

Bâtiment IRIS, Hall B
84 rue Charles Michels
93200 Saint-Denis
Tél. (33) 01.42.43.16.66
Email: contact@fluidyn.com
<http://www.fluidyn.com>

CREATION DE LA ZONE D'AMENAGEMENT CONCERTÉ SUR LE SECTEUR MONT COCO

ETUDE VOLET AIR/SANTE

A destination	
Référence FLUIDYN	0724095
Type de document	Note de synthèse
Nombre de pages	12

Objet de l'indice	Version	Date	Objet de l'évolution	Rédaction	Vérification
Note de synthèse	1.0	07/01/2025	--	L. AIT HAMOU	A.TRIPATHI
Note de synthèse	1.0	26/02/2025	Résultats de la seconde campagne in situ	L. AIT HAMOU	A.TRIPATHI

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES FIGURES	3
1. COMPREHENSION DES ENJEUX	4
2. SPECIFICITE DE L'AIRE D'ETUDE	5
2.1. Milieu physique	5
2.2. Cadre humain	5
2.3. Etablissements sensibles	5
3. BILAN DE LA QUALITE DE L'AIR	6
3.1. Surveillance permanente de la qualité de l'air	6
3.2. Qualité de l'air dans le domaine d'étude	6
3.2.1. Mesures in situ	6
3.2.2. Mise en place de la campagne de mesure	6
3.2.3. Résultats de la campagne de mesures	7
4. CALCUL DES EMISSIONS	7
4.1. Emissions et consommations énergétiques	8
5. MODELISATION PHYSIQUE	9
6. INDICE POLLUANT – POPULATION	9
7. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS, DES POLLUTIONS ET NUISANCES,	10
7.1. Coût de la pollution atmosphérique	10
7.2. Incidences du projet sur l'effet de serre	10
7.3. Monétarisation des effets amont-aval	10
8. IMPACT DU PROJET EN PHASE CHANTIER	11
9. MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	11
10. CONCLUSION	12

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Démographie (chiffres de 2021) - Source INSEE	5
Tableau 2: Recensement des établissements sensibles	5
Tableau 3: Station Caen chemin Vert : Concentration en moyenne annuelle (période 2019-2023)	6
Tableau 4: Données trafic en TMJA.....	8
Tableau 5: Emissions moyennes journalières des différents polluants.....	8
Tableau 6: Variation des émissions par rapport à l'état initial	8
Tableau 7: Consommations énergétiques moyennes journalières	9
Tableau 8: Concentration maximales en polluants en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	9
Tableau 9: Calcul des IPP sur l'ensemble du domaine.	10
Tableau 10 : Coûts collectifs en Euros/jour selon les horizons d'étude pour l'ensemble de l'aire d'étude	10
Tableau 11: Coûts de l'effet de serre en Euros/jour selon les horizons d'étude	10
Tableau 12: Coûts des effets amont-aval en Euros/jour selon les horizons d'étude	11

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation du secteur.....	4
Figure 2 : Représentation de la bande d'étude sur fond de cartographie aérienne.....	4
Figure 3 : Rose des vents station Caen Carpiquet (Source : Météo France)	5
Figure 4 : Emplacement des zones sensibles.....	5
Figure 5 : Localisation de la station de mesure Caen chemin Vert	6
Figure 6 : Localisation des points de mesures de suivi de la qualité de l'air.....	6
Figure 7 : Résultats de concentrations en NO_2 sur chaque point de mesure	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8 : Résultats de concentrations en C_6H_6 sur chaque point de mesure	Erreur ! Signet non défini.
Figure 9: Résultats de concentrations en PM_{10} sur chaque point de mesure	Erreur ! Signet non défini.
Figure 10: Visualisation des tronçons routiers.....	7
Figure 11 : Ratio des émissions par rapport à l'état initial	8
Figure 12: Exemple de cartographie les scénarios sans projet.....	9
Figure 13 : Exemple de cartographie pour les scénarios avec projets	9
Figure 14: Représentation des IPP	10

1. COMPRÉHENSION DES ENJEUX

Le projet de création de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) « Mont Coco - Côte de Nacre » se situe au Nord de la ville de Caen, au sein du plateau Nord renommé « EPOPEA PARK ».

Les grands principes d'aménagement sont :

- le désenclavement du quartier Mont Coco – Côte de Nacre en s'appuyant sur les infrastructures existantes, dont les deux voies structurantes du quartier, la rue Colbert et la rue de la Girafe, qu'il est prévu d'élargir et de réaménager ;
- l'apport de mixité fonctionnelle par la structuration de l'espace en quatre quartiers ;
- la requalification de la rue Jacques Brel (RD 7) en boulevard urbain ;
- la création d'un parc végétalisé de 4,1 hectares.

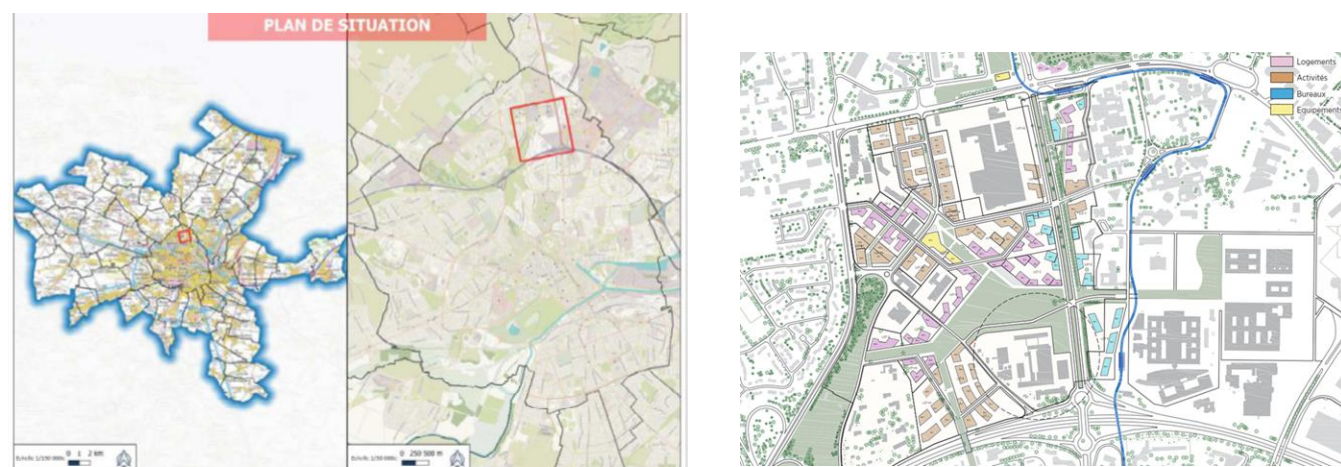


Figure 1 : Plan de situation du secteur

Le projet doit faire l'objet d'une évaluation environnementale au titre du Code de l'Environnement, comprenant une étude d'impact.

