

Bâtiment IRIS, Hall B  
84 rue Charles Michels  
93200 Saint-Denis  
Tél. (33) 01.42.43.16.66  
Email: [contact@fluidyn.com](mailto: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	<div>SPL EPOPEA CAEN NORMANDIE SCIENCE &amp; INNOVATION PARK</div>
Référence FLUIDYN	0724095
Type de document	Rapport final
Nombre de pages	85

Objet de l'indice	Version	Date	Objet de l'évolution	Rédaction	Vérification
Rapport Intermédiaire	1.0	29/10/2024	--	L. AIT HAMOU	
Rapport final	2.0	14/11/2024	Résultats de la campagne de mesure estivale Prise en compte de la pollution de fond	L. AIT HAMOU	A. TRIPATHI
Rapport final	2.1	26/02/2025	Résultats de la campagne de mesure hivernale	L. AIT HAMOU	A. TRIPATHI

## SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX .....	4	4.3. Qualité de l'air dans le domaine d'étude .....	16
LISTE DES FIGURES .....	4	4.3.1. Mesures in situ .....	16
GLOSSAIRE .....	6	4.3.2. Mise en place de la campagne de mesure .....	16
<b>1. COMPREHENSION DES ENJEUX .....</b>	<b>7</b>	4.3.3. Résultats de la campagne de mesures .....	17
1.1. CONTEXTE .....	7	<b>5. CALCUL DES EMISSIONS .....</b>	<b>19</b>
1.2. CADRE RÉGLEMENTAIRE .....	7	5.1. Données d'entrées .....	19
1.3. DÉFINITION DES OBJECTIFS .....	8	5.2. Emissions et consommations énergétiques .....	19
<b>2. SPECIFICITE DE L'AIRE D'ETUDE .....</b>	<b>9</b>	5.2.1. Méthodologie .....	19
2.1. Milieu physique .....	9	5.2.2. Emission de polluants .....	19
2.1.1. Climat .....	9	5.2.3. Consommation énergétique .....	20
2.1.2. Température et Pluviométrie .....	9	<b>6. MODELISATION PHYSIQUE .....</b>	<b>22</b>
2.1.3. Direction et force des vents .....	10	6.1. Méthodologie .....	22
2.2. Cadre humain .....	10	6.1.1. Description du modèle numérique de terrain .....	22
2.2.1. Répartition de la population .....	10	6.2. Résultats .....	22
2.2.2. Evolution de la population .....	10	6.2.1. Etat initial .....	23
2.3. Etablissements sensibles .....	11	6.2.2. Etats de référence .....	23
<b>3. GRANDES ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>12</b>	6.2.3. Etats futurs avec projet .....	24
3.1. Plan National Santé/Environnement (PNSE4) .....	12	6.2.4. Comparaison des horizons .....	24
3.2. Schéma Régional d'Aménagement (SRADDET Normandie) .....	12	<b>7. EFFETS SUR LA SANTE .....</b>	<b>25</b>
3.3. Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (prepa) .....	12	7.1. Les effets des polluants issus du trafic routier .....	25
3.4. Plan Régional Santé Environnement (PRSE4) .....	13	7.2. Indice Polluant – Population .....	26
3.5. Plan de Déplacement Urbain (PDU) .....	13	<b>8. ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS, DES POLLUTIONS ET NUISANCES, .....</b>	<b>27</b>
<b>4. QUALITE DE L'AIR .....</b>	<b>14</b>	8.1. Rappel réglementaire et hypothèses .....	27
4.1. Réglementation s'appliquant à la qualité de l'air .....	14	8.2. Coût de la pollution atmosphérique .....	27
4.2. Surveillance permanente de la qualité de l'air .....	15	8.3. Incidences du projet sur l'effet de serre .....	28
		8.4. Monétarisation des effets amont-aval .....	28
		<b>9. IMPACT DU PROJET EN PHASE CHANTIER .....</b>	<b>29</b>

10. MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE ..... 29

11. CONCLUSION ..... 30

ANNEXE A : FICHE DE PRELEVEMENT CAMPAGNE DE MESURE INSITU..... 31

ANNEXE B : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L’ETAT INITIAL 2023 ..... 36

ANNEXE C : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L’ETAT DE REFERENCE HORIZON 2030..... 46

ANNEXE D : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L’ETAT DE REFERENCE HORIZON 2050..... 56

ANNEXE E: CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L’ETAT FUTUR AVEC PROJET HORIZON 2030..... 66

ANNEXE F : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L’ETAT FUTUR AVEC PROJET HORIZON 2050..... 76

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Définition du type d'étude.....	7
Tableau 2: Bande d'étude .....	7
Tableau 3: Démographie (chiffres de 2021) - Source INSEE .....	10
Tableau 4 : Variation de la population de 2015 à 2021 (Source INSEE) .....	10
Tableau 5: Recensement des établissements sensibles .....	11
Tableau 6: Objectifs de réductions des émissions de polluants atmosphériques .....	13
Tableau 7: Seuil réglementaire .....	14
Tableau 8: Station Caen chemin Vert : Concentration en moyenne annuelle (période 2019-2023) .....	15
Tableau 9 : Résultats d'analyse en NO <sub>2</sub> .....	17
Tableau 9 : Résultats d'analyse en Benzène .....	17
Tableau 9 : Résultats d'analyse en PM <sub>10</sub> .....	18
Tableau 10: Données trafic en TMJA.....	19
Tableau 11: Emissions moyennes journalières des différents polluants.....	20
Tableau 12: Variation des émissions par rapport à l'état initial .....	20
Tableau 14: Consommations énergétiques moyennes journalières .....	20
Tableau 16: Concentration maximales en polluants en µg/m <sup>3</sup> pour l'état initial -horizon 2023 .....	23
Tableau 17: Concentration maximales en polluants en µg/m <sup>3</sup> pour les états de référence- horizons 2030 et 2050 .....	23
Tableau 19: Concentration maximales en polluants en µg/m <sup>3</sup> pour l'état futur avec projet - horizons 2030 et 2050 .....	24
Tableau 21: Comparaison des concentrations maximales en µg/m <sup>3</sup> .....	24
Tableau 22: Calcul des IPP sur l'ensemble du domaine.....	26
Tableau 23: Catégorie des densités de population des zones traversées par l'infrastructure .....	27
Tableau 25 : Coûts pour le transport non collectif en euro/100 véh.km .....	27
Tableau 26 : Coûts collectifs en Euros/jour selon les horizons d'étude pour l'ensemble de l'aire d'étude .....	27
Tableau 27: Coûts de l'effet de serre en Euros/jour selon les horizons d'étude .....	28
Tableau 28: Valeurs tutélaires des effets amont-aval en €2010 pour 100 véh.km .....	28
Tableau 29: Coûts des effets amont-aval en Euros/jour selon les horizons d'étude .....	28

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de situation du secteur .....	7
Figure 3 : Représentation de la bande d'étude .....	8
Figure 4 : Climats en France .....	9
Figure 5: Observation des températures et précipitations (source Météo Blue) .....	9
Figure 6 : Rose des vents de Lyon Saint-Exupéry (Source : Météo France) .....	10
Figure 7 : Densité de population en 2023 par commune (Source INSEE) .....	10
Figure 8 : Emplacement des zones sensibles .....	11
Figure 10 : Localisation de la station de mesure Caen chemin Vert.....	15
Figure 11 : Localisation des points de mesures de suivi de la qualité de l'air .....	16
Figure 12 : Résultats de concentrations en NO <sub>2</sub> sur chaque point de mesure.....	17
Figure 12 : Résultats de concentrations en C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> sur chaque point de mesure.....	17
Figure 12 : Résultats de concentrations en PM sur chaque point de mesure.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 13: Visualisation des tronçons routiers .....	19
Figure 14 : Ratio des émissions par rapport à l'état initial.....	20
Figure 16 : Consommation énergétique en kg/j.....	21
Figure 17: Illustration du domaine d'étude (état sans projet) .....	22
Figure 24: Représentation des IPP.....	26
Figure 25 : Concentrations en CO (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial .....	36
Figure 26 : Concentrations en COVNM (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial .....	37
Figure 27 : Concentrations en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	38
Figure 28 : Concentrations en PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	39
Figure 29 : Concentrations en PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	40
Figure 30 : Concentrations en Ni (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	41
Figure 31 : Concentrations en C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	42
Figure 32 : Concentrations en As (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial .....	43
Figure 33 : Concentrations en Benzo(a)pyrene (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	44
Figure 34 : Concentrations en SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état initial.....	45
Figure 35 : Concentrations en CO (µg/m <sup>3</sup> ) / état de référence horizon 2030 .....	46
Figure 36 : Concentrations en COVNM (µg/m <sup>3</sup> ) / état de référence horizon 2030 .....	47
Figure 37 : Concentrations en NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état de référence horizon 2030.....	48
Figure 38 : Concentrations en PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état de référence horizon 2030.....	49
Figure 39 : Concentrations en PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) / état de référence horizon 2030.....	50

Figure 40 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030 .....	51	Figure 73 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	84
Figure 41 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030.....	52	Figure 74 : Concentrations en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050.....	85
Figure 42 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030.....	53		
Figure 43 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030 .....	54		
Figure 44 : Concentrations en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030.....	55		
Figure 45 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	56		
Figure 46 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	57		
Figure 47 : Concentrations en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050 .....	58		
Figure 48 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	59		
Figure 49 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	60		
Figure 50 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	61		
Figure 51 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	62		
Figure 52 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	63		
Figure 53 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050 .....	64		
Figure 54 : Concentrations en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050.....	65		
Figure 55 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2026.....	66		
Figure 56 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030.....	67		
Figure 57 : Concentrations en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030.....	68		
Figure 58 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	69		
Figure 59 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	70		
Figure 60 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	71		
Figure 61 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	72		
Figure 62 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030.....	73		
Figure 63 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	74		
Figure 64 : Concentrations en SO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030 .....	75		
Figure 65 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	76		
Figure 66 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050.....	77		
Figure 67 : Concentrations en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050.....	78		
Figure 68 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	79		
Figure 69 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	80		
Figure 70 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	81		
Figure 71 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050 .....	82		
Figure 72 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050.....	83		

## GLOSSAIRE

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> :	Benzène
CERTU :	Centre d'Etude sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions publiques
CH <sub>4</sub>	Méthane
CITEPA :	Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique
CO :	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub> :	Dioxyde de carbone (ou gaz carbonique)
COPERT :	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
COV :	Composés Organiques Volatils
DNP :	Direction de la Nature et des Paysages
DPPR :	Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques
DR :	Directions des Routes
FN :	Fumées Noires
GES :	Gaz à Effet de Serre
GPL :	Gaz de Pétrole Liquéfié
H1	Etat initial correspondant à la situation en 2014
H2	Etat de référence correspondant à la situation en 2054 sans aménagement
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> :	Acide sulfureux
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :	Acide sulfurique
HAP :	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HC :	Hydrocarbures
hPa :	Hectopascal
INRETS :	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
IPP :	Indicateur de Polluant Population
N <sub>2</sub> O :	Oxyde nitreux
NH <sub>3</sub> :	Ammoniac
NO :	Monoxyde d'azote
NO <sub>2</sub> :	Dioxyde d'azote
NO <sub>x</sub> :	Oxydes d'azote
O <sub>3</sub> :	Ozone
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
P50H :	Percentile 50 des niveaux horaires
P50J :	Percentile 50 des niveaux journaliers
P98H :	Percentile 98 des niveaux horaires
P98J :	Percentile 98 des niveaux journaliers
PDU :	Plan de Déplacement Urbain
PL :	Poids Lourd
PM10 :	Particules de taille inférieure à 10 µm
PM2,5 :	Particules de taille inférieure à 2,5 µm
PNSE :	Plan National Santé Environnement
PPA :	Plan de Protection de l'Atmosphère
ppm :	Partie par million
PREPA :	Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
PRG :	Potentiel de Réchauffement Global

PRQA :	Plan Régional de la Qualité de l'Air
PRSE :	Plan Régional Santé Environnement
PSQA :	Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air
SETRA :	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
SRADDET :	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
SRCAE :	Schéma Régional du climat de l'Air et de l'Energie
SO <sub>2</sub>	Dioxyde de soufre
SO <sub>x</sub> :	Oxydes de soufre
TMJA :	Trafic moyen journalier annuel
UVP :	Unité de Véhicule Particulier
VP :	Véhicule Particulier
VUL :	Véhicule Utilitaire Léger
Véh. :	Véhicule
ZPS :	Zone de Protection Spéciale

## 1. COMPRÉHENSION DES ENJEUX

### 1.1. CONTEXTE

La création de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) « Mont Coco - Côte de Nacre » est un projet de renouvellement urbain dont le but est de rendre la zone attractive sur les plans urbain, économique, environnemental et social.

Le projet se situe au Nord de la ville de Caen, au sein du plateau Nord renommé « EPOPEA PARK ».

Ce projet d'aménagement est porté par la communauté urbaine de Caen la Mer qui en a confié la maîtrise d'ouvrage à la société publique locale (SPL) EPOPEA2. 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

### 1.2. CADRE RÉGLEMENTAIRE

Le projet de déviation doit faire l'objet d'une évaluation environnementale au titre du Code de l'Environnement, comprenant une étude d'impact dans le cadre d'une procédure de Déclaration d'Utilité Publique.

La loi n°96-1236 sur « l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie » du 30 décembre 1996 répond à cette exigence. Elle oblige les maîtres d'ouvrage, dès lors que leur projet est susceptible d'avoir une répercussion non négligeable sur l'environnement, à en étudier l'impact sur la qualité de l'air locale et sur la santé des populations ainsi que le coût social associé.

Le CERTU et le SETRA à la demande de la DR, de la DNP et de la DPPR ont élaboré des guides méthodologiques à destination des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études précisant le contenu de ces études. Les

méthodologies sont disponibles dans la **note technique du 22 février 2019** relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières (NOR : TRET1833075N) ; qui abroge la circulaire interministérielle 25 février 2005 (N°DGS/SD7B/2005/273) et son guide technique relatif à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières.

Les études d'impact environnemental concernant les infrastructures routières doivent être adaptées aux enjeux du projet étudié. La note technique du 22 février 2019 indique l'importance de l'étude à mener en fonction de la charge prévisionnelle de trafic qui sera supportée par le projet.

Quatre niveaux d'études sont distingués, en fonction de trois paramètres principaux :

- la charge prévisionnelle de trafic en véh/j ;
- la densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet
- la longueur du projet.

Le type d'étude est donc défini par le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Définition du type d'étude

Densité de population (hbts/km²) dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (TMJA)			
	> 50 000 véh/j	25 000 véh/j à 50 000 véh/j	10 000 véh/j à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
<b>GI</b> Bâti avec densité ≥ 10 000	I	I	II	II si L <sub>projet</sub> > 5 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 5 km
<b>GII</b> Bâti avec densité >2 000 et < 10 000	I	II	II	II si L <sub>projet</sub> > 25 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 25 km
<b>GIII</b> Bâti avec densité ≤ 2 000	I	II	II	II si L <sub>projet</sub> > 50 km ou III si L <sub>projet</sub> ≤ 50km
<b>GIV</b> Pas de bâti	III	III	IV	IV

De même, la largeur de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie est définie en fonction du TMJA à l'horizon le plus lointain selon le tableau suivant.

Tableau 2: Bande d'étude

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'études, en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

### 1.3. DÉFINITION DES OBJECTIFS

Le projet d'aménagement se situe au niveau de la commune de Caen avec une densité de population de 4 210 hab/km<sup>2</sup>. Le trafic moyen journalier le plus élevée en situation avec projet est de 40 389 véh/jour à l'horizon 2050 (trafic relevé sur la RD7 ). Au vu du trafic attendu et de la densité de population, le niveau d'étude attendu est un **niveau II**.

L'étude doit donc se baser sur les éléments méthodologiques contenus dans la note méthodologique du 22 février 2019 sur les études d'environnement dans les projets routiers – volet air et son annexe technique à destination des bureaux d'études. Dans le cadre règlementaire pour les études de type II, l'étude comprend :

- une description détaillée de l'état actuel de la qualité de l'air
- la réalisation de mesures in-situ de qualité de l'air
- une estimation des émissions des polluants au niveau de la zone d'étude
- une estimation des concentrations de polluants dans l'ensemble de la zone d'étude via des études de dispersion atmosphérique
- une comparaison des scénarios sur des critères environnementaux notamment via a un indicateur sanitaire simplifié (IPP indice pollution–population)
- une analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité
- une estimation de la consommation énergétique et des émissions, dans les différentes situations et échéances
- une analyse des effets de la pollution de l'air sur la santé
- une intégration des mesures ERC (éviter, réduire, compenser)
- une évaluation de l'impact du projet en phase chantier
- des propositions de mesures d'évitement et de réduction des impacts des pollutions de proximité

Dans la ligne réglementaire avec une étude de niveau II, les polluants étudiés sont les suivants :

- Oxydes d'azote (NOx)
- Particules (PM10 PM2.5)
- Monoxyde de carbone (CO)
- Composés organiques volatils non méthanique (COVNM)
- Benzène(C6H6),
- Dioxyde de soufre (SO2)
- Arsenic
- Nickel
- Benzo[a]pyrène

Selon le trafic enregistré, la bande d'étude est de **400 m**.

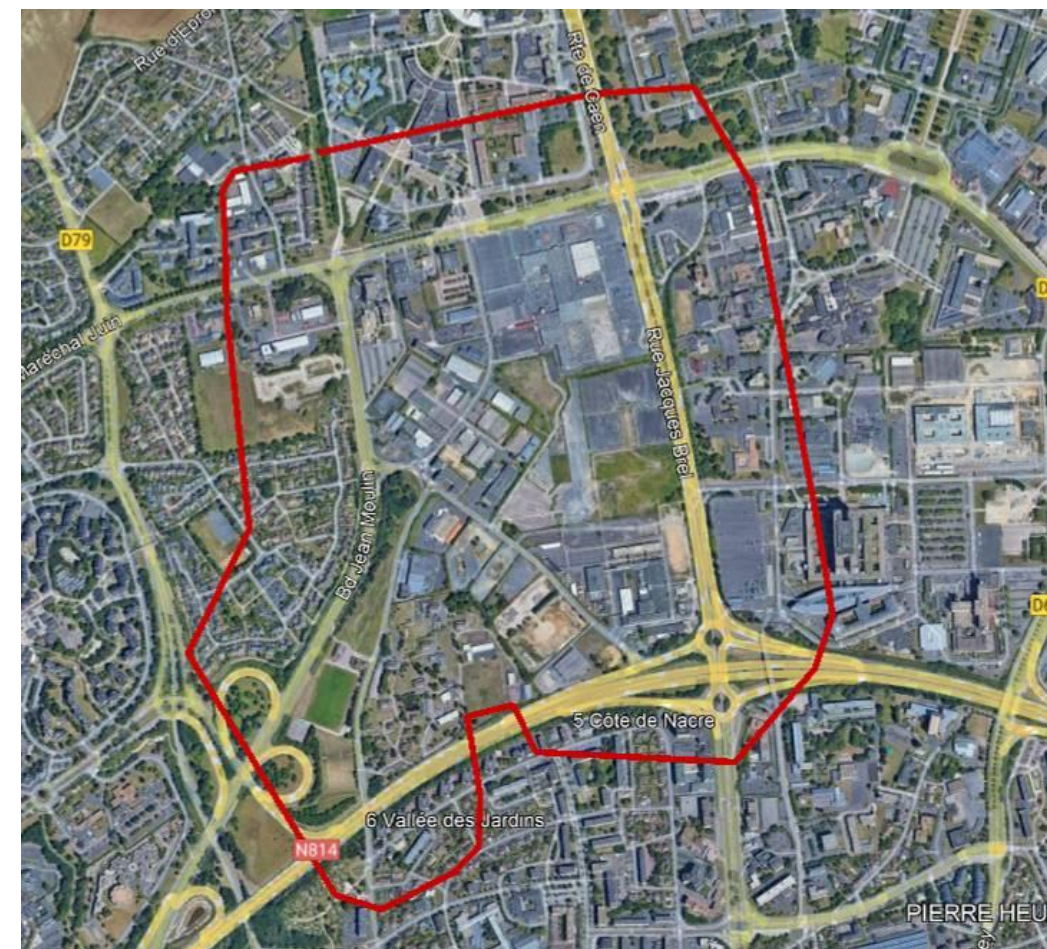


Figure 2 : Représentation de la bande d'étude sur fond de cartographie aérienne

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

#### 2.1.1. Climat

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.

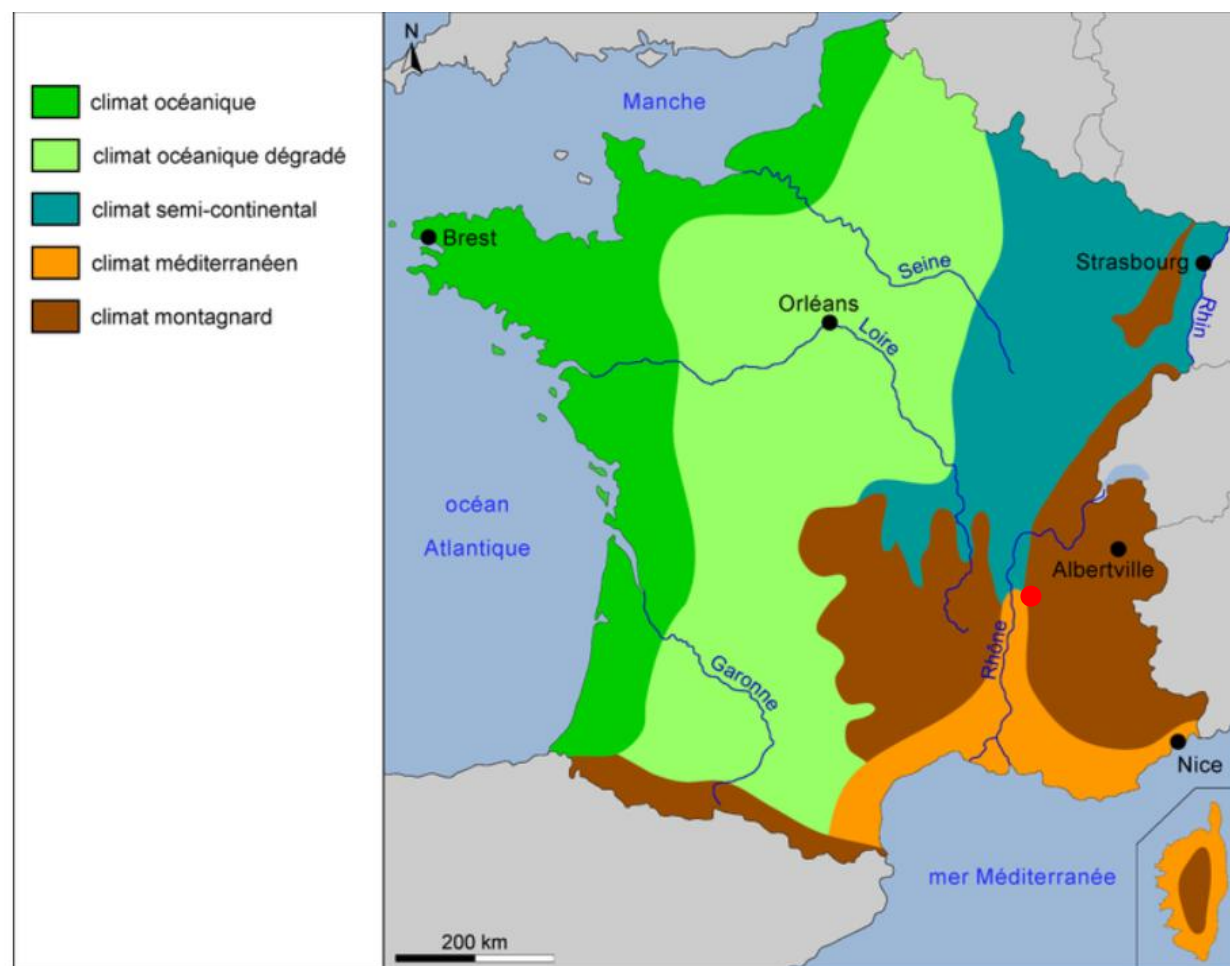


Figure 3 : Climats en France

#### 2.1.2. Température et Pluviométrie

L'évolution de la température et de la précipitation sont présentées ci-dessous.

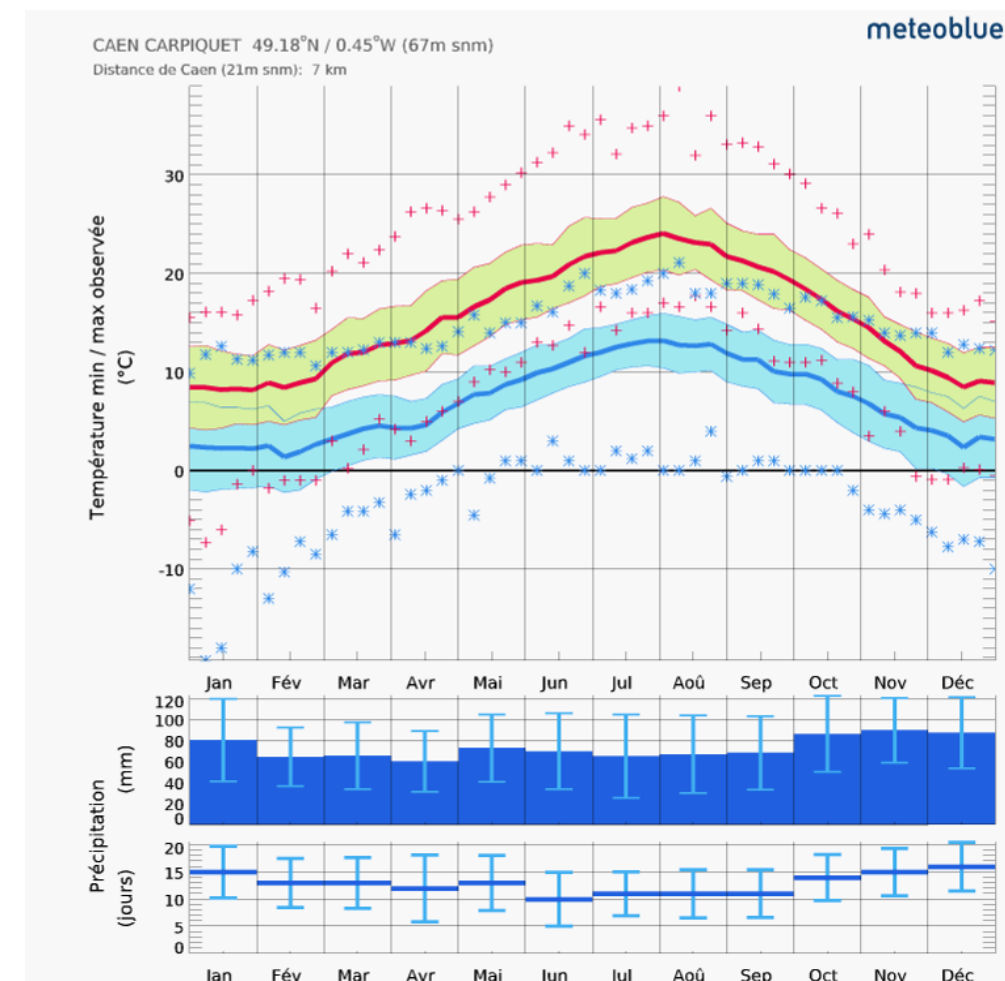


Figure 4: Observation des températures et précipitations (source Météo Blue)

La moyenne annuelle des températures est de 11,2°C. Août est le mois le plus chaud et Janvier le plus froid. L'amplitude thermique est relativement faible. Elle caractérise un climat océanique : étés frais et hivers doux.

Les précipitations sont réparties équitablement sur l'année. Cependant, les trois derniers mois de l'année et le mois de Janvier sont plus arrosés.

### 2.1.3. Direction et force des vents

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

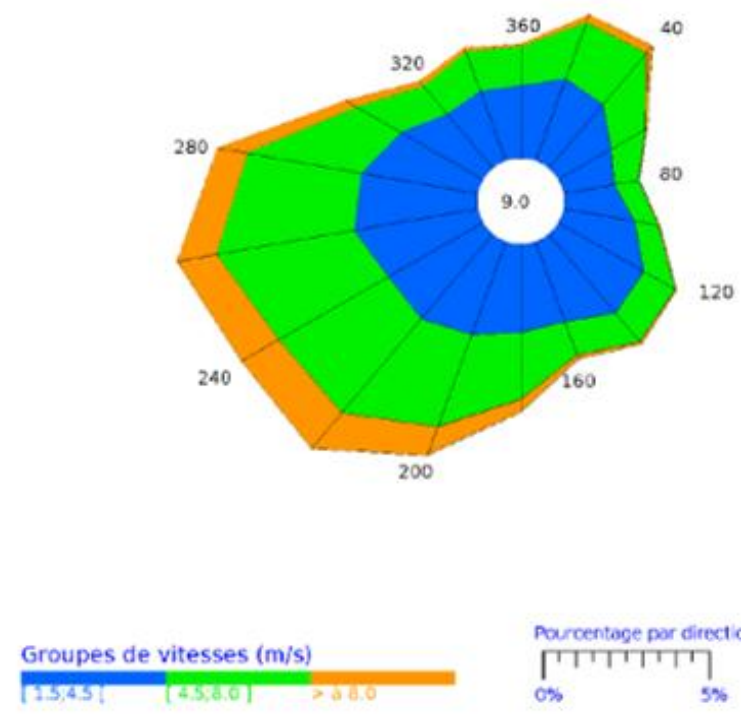


Figure 5 : Rose des vents station Caen Carpiquet (Source : Météo France)

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

Afin de prendre en considération le cadre dans lequel s'inscrit le projet, il convient d'analyser les grandes caractéristiques démographiques des communes dans lequel s'inscrit le projet d'aménagement.

### 2.2.1. Répartition de la population

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 3: Démographie (chiffres de 2021) - Source INSEE

Commune	Densité	Population
Caen	4210 hab/km <sup>2</sup>	108 200

La figure ci-dessous illustre la densité de population de la commune de Caen ainsi que les communes avoisinantes.

