 €			27,59 €	82,63 €	2		4,75 €
2				10,79 €			6,59 €			6,90 €	24,28 €	2		1,28 €
0				31,83 €			19,43 €			31,15 €	82,40 €	0		5,54 €
1				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	1		0,00 €
2				475,99 €			290,62 €			465,83 €	1 232,44 €	2		68,64 €
				194,07 €			118,50 €			124,03 €	436,60 €			31,19 €
4				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	4		0,00 €
				100,16 €			61,17 €			64,04 €	225,37 €			16,10 €
				7,90 €			4,82 €			1,16 €	13,88 €			0,93 €
7				539,31 €			329,30 €			344,38 €	1 212,98 €	7		72,02 €
				17,02 €			10,39 €			10,88 €	38,29 €			2,73 €
				56,12 €			34,30 €			8,84 €	99,26 €			7,97 €

COUTS COLLECTIFS - SCENARIO « FUTUR SANS PROJET »

ots liés la pollution de l'air										ots liés l'effet de serre additionnel				
ronon	Longueur du rin m	Véicules particuliers V			Véicules légers VL			oids lourds L			ot gloal	ronon	onsommation nergétique e 2jour	ot gloal €/jour
		de Vj M	de Vmj	ots V (€/jour)	de VLj M	de VLmj	ots VL (€/jour)	de Lj M	de Lmj	ots L (€/jour)				
1	□□□	□□□□	□□□	117,62 €	□□□	□□	71,82 €	□□□	□□	94,93 €	284,37 €	1	□□□	51,70 €
2	□□□	□□□□	□□□	302,86 €	□□□	□□□	184,93 €	□□□	□□	193,48 €	681,27 €	2	□□□	127,70 €
	□□□	□□	□□	17,64 €	□□	□□	10,75 €	□□	□	2,63 €	31,02 €		□□□	6,52 €
4	□□□	□□	□□	6,38 €	□□	□□	3,89 €	□	□	1,01 €	11,28 €	4	□□□	2,36 €
	□□□	□□□	□□	20,07 €	□□	□□	12,27 €	□□	□	3,17 €	35,52 €		□□□	7,44 €
	□□□	□□	□□	4,61 €	□□	□□	2,82 €	□	□	0,72 €	8,15 €		□□□	1,71 €
7	□□□	□□	□□	4,76 €	□□	□□	2,91 €	□	□	0,69 €	8,36 €	7	□□□	1,76 €
	□□□	□□	□□	1,84 €	□□	□	1,13 €	□	□	0,27 €	3,24 €		□□□	0,68 €
	□□□	□□	□□	5,72 €	□□	□□	3,50 €	□□	□	0,86 €	10,07 €		□□□	2,12 €
10	□□□	□□	□□	8,37 €	□□	□□	5,13 €	□	□	1,30 €	14,80 €	10	□□□	3,10 €
11	□□□	□□□	□□□	76,20 €	□□□	□□	46,54 €	□□□	□□	61,53 €	184,27 €	11	□□□	27,84 €
12	□□□	□□□	□□	44,78 €	□□□	□□	27,34 €	□□□	□□	36,14 €	108,26 €	12	□□□	16,36 €
1	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	1	□□□	0,00 €
14	□□□	□□	□□	0,79 €	□□	□	0,48 €	□	□	0,14 €	1,41 €	14	□□□	0,29 €
1	□□□	□	□	0,31 €	□□	□	0,19 €	□	□	0,05 €	0,55 €	1	□□□	0,12 €
1	□□□	□□	□	0,35 €	□□	□	0,21 €	□	□	0,06 €	0,62 €	1	□□□	0,13 €
17	□□□	□□	□□	1,34 €	□□	□	0,81 €	□	□	0,22 €	2,36 €	17	□□□	0,49 €
1	□□□	□□	□□	1,51 €	□□	□	0,92 €	□	□	0,23 €	2,66 €	1	□□□	0,56 €
1	□□□	□□	□□	1,33 €	□□	□	0,82 €	□	□	0,21 €	2,36 €	1	□□□	0,49 €
20	□□□	□□□	□□	32,30 €	□□	□□	19,71 €	□□	□□	4,90 €	56,91 €	20	□□□	11,95 €
21	□□□	□□	□□	17,24 €	□□	□□	10,50 €	□	□	2,59 €	30,33 €	21	□□□	6,37 €
22	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	22	□□□	0,00 €
2	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	2	□□□	0,00 €
24	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	24	□□□	0,00 €
2	□□□	□□□	□□□	97,13 €	□□□	□□	59,31 €	□□□	□□	78,39 €	234,83 €	2	□□□	35,48 €
2	□□□	□□□	□□□	76,22 €	□□□	□□	46,54 €	□□□	□□	61,54 €	184,31 €	2	□□□	27,84 €
27	□□□	□□□	□□□	198,59 €	□□□	□□	121,26 €	□□□	□□	160,35 €	480,20 €	27	□□□	72,54 €
2	□□□	□□□	□□	25,51 €	□□□	□□	15,58 €	□□□	□□	20,60 €	61,69 €	2	□□□	9,32 €
2	□□□	□□□	□□	8,63 €	□□□	□□	5,27 €	□□	□	5,52 €	19,43 €	2	□□□	3,03 €
0	□□□	□□□	□□	23,30 €	□□□	□□	14,23 €	□□□	□□	22,81 €	60,35 €	0	□□□	7,88 €
1	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	1	□□□	0,00 €
2	□□□	□□□	□□□	348,54 €	□□□	□□□	212,82 €	□□□	□□	341,22 €	902,58 €	2	□□□	117,90 €
	□□□	□□□	□□□	155,22 €	□□□	□□	94,79 €	□□	□□	99,24 €	349,26 €		□□□	54,47 €
4	□□□	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	□	□	0,00 €	0,00 €	4	□□□	0,00 €
	□□□	□□□	□□□	82,37 €	□□□	□□	50,29 €	□□	□□	52,67 €	185,33 €		□□□	28,90 €
	□□□	□□	□□	5,15 €	□□	□□	3,14 €	□	□	0,75 €	9,04 €		□□□	1,90 €
7	□□□	□□□	□□□	448,34 €	□□□	□□□	273,80 €	□□	□□	286,49 €	1 008,63 €	7	□□□	157,32 €
	□□□	□□□	□□	13,86 €	□□□	□□	8,46 €	□□	□□	8,85 €	31,18 €		□□□	4,86 €
	□□□	□□□	□□	38,16 €	□□	□□	23,33 €	□□	□	6,02 €	67,51 €		□□□	14,14 €