Le niveau d'étude attendu est un **niveau II** selon la note technique du 22 février 2019 avec une bande d'étude de **400 m**.

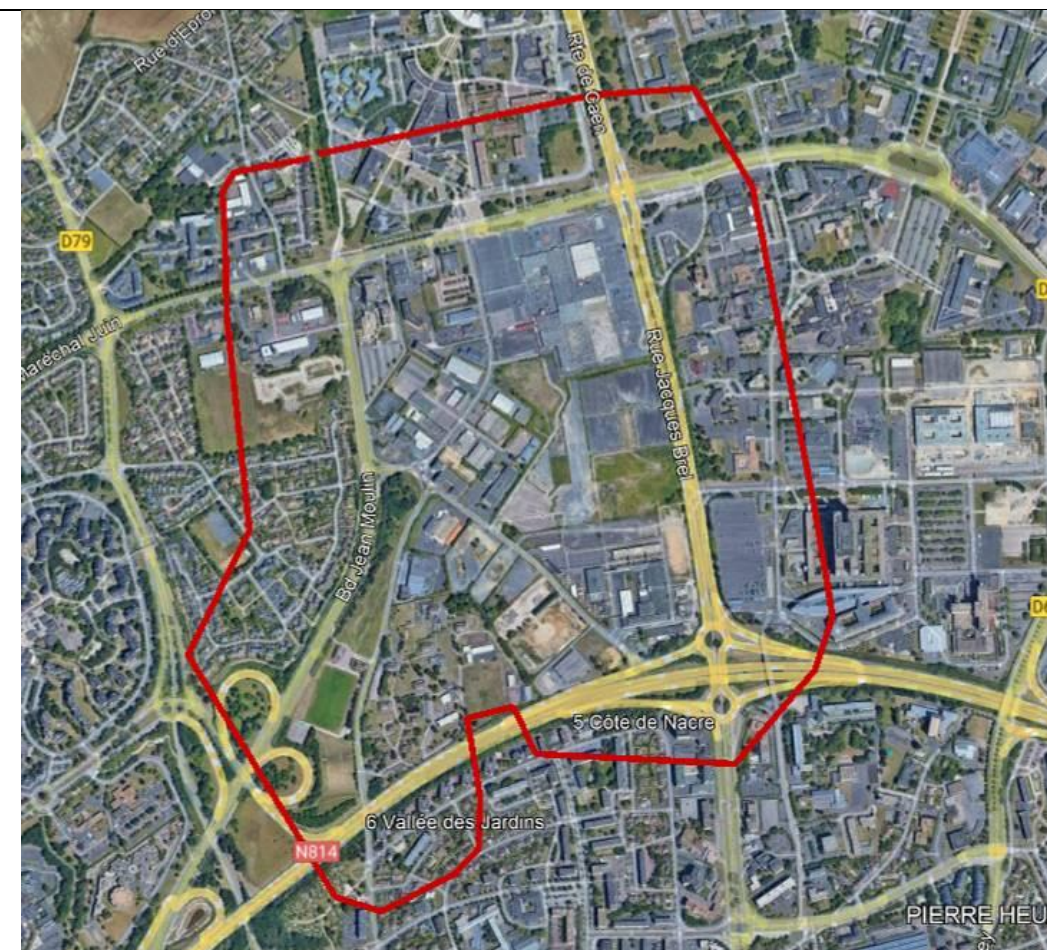


Figure 2 : Représentation de la bande d'étude sur fond de cartographie aérienne

Les scénarios pris en compte sont les suivants :

- Etat initial horizon 2023
- Scénario de référence à la mise en service (horizon 2030)
- Scénario de référence 20 ans après à la mise en service (horizon 2050)
- Scénario avec projet à la mise en service (horizon 2030)
- Scénario avec projet 20 ans après à la mise en service (horizon 2050)

2. SPÉCIFICITÉ DE L’AIRE D’ÉTUDE

2.1. MILIEU PHYSIQUE

Le climat est de type océanique avec des pluies assez abondantes, rarement intenses, réparties sur l’ensemble de l’année, et des températures jamais excessives quelle que soit la saison.

Les températures sont caractéristiques d’un climat océanique : étés frais et hivers doux et les précipitations sont réparties équitablement sur l’année.

La rose des vents la plus proche est celle de la station Météo France Caen-Carpiquet, présentée ci-dessous.

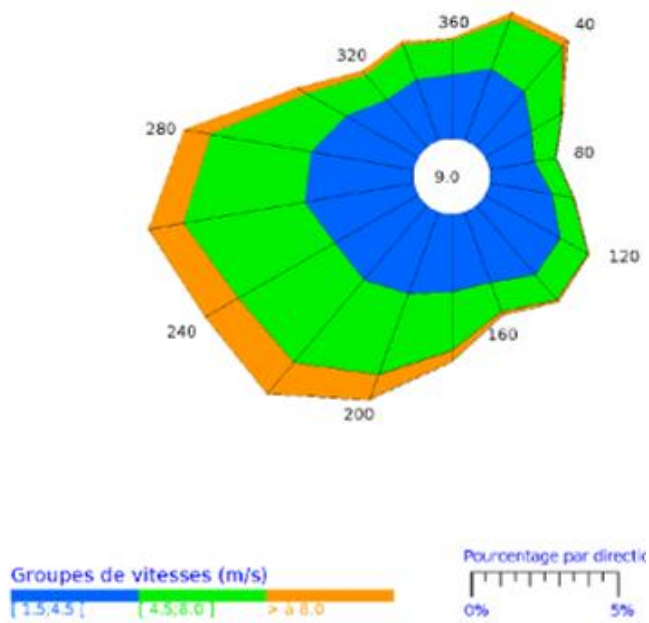


Figure 3 : Rose des vents station Caen Carpiquet (Source : Météo France)

Les vents observés sont principalement du Sud-ouest, avec une tendance secondaire pour ceux venant du Nord-est. Cela confirme le caractère océanique du climat. Les vents forts (supérieurs à 8 m/s) sont, à quelques exceptions près, des vents soufflant du Sud-ouest.

2.2. CADRE HUMAIN

Le projet d’aménagement se situe au niveau de la commune de Caen (14). Le département du Calvados partie de la région Normandie, qui compte 3 327 966 habitants. Le détail de la densité de population de Caen est donné ci-dessous.