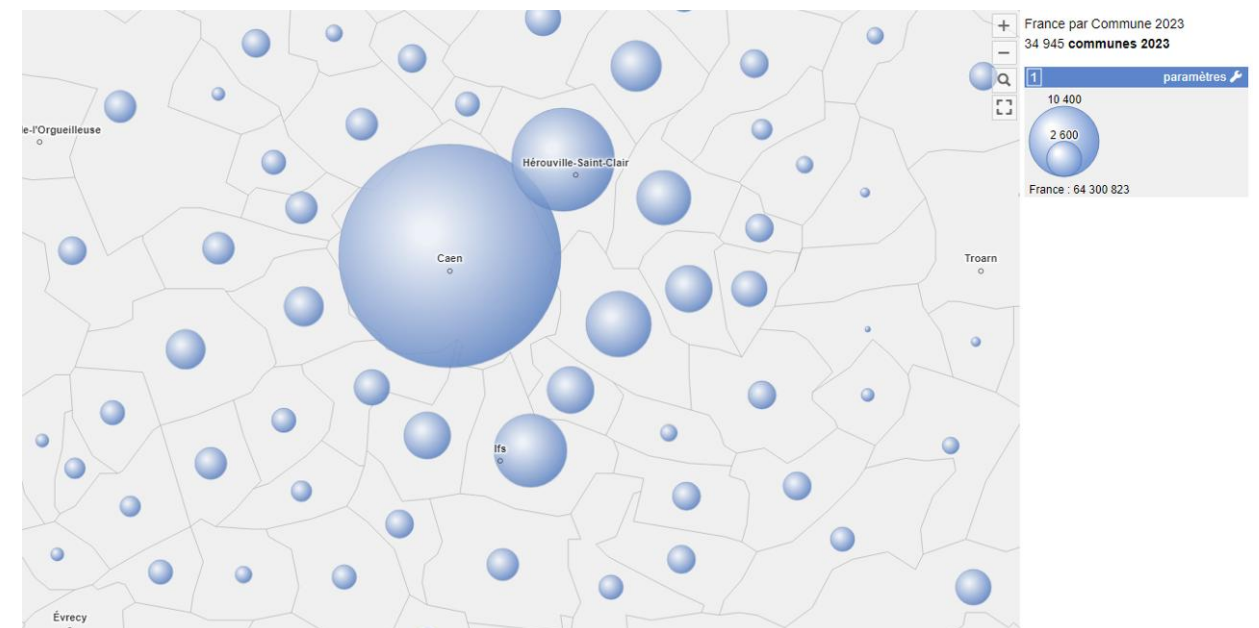


Figure 6 : Densité de population en 2023 par commune (Source INSEE)

### 2.2.2. Evolution de la population

Tableau 4 : Variation de la population de 2015 à 2021 (Source INSEE)

Indicateurs	Saint-Savin	France
Variation de population (%)	0,3	0,4
Due au solde naturel (%)	0,1	0,3
Due au solde entrées/sorties (%)	0,2	0,1

L'évolution moyenne de la population atteint 0.3% entre 2015 et 2021, pour la commune de Caen ce qui est inférieure à la moyenne nationale (+ 0,4 %).

2.3. ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Dans le cadre du projet de déviation, il convient de répertorier les sites sensibles autour du projet. En effet, dans la réalisation de l'étude d'impact du projet, il est nécessaire de prendre en compte la situation géographique de la population sensible susceptible d'être exposée à des niveaux plus élevés de concentrations de polluants dans l'air.

Sur l'ensemble du périmètre d'étude, une recherche des sites accueillant une population dite «sensible » est donc 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 5: 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.

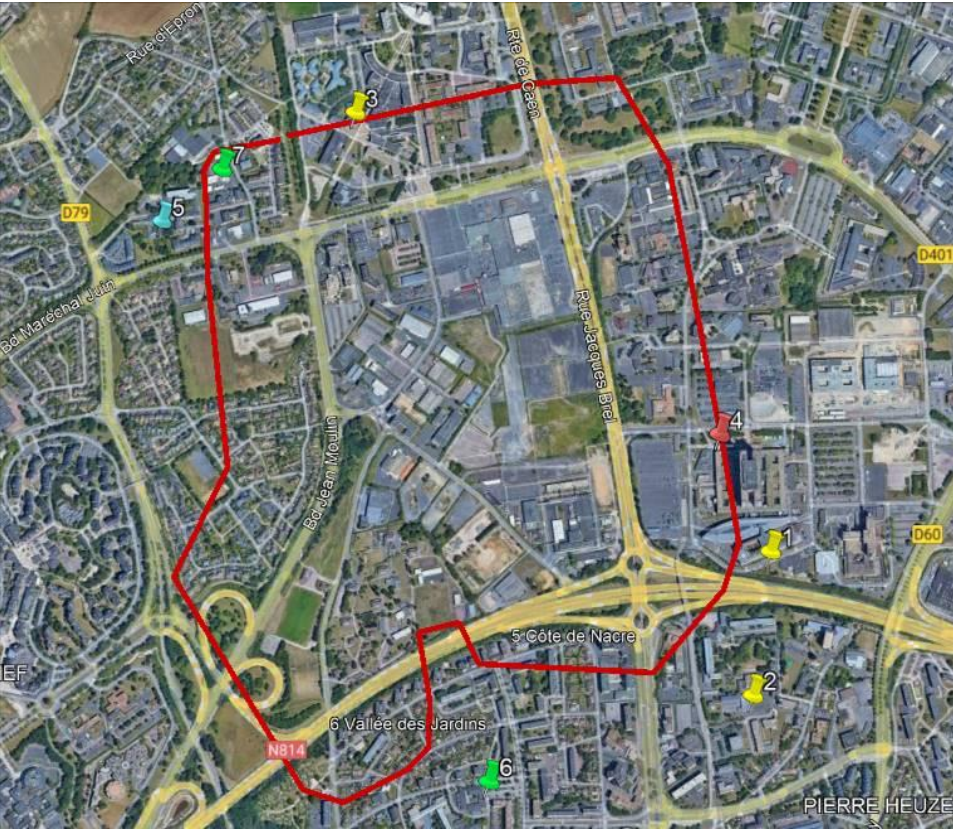


Figure 7 : Emplacement des zones sensibles

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. GRANDES ORIENTATIONS ET RECOMMANDATIONS

Une caractéristique essentielle de la loi sur l'air est le dispositif élaboré de planification qu'elle institue. Ce dispositif est composé de documents de diagnostic, d'action, d'information, qui contient aussi des procédures d'alerte et d'évaluation ainsi que les grandes orientations et recommandations.

#### 3.1. PLAN NATIONAL SANTE/ENVIRONNEMENT (PNSE4)

Le Plan National Santé Environnement (PNSE) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du Code de la santé publique, vise à développer une approche pluridisciplinaire du thème « Santé-Environnement » et doit être renouvelé tous les cinq ans. L'élaboration d'un plan national santé environnement (PNSE), sa déclinaison en régions et sa mise à jour tous les cinq ans ont été inscrits dans le Code de la santé publique (article L. 1311-6).

Le PNSE 4, actuellement en cours, témoigne de la volonté du gouvernement de réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable à la santé.

Il s'articule autour de 4 axes : la prévention générale et collective, la prévention individuelle et ciblée, la lutte contre les inégalités territoriales de santé, le renforcement de la dynamique en santé-environnement dans les territoires. Il repose sur quatre principes :

- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations « exposome », grâce à des outils simples et facilement accessibles.
- Informer, communiquer et former les professionnels et les citoyens.
- Réduire les expositions environnementales affectant notre santé. Impliquer davantage les collectivités, démultiplier les actions concrètes menées dans les territoires.

#### 3.2. SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT (SRADDET NORMANDIE)

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires Normandie (SRADDET) a été adopté le 16 décembre 2019. Il fait état de plusieurs grands enjeux auxquels est confronté la région normande :

- Atténuer le changement climatique et maîtriser la production et la consommation d'énergie
- Assurer une gestion rationnelle de l'espace
- Protéger et restaurer la biodiversité et les services écosystémiques
- Prévenir et gérer les déchets dans une logique d'économie circulaire
- Equilibrer les dynamiques démographiques contrastées à l'échelle régionale
- Continuer à développer l'attractivité touristique régionale
- Renforcer la métropolisation multipolaire normande en s'appuyant sur un maillage urbain dense et équilibré
- Accompagner le secteur agricole dans la mutation des espaces ruraux
- Préserver les espaces naturels, le réseau hydrographique et le littoral normand

- Renforcer les interfaces entre la région normande et les territoires limitrophes (région parisienne et outre-manche notamment)

Le SDRADDET prévoit de réduire les consommations d'énergie et les émissions de GES et de diminuer l'exposition aux polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de vie et la santé » notamment via :

- La réduction des émissions de GES (-73% par rapport à 2013) notamment dans le secteur des transports mais aussi des ceux de l'habitat, de l'industrie, de l'agriculture
- Le développement des énergies renouvelables
- La mise en place d'une politique de sobriété des consommations énergétiques et matérielles
- Travailler à l'évolution des systèmes agricoles et industriels
- Sensibiliser la population au changement climatique, développer la culture du risque et les outils de gestions
- Le respect des objectifs nationaux fixés dans le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)
- La réduction des déplacements motorisés, le développement des modes de déplacements doux et du report modal, créer les conditions d'une intermodalité efficace
- L'incitation au fret maritime et ferroviaire plutôt que routier
- S'appuyer sur l'innovation pour relever le défi de la dégradation de la qualité de l'air
- Inciter les particuliers et les entreprises à procéder à des travaux de rénovation

#### 3.3. PLAN NATIONAL DE REDUCTION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES (PREPA)

Ce plan, prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique fixe la stratégie de l'état pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences Européennes. C'est un outil de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Ce plan combine les différents outils de la politique publique en matière initiatives de réglementations sectorielles, mesures fiscales, initiatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances. Le PREPA est composé par :

- Un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030;
- Un arrêté établissant les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

Les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques, en application article L. 2229 du Code de l'environnement sont présentés dans le décret n° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques. Le tableau qui suit explicite ces derniers

Tableau 6: Objectifs de réductions des émissions de polluants atmosphériques

POLLUANT	À partir de 2020	À partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	- 55 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NOx)	- 50 %	- 69 %
Composés organiques volatils (COVNM)	- 43 %	- 52 %
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	- 4 %	- 13 %
Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )	- 27 %	- 57 %

Les actions prioritaires sont présentées dans l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques. Les actions relevant du domaine des transports et de la mobilité sont les suivantes :

- Convergence de la fiscalité entre l'essence et le gazole et l'alignement des régimes de déductibilité de la TVA entre l'essence et le gazole
- Encouragement de la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations, ainsi que l'utilisation des vélos
- Encouragement de l'utilisation des véhicules les moins polluants
- Accompagnement technique et financier à la mise en place des ZCR (Zones à Circulation Restreinte)
- Utilisation des certificats (CRIT'AIR) dans les ZCR et les zones visées par la circulation différenciée
- Encouragement de la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres à l'aide de bonus écologique et prime à la conversion
- Développement des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs;
- Renouvellement du parc public par des véhicules faiblement émetteurs (Article 37 de la Loi de transition énergétique);
- Renforcement des contrôles des émissions des véhicules routiers et engins mobiles non routiers.

### 3.4. PLAN REGIONAL SANTE ENVIRONNEMENT (PRSE4)

Les travaux d'élaboration du PRSE4 ont été engagés le 3 mars 2023 sur la base du bilan du Plan précédent (2017-2021). Ce travail a abouti à la signature du quatrième Plan régional santé-environnement (PRSE4) 2023-2028

Le PRSE4 Normandie intègre la démarche « Une seule santé », ainsi que les principes d'adaptation au changement climatique et la réduction des inégalités sociales, territoriales et environnementales de santé.

Dans une approche intégrée et cohérente, il s'adresse à des publics bien identifiés, qui sont ciblés par différentes actions, de manière transversale au sein du Plan. Le PRSE4 est un outil complémentaire à de nombreux autres plans d'action et stratégies, qui participent à l'amélioration de la santé et de l'environnement.

L'enjeu du PRSE4 Normandie est de soutenir l'intégration de la santé et de l'environnement dans toutes les politiques publiques qui ont un impact sur le cadre de vie.

Cela passe par :

- Encourager un urbanisme et un aménagement favorables à la santé
- Donner aux collectivités territoriales les clés pour agir sur les enjeux de santé environnement
- Améliorer les connaissances sur les enjeux de qualité de l'air extérieur et intérieur
- Informer et outiller les Normands sur les enjeux de santé-environnement

Ainsi, les objectifs fixés par le PRSE4 Normandie s'articulent autour de 4 axes :

- Axe 1 : Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celles de écosystèmes
- Axe 2 : Renforcer l'action en santé-environnement menée par les collectivités dans les territoires
- Axe 3 : Prévenir les risques liés aux zoonoses et aux espèces animales et végétales nuisibles à la santé, dans une approche « Une seule santé »
- Axe 4 : Informer et développer les capacités d'agir des publics sur leur environnement et leur santé au quotidien

### 3.5. PLAN DE DEPLACEMENT URBAIN (PDU)

Le Plan de Déplacement Urbains (PDU) permet de planifier et de coordonner tous les modes de déplacements, mais aussi d'organiser le transport des personnes et des marchandises, la circulation et le stationnement. Approuvé le 19 novembre 2013II, il est actuellement en vigueur sur le territoire de Caen la mer. Le plan d'actions du PDU est structuré en 6 axes principaux :

1. Développement urbain orienté vers une mobilité plus éco-responsable.
2. Système de transports collectifs performant et intermodal
3. Politique cohérente de stationnement et de transport
4. Usage intelligent de la voiture
5. Une voirie pour tous
6. le vélo, un mode de déplacement à part entière

## 4. QUALITÉ DE L'AIR

Dans le cadre de l'élaboration du Volet Air-Santé du projet, il est nécessaire de qualifier l'état initial par un bilan de la qualité de l'air.

L'état de la qualité de l'air dans le secteur concerné s'établit dans un premier temps à travers les données bibliographiques des réseaux de mesure d'Atmo Normandie.

Afin de compléter l'analyse au niveau du périmètre de l'aire d'étude, des campagnes de mesure in situ ont été réalisées spécifiquement le long du linéaire. Ces campagnes sont réalisées conformément à la méthodologie décrite dans le guide méthodologique de référence « *Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières* ». Ces dernières comprennent des mesures par tubes passifs en NO<sub>2</sub>.

### 4.1. REGLEMENTATION S'APPLIQUANT A LA QUALITE DE L'AIR

Les polluants recensés lors dans cette étude sont règlementés La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air se base sur la directive européenne (2008/50/CE) du 21 mai 2008 et sur la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004.

Cette Directive a été transposée en droit français par la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Les critères nationaux de qualité de l'air sont ainsi définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). L'arrêté du 19 avril 2017 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant l'arrêté du 21 octobre 2010 relatif aux modalités de surveillance de la qualité de l'air et à l'information du public.

Les différents seuils fixés par les textes réglementaires sont définis ci-dessous :

- **Objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement. Il s'agit d'une valeur de confort (valeur guide ou valeur cible) ou d'un objectif de qualité de l'air à atteindre, si possible dans une période donnée, pour assurer à l'ensemble de la population des conditions de vie en principe sans aucun risque.
- **Valeur limite** : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances. Scientifiques dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement. Cette valeur ne peut être dépassée que pendant une durée limitée sous peine d'entraîner des conséquences sur la santé considérées par la législation comme inacceptables.
- **Seuil d'information (et de recommandations)** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles et à partir duquel des informations actualisées doivent être diffusées à la population.
- **Seuil d'alerte** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de toute la population (ou un

risque de dégradation de l'environnement) et à partir duquel des mesures d'urgence et d'information du public doivent être prises. Ces valeurs sont régulièrement réévaluées pour prendre en compte les résultats d'études médicales et épidémiologiques.

- **Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous

Tableau 7: Seuil réglementaire

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> : depuis le 01/01/10 : 40 µg/m <sup>3</sup> .  <b>En moyenne horaire</b> : depuis le 01/01/10 : 200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	<b>En moyenne annuelle</b> : 40 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> : 200 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> : 400 µg/m <sup>3</sup> dépassé sur 3 heures consécutives.  200 µg/m <sup>3</sup> si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	<b>En moyenne journalière</b> : 125 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.  <b>En moyenne horaire</b> : depuis le 01/01/05 : 350 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.	<b>En moyenne annuelle</b> : 50 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> : 300 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne horaire</b> sur 3 heures consécutives : 500 µg/m <sup>3</sup> .
Plomb (Pb)	<b>En moyenne annuelle</b> : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne annuelle</b> : 0,25 µg/m <sup>3</sup> .		
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM <sub>10</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m <sup>3</sup> .  <b>En moyenne journalière</b> : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	<b>En moyenne annuelle</b> : 30 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne journalière</b> : 50 µg/m <sup>3</sup> .	<b>En moyenne journalière</b> : 80 µg/m <sup>3</sup> .
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM <sub>2,5</sub> )	<b>En moyenne annuelle</b> : 25 µg/m <sup>3</sup> depuis le 01/01/15.	<b>En moyenne annuelle</b> : 10 µg/m <sup>3</sup> .		

Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m³.			
Benzène (C6H6)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/10 : 5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 2 µg/m³.		
Ozone (O3)		Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile.  Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h	En moyenne horaire : 180 µg/m³.	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure  Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : 1er seuil : 240 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 2e seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant trois heures consécutives. 3e seuil : 360 µg/m³.

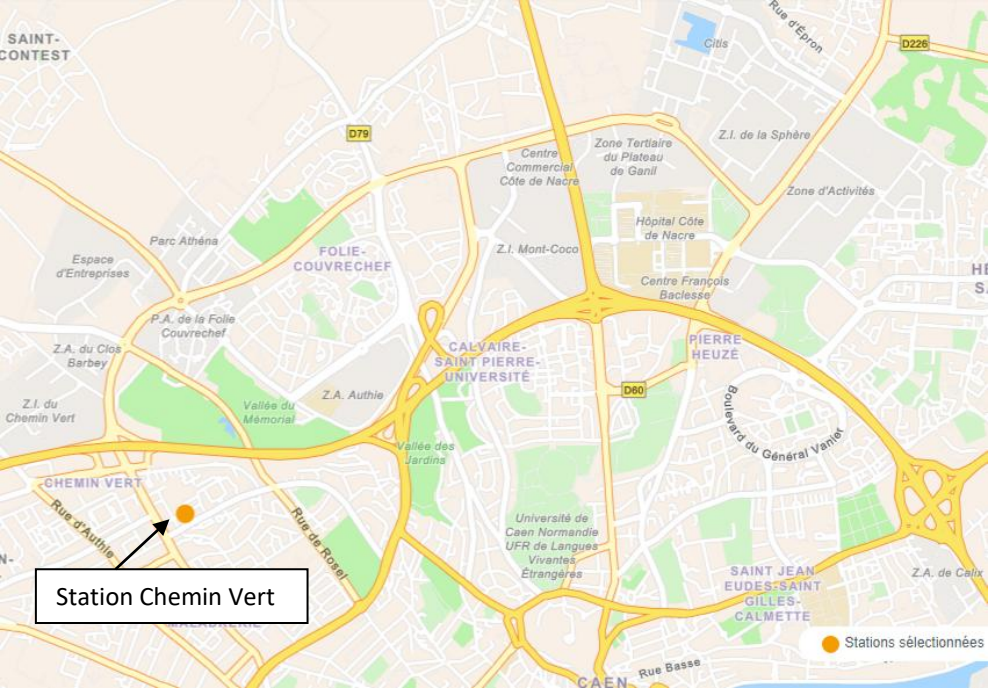


Figure 8 : Localisation de la station de mesure Caen chemin Vert

Polluants	Valeurs cibles
Arsenic	6 ng/m³
Nickel	20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérogène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)	1 ng/m³

4.2. SURVEILLANCE PERMANENTE DE LA QUALITE 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 .

Le tableau suivant synthétise les différents polluants mesurés.

Tableau 8: Station Caen chemin Vert : Concentration en moyenne annuelle (période 2019-2023)

Polluant /Année	Moyenne annuelle en (µg/m³)					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 µg/m³ sur l’ensemble de la période de mesure . Les concentrations en moyenne annuelle mesurées respectent la valeur limite de 40 µg/m3 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 µg/m3 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 µg/m3 sur les cinq dernières années.

### 4.3. QUALITE DE L'AIR DANS LE DOMAINE D'ETUDE

#### 4.3.1. 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, les Pm10, le benzène et le dioxyde d'azote polluant traceur des émissions liées au trafic routier a été retenu.

#### 4.3.2. 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 du 6 janvier au 3 février 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.

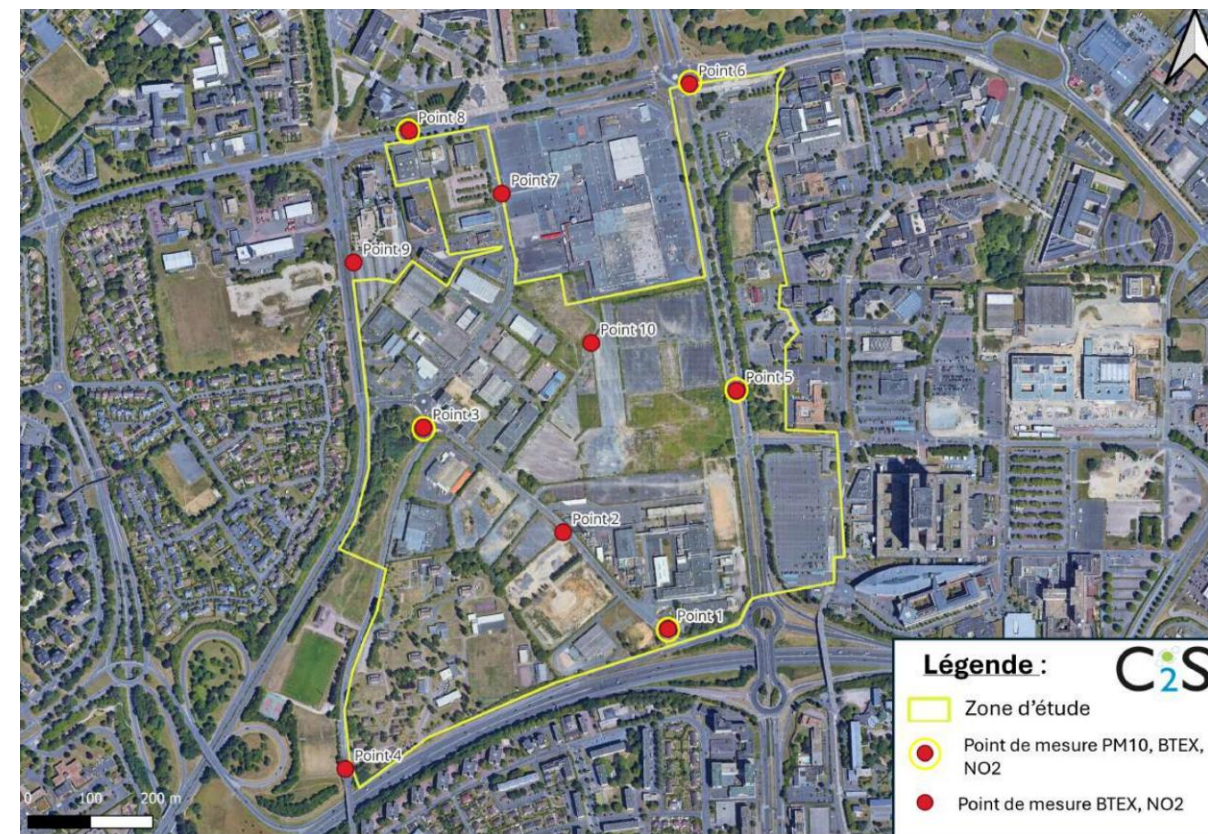


Figure 9 : Localisation des points de mesures de suivi de la qualité de l'air

Les fiches de mesures de chacun des sites sont disponibles en annexe A.

### 4.3.3. Résultats de la campagne de mesures

#### 4.3.3.1. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le tableau ci-dessous résume les concentrations en NO<sub>2</sub> relevées en chaque point de mesure.

Tableau 9 : Résultats d'analyse en NO<sub>2</sub>

Point n°	Campagne 1 Concentration en µg/m <sup>3</sup>	Campagne 2 Concentration en µg/m <sup>3</sup>	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>
1	15,4	27,03	21,2
2	9,8	16,1	13,0
3	11,9	19,5	15,7
4	14,6	21,6	18,1
5	19,6	24,6	22,1
6	19,2	23,5	21,4
7	16,1	23,5	19,8
8	14,1	20,7	17,4
9	11,8	17,7	14,8
10	7,7	16	11,9

Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations en NO<sub>2</sub>.

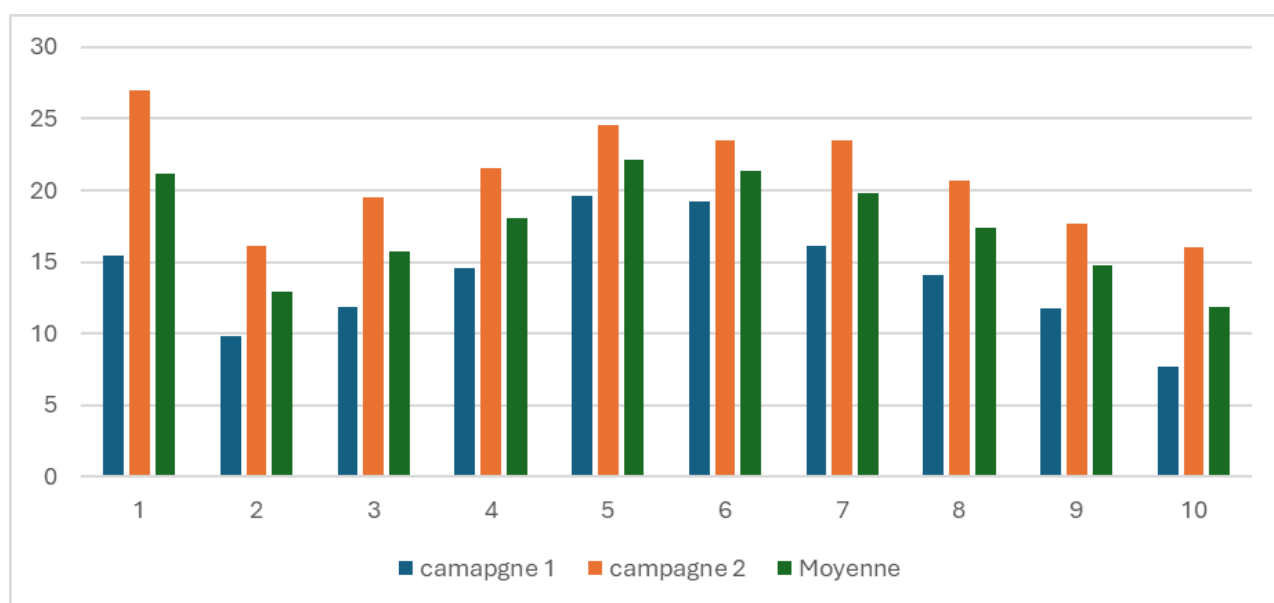


Figure 10 : Résultats de concentrations en NO<sub>2</sub> sur chaque point de mesure

L'ensemble des points enregistre des concentrations inférieures à la valeur réglementaire (40µg/m³).

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<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Le tableau ci-dessous résume les concentrations en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> relevées en chaque point de mesure.

Tableau 10 : Résultats d'analyse en Benzène

Point n°	Campagne 1 Concentration en µg/m <sup>3</sup>	Campagne 2 Concentration en µg/m <sup>3</sup>	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>
1	0,5	1	0,75
2	0,5	0,9	0,7
3	0,6	1,1	0,85
4	0,5	1	0,75
5	0,6	1	0,8
6	0,7	1,1	0,9
7	0,8	1,4	1,1
8	0,6	1,1	0,85
9	0,6	1	0,8
10	0,5	1	0,75

Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

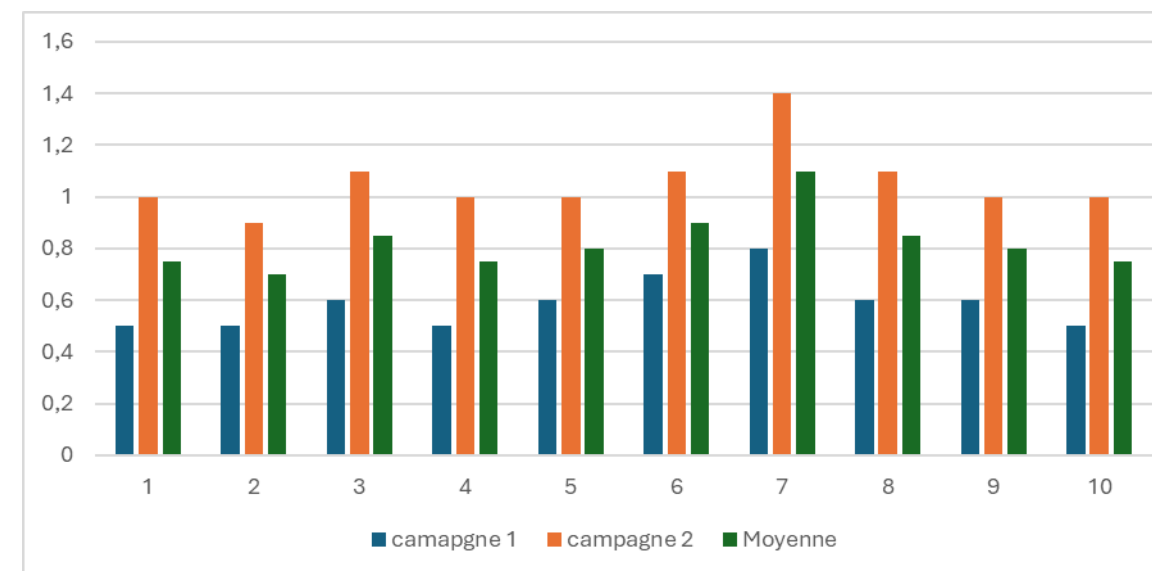


Figure 11 : Résultats de concentrations en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> sur chaque point de mesure

L'ensemble des points enregistre des concentrations inférieures à la valeur réglementaire (2 µg/m³). de manière générale les concentrations restent très proches avec une variation maximale de 0.35 µg/m³ entre la valeur moyenne la plus basse (0.75 µg/m³) et la valeur moyenne la plus haute (1.1 µg/m³)

#### 4.3.3.1. PM10

Le tableau ci-dessous résume les concentrations en PM relevées en chaque point de mesure.