COUTS COLLECTIFS - SCENARIO « FUTUR AVEC PROJET »

ots liés la pollution de l'air										ots liés l'effet de serre additionnel				
ronon	Longueur du rin m	Véicules particuliers V			Véicules légers VL			oids lourds L			ot gloal	ronon	onsommation nergétique e 2jour	ot gloal €/jour
		de Vj M	de Vmj	ots V (€/jour)	de VLj M	de VLmj	ots VL (€/jour)	de Lj M	de Lmj	ots L (€/jour)				
1				131,75 €			80,45 €			106,35 €	318,55 €	1		57,91 €
2				341,31 €			208,43 €			218,12 €	767,87 €	2		143,93 €
				18,47 €			11,28 €			2,85 €	32,61 €			6,84 €
4				6,87 €			4,20 €			1,12 €	12,19 €	4		2,55 €
				22,73 €			13,86 €			3,53 €	40,11 €			8,41 €
				4,37 €			2,66 €			0,72 €	7,74 €			1,62 €
7				10,80 €			6,60 €			1,62 €	19,01 €	7		3,99 €
				1,48 €			0,91 €			0,23 €	2,62 €			0,55 €
				5,16 €			3,15 €			0,78 €	9,09 €			1,91 €
10				6,05 €			3,67 €			0,87 €	10,58 €	10		2,23 €
11				84,75 €			51,75 €			68,39 €	204,89 €	11		30,95 €
12				50,52 €			30,85 €			40,80 €	122,17 €	12		18,46 €
1				4,27 €			2,61 €			0,67 €	7,55 €	1		1,58 €
14				4,75 €			2,89 €			0,70 €	8,33 €	14		1,75 €
1				3,84 €			2,35 €			0,60 €	6,79 €	1		1,42 €
1				3,47 €			2,11 €			0,55 €	6,13 €	1		1,28 €
17				4,32 €			2,63 €			0,65 €	7,59 €	17		1,59 €
1				4,19 €			2,56 €			0,65 €	7,40 €	1		1,55 €
1				2,83 €			1,74 €			0,41 €	4,98 €	1		1,05 €
20				44,25 €			27,02 €			6,81 €	78,08 €	20		16,38 €
21				21,67 €			13,24 €			3,45 €	38,36 €	21		8,03 €
22				9,36 €			5,72 €			1,49 €	16,57 €	22		3,47 €
2				10,72 €			6,55 €			1,74 €	19,02 €	2		3,98 €
24				5,75 €			3,51 €			0,91 €	10,18 €	24		2,13 €
2				105,52 €			64,43 €			85,15 €	255,09 €	2		38,54 €
2				82,82 €			50,58 €			66,85 €	200,26 €	2		30,25 €
27				236,30 €			144,28 €			190,71 €	571,29 €	27		86,31 €
2				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	2		0,00 €
2				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	2		0,00 €
0				0,00 €			0,00 €			0,00 €	0,00 €	0		0,00 €
1				219,27 €			133,89 €			214,64 €	567,80 €	1		100,38 €
2				375,85 €			229,50 €			367,85 €	973,20 €	2		127,13 €
				177,33 €			108,29 €			113,28 €	398,91 €			62,22 €
4				4,38 €			2,68 €			0,70 €	7,77 €	4		1,63 €
				89,71 €			54,78 €			57,30 €	201,79 €			31,48 €
				6,70 €			4,08 €			1,04 €	11,82 €			2,48 €
7				476,64 €			291,06 €			304,75 €	1 072,45 €	7		167,26 €
				14,61 €			8,92 €			9,34 €	32,87 €			5,13 €
				45,67 €			27,90 €			7,07 €	80,64 €			16,91 €