Tableau 1: Démographie (chiffres de 2021) - Source INSEE

Commune	Densité	Population
Caen	4210 hab/km²	108 200

2.3. ÉTABLISSEMENTS SENSIBLES

Sur l’ensemble du périmètre d’étude, une recherche des sites accueillant une population dite «sensible » a été réalisée. Il s’agit essentiellement des établissements suivants :

- Hôpitaux et établissements de soins
- Maisons de retraite
- Etablissements scolaires
- Crèches

Les établissements sensibles à proximité du projet sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2: Recensement des établissements sensibles

Type	Identifiant	Nom de l’établissement	Adresse
Crèche	1	Crèche nacre et sucre	Allée des bambins, Caen
	2	Crèche parentale Frimousse	182 rue de la Délivrande, Caen
	3	Crèche Campus 2	10 Bvd Marechal juin, Caen
Etablissement hospitalier	4	CHU Caen Normandie	Av. de la Côte de Nacre, Caen
Maison de retraite	5	Maison de retraite privée – résidence Saint Benoit	6 Rue de Malon, Caen
Etablissement scolaire	6	Ecole primaire les vikings	29 Rue d'Anisy, Caen
	7	Lycée Notre Dame de Fidélité	8 Rue du Petit Clos Saint-Marc, Caen

La figure suivante illustre l’emplacement des zones sensibles.

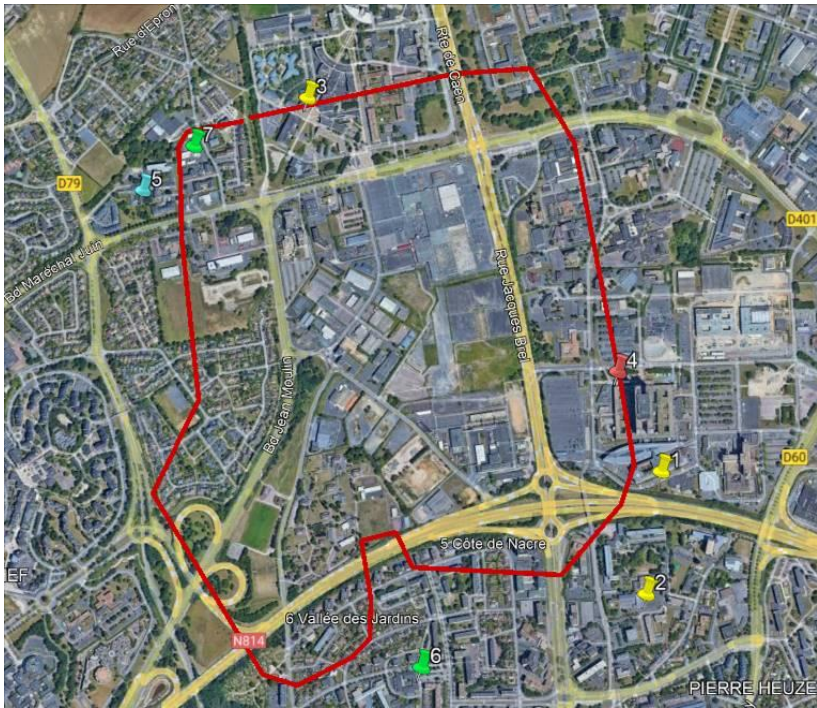


Figure 4 : Emplacement des zones sensibles

Sur l’ensemble des lieux dits « vulnérables » 2 sites se trouvent à la limite de la bande d’études à savoir, le CHU de Caen ainsi que le lycée Notre Dame de Fidélité.

3. BILAN DE LA QUALITÉ DE L'AIR

3.1. SURVEILLANCE PERMANENTE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

Localement, la surveillance des polluants atmosphériques et l'information relative à la qualité de l'air sont confiées à des associations. Atmo Normandie, créée suite à la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe), est une association régionale de type loi de 1901 créée le 27 novembre 1996 pour assurer la surveillance de la qualité de l'air en Normandie.

La zone d'étude est constituée d'une station de qualité de l'air de type fond urbain « Caen Chemin Vert » située à environ 2 km au sud-ouest de la zone du projet.

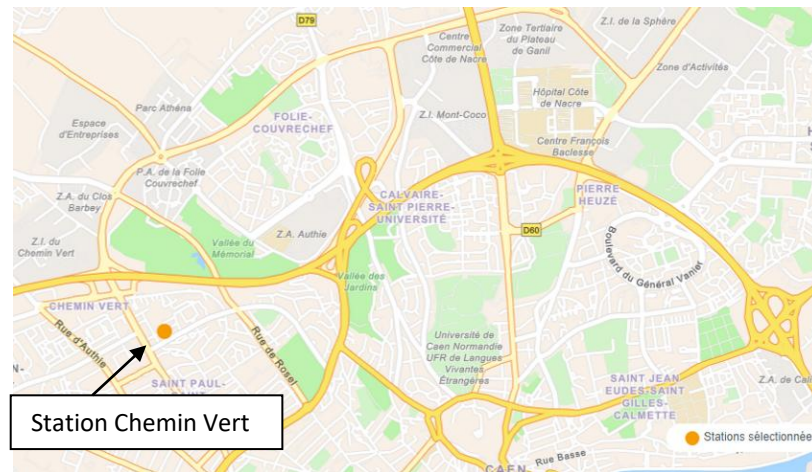


Figure 5 : Localisation de la station de mesure Caen chemin Vert

Le tableau suivant synthétise les différents polluants mesurés.

Tableau 3: Station Caen chemin Vert : Concentration en moyenne annuelle (période 2019-2023)

Polluant / Année	Moyenne annuelle en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					Valeur limite
	2019	2020	2021	2022	2023	
PM10	16	15	15	14	12	40
PM2.5	9	9	10	9	8	25
NO2	14	11	12	12	11	40

Les mesures montrent que globalement :

- Les concentrations en PM10 sont stables légèrement en baisse, avec une diminution de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de la période de mesure. Les concentrations en moyenne annuelle mesurées respectent la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les cinq dernières années.
- Les concentrations en PM2.5 sont relativement stable sur la période de mesure. Les concentrations en moyenne annuelle mesurées respectent la valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les cinq dernières années.
- Les concentrations en NO2 relevées sont relativement stables. Les concentrations en moyenne annuelle mesurées respectent la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les cinq dernières années.

3.2. QUALITÉ DE L'AIR DANS LE DOMAINE D'ÉTUDE

3.2.1. Mesures in situ

En complément des mesures permanentes existantes et afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans le domaine d'étude à proximité du projet, un suivi de la qualité de l'air a été réalisé. Ce suivi comprend la réalisation de deux campagnes de mesures in situ de la qualité de l'air sur deux périodes de l'année distinctes (période estivale et période hivernale).

La réalisation de ces campagnes est menée durant 2 périodes de 4 semaines chacune conformément à la méthodologie du guide volet « air et santé » des études d'impact routière.

Ces campagnes de mesure ont pour double objectif de caractériser le motif de pollution atmosphérique du domaine d'étude dans ses différentes composantes (axe de circulation, environnements ...) et de situer les différents polluants par rapport aux normes de qualité de l'air en vigueur.

Compte tenu de la problématique routière et conformément à la circulaire de février 2019 et à son guide méthodologique, le dioxyde d'azote, polluant traceur des émissions liées au trafic routier a été retenu.