Tableau 11 : Résultats d'analyse en PM10

Point n°	Campagne 1 Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Campagne 2 Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	15,3	34,6	24,9
3	14,2	23,7	18,9
5	19,8	31,1	25,5
6	14,2	25,6	19,9
8	14,7	27,3	21,0

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

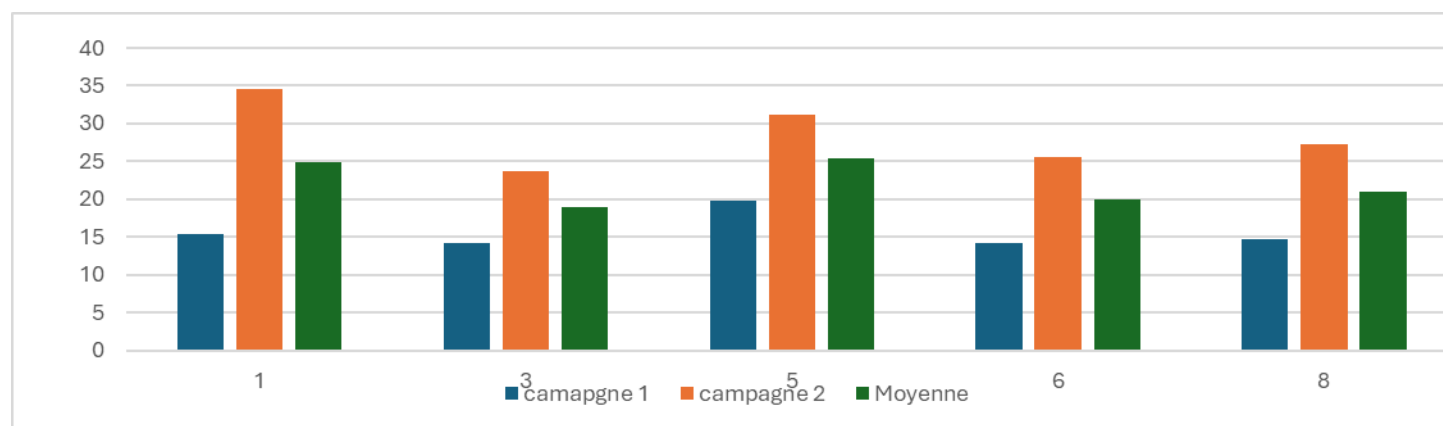


Figure 12: Résultats de concentrations en PM10 sur chaque point de mesure

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.

5. CALCUL DES ÉMISSIONS

5.1. DONNEES D’ENTREES

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 .

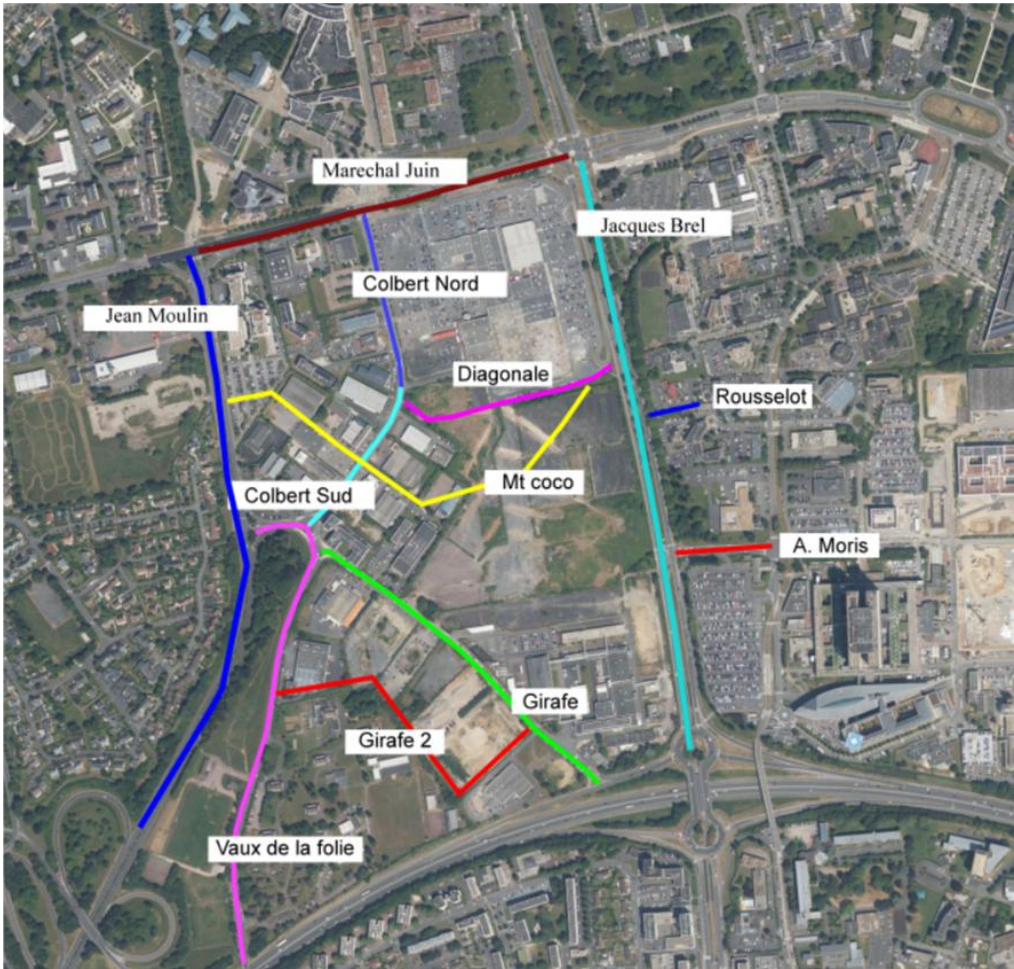


Figure 13: Visualisation des tronçons routiers

Conformément à la note méthodologique sur le Volet « air et santé » des études d’impacts routières du CEREMA du 22 février 2019, 5 scénarios sont étudiés, à savoir :

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

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

Tableau 12: 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.

5.2. 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.

5.2.1. Méthodologie

Les données de trafics exprimées en TMJA permettent d’évaluer la consommation énergétique ainsi que les émissions polluant par polluant.

5.2.2. Emission de polluants

Les émissions moyennes des polluants sur l’ensemble du réseau routier sont estimées par la formule suivante :

$$E_{tot} = \sum_{troncon=1}^6 (E_{troncon} \times L_{troncon})$$

Ce calcul comprend les données d’émissions de l’ensemble du réseau routier. Comme décrit par la formule ci-dessus les émissions intègre les longueurs de parcours de chacun des brins routiers.

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

Tableau 13: 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 14: 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

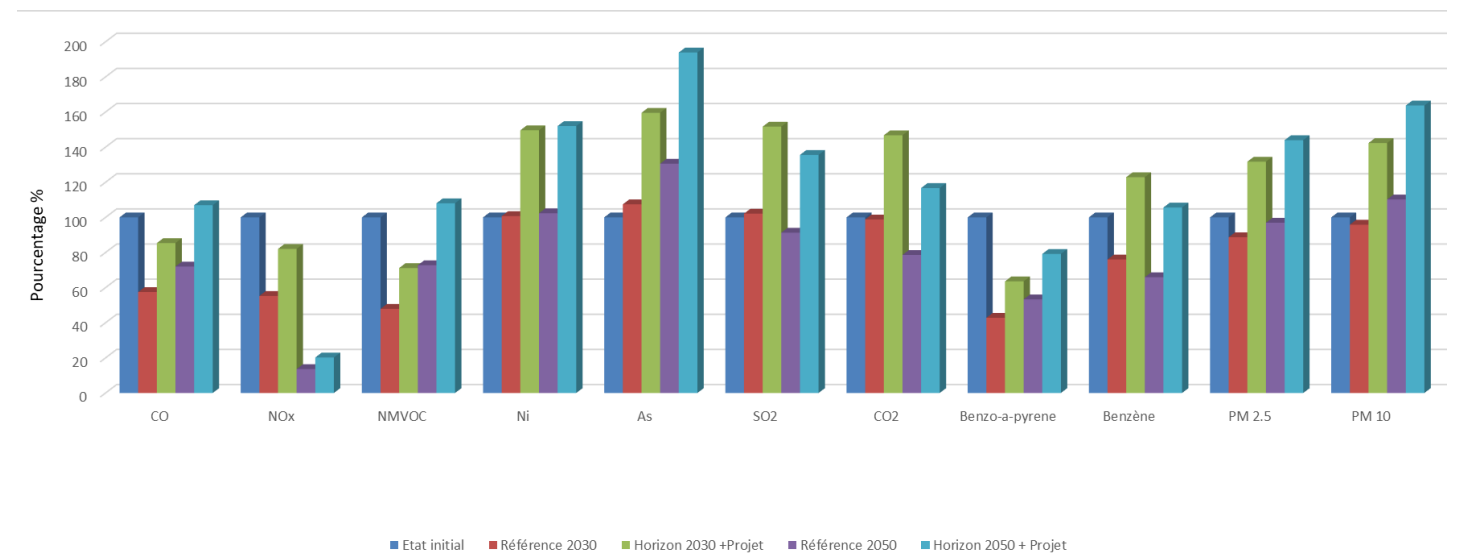


Figure 14 : Ratio des émissions par rapport à l'état initial

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.

### 5.2.3. Consommation énergétique

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 15: 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

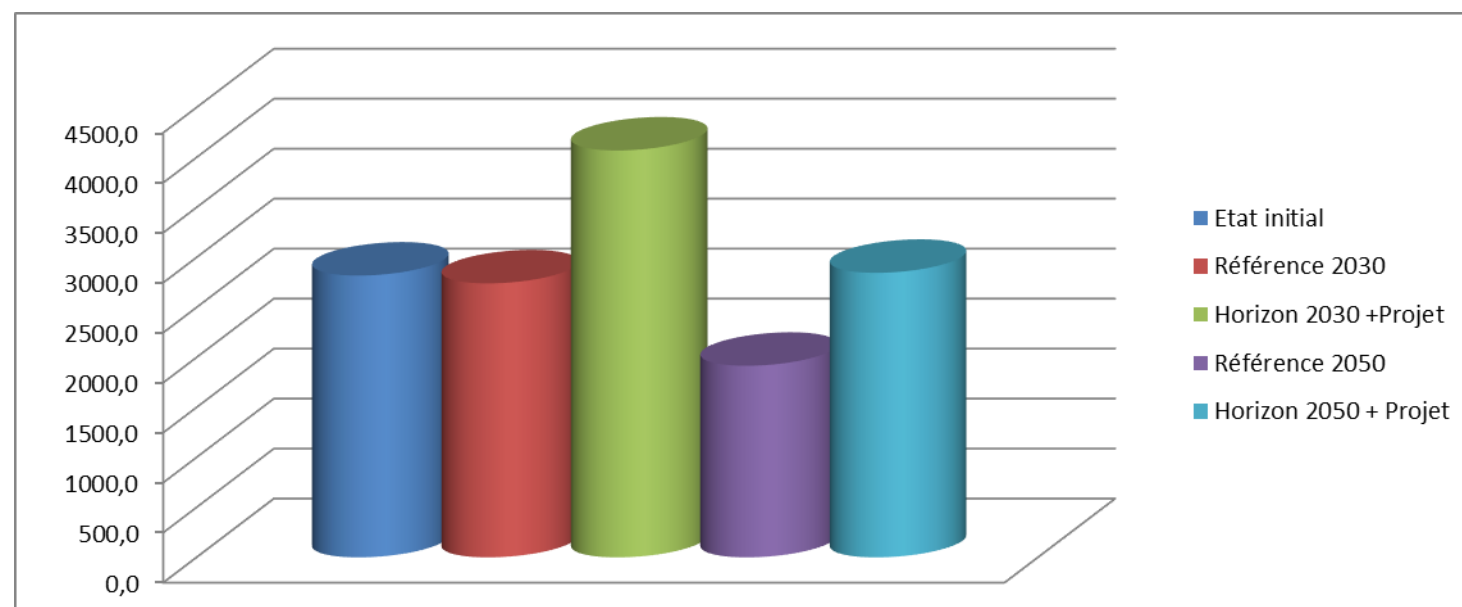


Figure 15 : Consommation énergétique en kg/j

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

## 6. MODÉLISATION PHYSIQUE

### 6.1. METHODOLOGIE

Les aménagements futurs vont entraîner une modification du trafic automobile, et ainsi une redistribution locale des polluants. La modélisation de la dispersion des polluants permet ainsi de mieux appréhender l'impact de ces aménagements à l'échelle locale.

Le logiciel utilisé, *fluidyn-PANROAD*, simule la dispersion des polluants à l'aide de la résolution tridimensionnelle des équations de la mécanique des fluides. Il résout successivement :

- la conservation de la masse,
- la conservation de la quantité de mouvement,
- la conservation de l'énergie,
- la turbulence atmosphérique.

Cette résolution s'effectue sur un maillage dit 'curviligne non-structuré'.

Par ailleurs, la rugosité du terrain, effet des modes d'occupation des sols sur le champ de vent, est aussi modélisée en fonction des zones traversées (forêt, zone urbaine, étendues d'eau, zones végétales, terrain nu...). Elle a essentiellement pour conséquence de ralentir par frottement les vitesses du vent près du sol.

Enfin, *fluidyn-PANROAD* est doté d'un modèle de turbulence atmosphérique élaboré. Il permet de modéliser le développement de la turbulence dans la couche limite et donc de quantifier les agents turbulents responsables de la diffusion des polluants.

#### 6.1.1. Description du modèle numérique de terrain

L'aire géographique d'étude, sur laquelle est évalué l'impact du projet sur l'environnement, est délimitée par la bande réglementaire de 400 m centrée sur l'axe de l'infrastructure routière. Le domaine de modélisation doit toutefois être plus large et va au-delà de la bande réglementaire de 400 m et ceci afin de prendre en compte les effets topographiques des alentours. Les dimensions du domaine de calcul sont ainsi de 1.8 km sur 1.9 km. L'ensemble du domaine considéré dans les simulations est illustré à la figure suivante.



Figure 16: Illustration du domaine d'étude (état sans projet)

### 6.2. RESULTATS

Les résultats sont présentés sous forme de cartographies de concentrations (annexes B à F) et sous forme tabulaire. Les concentrations maximales des produits notées dans les tableaux suivants correspondent au cumul des concentrations issues de la dispersion des émissions provenant de l'ensemble des routes en prenant en compte la pollution de fond issue de l'analyse et la comparaison des résultats de la campagne de mesure. Ces concentrations sont relevées à 1,5 m du sol, là où l'impact est le plus important pour l'Homme.

L'échelle des couleurs des cartographies va du bleu au rouge et a été établie de la façon suivante :

- Le rouge correspond au maximum de l'échelle,
- Le bleu correspond au minimum de l'échelle,

Le maximum de l'échelle est le maximum atteint.

Pour rappel, cinq situations sont retenues pour les modélisations :

- 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 20450)

**6.2.1. Etat initial**

La table suivante présente les concentrations maximales obtenues pour l'état initial (horizon 2023) et cela pour chaque polluant.

Tableau 16: Concentration maximales en polluants en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'état initial -horizon 2023

	CO	COVNM	NO2	PM 2.5	PM 10	Ni	C6H6	SO2	As	Benzo(a)pyrène
<b>Valeurs maximales</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	32,1	3,7	33,4	7.01	17.2	$2,95 \cdot 10^{-04}$	0.7	0,187	$1,30 \cdot 10^{-05}$	$1,69 \cdot 10^{-04}$
<b>Seuil Objectif qualité</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	40	10	30	-	2	50	-	-
<b>Seuil Valeur limite</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	40	25	40	-	5		-	-
<b>Valeur cible</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	-	0.02	-		$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Les images représentant les panaches pour l'état initial se trouvent en annexe B où l'échelle des couleurs s'étale entre le bleu (0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et le rouge (valeur maximum). Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau la rue Jacques Brel. A ce niveau, les trafics sont les plus élevés. Pour ce scénario, tous les polluants enregistrent des concentrations qui sont en dessous des valeurs limites.

**6.2.2. Etats de référence**

La table suivante présente les concentrations maximales obtenues pour les deux états de référence (horizons 2030 et 2050) et cela pour chaque polluant.

Tableau 17: Concentration maximales en polluants en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les états de référence- horizons 2030 et 2050

	CO	COVNM	NO2	PM 2.5	PM 10	Ni	C6H6	SO2	As	Benzo(a)pyrène
<b>Valeurs maximales</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Horizon 2030	18,5	1,8	19,8	6.78	14.1	$2,75 \cdot 10^{-04}$	0.66	0,18	$3,01 \cdot 10^{-06}$	$7,10 \cdot 10^{-05}$
<b>Valeurs maximales</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Horizon 2050	23,2	2,7	7,1	6.9	14.5	$2,79 \cdot 10^{-04}$	0.64	0,2	$3,65 \cdot 10^{-06}$	$8,84 \cdot 10^{-05}$
<b>Seuil Objectif qualité</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		-	40	10	30	-	2	50	-	-
<b>Seuil Valeur limite</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	40	25	40	-	5		-	-
<b>Valeur cible</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	-	0.02	-		$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Les images représentant les panaches pour l'état initial se trouvent en annexes C et D où l'échelle des couleurs s'étale entre le bleu (0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et le rouge (valeur maximum). Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau la rue Jacques Brel. A ce niveau, les trafics sont les plus élevés. Pour ce scénario, tous les polluants enregistrent des concentrations qui sont en dessous des valeurs limites.

### 6.2.3. Etats futurs avec projet

La table suivante présente les concentrations maximales obtenues pour les deux horizons futurs avec projet (horizon 2030 et 2050) et cela pour chaque polluant.

Tableau 18: Concentration maximales en polluants en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'état futur avec projet - horizons 2030 et 2050

	CO	COVNM	NO2	PM 2.5	PM 10	Ni	C6H6	SO2	As	Benzo(a)pyrène
<b>Valeurs maximales</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Horizon 2030	27,5	2,6	27,9	7.6	18.5	$4,1 \cdot 10^{-04}$	0.8	0,3	$4,5 \cdot 10^{-06}$	$1,1 \cdot 10^{-04}$
<b>Valeurs maximales</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Horizon 2050	34,4	4,0	9,1	7.9	19.2	$4,2 \cdot 10^{-04}$	0.7	0,2	$5,4 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-04}$
<b>Seuil Objectif qualité</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	40	10	30	-	2	50	-	-
<b>Seuil Valeur limite</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	40	25	40	-	5	-	-	-
<b>Valeur cible</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	-	0.02	-	-	$6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$

Les images représentant les panaches pour l'état initial se trouvent en annexe E et F où l'échelle des couleurs s'étale entre le bleu ( $0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et le rouge (valeur maximum). Les concentrations les plus élevées sont obtenues au niveau la rue Jacques Brel et la section sud de la rue Colbert . A ce niveau, les trafics sont les plus élevés. Pour ce scénario, tous les polluants enregistrent des concentrations qui sont en dessous des valeurs limites.

### 6.2.4. Comparaison des horizons

#### 6.2.4.1. Concentrations maximales

Le tableau suivant récapitule les concentrations maximales obtenues pour les scénarios avec et sans projet.

Tableau 19: Comparaison des concentrations maximales en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	CO	COVNM	NO2	PM 2.5	PM 10	Ni	C6H6	SO2	As	Benzo(a)pyrène
<b>Etat de référence 2030</b>	18,5	1,8	19,8	6.78	14.1	$2,75 \cdot 10^{-04}$	0.66	0,18	$3,01 \cdot 10^{-06}$	$7,10 \cdot 10^{-05}$
<b>Etat futur avec projet 2030</b>	27,5	2,6	27,9	7.6	18.5	$4,1 \cdot 10^{-04}$	0.8	0,3	$4,5 \cdot 10^{-06}$	$1,1 \cdot 10^{-04}$
<b>Etat de référence 2050</b>	23,2	2,7	7,1	6.9	14.5	$2,79 \cdot 10^{-04}$	0.64	0,2	$3,65 \cdot 10^{-06}$	$8,84 \cdot 10^{-05}$
<b>Etat futur avec projet 2050</b>	34,4	4,0	9,1	7.9	14.2	$4,2 \cdot 10^{-04}$	0.7	0,2	$5,4 \cdot 10^{-06}$	$1,3 \cdot 10^{-04}$

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.

## 7. EFFETS SUR LA SANTÉ

### 7.1. LES EFFETS DES POLLUANTS ISSUS DU TRAFIC ROUTIER

#### 7.1.1.1. Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) - monoxyde et dioxyde d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) :

Le dioxyde d'azote pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut entraîner, dès 200 µg/m<sup>3</sup>, une altération de la fonction respiratoire et une hyper-réactivité bronchique chez les personnes asthmatiques et augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez l'enfant. Les concentrations obtenues lors des simulations sont inférieures à cette valeur.

#### 7.1.1.2. Les poussières en suspension :

Les particules de taille inférieure à 10 µm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons, et les particules de taille inférieure à 2,5 µm (particules alvéolaires PM2,5) peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires, et ainsi avoir des conséquences sur la santé humaine. En effet, elles peuvent transporter des composés toxiques (sulfates, métaux lourds, hydrocarbures...) et ainsi irriter les voies respiratoires ou altérer la fonction respiratoire, même à des concentrations relativement basses. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

#### 7.1.1.3. Le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) :

Les effets à court terme du benzène sont principalement une atteinte du système sanguin ainsi qu'une diminution de la réponse immunitaire. Le benzène, classé comme composé « cancérogène certain » par le Centre International de Recherche contre le Cancer (C.I.R.C.), induit principalement des leucémies et des lymphomes, et a aussi des effets génotoxiques (effets pouvant provoquer le développement de cancers et de mutations génétiques héréditaires).

Certaines populations sont plus sensibles que d'autres, comme les enfants, chez qui la production de cellules sanguines est augmentée lors de la croissance, les femmes enceintes, dont le volume respiratoire au repos est supérieur à celui de la femme non enceinte, les obèses car le benzène est lipophile, et enfin les fumeurs qui sont exposés à de fortes concentrations.

#### 7.1.1.4. Le monoxyde de carbone (CO) :

Sa toxicité provient de sa forte affinité pour les protéines vecteurs d'oxygène, le CO se fixant à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang. Ceci conduit à un manque d'oxygénation des organes tels que le cerveau ou le cœur. Une forte concentration peut ainsi conduire à l'asphyxie, au coma ou à la mort. A faible concentration (situation rencontrée en milieu urbain), le CO peut entraîner un manque d'oxygénation chez les sujets prédisposés (souffrant d'angine de poitrine par exemple) et/ou des troubles comportementaux (altération de la vigilance...), mais aussi chez les sujets sains. Ce phénomène est de plus accentué par l'exercice physique.

#### 7.1.1.5. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) :

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant. Le mélange acido-particulaire (SO<sub>2</sub>, particules, sulfates, autres composés acides...) peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospastiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (gêne respiratoire, toux, sifflements), et altérer la fonction respiratoire chez l'enfant.

#### 7.1.1.6. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) :

En conséquence de l'effet de serre additionnel, la température des basses couches de l'atmosphère et de la Terre augmente progressivement. On estime qu'un doublement de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, présumé survenir au cours du prochain demi-siècle, provoquerait une augmentation de la température moyenne terrestre d'environ 2°C.

#### 7.1.1.7. L'ozone (O<sub>3</sub>) :

L'ozone est un gaz agressif qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. En cas d'exposition prolongée, il provoque, dès 150 à 200 µg/m<sup>3</sup>, de la toux et une altération pulmonaire, surtout chez les enfants et les asthmatiques. Les effets sont majorés par l'exercice physique et variable selon les individus. Il provoque, de plus, des irritations oculaires.

#### 7.1.1.8. Le benzo(a)pyrène,

Le benzo(a)pyrène (B[a]P) appartient à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il a été retenu comme l'indicateur de cette famille de polluant compte tenu de sa prépondérance et de sa forte toxicité. Les HAP proviennent des processus de pyrolyse et en particulier de la combustion incomplète de matières organiques. Les principaux HAP sont des composés cancérogènes et le B(a)P est l'un des plus redoutables. Outre leurs propriétés cancérogènes, les HAP présentent un caractère mutagène. Ils peuvent aussi entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire augmentant ainsi les risques d'infection. Le B[a]P est absorbé par voie orale, pulmonaire ou cutanée. Après absorption, il est rapidement et largement distribué. Il apparaît dans les canaux lymphatiques thoraciques 3 à 4 heures après administration intragastrique.

L'absorption à travers l'épithélium pulmonaire est rapide. Immédiatement après inhalation d'un aérosol des quantités significatives de molécules radiomarquées sont retrouvées dans le tractus respiratoire supérieur, les ganglions lymphatiques thoraciques, les reins et le foie.

#### 7.1.1.9. Les métaux lourds :

Les concentrations en métaux lourds rencontrées dans les sols ne sont pas suffisantes pour être phytotoxiques. Mais les métaux lourds s'y accumulent en formant un dépôt inerte à leur surface. Le simple lavage permet de diminuer la charge en éléments toxiques des denrées. Cependant, l'absorption racinaire est une voie de passage efficace dans la plante, notamment pour le cadmium. Mais le sol et les racines constituent généralement un bon filtre contre l'absorption des métaux lourds. De plus, en cas d'absorption, ils sont faiblement transférés vers les parties aériennes (c'est le cas du plomb notamment). Les métaux lourds s'accumulent donc surtout au niveau des racines, et très peu dans les graines et les organes de réserve. Les plantes dont on consomme les racines ne sont pas pour autant les plus exposées : certains légumes à feuilles ou les champignons sont de meilleurs accumulateurs. Le cadmium se concentre plus dans les feuilles (tabac, épinard, laitue, herbe de pâture) que dans la partie consommable des fruits (gousse de haricot), et davantage dans les viscères et les abats que dans les muscles.

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.

## 7.2. 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 les différentes variantes, 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.

Conformément au Guide des études environnement « air », la formule de calcul de l'IPP correspond à la somme des produits entre les concentrations en benzène obtenues dans chaque maille de calcul et les densités de population correspondantes. Conformément à la circulaire du 22 février 2019, l'indicateur IPP utilise comme traceur, le NO<sub>2</sub>. Ce dernier est calculé sur l'ensemble du domaine d'étude.

Tableau 20: 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

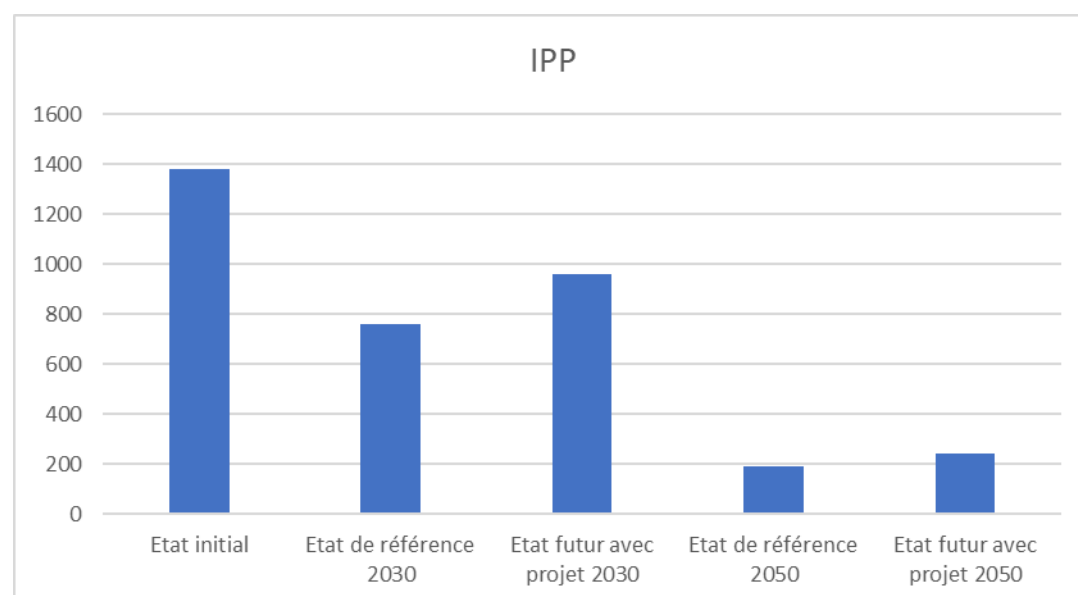


Figure 17: Représentation des IPP

On note une baisse des IPP entre les situations futures et l'état initial d'en moyenne de 39 %.

## 8. ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS, DES POLLUTIONS ET NUISANCES,

### 8.1. RAPPEL REGLEMENTAIRE ET HYPOTHESES

La loi sur l’Air et l’utilisation rationnelle de l’énergie du 30 décembre 1996, introduit par l’article 19 l’analyse des coûts collectifs des pollutions et des nuisances, et des avantages induits pour la collectivité qui est rendue nécessaire pour tout projet d’infrastructures de transport requérant une étude d’impact. Afin de prendre en compte les conséquences d’un projet routier pour l’ensemble des parties concernées (riverains, usagers, contribuables, collectivités), ainsi que ses incidences sur les autres modes de transport, il est nécessaire de recourir à la mesure des effets et à leur monétarisation.

La circulaire du 17 février 1998 relative à l’application de l’article 19 de la loi sur l’air et l’utilisation rationnelle de l’énergie, complète le contenu des études d’impact des projets d’aménagement (Ministère de l’Equipement, des Transports et du Logement) précise la nature, l’ampleur de l’analyse et la monétarisation des coûts.

Les valeurs utilisées pour les calculs des monétarisations sont issues de **L’instruction cadre du 16 juin 2014** relative à l’évaluation des projets de transport et sa note **technique du 27 juin 2014** ainsi que u rapport Quinet de mai 2014 du CEREMA « Evaluation des projets de transports ».

Les scénarios étudiés sont :

- 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)

### 8.2. 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.

Les coûts unitaires sont fonction de la densité de population.

Tableau 21: Catégorie des densités de population des zones traversées par l’infrastructure

Catégorie	Rural	Semi-urbain	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Densité (hab/km²)	<37	37-450	450-1500	1500-4500	>4500

Dans le cadre de cette étude, la densité de population de Saint-Savin est de 4210 hab/km². La catégorie à prendre en compte pour le calcul des coûts est «urbain-dense».

On applique aux valeurs de 2010 un taux de croissance annuel de - 6% sur la période 2010-2020 prenant en compte les évolutions des émissions du parc roulant (lié au développement des véhicules Euro/Euro 5 et 6), puis stable ensuite.

Les valeurs pour le transport routier non collectif sont notées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Coûts pour le transport non collectif en euro/100 véh.km

Véhicules	Horizon 2020
VL	2.3
PL	19.9

Le coût de la pollution atmosphérique s’estime de la manière suivante :

$$\text{Coût de la pollution de l'air} = \text{trafic annuel (VL)} \times \text{distance} \times \text{valeur moyenne} + \text{trafic annuel (PL)} \times \text{distance} \times \text{valeur moyenne}$$

Afin d’effectuer ce calcul, l’estimation est effectuée sur le trafic transitant actuellement sur les différentes voiries présentées dans le chapitre V.

Tableau 23 : 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.

### 8.3. 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 couts.

Selon le rapport Quinet de mai 2014 du CEREMA, la monétarisation des incidences du programme sur l'effet de serre est réalisée à partir du prix de la tonne de carbone évalué à 32€/tonne de CO<sub>2</sub> en €2010 et 100 €2010 la tonne de CO<sub>2</sub> en 2030. Le taux d'actualisation est pris à 3% par an au-delà de 2030.