3.2.2. Mise en place de la campagne de mesure

Comme noté précédemment, la campagne de mesure de la qualité de l'air se déroule selon deux périodes :

- Campagne 1 : une période de 4 semaines du 16 septembre au 14 octobre 2024.
- Campagne 2 : une période de 4 semaines qui sera réalisé en janvier 2025.

Chacune des campagnes comprend :

- 10 mesures ponctuelles pour les polluants NO2;
- 10 mesures ponctuelles pour les polluants C6H6;
- 5 mesures ponctuelles pour les polluants PM10;

L'image suivante illustre la localisation de chacun des points de mesures.

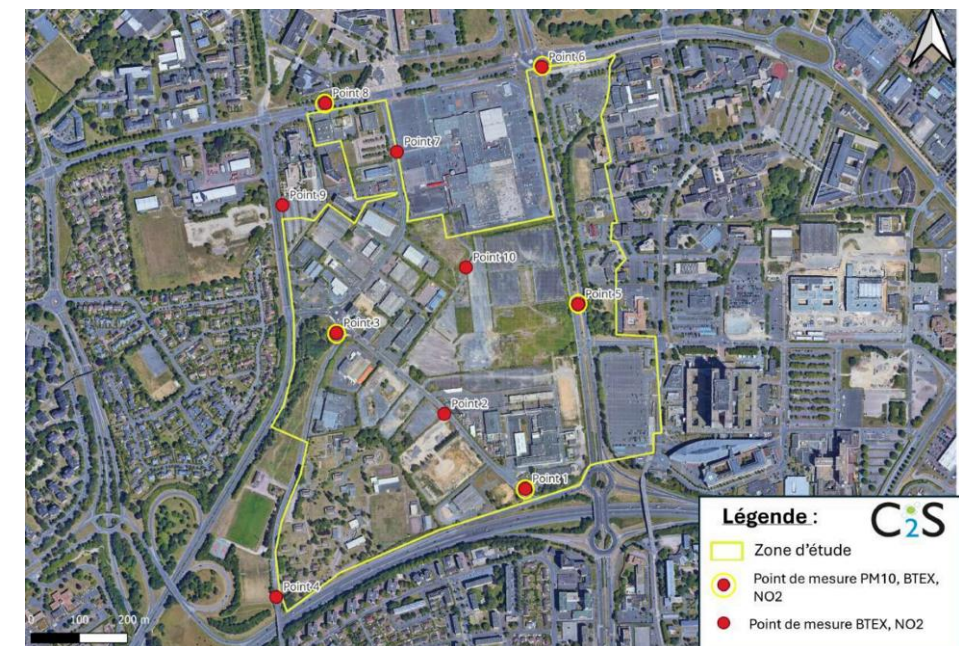


Figure 6 : Localisation des points de mesures de suivi de la qualité de l'air

3.2.3. Résultats de la campagne de mesures

3.2.3.1. Dioxyde d'azote (NO_2)

Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations en NO_2 .

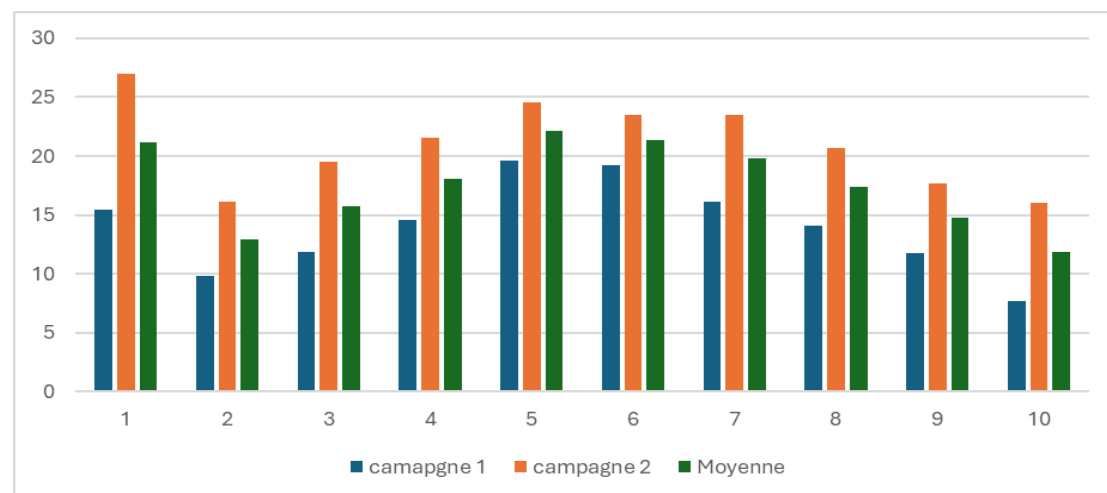


Figure 7 : Résultats de concentrations en NO_2 sur chaque point de mesure

L'ensemble des points enregistre des concentrations inférieures à la valeur réglementaire ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Les points n°5 et 6 enregistrent les concentrations moyennes les plus élevées, ces points se situent au niveau de la rue Jacques Brel qui est une section très fréquentée.

4.3.3.1. Benzène (C_6H_6)

Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations en C_6H_6 .

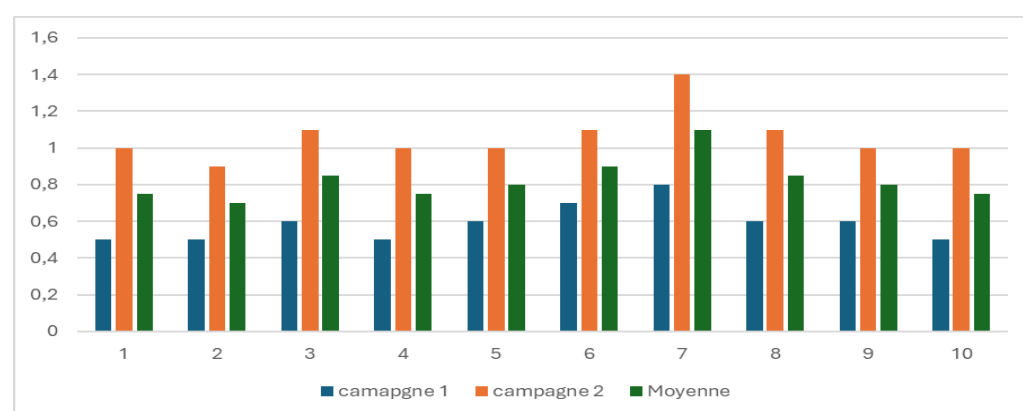


Figure 8 : Résultats de concentrations en C_6H_6 sur chaque point de mesure

L'ensemble des points enregistre des concentrations inférieures à la valeur réglementaire ($2\mu\text{g}/\text{m}^3$). de manière générale les concentrations restent très proches avec une variation maximale de $0.35\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre la valeur moyenne la plus basse ($0.75\mu\text{g}/\text{m}^3$) et la valeur moyenne la plus haute ($1.1\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.3.3.1. PM10

Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations en PM10

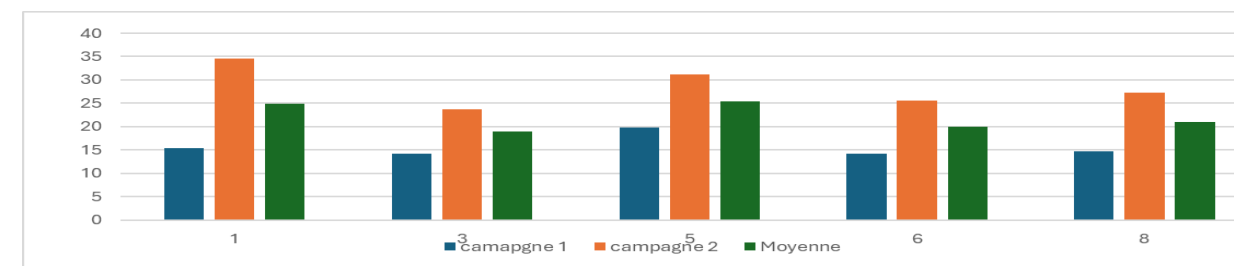


Figure 9: Résultats de concentrations en PM10 sur chaque point de mesure

L'ensemble des points enregistre des concentrations inférieures à la valeur réglementaire ($30\mu\text{g}/\text{m}^3$) à l'exception du point n°1 et 5 lors de la campagne hivernale.

Le point n°5 enregistre la concentration moyenne la plus élevée, ce point se situe au niveau de la rue Jacques Brel qui est une section très fréquentée.

4. CALCUL DES ÉMISSIONS

Le réseau routier représenté est découpé en tronçons (portions de route homogènes en termes de trafic) afin de mieux appréhender l'impact du projet sur ses alentours. Les tronçons sont considérés comme sources de polluants de types linéaires. Les émissions des divers polluants sont évaluées à partir du nombre de véhicules. Les données de TMJA sont fournies par SETEC.

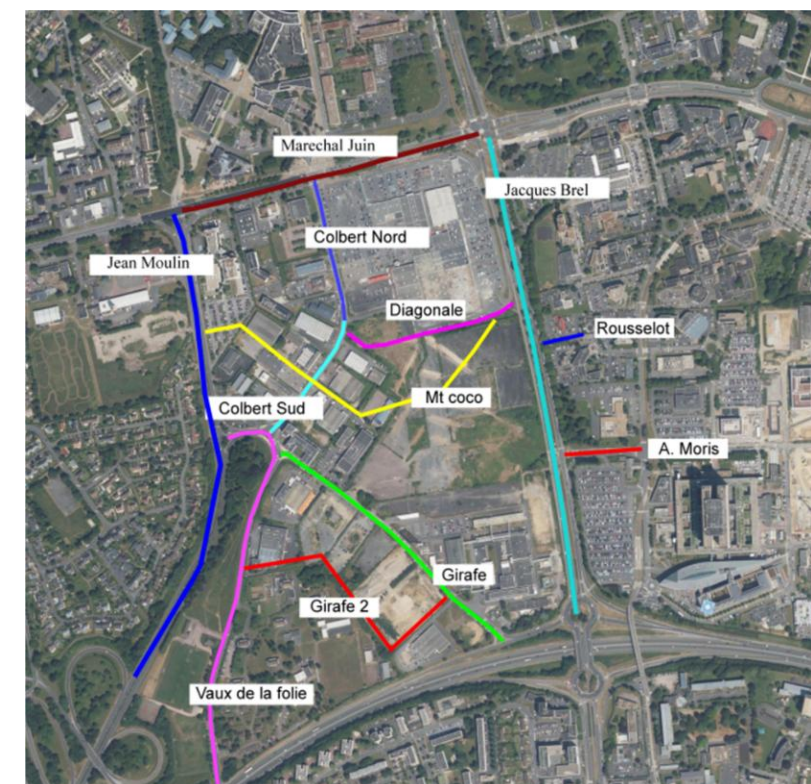


Figure 10: Visualisation des tronçons routiers

Le tableau ci-dessous présente les trafics retenus sur chacune des section et l'ensemble des scénarios.

Tableau 4: Données trafic en TMJA

Section		Actuelle 2023	Avec projet 2030	Avec projet 2050	Sans projet 2030	Sans projet 2050
Existant	Girafe	4150	10800	13179	4450	5430
	Vaux de la folie	2950	4650	5674	3163	3860
	Colbert nord	10050	11050	13484	10775	13148
	Colbert sud	11150	24900	30383	11955	14587
	Pr A. Moris	12000	10650	12996	12866	15699
	Marechal Juin	19900	20300	24770	21336	26034
	Jean Moulin	14100	25000	30505	15118	18446
	Jacques Brel	26500	33100	40389	28412	34668
Projet	Pr J. Rousselot	0	4500	5491	0	0
	Diagonale	0	3050	3722	0	0
	Mont coco	0	13450	16412	0	0
	Girafe 2	0	1600	1953	0	0

Le pourcentage poids lourds est considéré à 1% pour l'ensemble des sections.

Les émissions sont calculées pour chaque horizon tiennent compte de l'évolution du parc automobile et de son renouvellement.

4.1. EMISSIONS ET CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques par les véhicules a été réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émission du programme européen COPERT V, ainsi que le parc automobile et son évolution, résultat des travaux de l'INRETS, pour chacune des sections.

Les émissions moyennes des différents polluants par l'ensemble du réseau routier ainsi que leur variation sont données dans les tableaux suivants :

Tableau 5: Emissions moyennes journalières des différents polluants

Scénarios	Emissions (kg/j)							
	CO2	CO	NOx	Benzène	PM2.5	PM10	COVNM	SO2
Etat initial	9013	18,7	17,7	0,063	1,17	1,88	2,2	0,107
Référence 2030	8906	10,8	9,8	0,048	1,04	1,80	1,0	0,109
Horizon 2030 +Projet	13226	16,0	14,5	0,077	1,54	2,68	1,5	0,162
Référence 2050	7083	13,5	2,4	0,041	1,13	2,07	1,6	0,098

Horizon 2050 + Projet	10519	20,0	3,6	0,066	1,68	3,08	2,3	0,145
-----------------------	-------	------	-----	-------	------	------	-----	-------

Scénarios	Emissions (mg/j)		
	Ni	As	Benzo(a)pyrène
Etat initial	17,4	1,7	97
Référence 2030	17,5	1,8	42
Horizon 2030 +Projet	26,0	2,7	62
Référence 2050	17,8	2,2	52
Horizon 2050 + Projet	26,4	3,2	77