Ainsi le cout de la tonne de CO<sub>2</sub> selon les horizons est de :

- 67.1 €/tonne de CO<sub>2</sub> en 2023
- 100 €/tonne de CO<sub>2</sub> en 2030
- 180.6 €/tonne de CO<sub>2</sub> en 2050

Le tableau suivant illustre les coûts selon les horizons.

Tableau 24: 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 CO<sub>2</sub>.

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.

### 8.4. 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 valeurs tutélaires des émissions atmosphériques, précisées dans la fiche outil « Valeurs recommandées pour le calcul socio-économique », sont données dans le tableau qui suit.

Tableau 25: Valeurs tutélaires des effets amont-aval en €2010 pour 100 véh.km

Transport routier	VL	0.90
	PL	2.96

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

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

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

Tableau 26: 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.

## 9. 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 dégagent 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)...

## 10. 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.

## 11. 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 distincte a été réalisée. Les paramètres suivis au cours de cette campagne sont le NO<sub>2</sub>, 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 coûts 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.


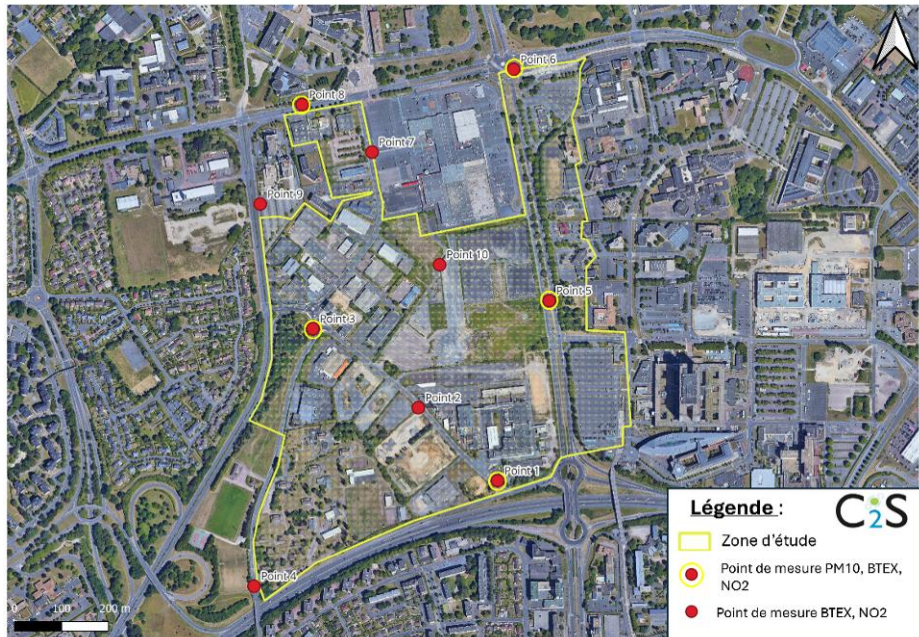
Les concentrations restent dessous des valeurs limites réglementaires pour l'ensemble des scénarios.


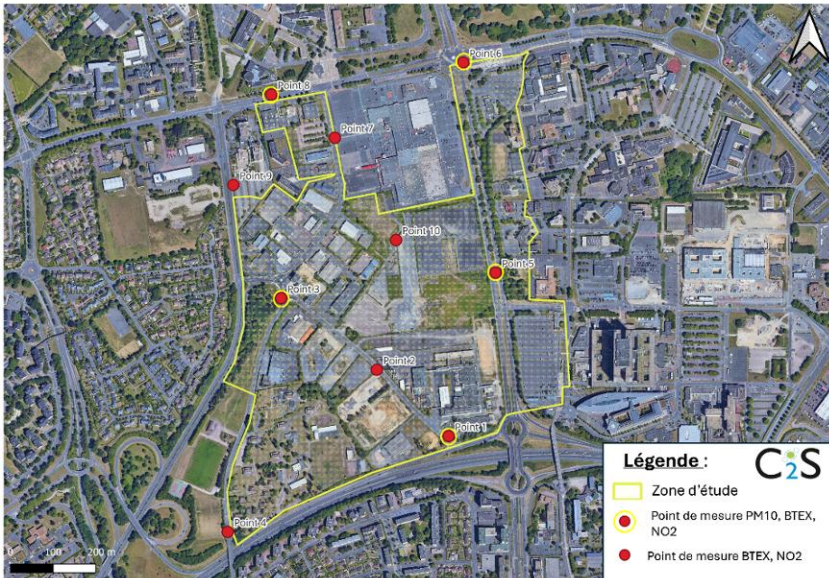
Pour les états futurs, le scénario avec projet engendre systématiquement des concentrations supérieures aux scénarios sans projet.


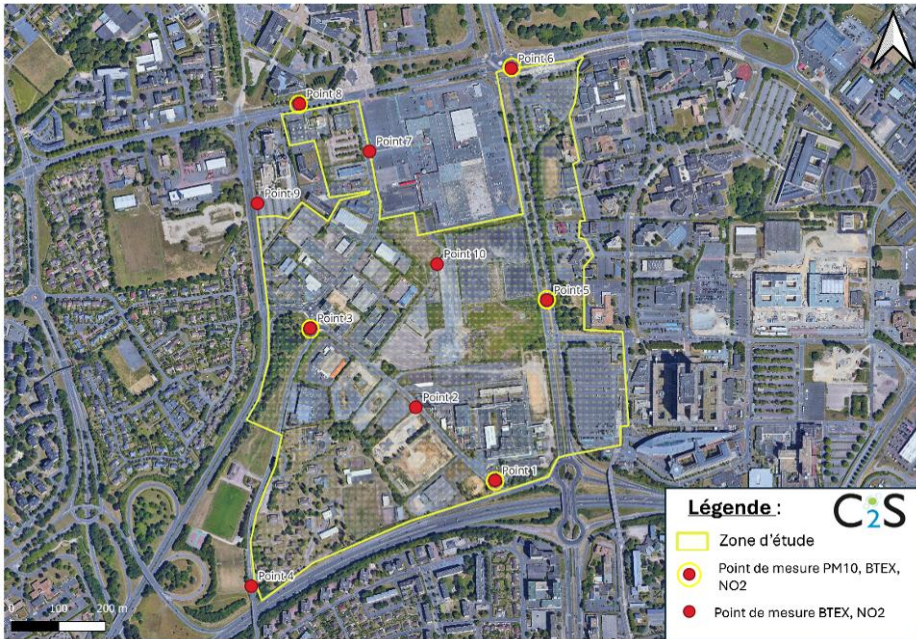
Concernant l'étude de l'indice polluant population, la variation entre les états futurs aménagés et non aménagés est jugée significative.


ANNEXE A : FICHE DE PRELEVEMENT CAMPAGNE DE MESURE INSITU

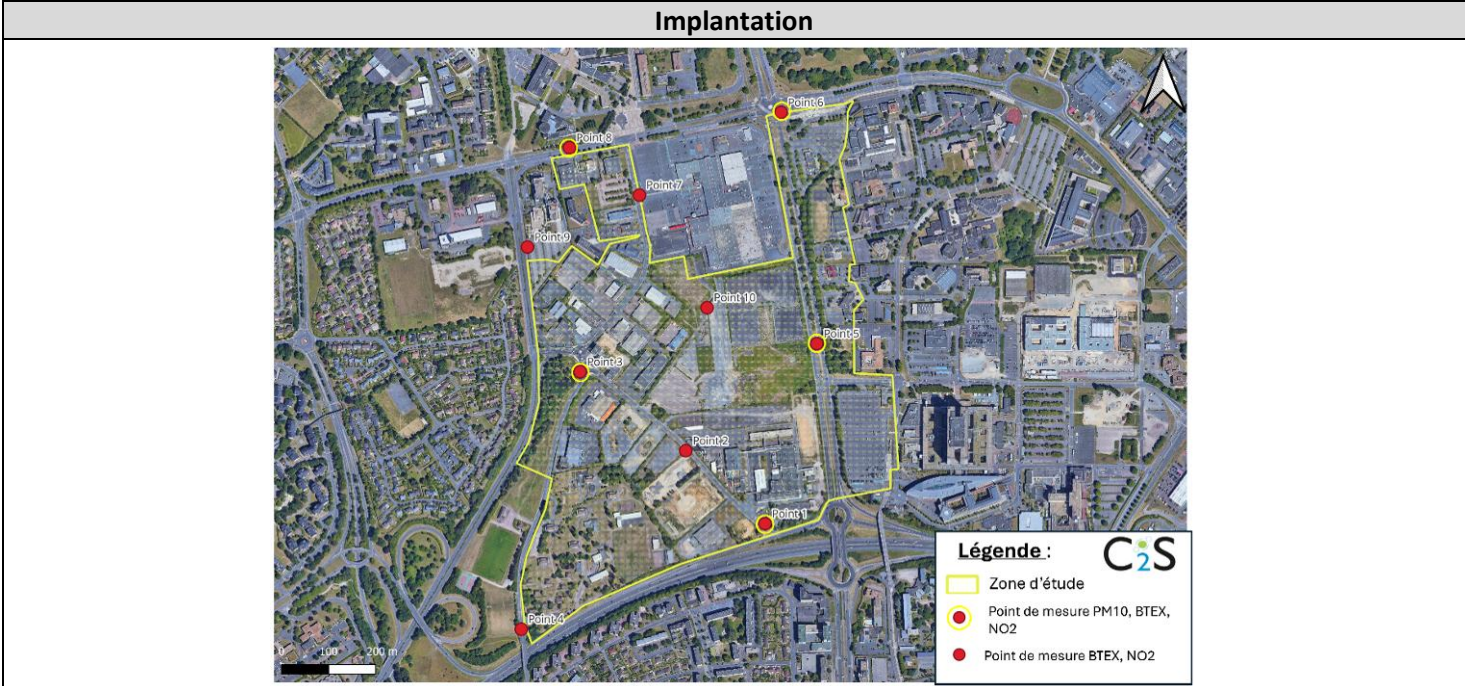
Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	1	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2030596	
	Longitude	-0.3638030	
Implantation			
			
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	11 :50	Heure (campagne 1)	11 :11
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	11 :30	Heure (campagne 2)	14 :30
Support	Panneau	Support	Panneau
ID Tube NO2	FCS- 13 Doublon = FCS-1 Blanc = FCS-7	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS -13. Doublon = FCS-15 Blanc = FCS-24	Remarque BTEX	-
ID PM10	FCS-10	Remarque PM10	-

Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	2	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2044530	
	Longitude	- 0.3653990	
			
Implantation			
			
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	11 :38	Heure (campagne 1)	11 :22
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	11 :39	Heure (campagne 2)	14 :42
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 8	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS- 20	Remarque BTEX	-
ID PM10	-	Remarque PM10	-


Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	3	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2058680	
	Longitude	-0.3685680	
Implantation			
			
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	11 :25	Heure (campagne 1)	11 :40
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	12 :11	Heure (campagne 2)	14 :56
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 3	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-23	Remarque BTEX	-
ID PM10	FCS-7	Remarque PM10	-

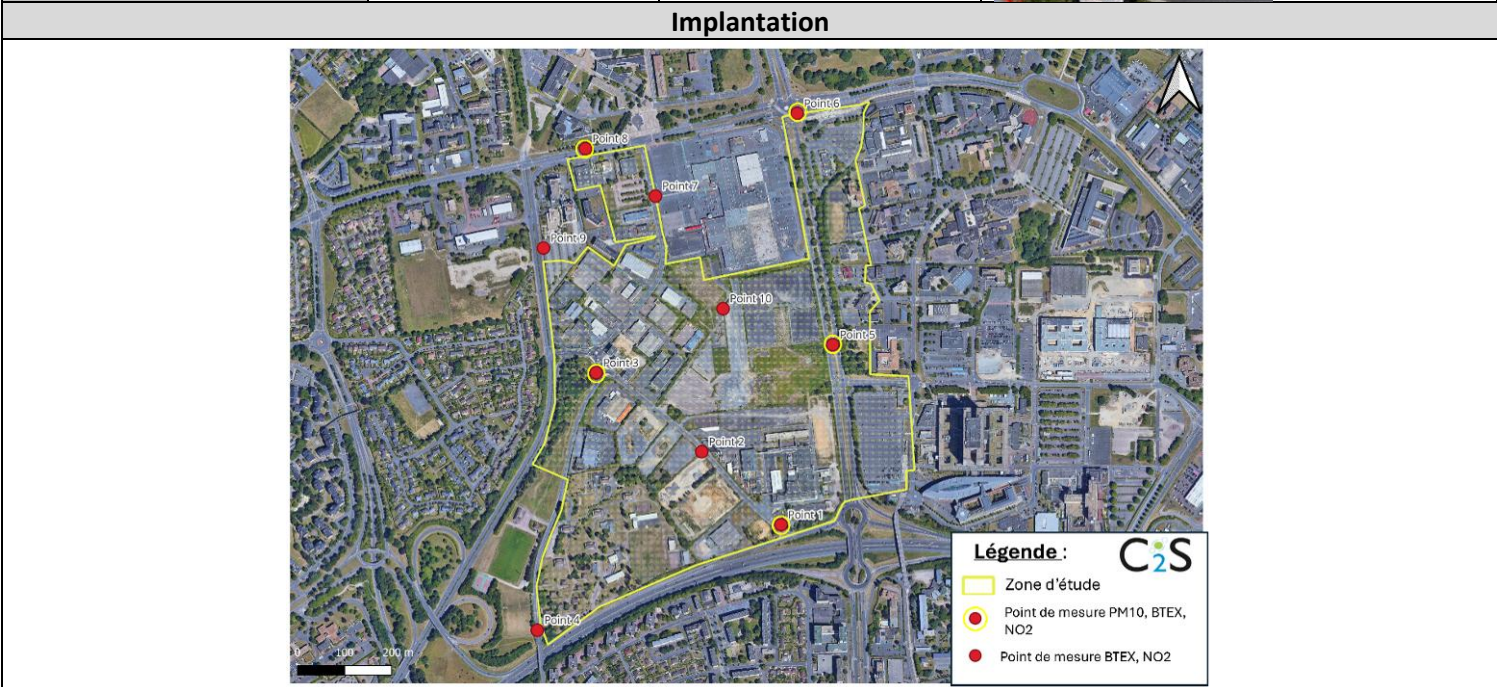
Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	4	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.20092	
	Longitude	-0.36996	
Implantation			
			
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	11 :15	Heure (campagne 1)	11 :54
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	12 :26	Heure (campagne 2)	15 :07
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 26	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-25	Remarque BTEX	-
ID PM10	-	Remarque PM10	-

Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	5	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2065945	
	Longitude	-0.3617234	




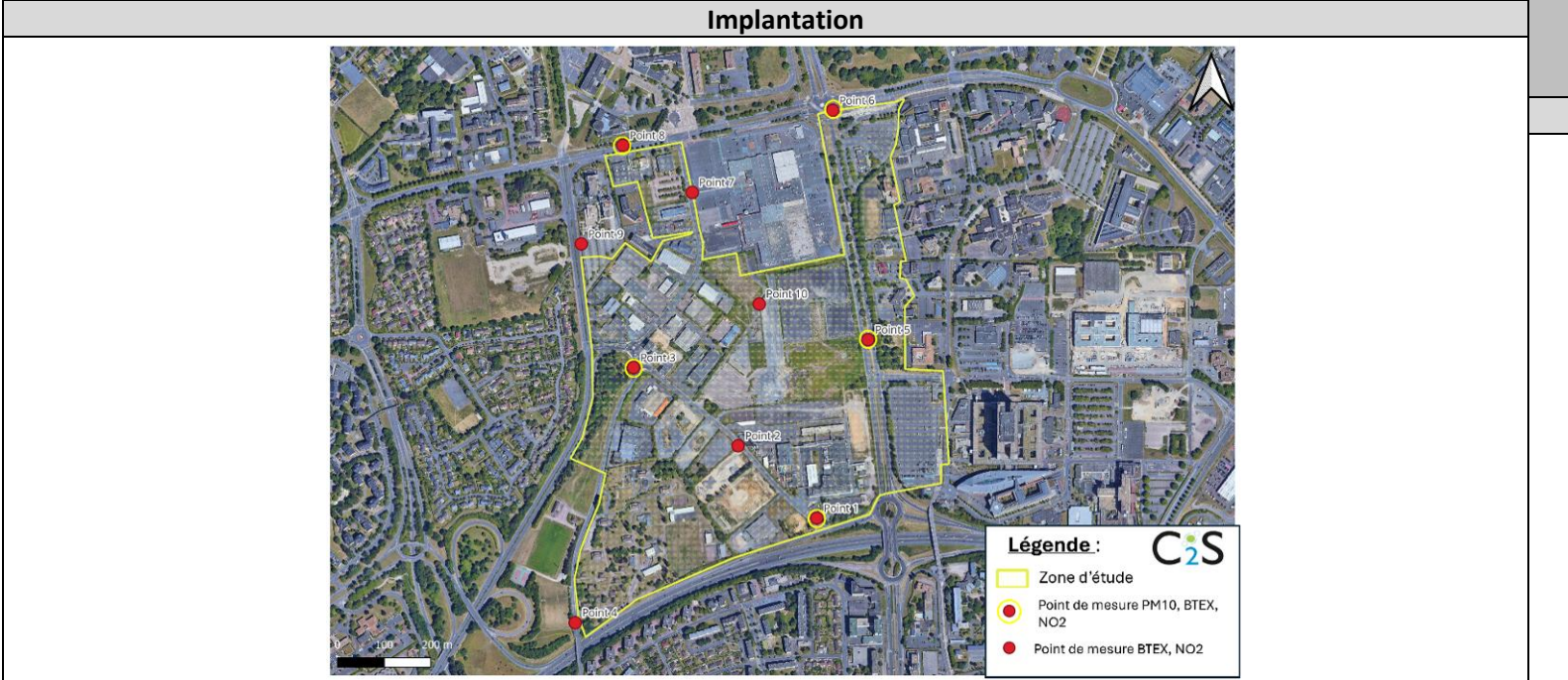
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	13 :14	Heure (campagne 1)	12 :48
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	14 :16	Heure (campagne 2)	15 :59
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 6	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-17	Remarque BTEX	-
ID PM10	FC-8	Remarque PM10	-

Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	6	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2109700	
	Longitude	-0.3630477	




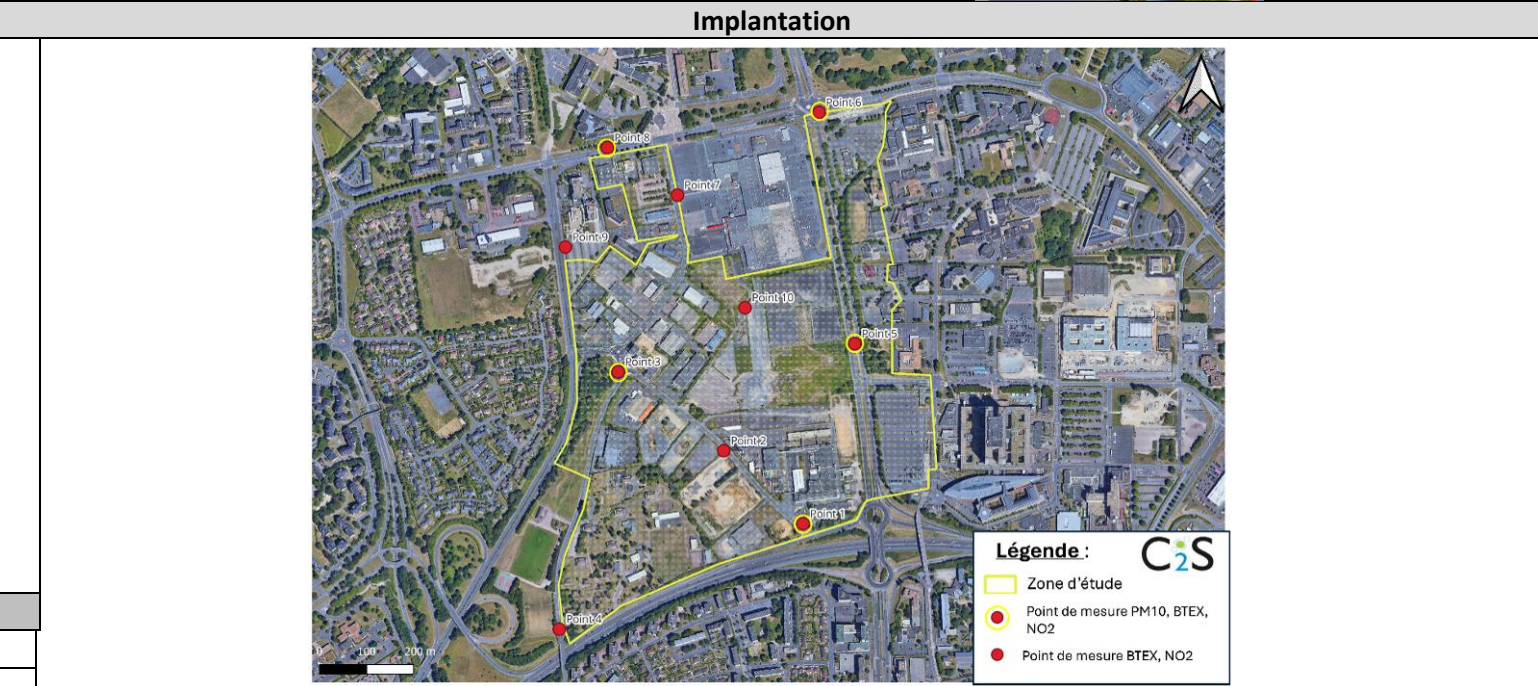
Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	13 :05	Heure (campagne 1)	12 :38
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	14 :00	Heure (campagne 2)	14 :56
Support	Panneau	Support	Panneau
ID Tube NO2	FCS- 25	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-22	Remarque BTEX	-
ID PM10	FCS-1	Remarque PM10	-

Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	7	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2092799	
	Longitude	-0.3670640	



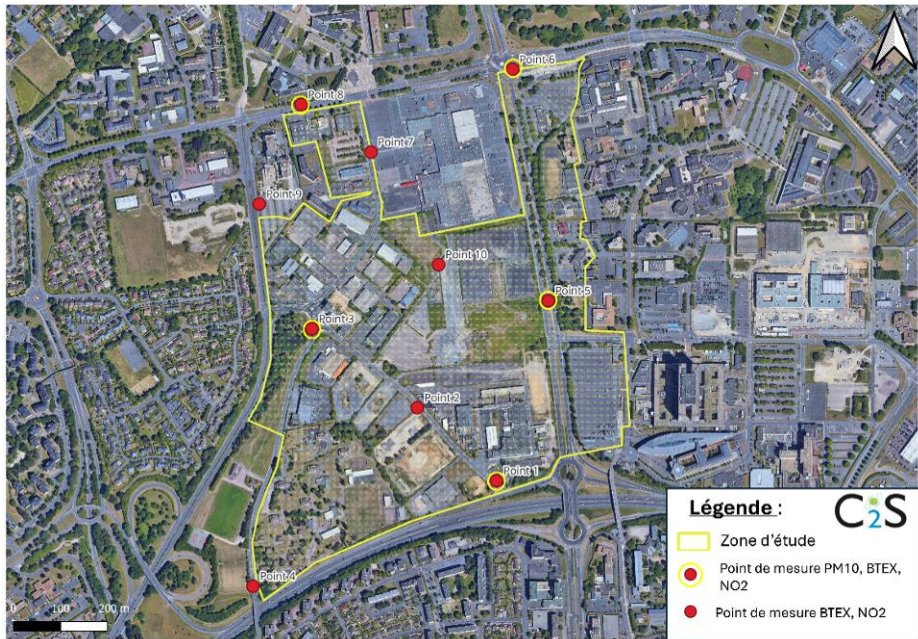



Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	12 :05	Heure (campagne 1)	12 :10
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	12 :47	Heure (campagne 2)	15 :37
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 4	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-7	Remarque BTEX	-
ID PM10	-	Remarque PM10	-

Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	8	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2101261	
	Longitude	-0.3691585	



Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	12 :54	Heure (campagne 1)	12 :26
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	12 :59	Heure (campagne 2)	15 :30
Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 5	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-16	Remarque BTEX	-
ID PM10	-	Remarque PM10	-

Identification du site				Identification du site			
Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen	Nom du site	Zac Mont-Coco	Commune	Caen
Numéro du point	9	Opérateurs	ZK/ALE	Numéro du point	10	Opérateurs	ZK/ALE
Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2082001		Localisation du point de prélèvement	Latitude	49.2071901	
	Longitude	-0.3702541			Longitude	-0.3649595	
Implantation				Implantation			
							
Pose		Dépose		Pose		Dépose	
Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024	Date (campagne1)	16/09/2024	Date (campagne1)	14/10/2024
Heure (campagne 1)	12 :45	Heure (campagne 1)	12 :19	Heure (campagne 1)	12 :15	Heure (campagne 1)	11 :30
Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025	Date (campagne2)	06/01/2025	Date (campagne2)	03/02/2025
Heure (campagne 2)	13 :15	Heure (campagne 2)	15 :21	Heure (campagne 2)	11 :48	Heure (campagne 2)	14 :49
Support	Poteau	Support	Poteau	Support	Poteau	Support	Poteau
ID Tube NO2	FCS- 9	Remarque Nox/NO2	-	ID Tube NO2	FCS- 2	Remarque Nox/NO2	-
ID Tube BTEX	FCS-19	Remarque BTEX	-	ID Tube BTEX	FCS-21	Remarque BTEX	-
ID PM10	-	Remarque PM10	-	ID PM10	-	Remarque PM10	-

## ANNEXE B : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L'ETAT INITIAL 2023

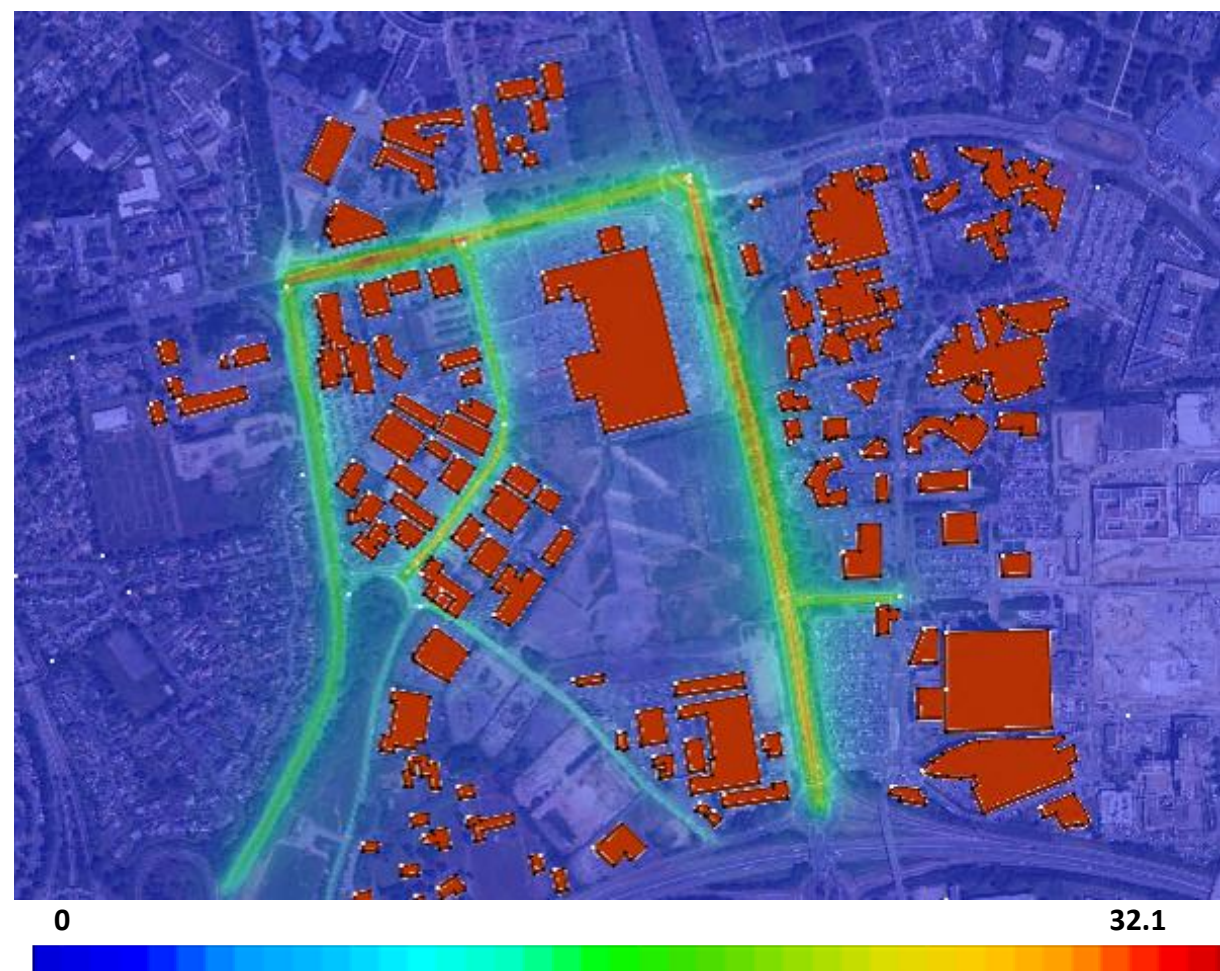


Figure 18 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial



Figure 19 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial

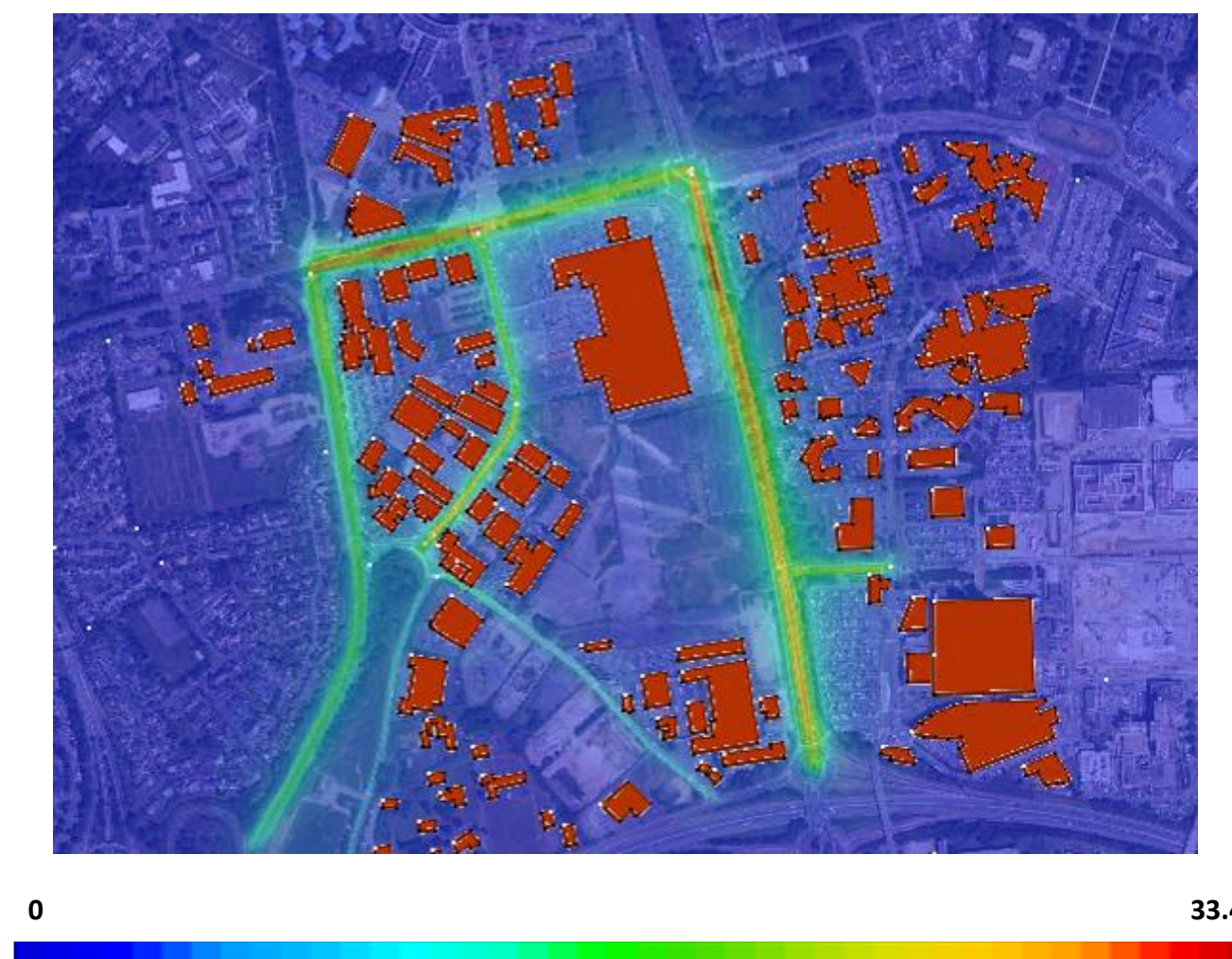
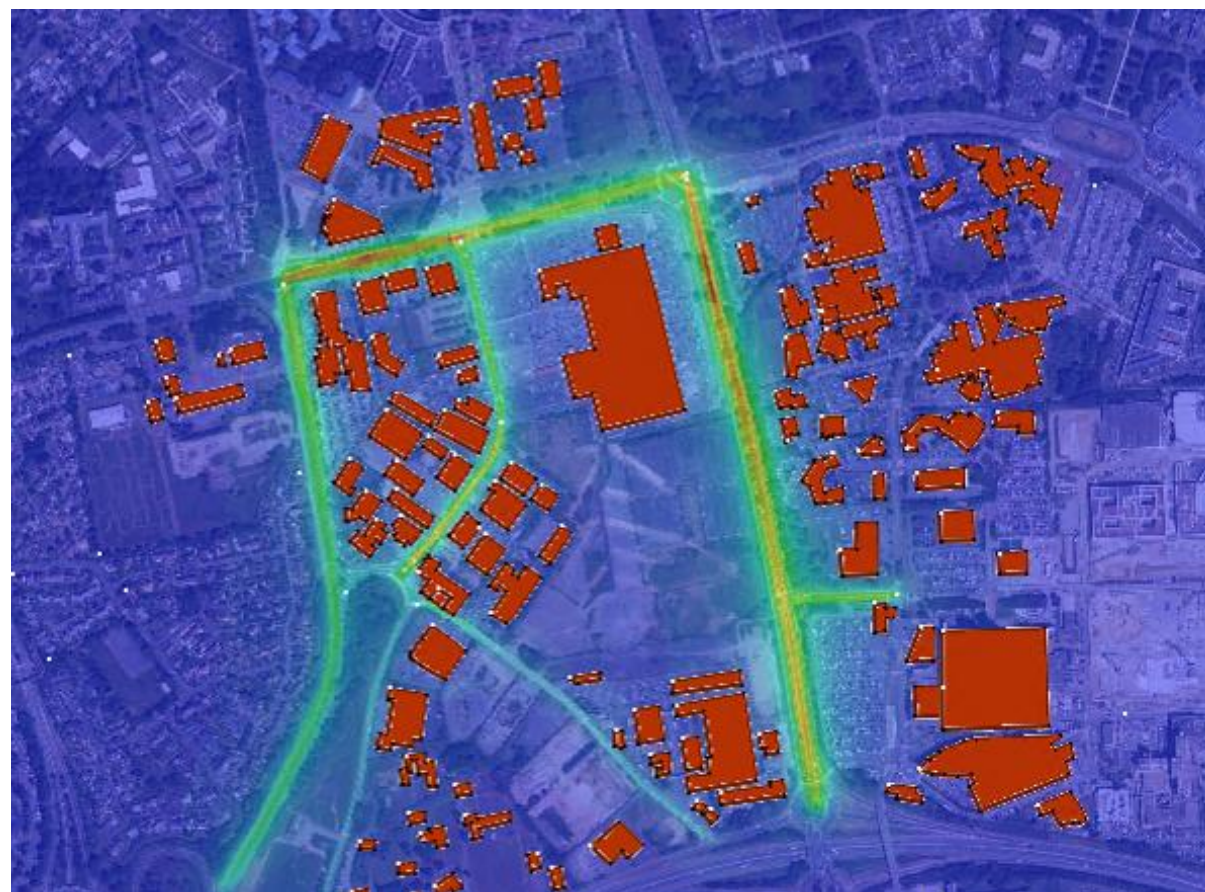


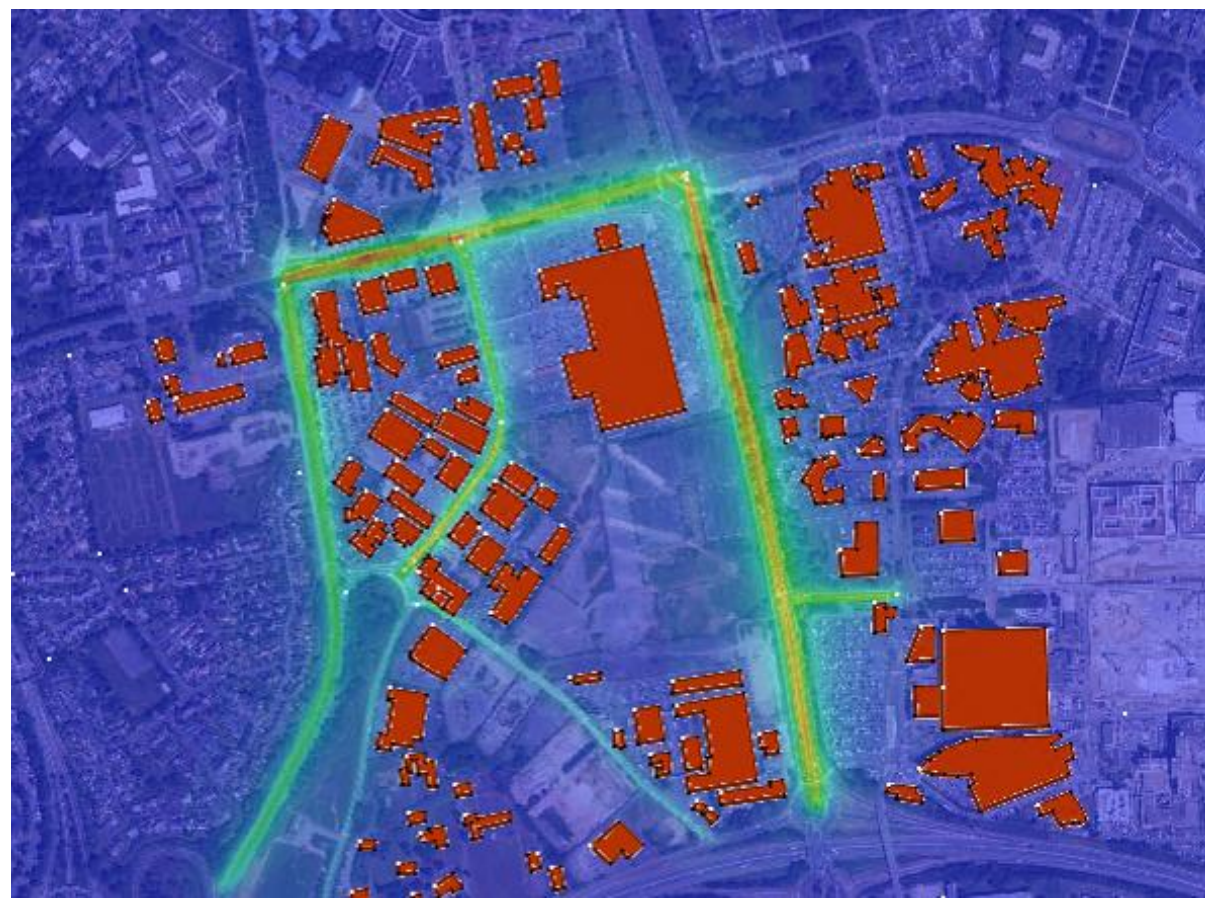
Figure 20 : Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état initial