Tableau 6: Variation des émissions par rapport à l'état initial

Scénarios	Variation en %/ Etat Initial										
	CO2	CO	NOx	Benzène	PM2.5	PM10	COVNM	SO2	Ni	As	Benzo (a)pyrène
Etat initial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Référence 2030	-1,2	-42,5	-44,8	-24,0	-11,3	-4,2	-52,1	2,1	0,7	7,4	-57,2
Horizon 2030 +Projet	46,7	-14,6	-18,0	22,9	31,7	42,3	-28,8	51,7	49,6	59,5	-36,4
Référence 2050	-21,4	-28,0	-86,4	-34,1	-3,1	10,2	-27,3	-8,7	2,4	30,5	-46,7
Horizon 2050 + Projet	16,7	6,9	-79,8	5,6	44,0	63,7	8,0	35,6	52,0	93,9	-20,8

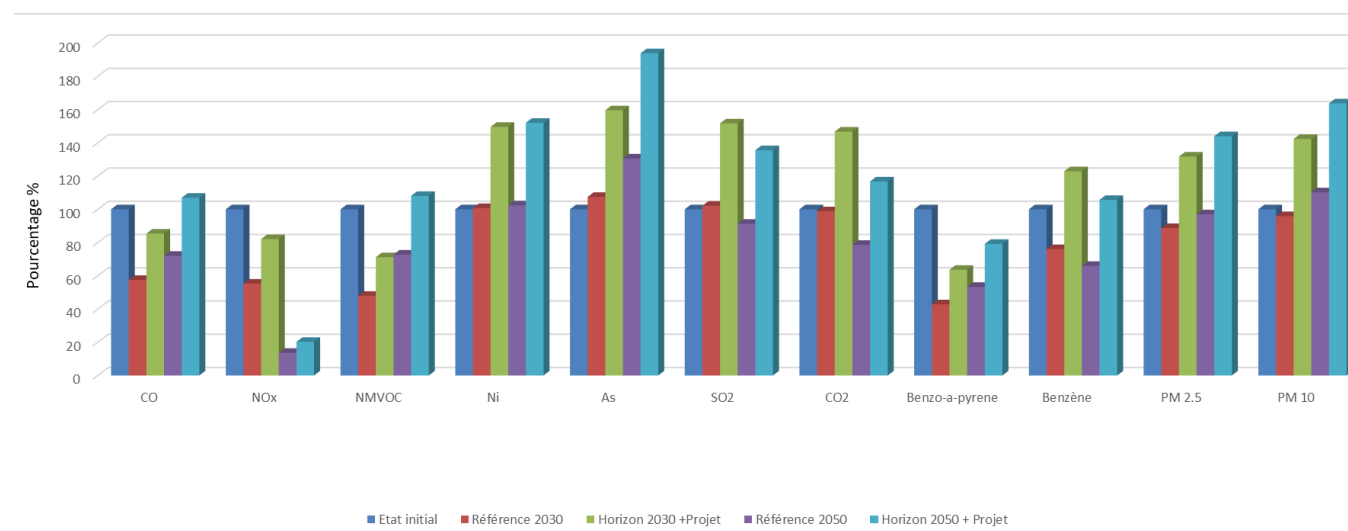


Figure 11 : Ratio des émissions par rapport à l'état initial

Entre les états futurs avec et sans projet, le scénario avec projet engendre des émissions systématiquement supérieures aux scénarios sans projet. Cette augmentation des émissions est directement liée à la création de voiries supplémentaires qui augmente le nombre de kilomètres parcourus et donc les émissions, ainsi qu'à l'apport de trafic supplémentaire induit par le projet.

Le tableau suivant présente les consommations énergétiques moyennes (en kg/j) calculées à partir des données de trafic du réseau routier.

Comme précédemment la consommation énergétique est calculée pour l'ensemble du réseau routier.

Tableau 7: Consommations énergétiques moyennes journalières

Scénarios	Consommation en Kg/j	Variation en %/ Etat Initial
Etat initial	2819	-
Référence 2030	2741	-2,8
Horizon 2030 +Projet	4070	44,4
Référence 2050	1917	-32,0
Horizon 2050 + Projet	2846	1,0

Sur la zone considérée, les états futurs avec projet sont systématiquement plus consommateurs d’énergie thermique. Comme précédemment, cela s’explique par l’augmentation du nombre de kilomètres parcourus induit par les nouvelles sections sur la zone d’étude ainsi que par l’augmentation du trafic

5. MODÉLISATION PHYSIQUE

La table suivante présente les concentrations maximales obtenues pour chacun des scénarios.

Tableau 8: Concentration maximales en polluants en µg/m³

	CO	COVNM	NO2	PM 2.5	PM 10	Ni	C6H6	SO2	As	Benzo(a)pyrène
Etat initial (µg/m³)	32,1	3,7	33,4	7.01	17.2	2,95 10 ⁻⁰⁴	0.7	0,187	1,30 10 ⁻⁰⁵	1,69 10 ⁻⁰⁴
Etat de référence 2030	18,5	1,8	19,8	6.78	14.1	2,75 10 ⁻⁰⁴	0.66	0,18	3,01 10 ⁻⁰⁶	7,10 10 ⁻⁰⁵
Etat futur avec projet 2030	27,5	2,6	27,9	7.6	18.5	4,1 10 ⁻⁰⁴	0.8	0,3	4,5 10 ⁻⁰⁶	1,1 10 ⁻⁰⁴
Etat de référence 2050	23,2	2,7	7,1	6.9	14.5	2,79 10 ⁻⁰⁴	0.64	0,2	3,6510 ⁻⁰⁶	8,84 10 ⁻⁰⁵
Etat futur avec projet 2050	34,4	4,0	9,1	7.9	14.2	4,2 10 ⁻⁰⁴	0.7	0,2	5,4 10 ⁻⁰⁶	1,3 10 ⁻⁰⁴
Seuil Objectif qualité (µg/m³)	-	-	40	10	30	-	2	50	-	-
Seuil Valeur limite (µg/m³)	-	-	40	25	40	-	5		-	-
Valeur cible (µg/m³)	-	-	-	-	-	0.02	-		6 10 ⁻³	1 10 ⁻³

Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau la rue Jacques Brel pour les scénarios sans projet mais également sur la section sud de la rue Colbert pour le scénario avec projet. A ce niveau, les trafics sont les plus élevés. Pour l’ensemble des scénarios, tous les polluants enregistrent des concentrations qui sont en dessous des valeurs limites.

Le scénario avec projet engendre systématiquement des concentrations supérieures aux scénarios sans projet (scénarios de référence). En effet, le projet engendre un apport de trafic qui tend localement à augmenter les concentrations en polluants dans l’air.

Les figures suivantes illustrent l’allure du panache pour les états avec et sans projet.