7.01



Figure 21 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial



17.2



Figure 22 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial

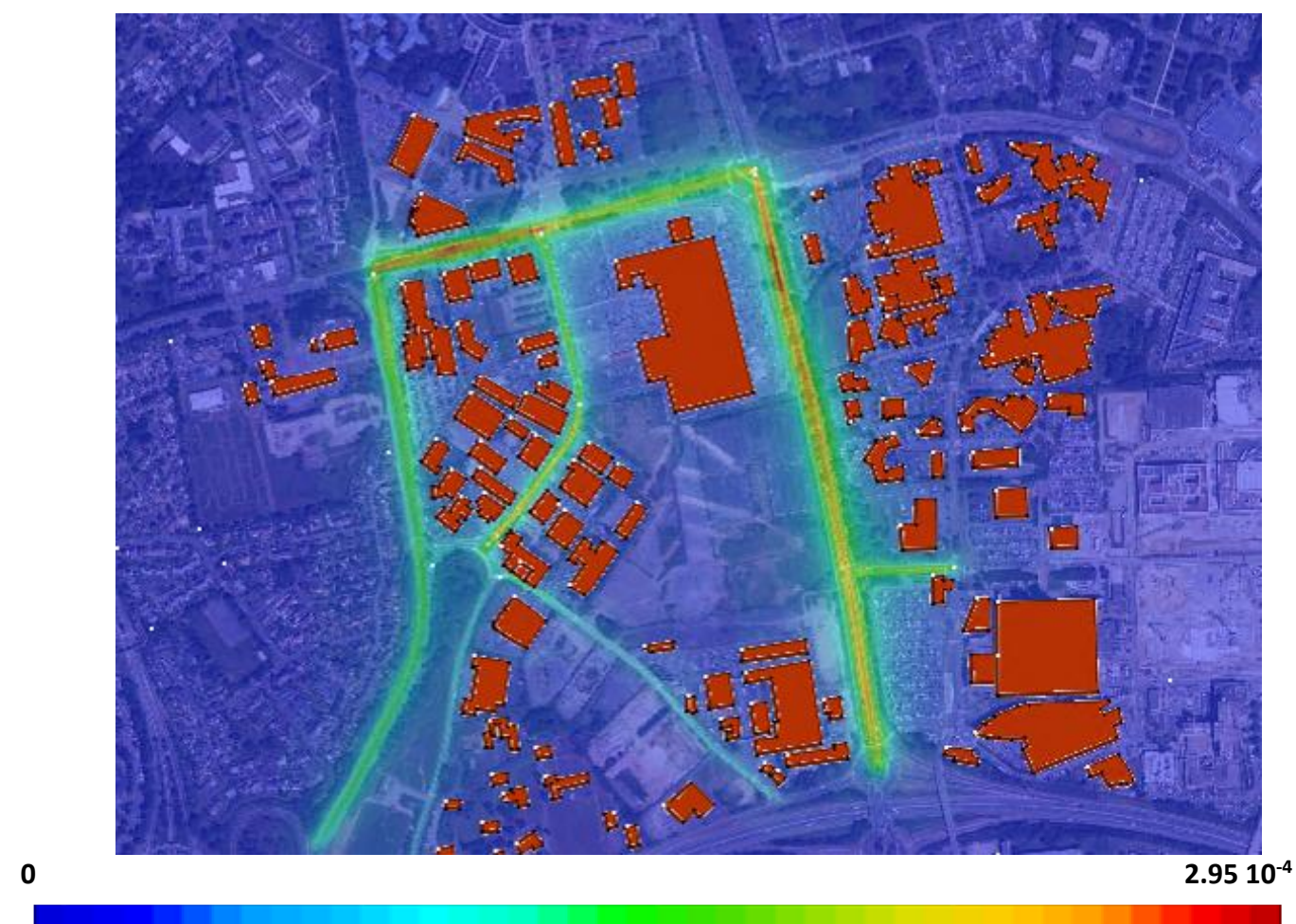


Figure 23 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial

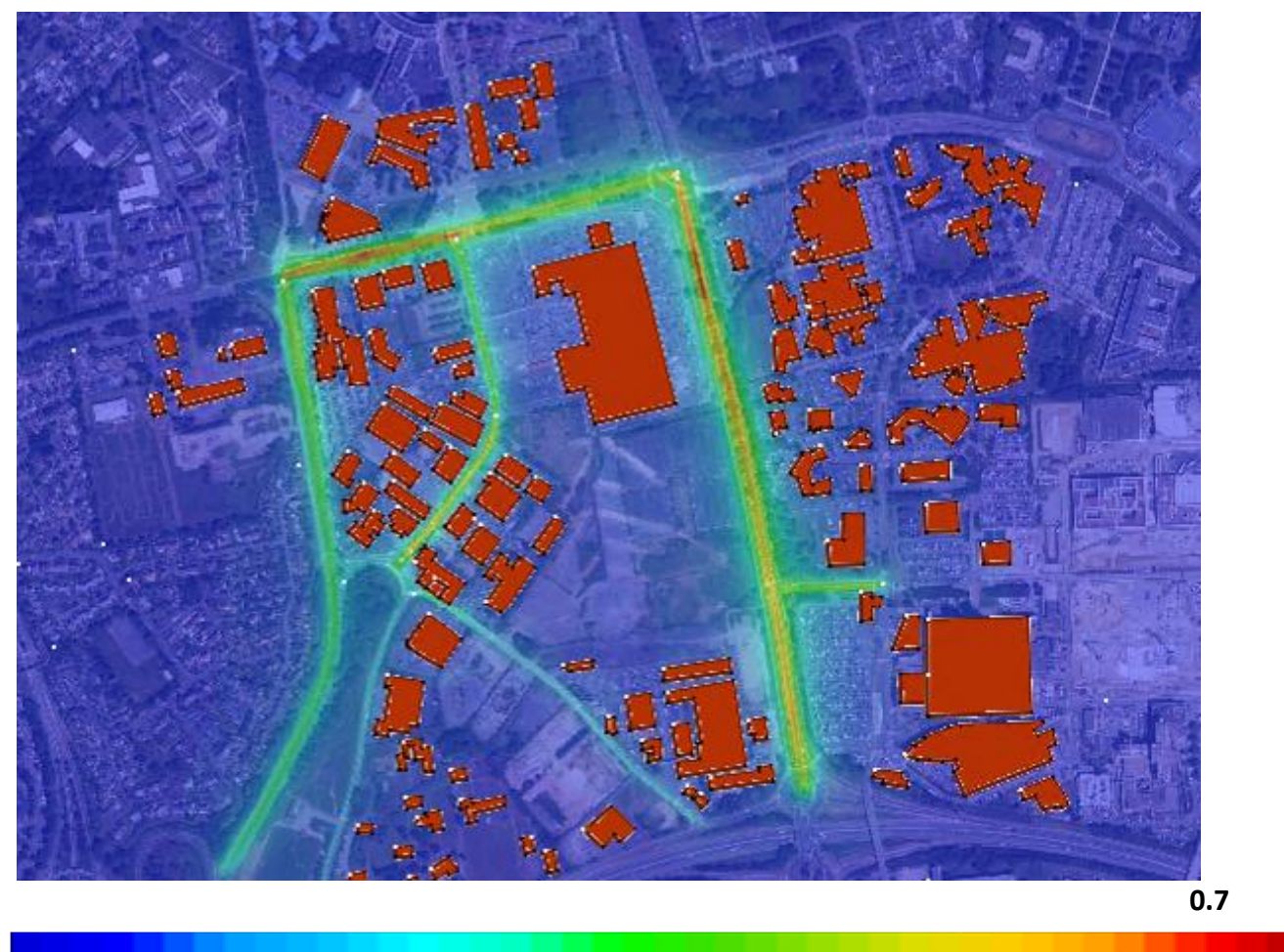


Figure 24 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial

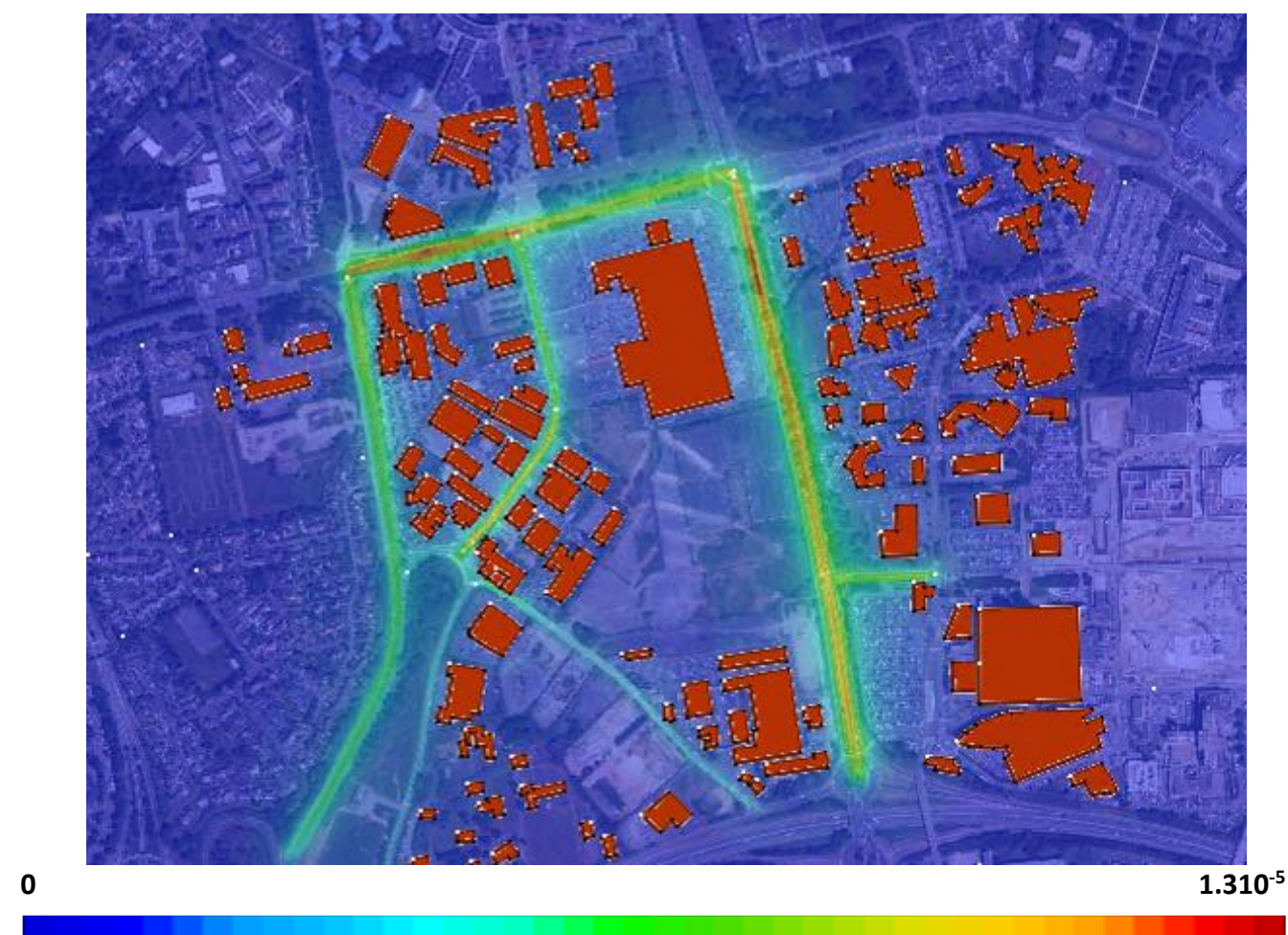


Figure 25 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial



Figure 26 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état initial

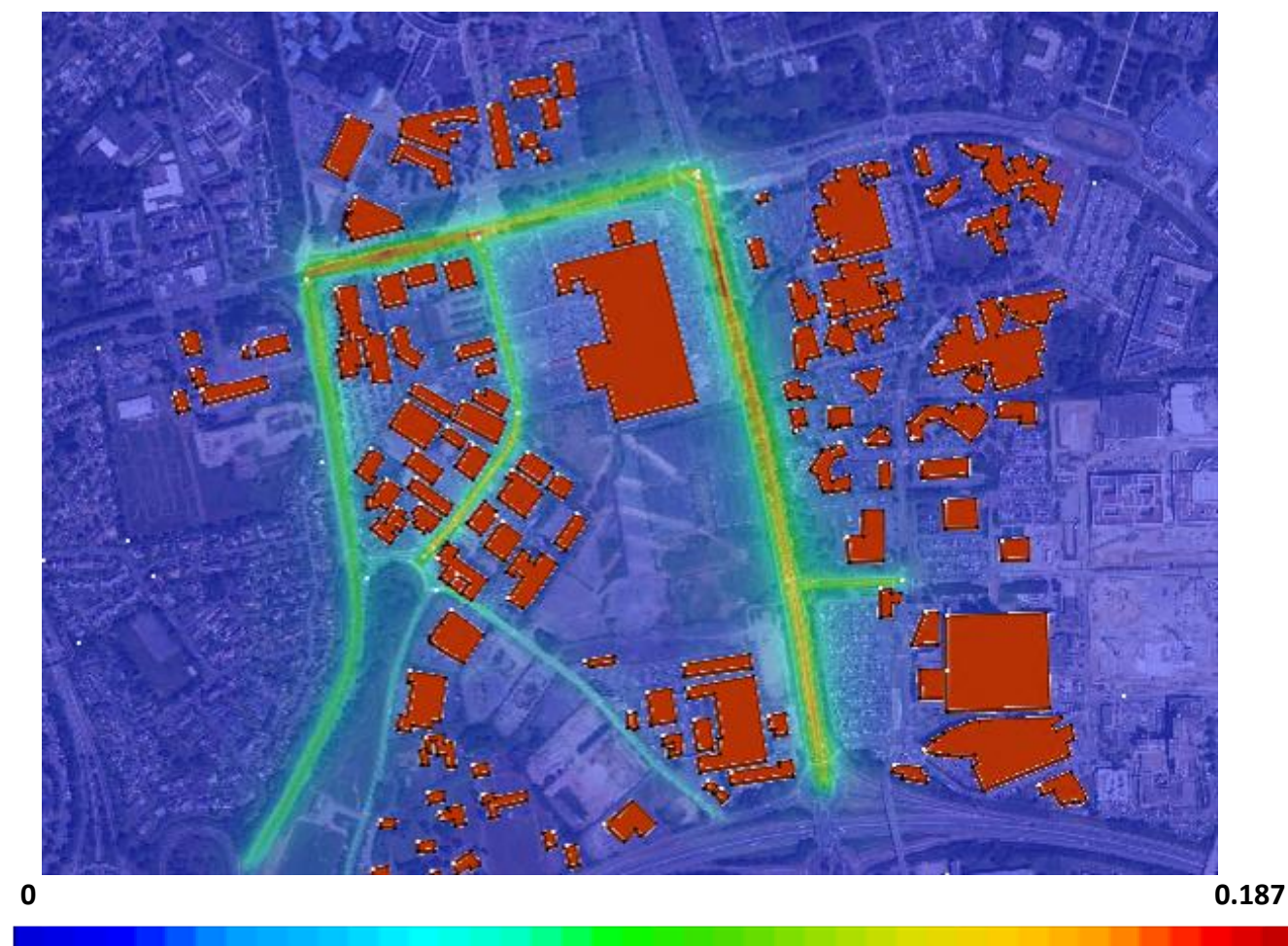


Figure 27 : Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état initial

## ANNEXE C : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L'ETAT DE REFERENCE HORIZON 2030

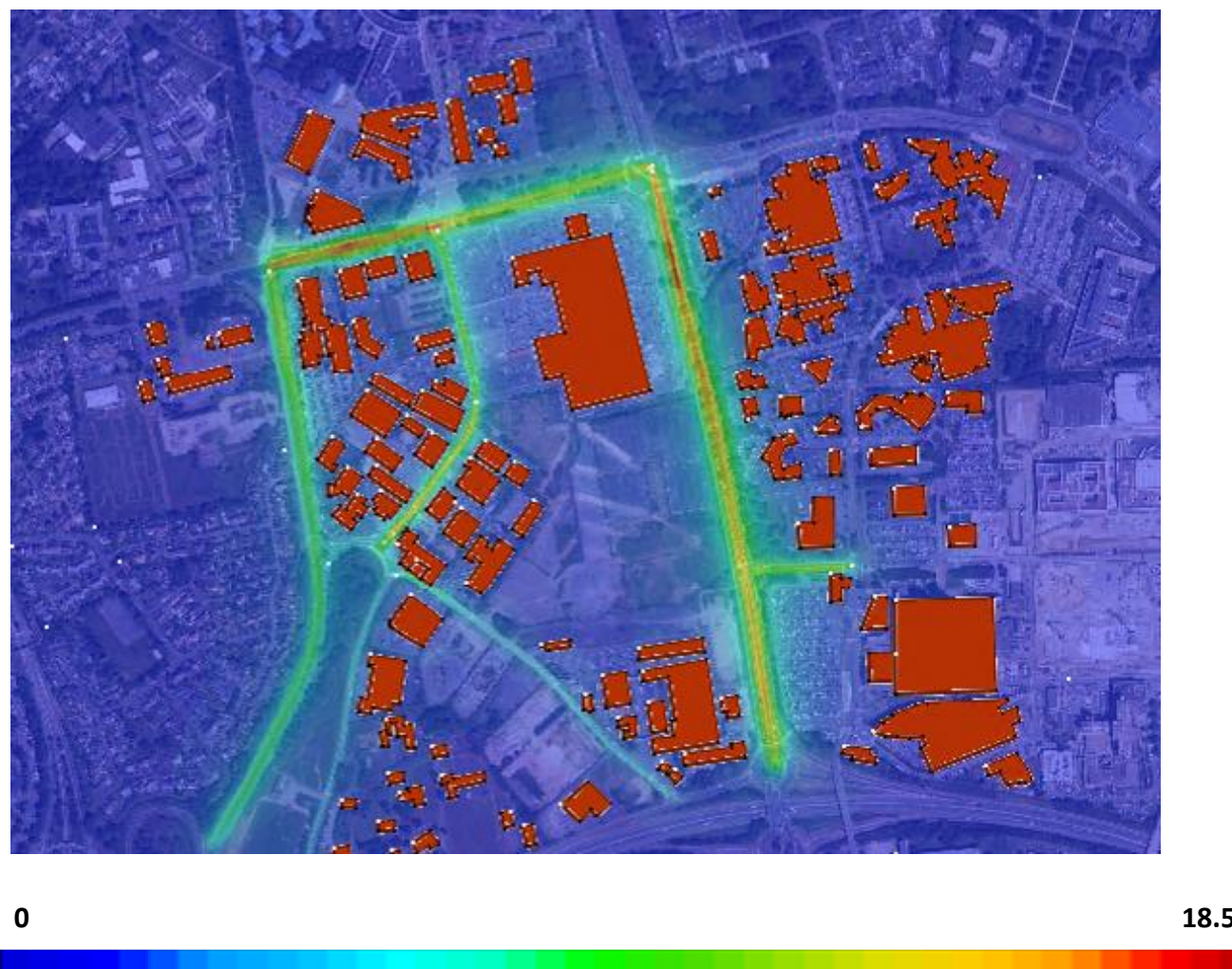


Figure 28 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030



Figure 29 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

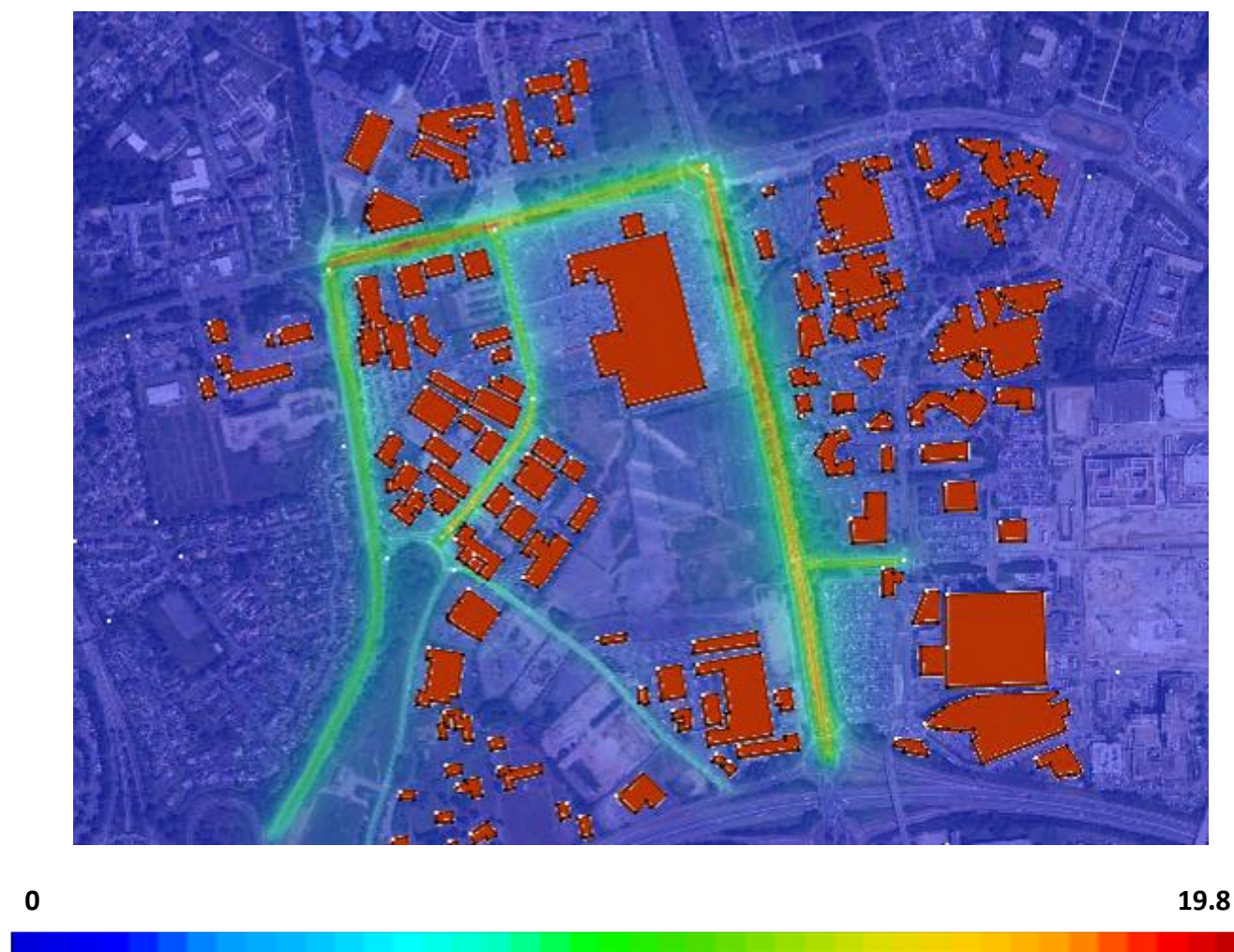
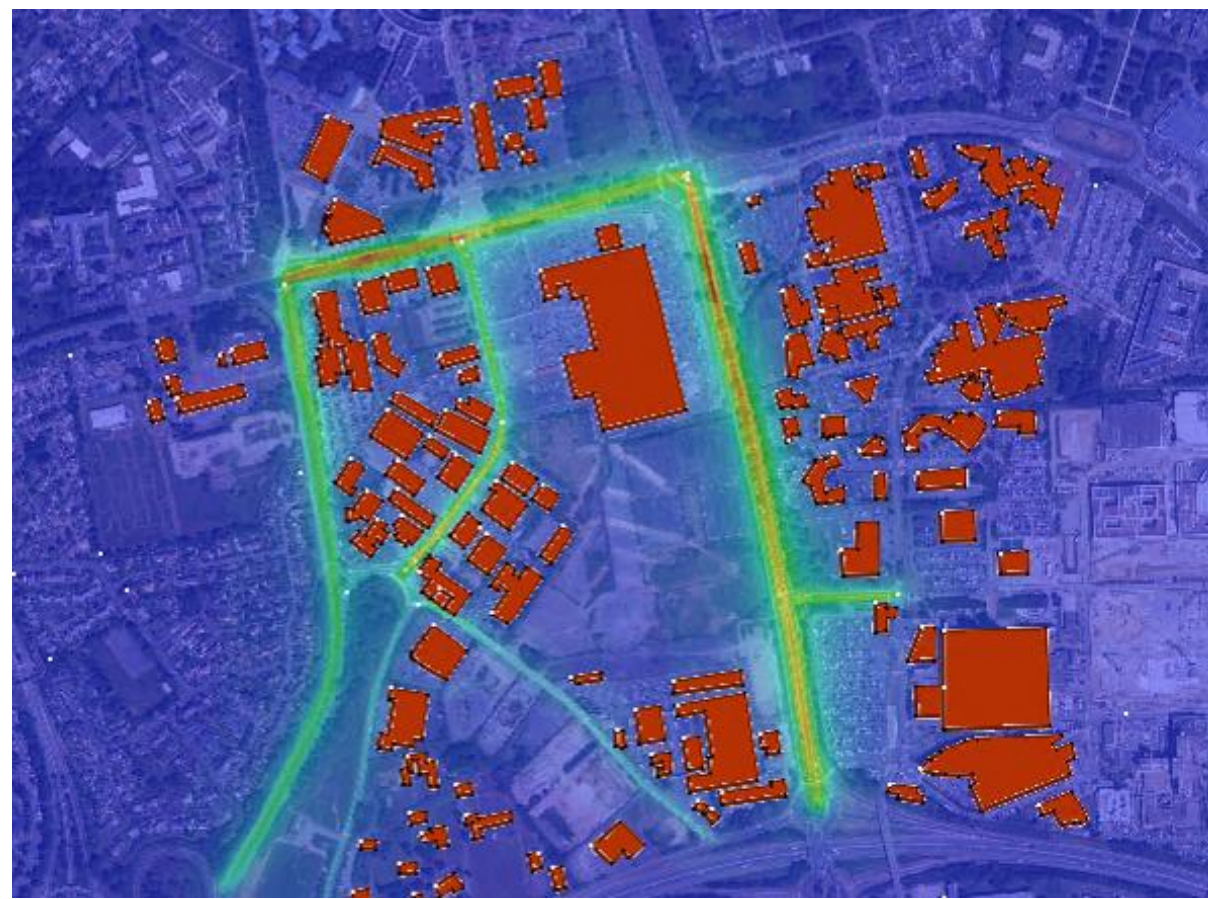


Figure 30 : Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état de référence horizon 2030



6.78



Figure 31 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

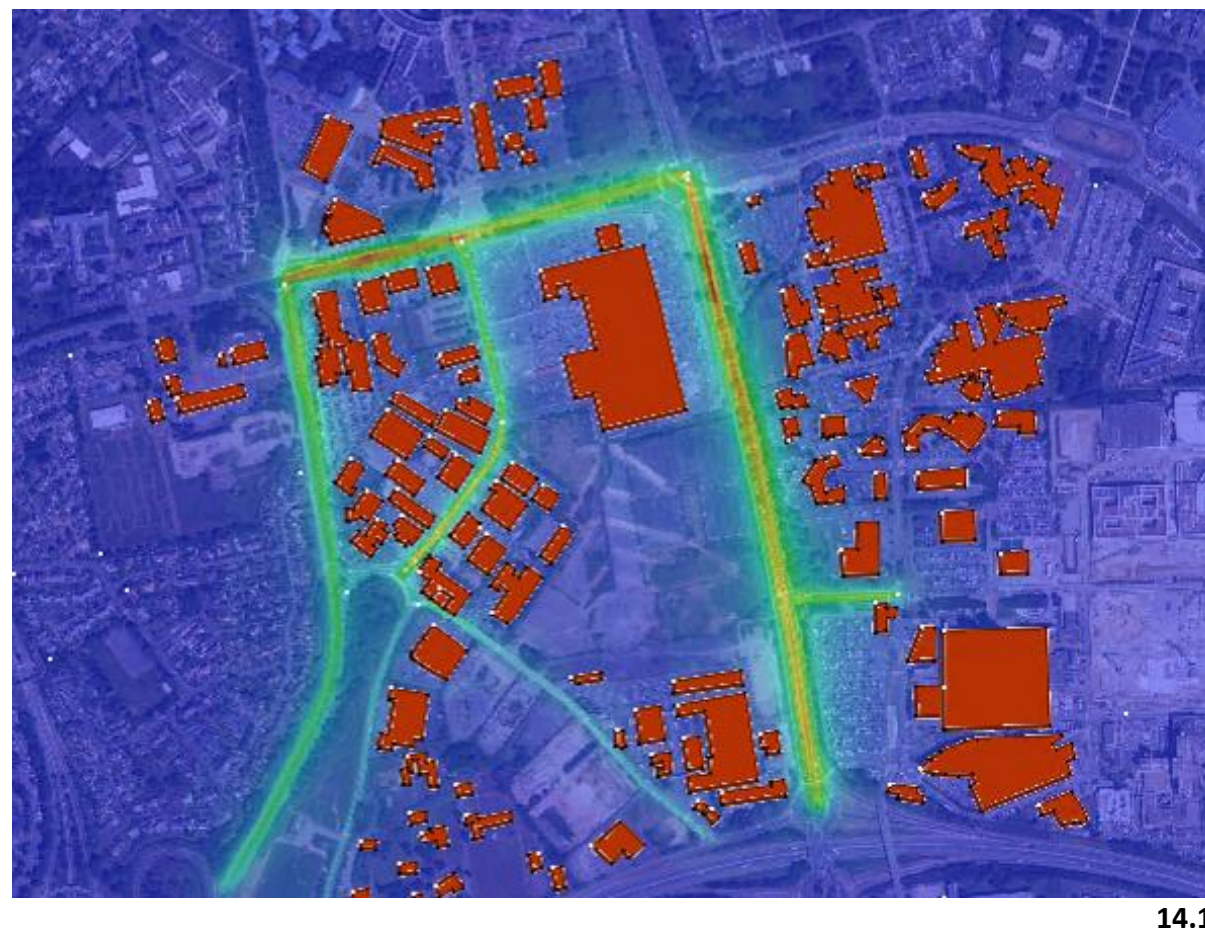


Figure 32 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

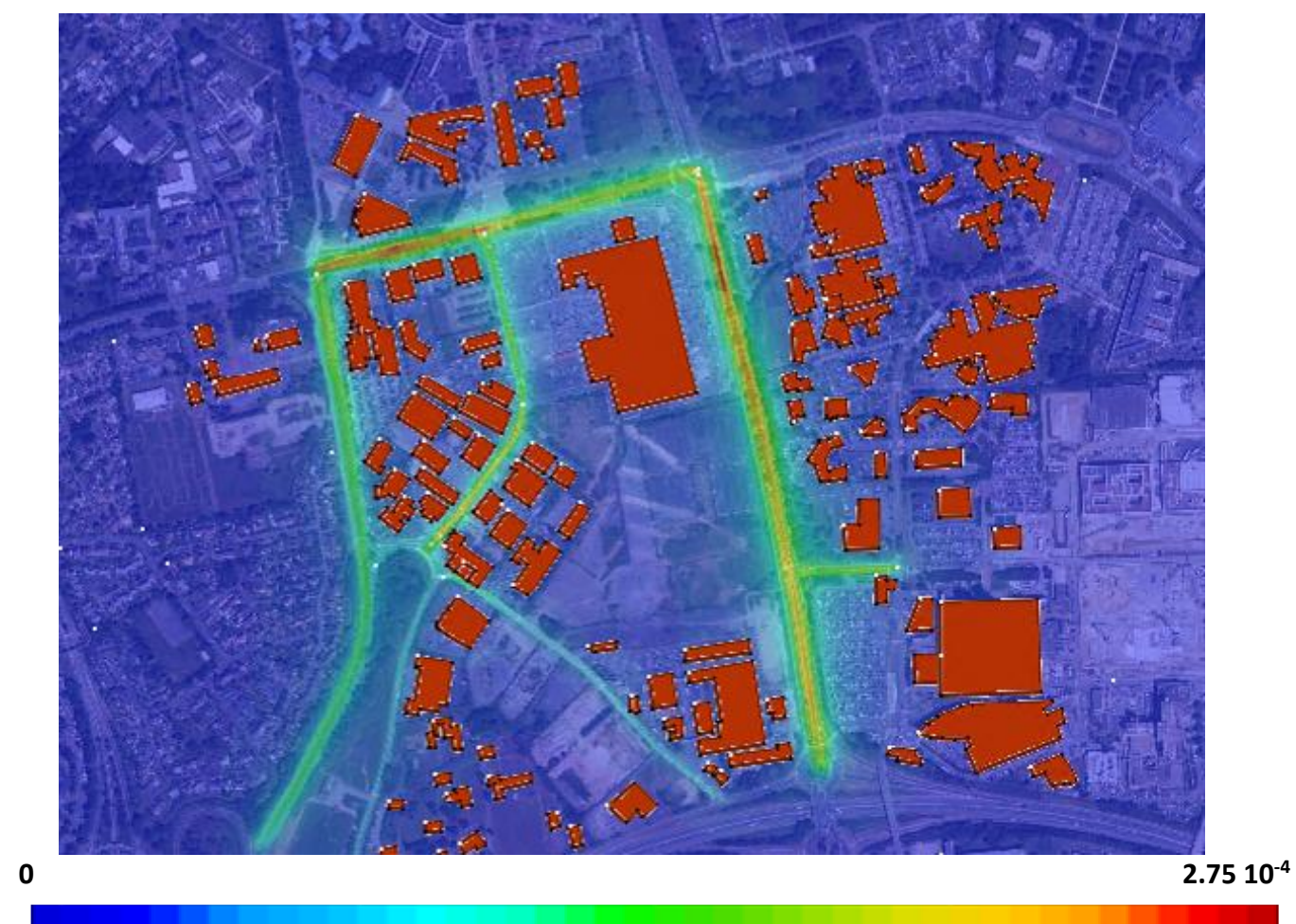


Figure 33 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

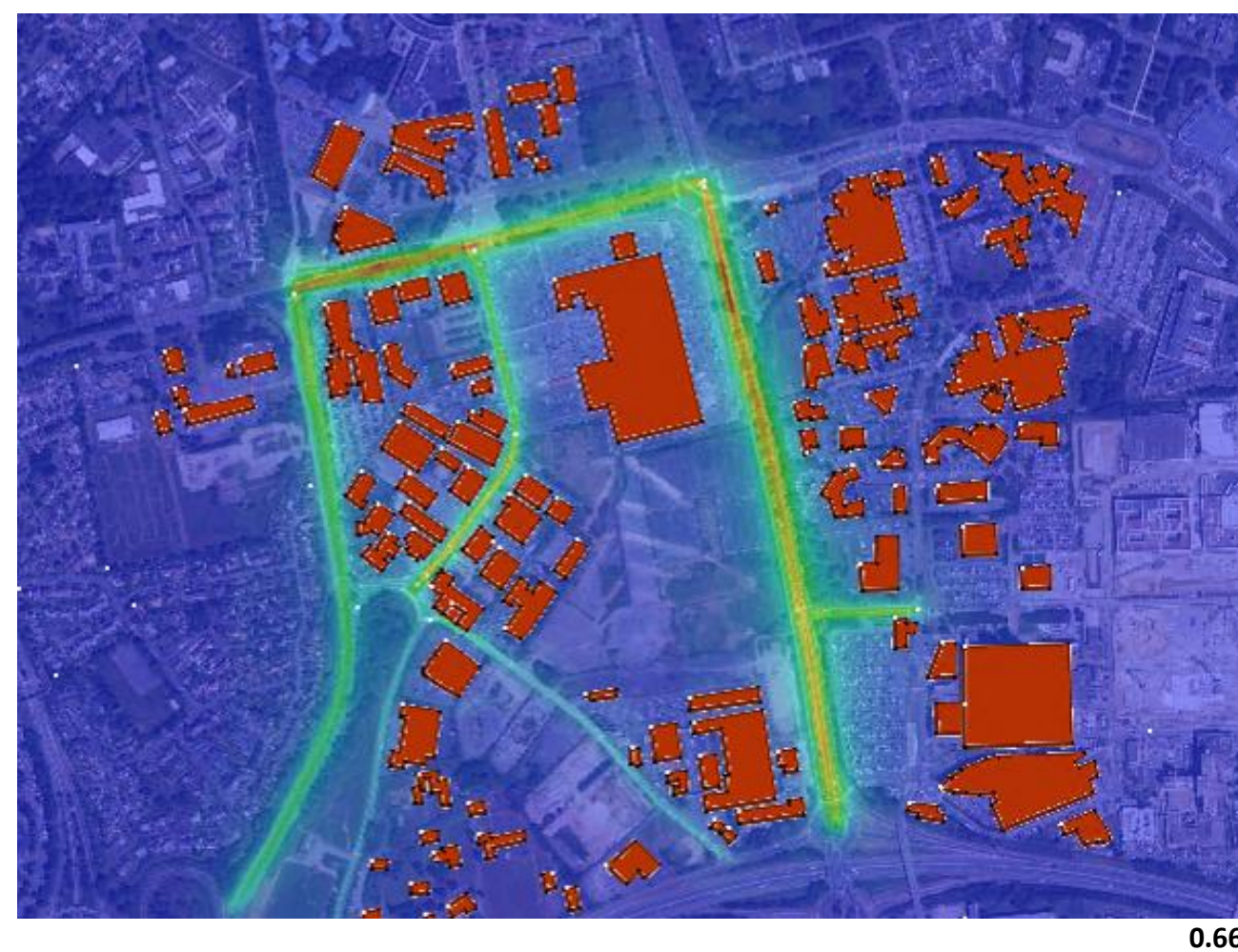


Figure 34 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

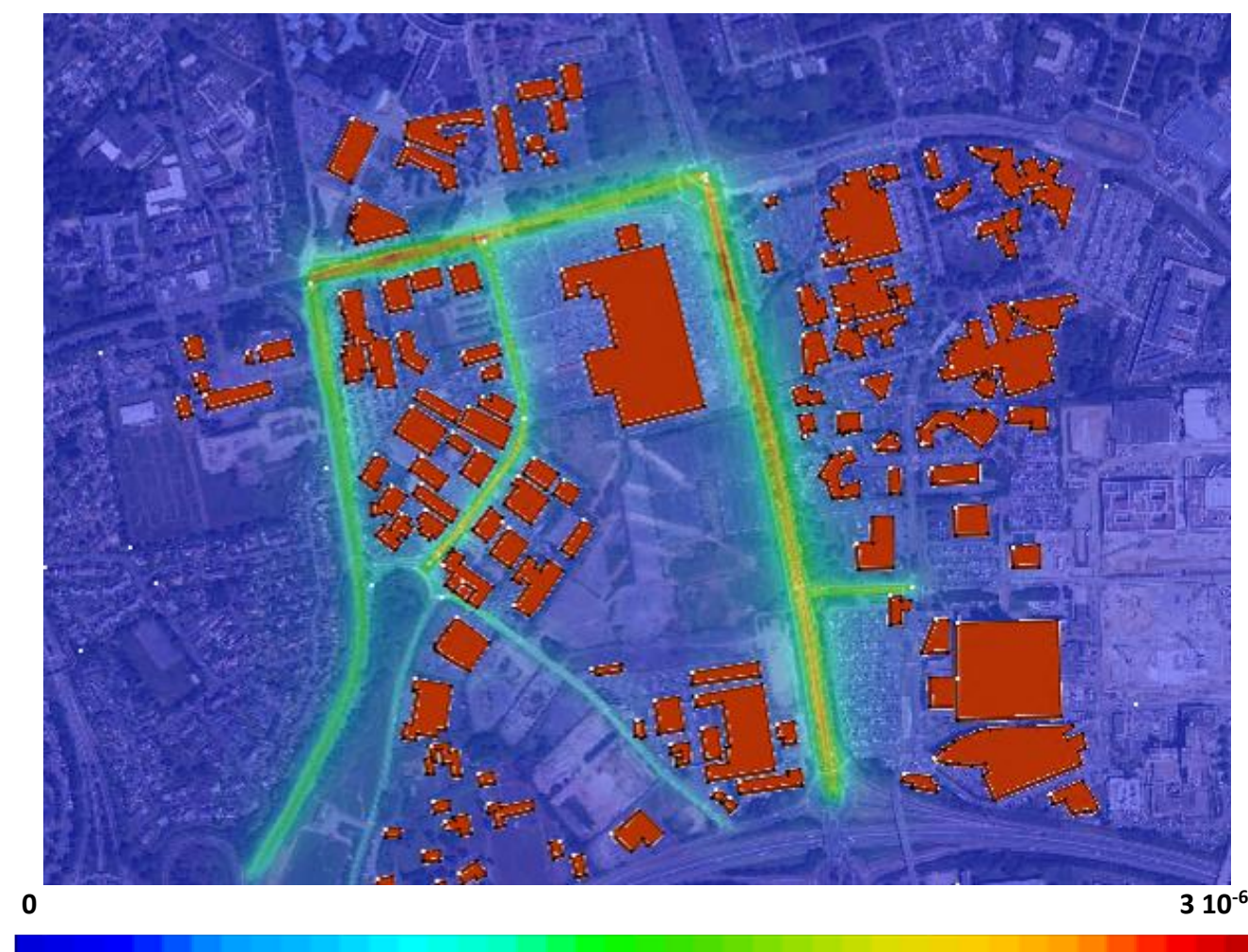
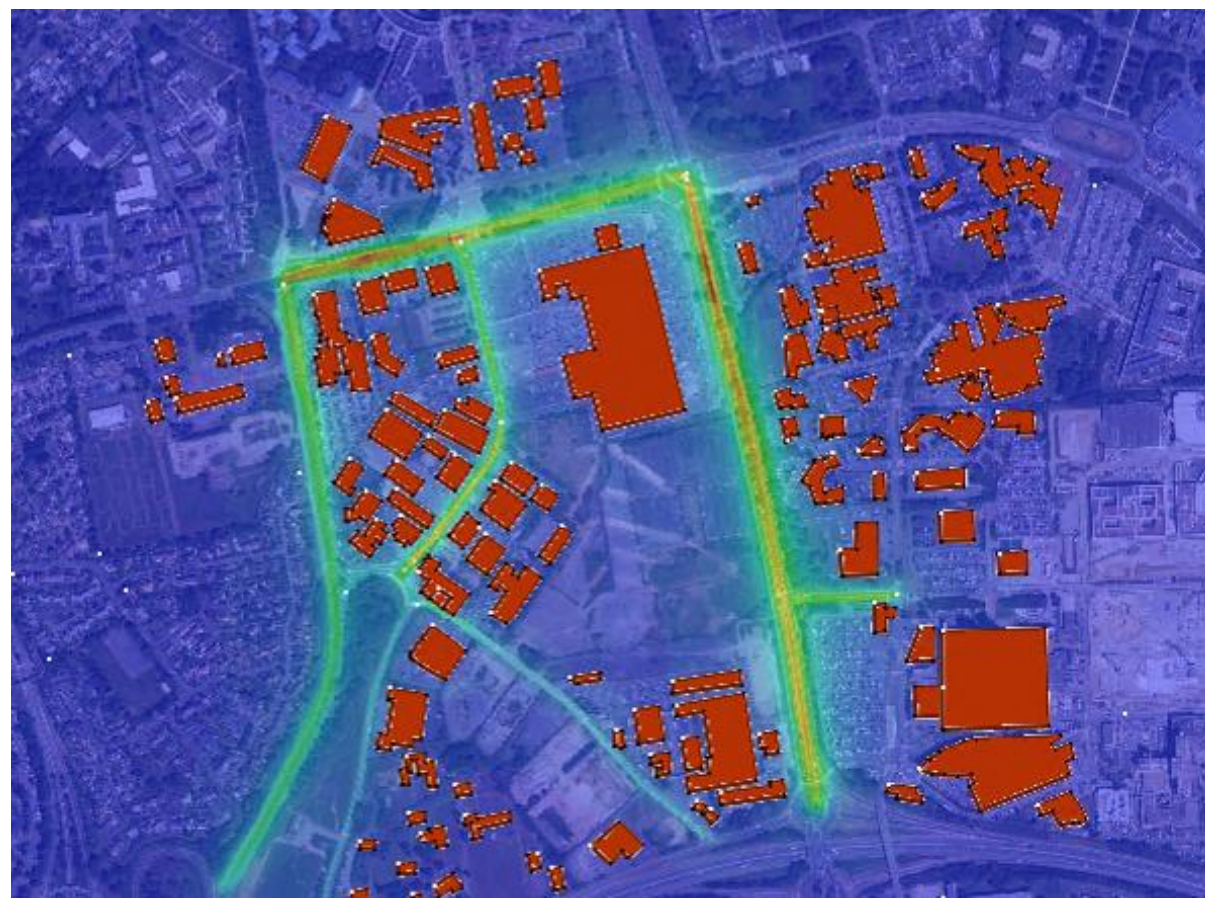


Figure 35 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030



0

$7.1 \cdot 10^{-5}$



Figure 36 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2030

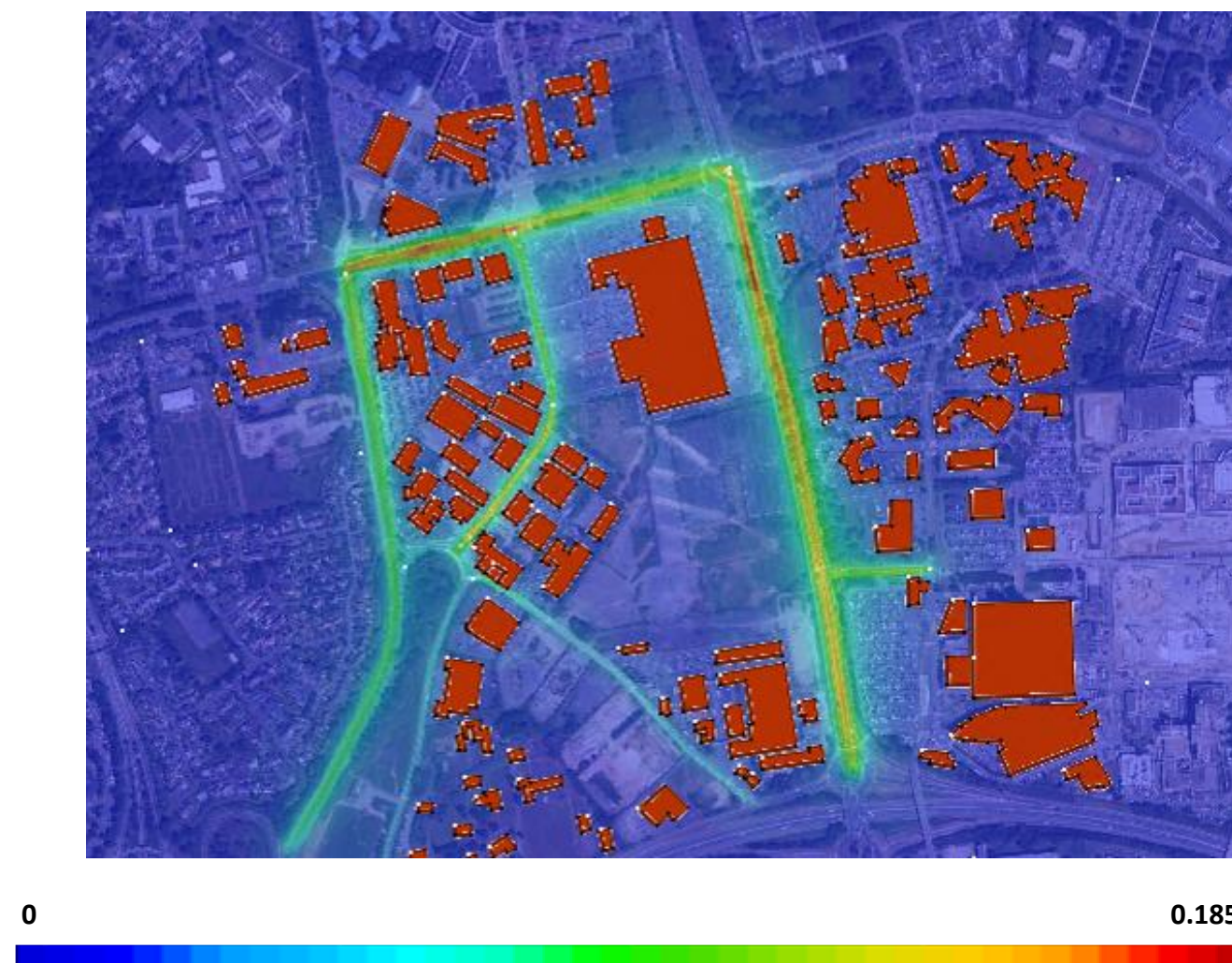


Figure 37 : Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état de référence horizon 2030