Figure 12: Exemple de cartographie des scénarios sans projet

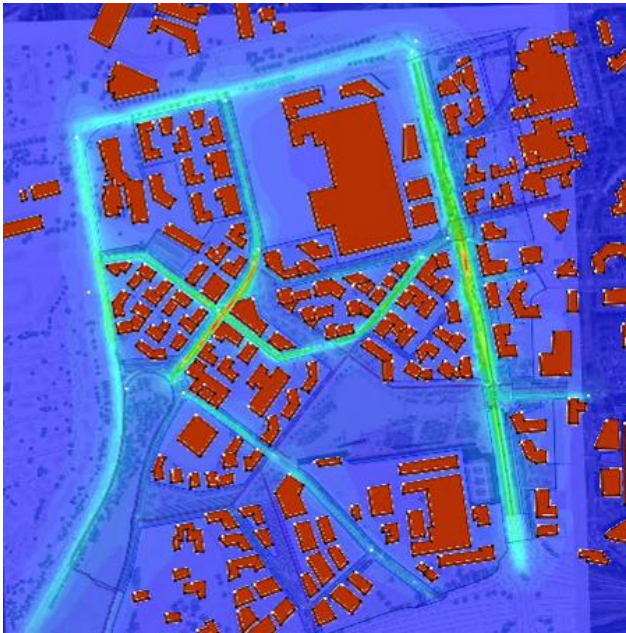


Figure 13 : Exemple de cartographie pour les scénarios avec projets

6. INDICE POLLUANT – POPULATION

Cet indice est calculé à partir des résultats des données de dispersion issues des simulations d’une part, et des données de densité de population, d’autre part. La distribution de l’IPP permet d’appréhender les différences d’exposition suivant, la solution retenue et l’état de référence. Comme les effets sanitaires de la population sont proportionnels en première approximation aux

concentrations, il peut être affirmé que l'IPP est bien représentatif du risque pour la santé des populations exposées à la pollution d'origine automobile. Dans le cas où il y a de fortes différences (> 20%) entre les indicateurs globaux propres à chaque tracé, il peut être admis que la solution avec le plus faible indice est la meilleure sur le plan santé.

Tableau 9: Calcul des IPP sur l'ensemble du domaine.

Scénario	IPP
Etat initial	1381
Etat de référence 2030	763
Etat futur avec projet 2030	961
Etat de référence 2050	191
Etat futur avec projet 2050	240

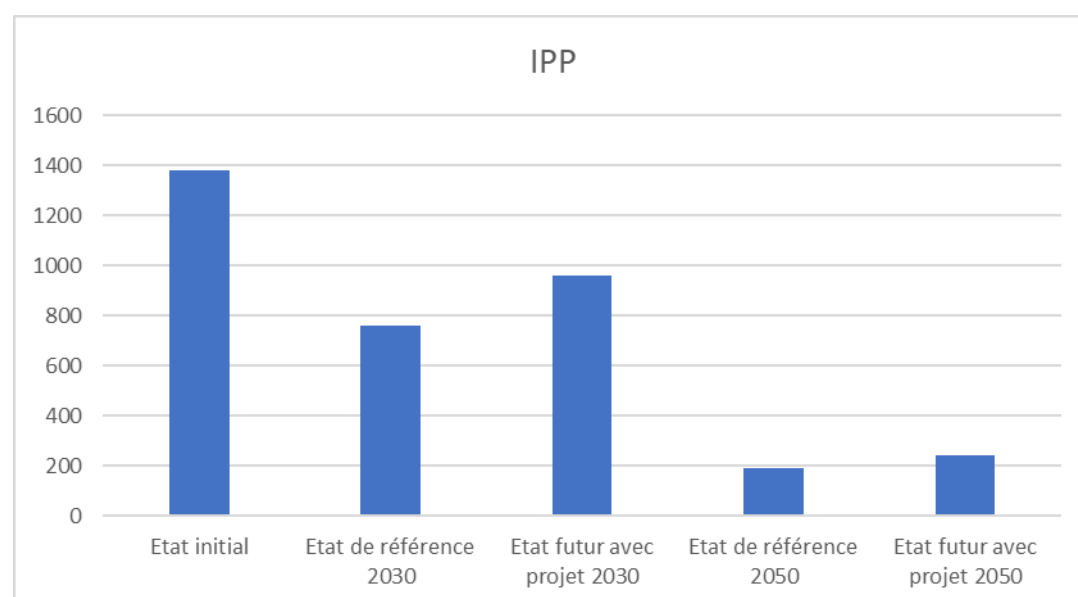


Figure 14: Représentation des IPP

On note une baisse des IPP entre les situations futures et l'état initial d'en moyenne de 39 %. Les IPP de l'état avec projet sont d'environ 26 % supérieures en comparaison à l'état sans projet. La différence étant inférieure à 20%, elle est jugée significative.

7. ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS, DES POLLUTIONS ET NUISANCES,

7.1. COUT DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

L'objectif est d'estimer les coûts engendrés par les infrastructures routières vis-à-vis de la pollution locale et régionale. Les valeurs sont données en euros par jour pour l'ensemble du projet, selon les horizons, pour l'ensemble des véhicules et sont calculées à partir de coefficients forfaitaires indiqués dans le rapport **Quinet** de mai 2014 du CEREMA.

Afin d'effectuer ce calcul, l'estimation est effectuée sur le trafic transitant actuellement sur les différentes voiries présentées précédemment.

Tableau 10 : Coûts collectifs en Euros/jour selon les horizons d'étude pour l'ensemble de l'aire d'étude

Coûts collectifs en Euros/jour	
Etat initial	1425
Référence 2030	1528
Horizon 2030 +Projet	2270
Référence 2050	1865
Horizon 2050 + Projet	2770

On observe une augmentation moyenne des coûts collectifs de 47 % entre l'état initial et les états futurs principalement induite par l'augmentation du trafic pour les états futurs.

Entre les états de référence et les états avec projet, les coûts augmentent en moyenne de 48 %, du fait, de la création de nouvelles voiries qui augmente le nombre de kilomètre parcouru, ainsi que l'augmentation du trafic.

7.2. INCIDENCES DU PROJET SUR L'EFFET DE SERRE

La plupart des gaz à effet de serre (GES) sont d'origine naturelle. Mais certains d'entre eux sont uniquement dus à l'activité humaine et voient leur concentration dans l'atmosphère augmenter en raison de cette activité. Les activités humaines dégagent une abondance de GES, il est donc important dans le cadre de ce projet d'en estimer les coûts.

Le tableau suivant illustre les coûts selon les horizons.

Tableau 11: Coûts de l'effet de serre en Euros/jour selon les horizons d'étude

Coûts effet de serre en Euros/jour	
Etat initial	605
Référence 2030	891
Horizon 2030 +Projet	1323
Référence 2050	1279
Horizon 2050 + Projet	1900

On observe une augmentation des coûts entre l'état initial et l'état de référence liée à l'augmentation des trafics ainsi qu'à la hausse du coût de la tonne de CO₂.