## ANNEXE D : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L'ETAT DE REFERENCE HORIZON 2050

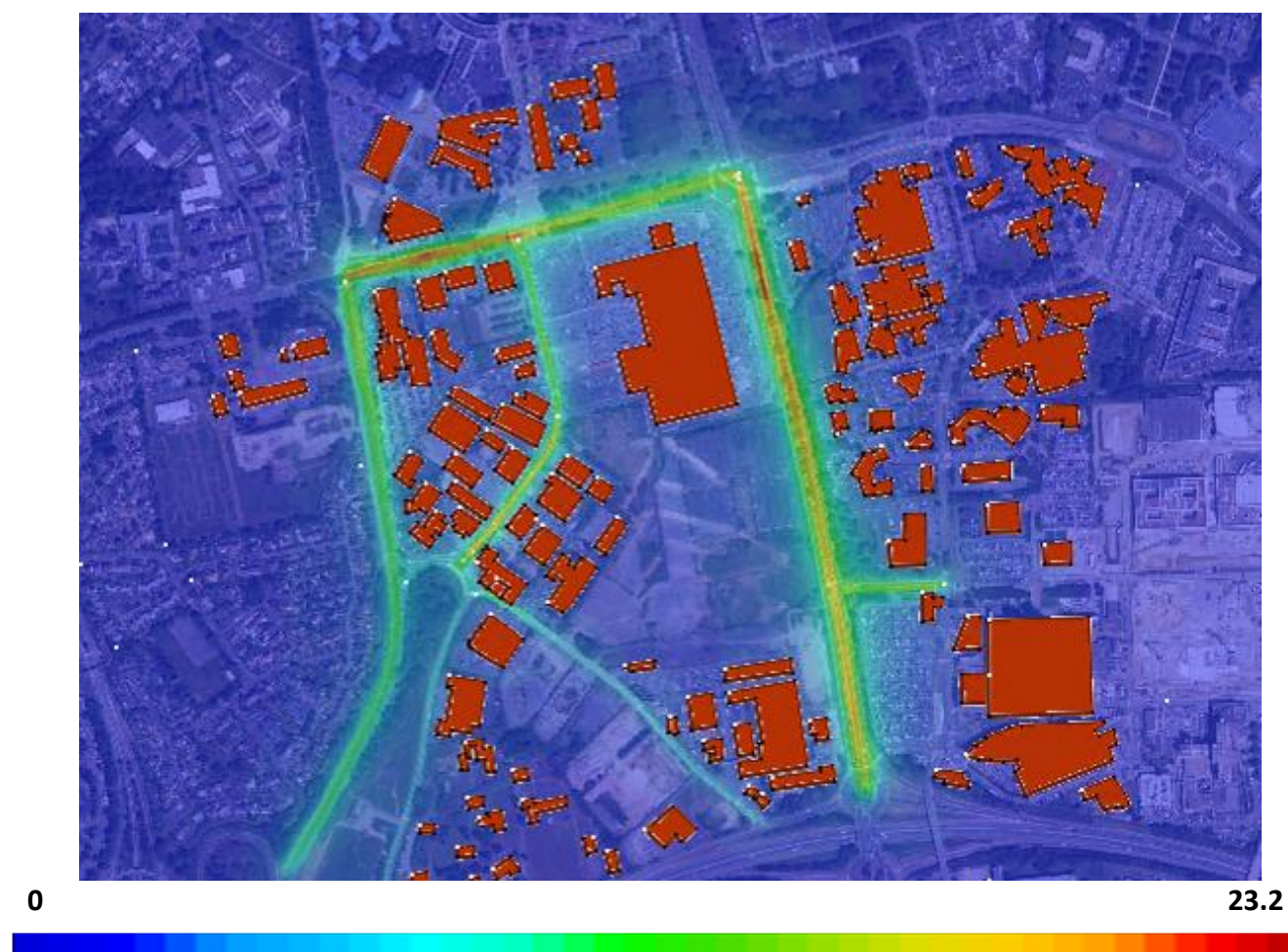


Figure 38 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

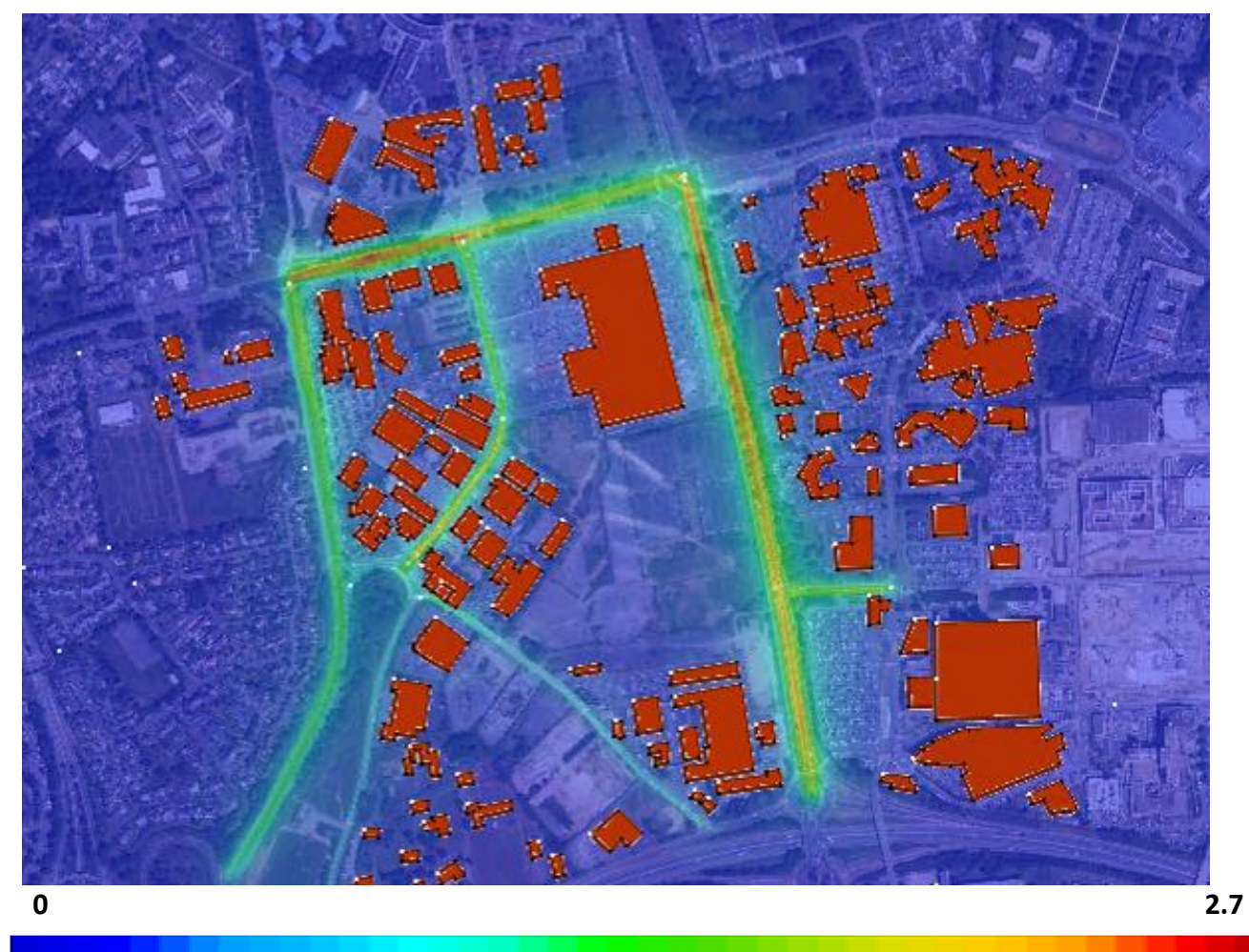


Figure 39 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

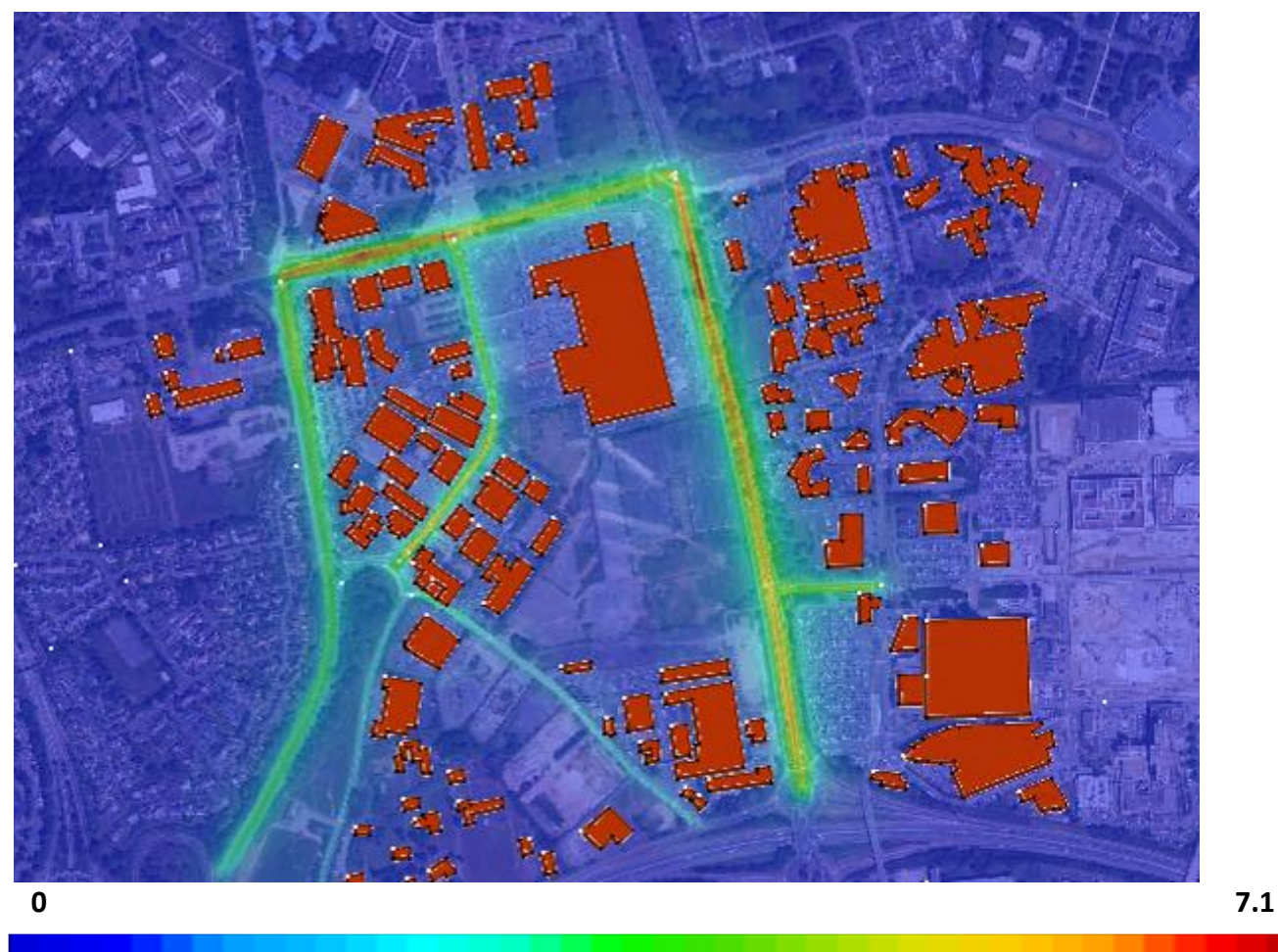


Figure 40 : Concentrations en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050



Figure 41 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

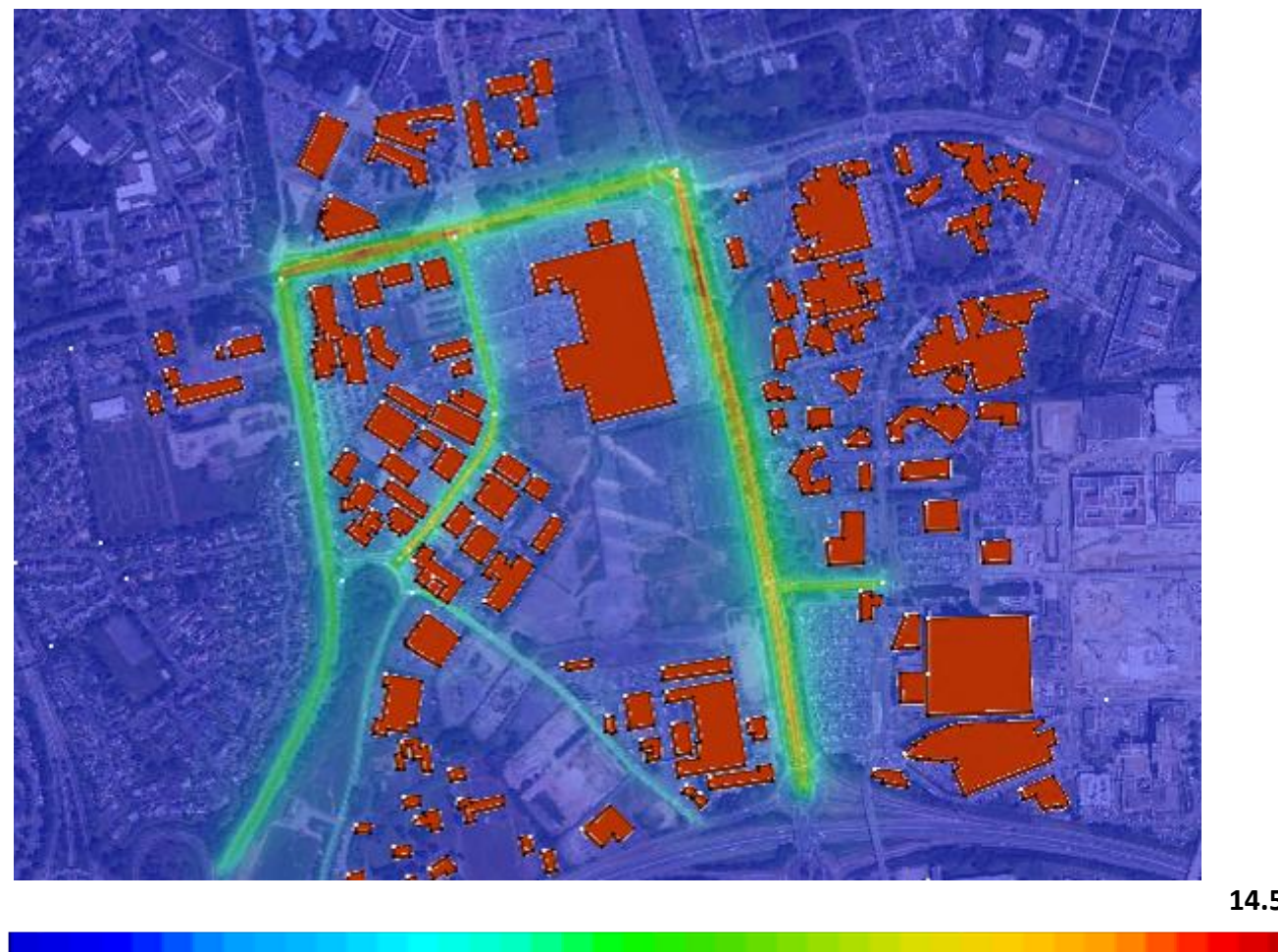


Figure 42 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

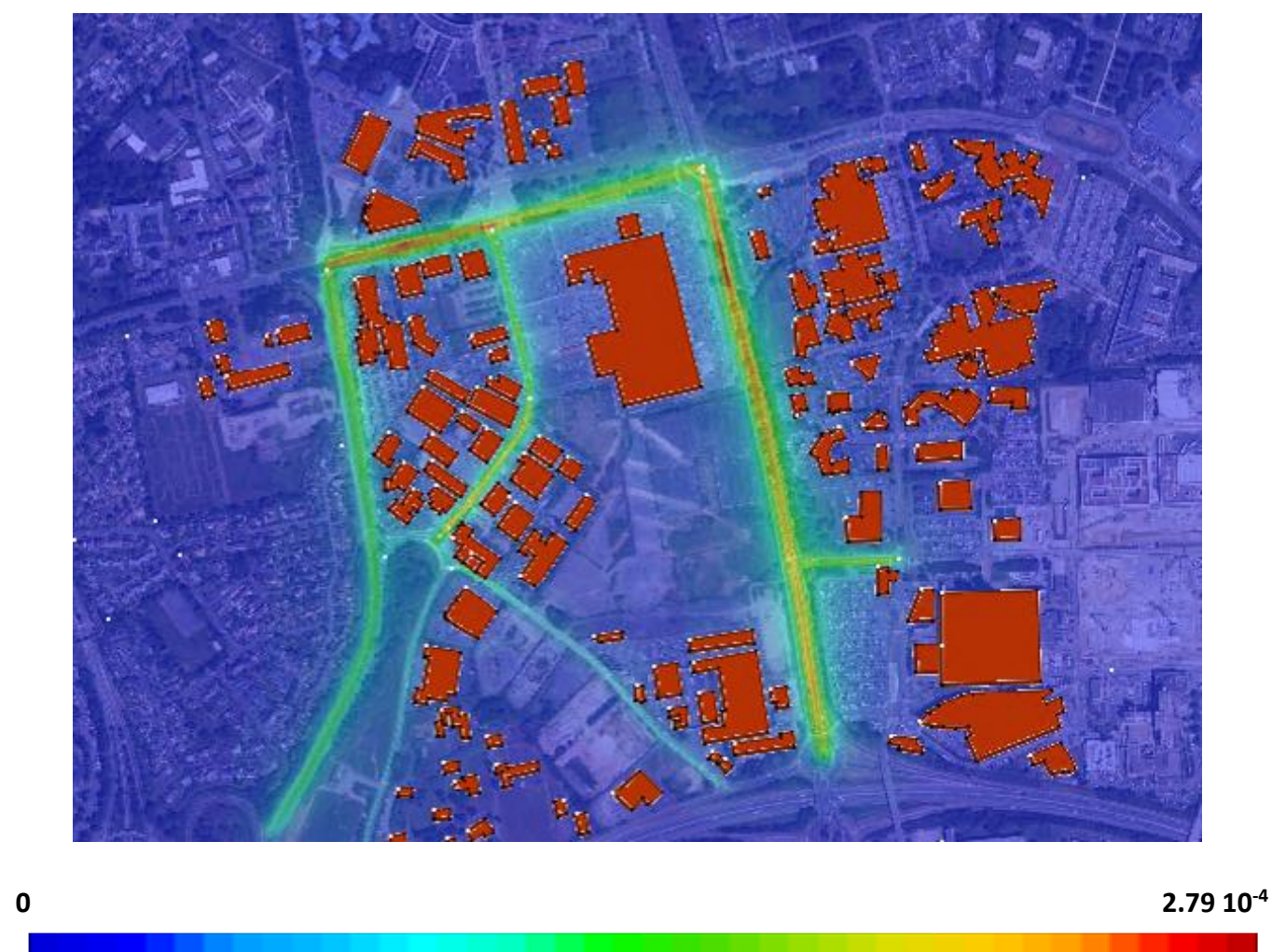
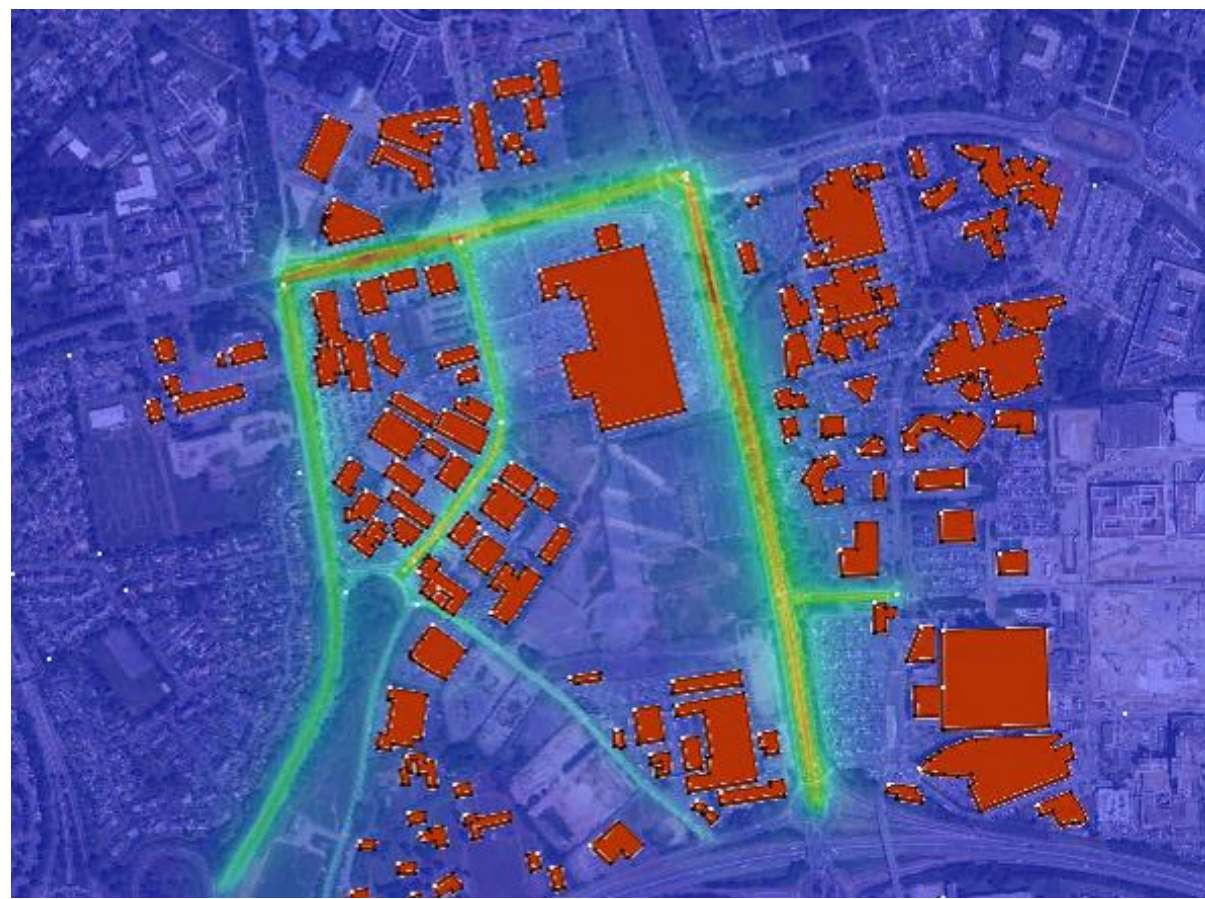


Figure 43 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050



0.64



Figure 44 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

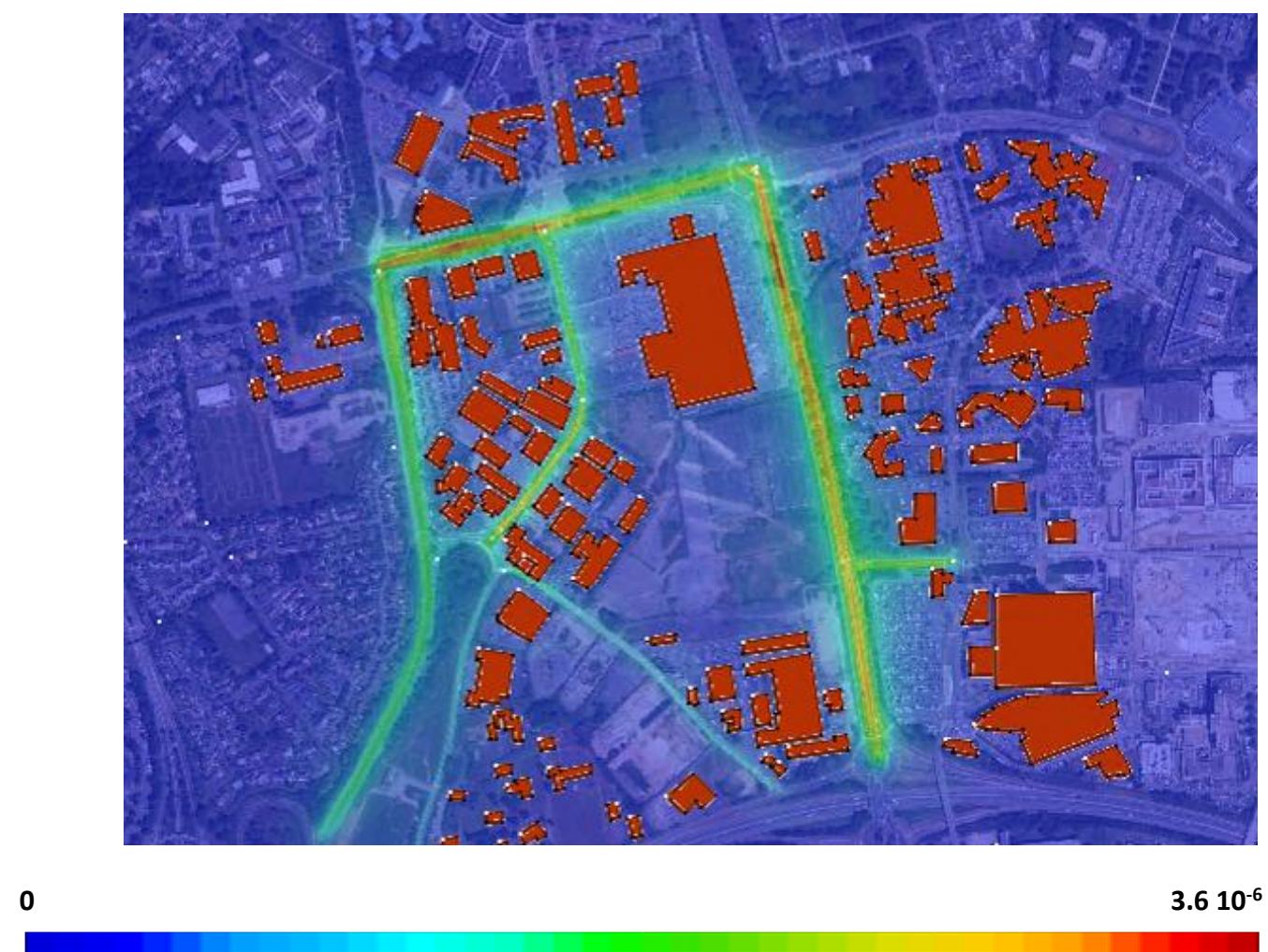


Figure 45 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050

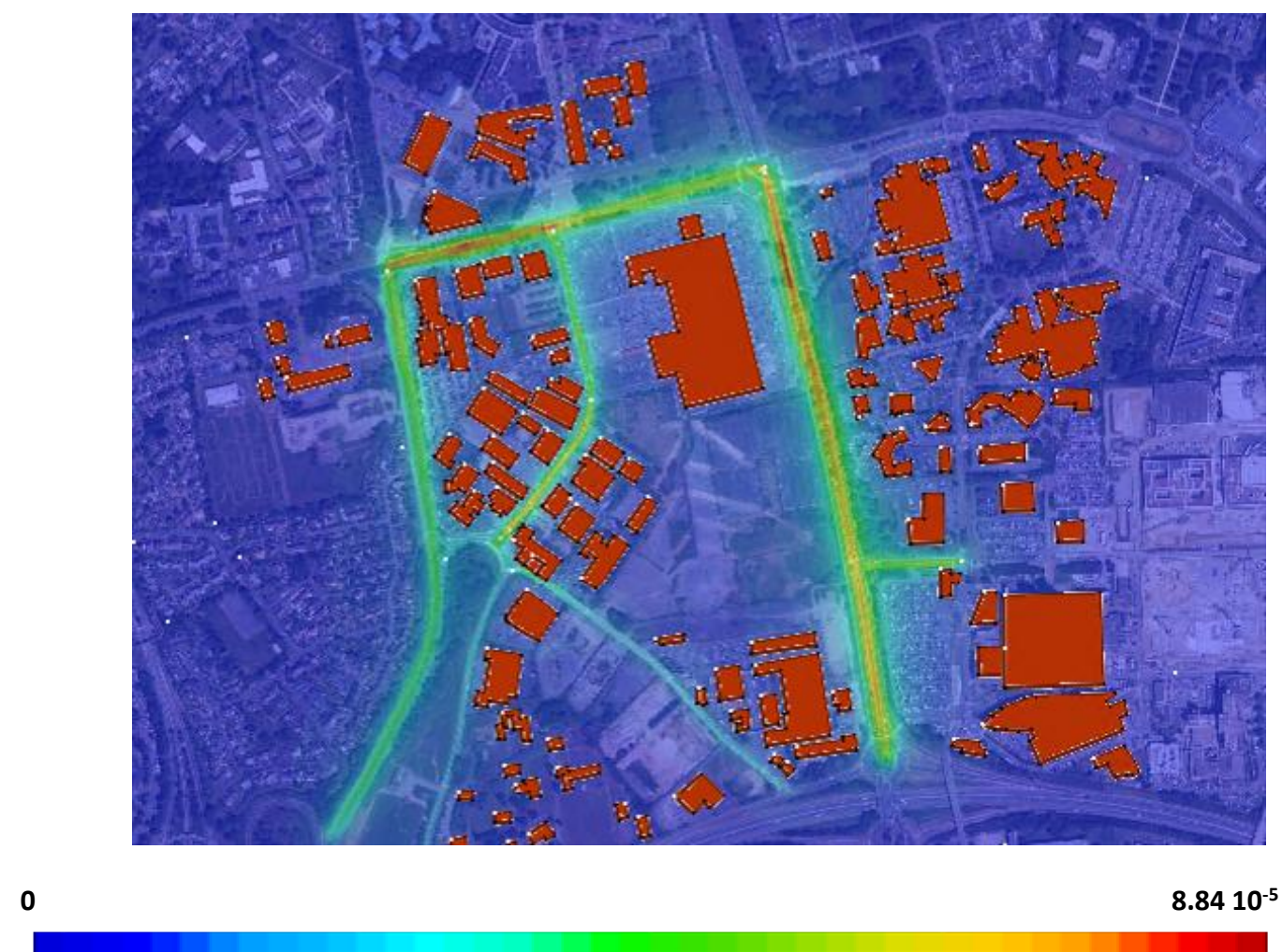


Figure 46 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état de référence horizon 2050



Figure 47 : Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état de référence horizon 2050