Entre les états de référence et les états avec projet on note une augmentation moyenne des coûts de 49%. Cette augmentation est liée directement à la création de voiries supplémentaires qui augmente le nombre de kilomètres parcourus ainsi qu'à l'augmentation du trafic.

7.3. MONETARISATION DES EFFETS AMONT-AVAL

Les effets amont et aval intègrent la prise en charge des externalités, à savoir la production et la distribution des énergies, la fabrication, la maintenance et le retrait des véhicules, ainsi que la construction, la maintenance et la fin de vie de l'infrastructure.

Les coûts collectifs du projet sont calculés à partir des valeurs tutélaires et du kilométrage parcouru.

Les coûts collectifs liés aux effets amont – aval ainsi obtenus sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 12: Coûts des effets amont-aval en Euros/jour selon les horizons d'étude

Coûts amont-aval en Euros/jour	
Etat initial	527
Référence 2030	565
Horizon 2030 +Projet	838
Référence 2050	689
Horizon 2050 + Projet	1023

La monétarisation des coûts collectifs liés aux effets amont-aval permet d'estimer une augmentation annuelle, du fait de la réalisation du projet, de 99 k€ à l'horizon 2030 et de 121 k€ à l'horizon 2050.

8. IMPACT DU PROJET EN PHASE CHANTIER

La phase travaux constitue la première source d'impacts sur l'environnement, du point de vue chronologique. Les impacts liés à la phase travaux peuvent être localisés ou diffus et sont limités dans le temps. Dans le cadre de ce chantier, la zone impactée par le chantier ne sera certainement pas plus étendue que la zone d'emprise définitive de la déviation. Les impacts liés à la phase travaux sont, pour la majorité, localisés ou diffus et limités dans le temps.

Les différentes sources de pollution atmosphériques possibles durant cette phase sont les suivantes :

- **Pollution issue des gaz d'échappement des engins** : ce sont principalement des engins diesel mobiles - tels que les engins de terrassement, compacteurs, tombereaux, etc.... ou fixes tels que les compresseurs, les groupes électrogènes, les centrales d'enrobage, etc.... Ces engins émettent à l'atmosphère de nombreux polluants liés à la combustion du carburant (NOx, composés organiques volatils, particules fines...). Cette source de pollution peut être limitée en utilisant des véhicules aux normes (échappement et taux de pollution).
- **Pollution liée aux procédés de travail mécaniques** : il s'agit des émissions de poussières et d'aérosols issues de sources ponctuelles ou diffuses sur les chantiers (utilisation de machines et d'appareils, transports sur les pistes, travaux de terrassement, extraction, transformation et transbordement de matériaux, vents tourbillonnants, etc.).
Elles concernent les activités poussiéreuses telles que : ponçage, fraisage, perçage, sablage, extraction, concassage, broyage, jets en tas, rejets, tamisage, chargement et/ou déchargement, nettoyage, transport.
Ce type d'activité entraîne principalement des envols de poussières qui altèrent la qualité de l'air et salissent les parcelles et façades environnantes, ces poussières peuvent être très mal perçues par le voisinage. Cette source de pollution peut être limitée en arrosant les pistes de chantier par temps sec et venteux, en appliquant un fond de roulage sur les pistes de chantier, ou encore en bâchant les stocks et les camions.
- **Pollution liée aux procédés de travail thermiques** : il s'agit des procédés de chauffage (pose de revêtement), découpage, enduisage à chaud, soudage, dynamitage, qui dégagent des gaz et des fumées. Les opérations qui sont particulièrement concernées sont les opérations telles que préparation (à chaud) du bitume (revêtements routiers, étanchéités, collages à chaud), ainsi que les travaux de soudage.

Pour certaines activités des produits contenant des solvants ou l'application de processus chimiques sur les chantiers dégage notamment des solvants. Cette pollution génère également des odeurs qui peuvent gêner les populations avoisinantes. Il s'agit d'activités tels le recouvrement, collage, décapage, applications de mousses peintures, pulvérisations etc..

- **Pollution liée aux modifications de circulation induites par le chantier** : il s'agit de la pollution supplémentaire engendrée indirectement par le chantier du fait des phénomènes de congestion (une vitesse de circulation des véhicules entraîne une augmentation de la consommation de carburant et donc des émissions atmosphériques), des reports de trafic sur d'autres voies (déplacement de la pollution vers d'autres voies de circulation existantes)...

9. MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. 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 »** : Eloignement 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 pollution atmosphérique** : On distingue deux types de pollution : la pollution gazeuse et la pollution particulaire. A l'inverse des ondes sonores, qui peuvent être stoppées par un écran ou un talus antibruit, la pollution gazeuse ne peut pas être éliminée par un obstacle physique. 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.

La diffusion de la pollution particulaire peut, quant à elle, être piégée par des écrans physiques et végétaux. Ces actions peuvent se faire de différentes façons :

- **Sur le tracé** :
 - utilisation d'enrobés drainants (piégeage des particules ; incertitudes sur le long terme).
- **Insertion d'obstacles physiques et mesures d'accompagnement** :
 - augmentation de la profondeur des dépendances vertes et création des zones tampons faisant office de piège à poussières.
 - mise en place d'écrans végétaux en suivant ces critères : essences efficaces adaptées à la géographie des lieux et qui ont un feuillage persistant selon les saisons.

10. CONCLUSION

Cette étude a été menée conformément à la note technique du CERTU du 22 février 2019.

Le calcul des émissions de polluants atmosphériques par les véhicules a été réalisé en utilisant la méthodologie et les facteurs d'émission du programme européen COPERT V, ainsi que le parc automobile et son évolution résultant des travaux de l'INRETS, pour chacun des tronçons définis. Les données Trafics Moyens Journaliers Annuels ont été fournies par le client.

Afin de qualifier la qualité de l'air actuelle, une campagne de mesure sur deux périodes distinctes a été réalisée. Les paramètres suivis au cours de cette campagne sont le NO₂, les BTEX et les particules fines (PM₁₀). De l'ensemble des concentrations moyennées sur les deux périodes, aucun dépassement de valeurs limites n'a été observé.

Le calcul des émissions ainsi que de la monétarisation sur le réseau routier montre une augmentation des émissions et des couts pour les scénarios avec prise en compte du projet. Cette augmentation est directement liée à l'augmentation du trafic et de l'augmentation du nombre de kilomètre parcouru induit par la mise en place du projet sur l'aire d'étude.

Les modélisations de la dispersion atmosphérique montrent que les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau de la rue Jacques Brel pour l'ensemble des scénarios sans projet ainsi que sur la section sud de la rue Colbert pour l'ensemble des scénarios avec projet.

Les concentrations restent dessous des valeurs limites réglementaires pour l'ensemble des scénarios

Pour les états futurs, le scénario avec projet engendre systématiquement des concentrations supérieures aux scénarios sans projet.

Concernant l'étude de l'indice polluant population, la variation entre les états futurs aménagés et non aménagés est jugée significative.