## ANNEXE E: CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L'ETAT FUTUR AVEC PROJET HORIZON 2030

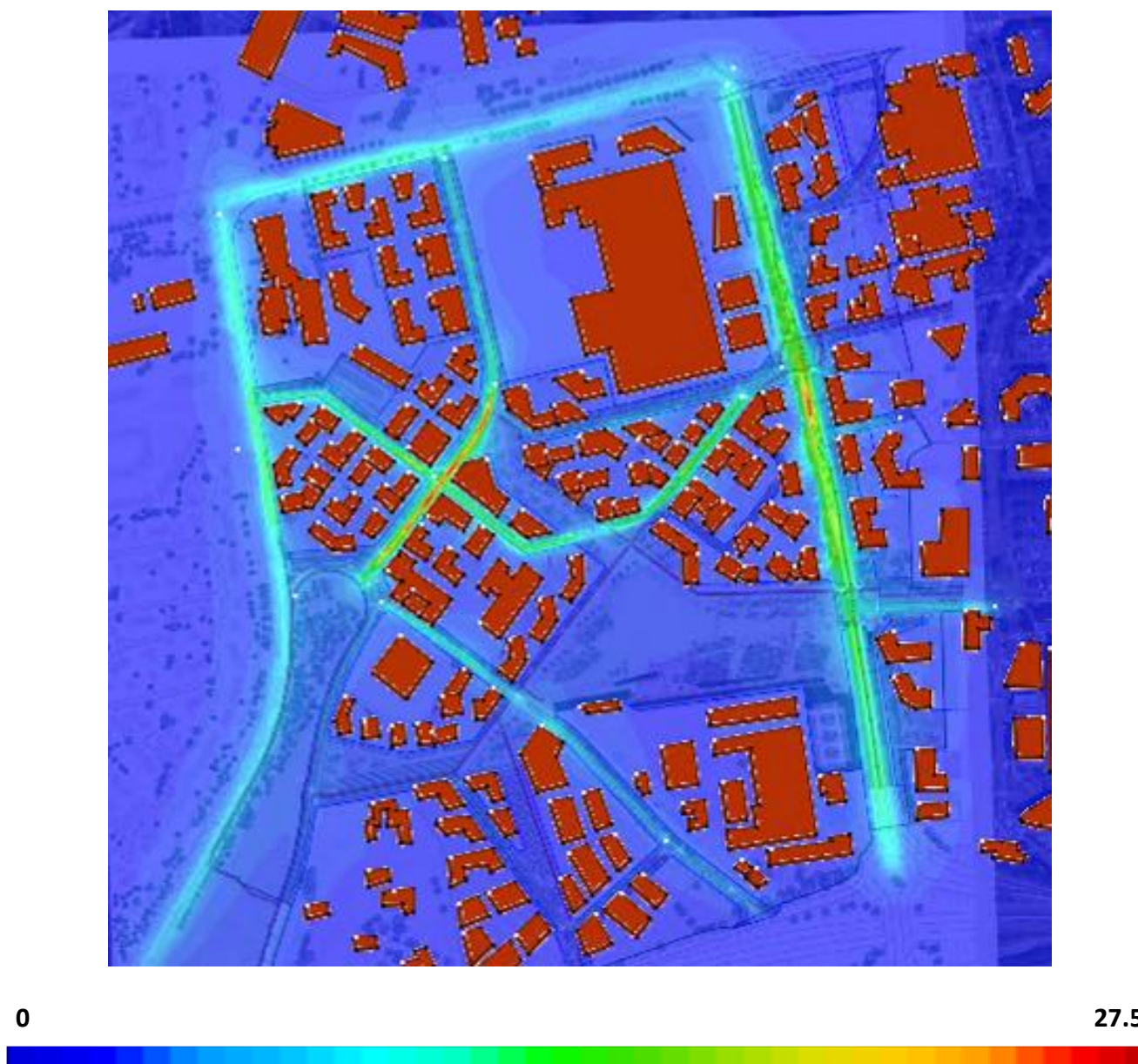


Figure 48 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2026

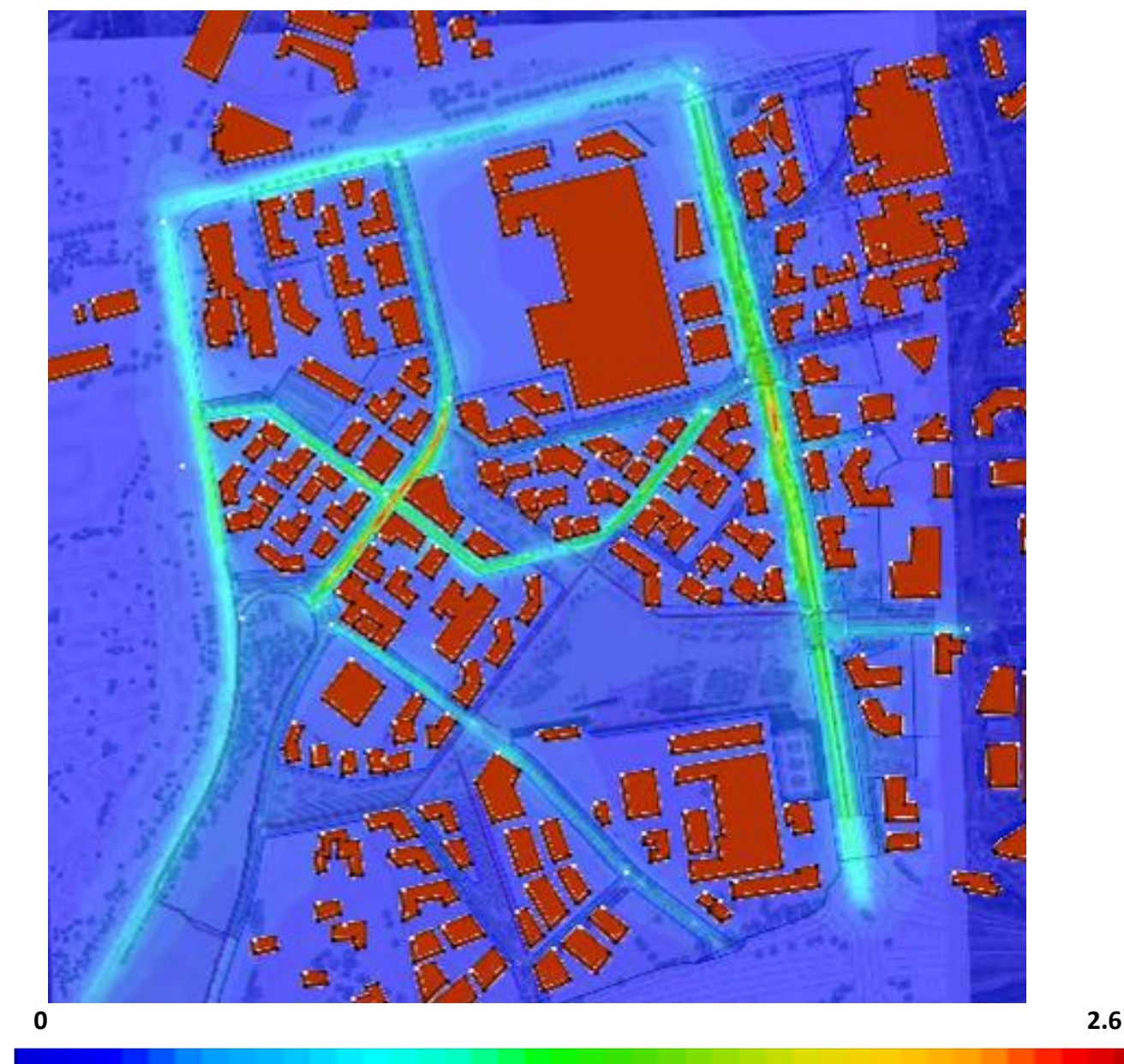


Figure 49 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030

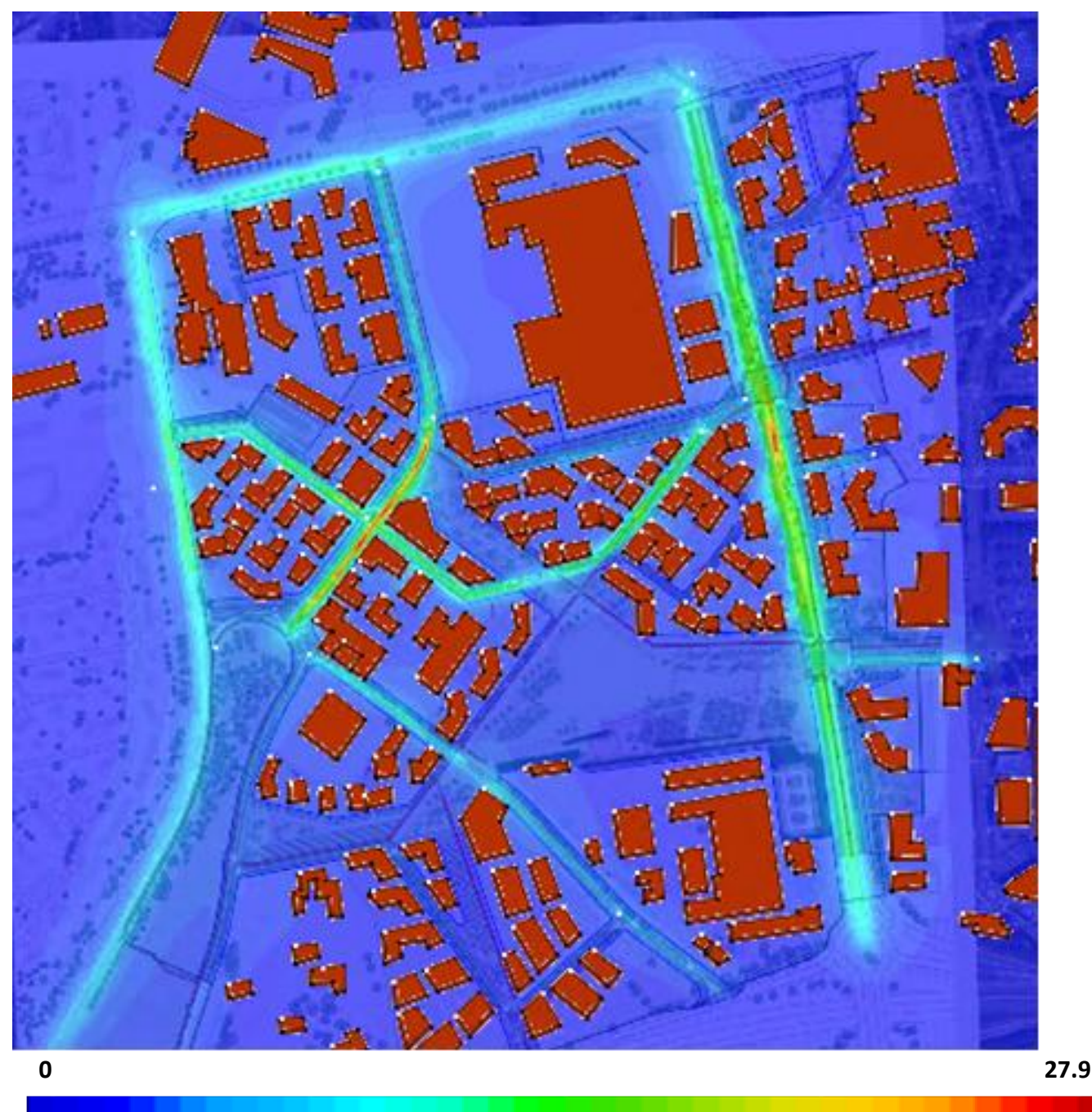


Figure 50 : Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état futur avec projet horizon 2030



7.6

Figure 51 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030



18.5

Figure 52 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030

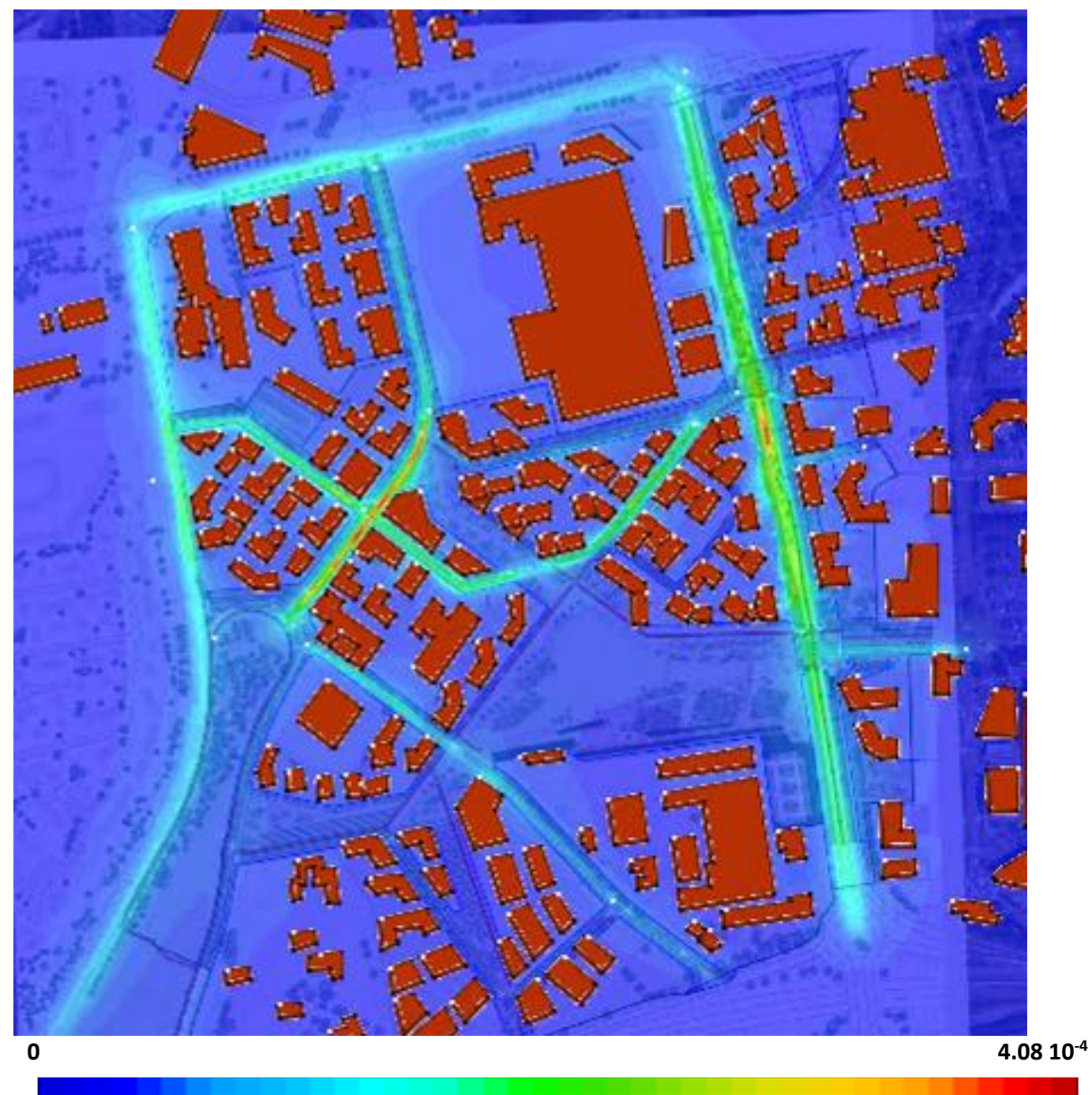


Figure 53 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030



Figure 54 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030

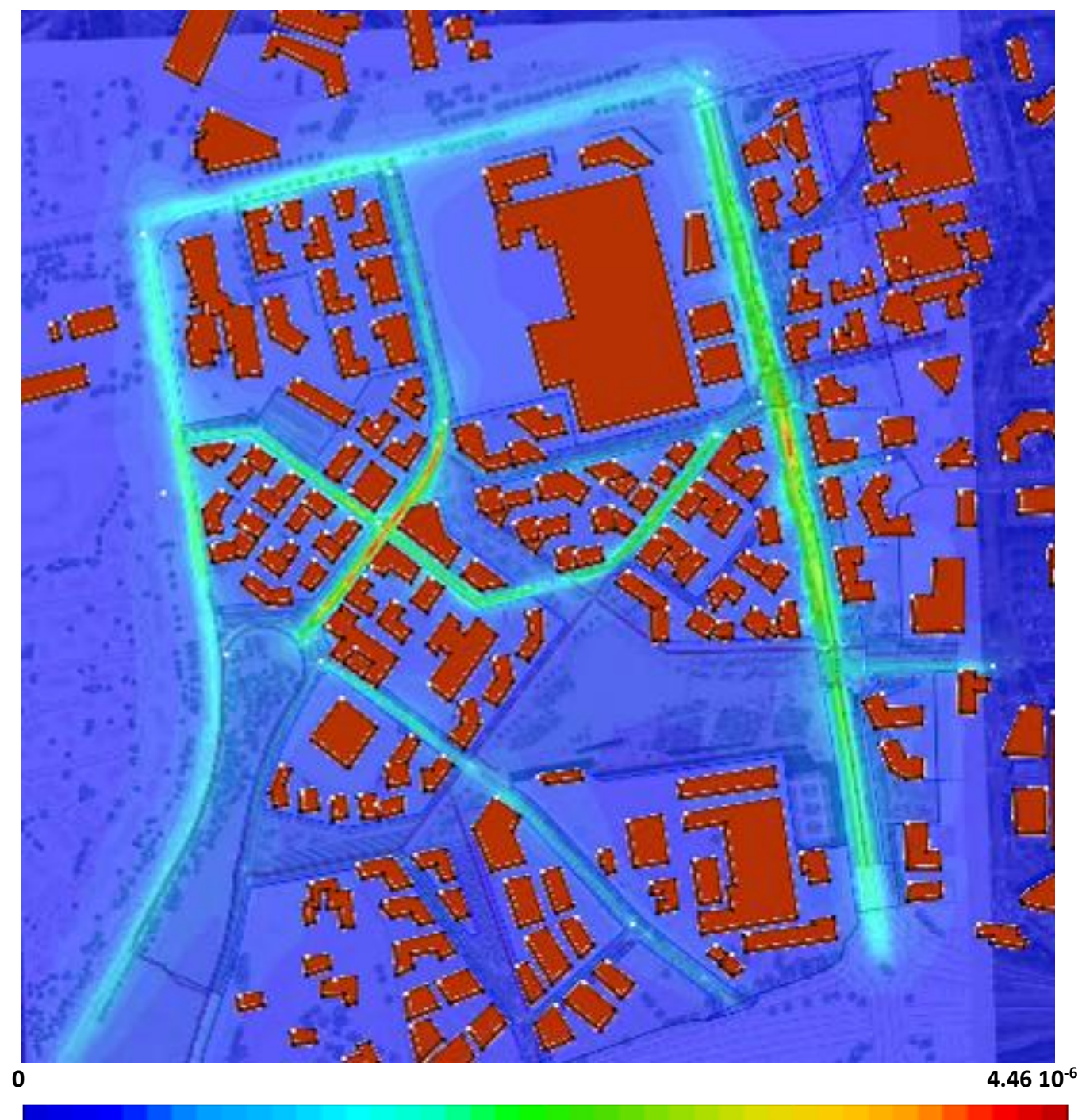


Figure 55 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030

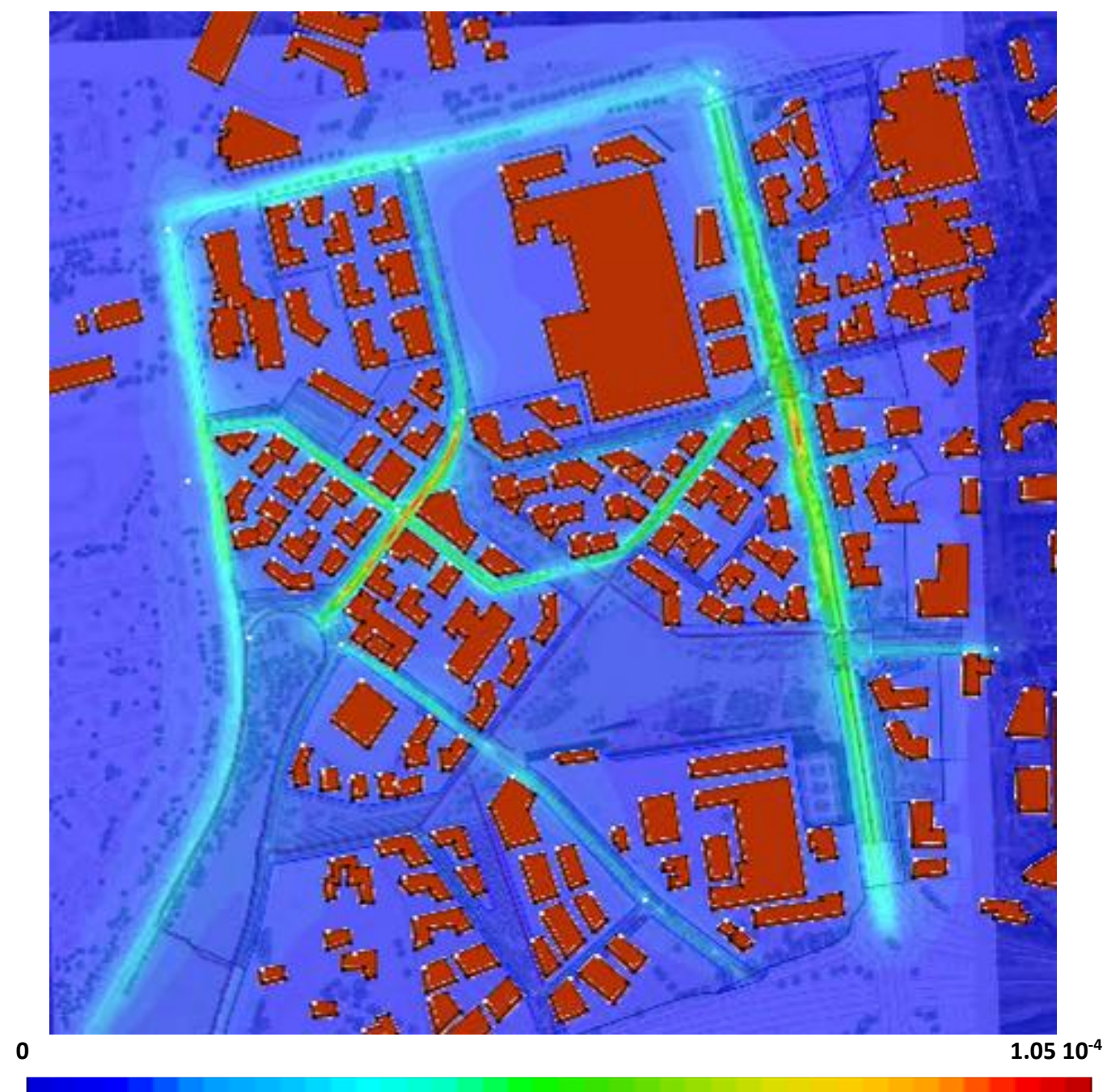


Figure 56 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2030

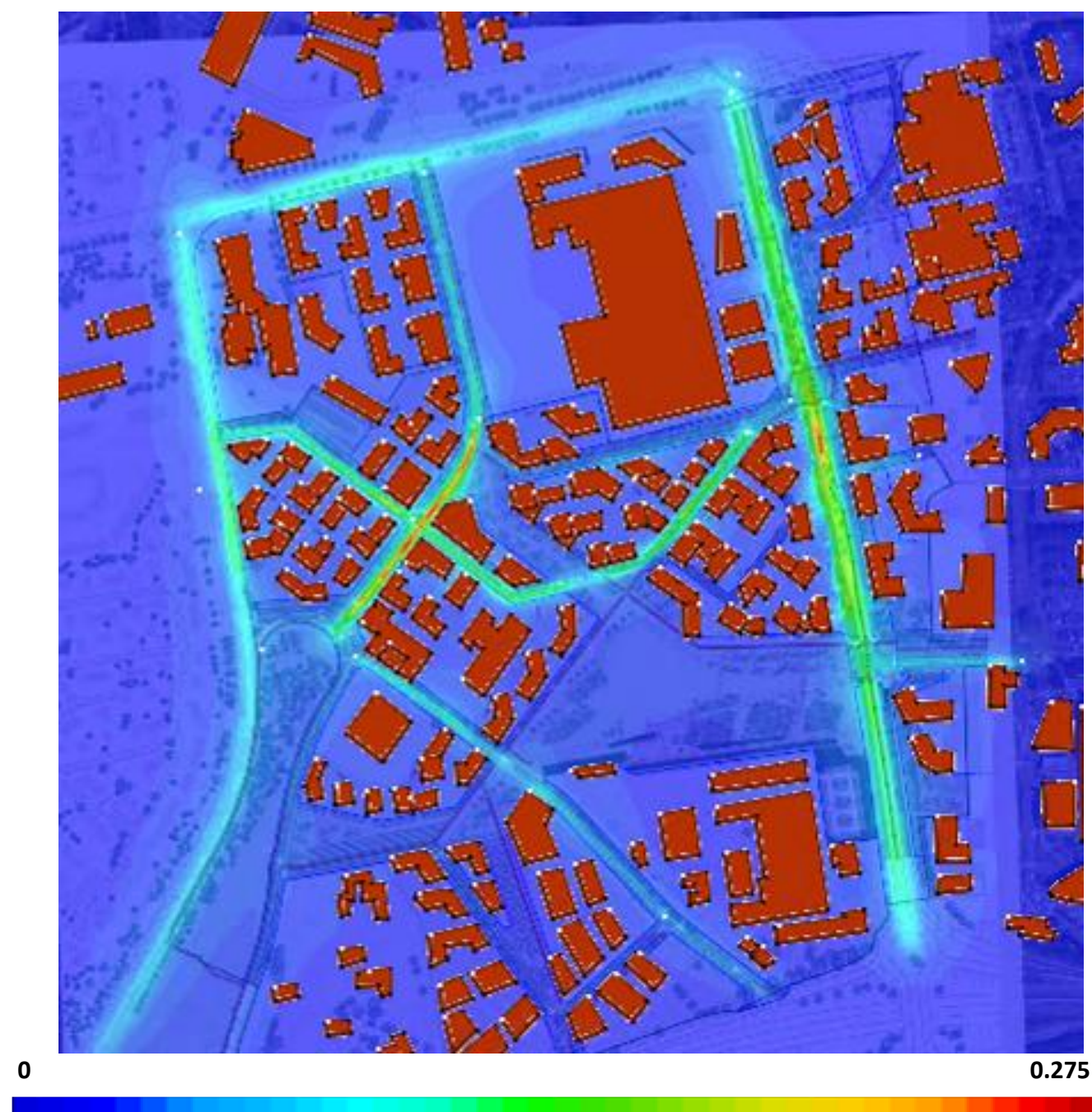


Figure 57 : Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état futur avec projet horizon 2030

## ANNEXE F : CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS DES POLLUANTS POUR L'ETAT FUTUR AVEC PROJET HORIZON 2050

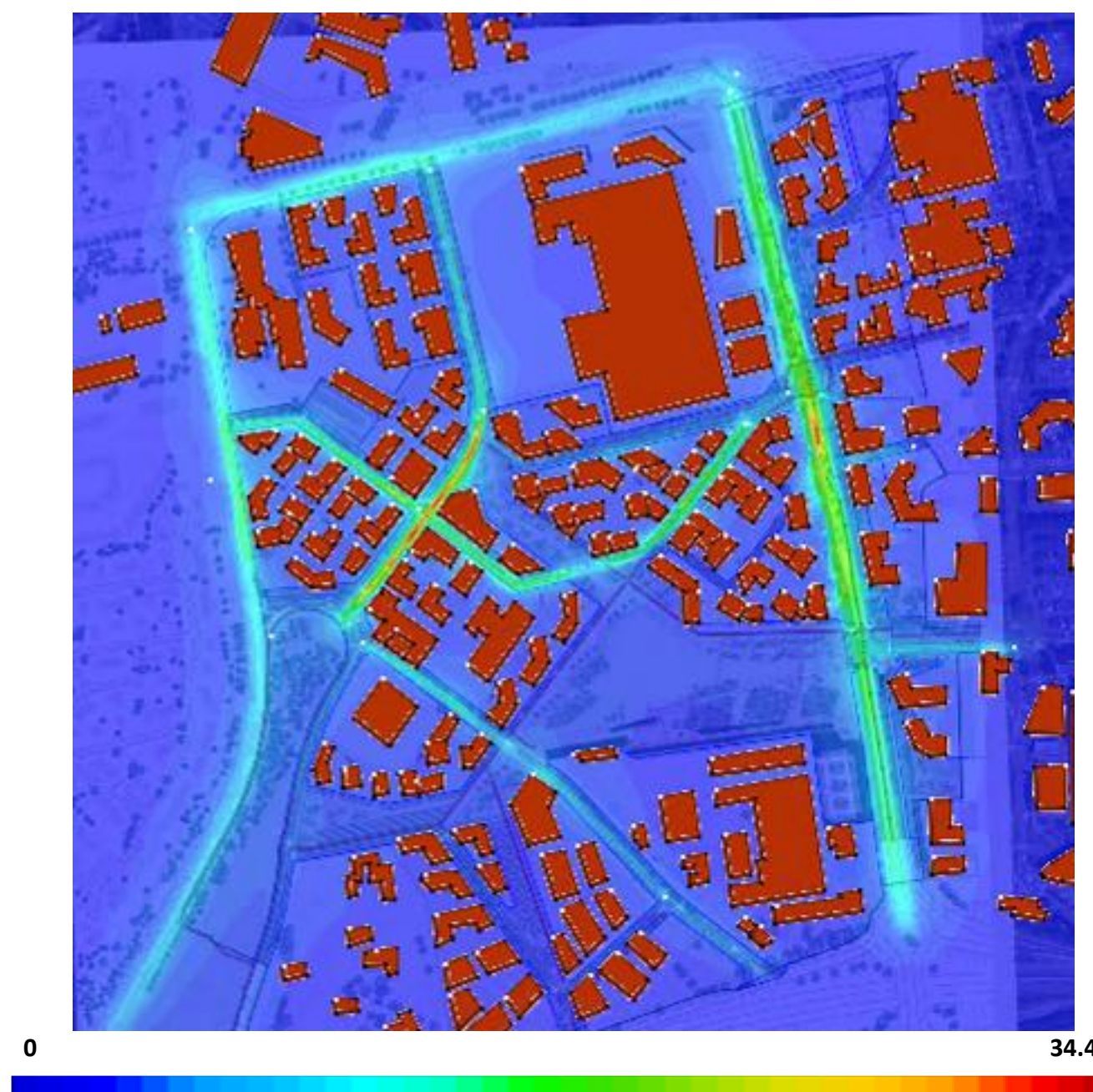


Figure 58 : Concentrations en CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050

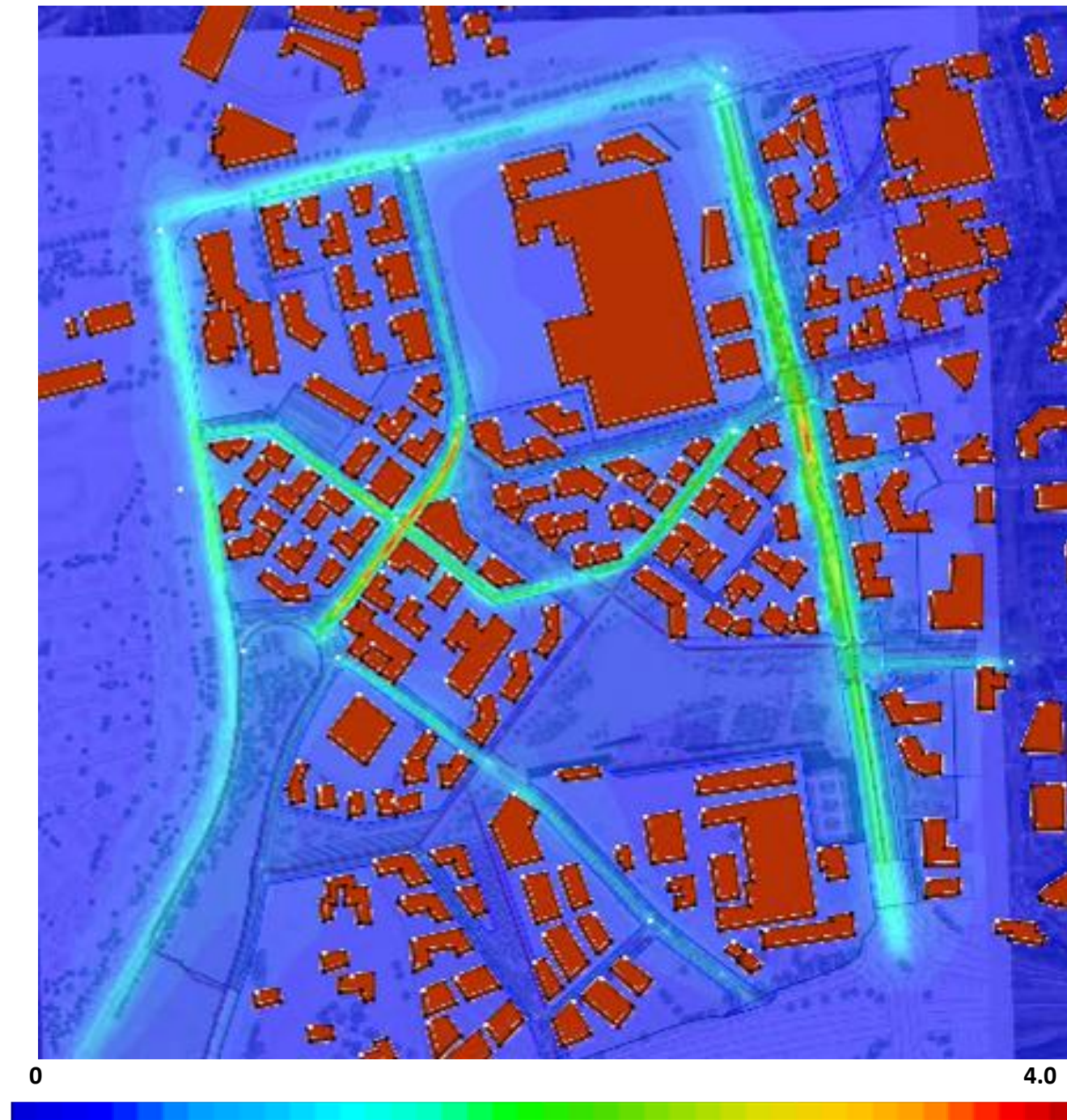


Figure 59 : Concentrations en COVNM ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050

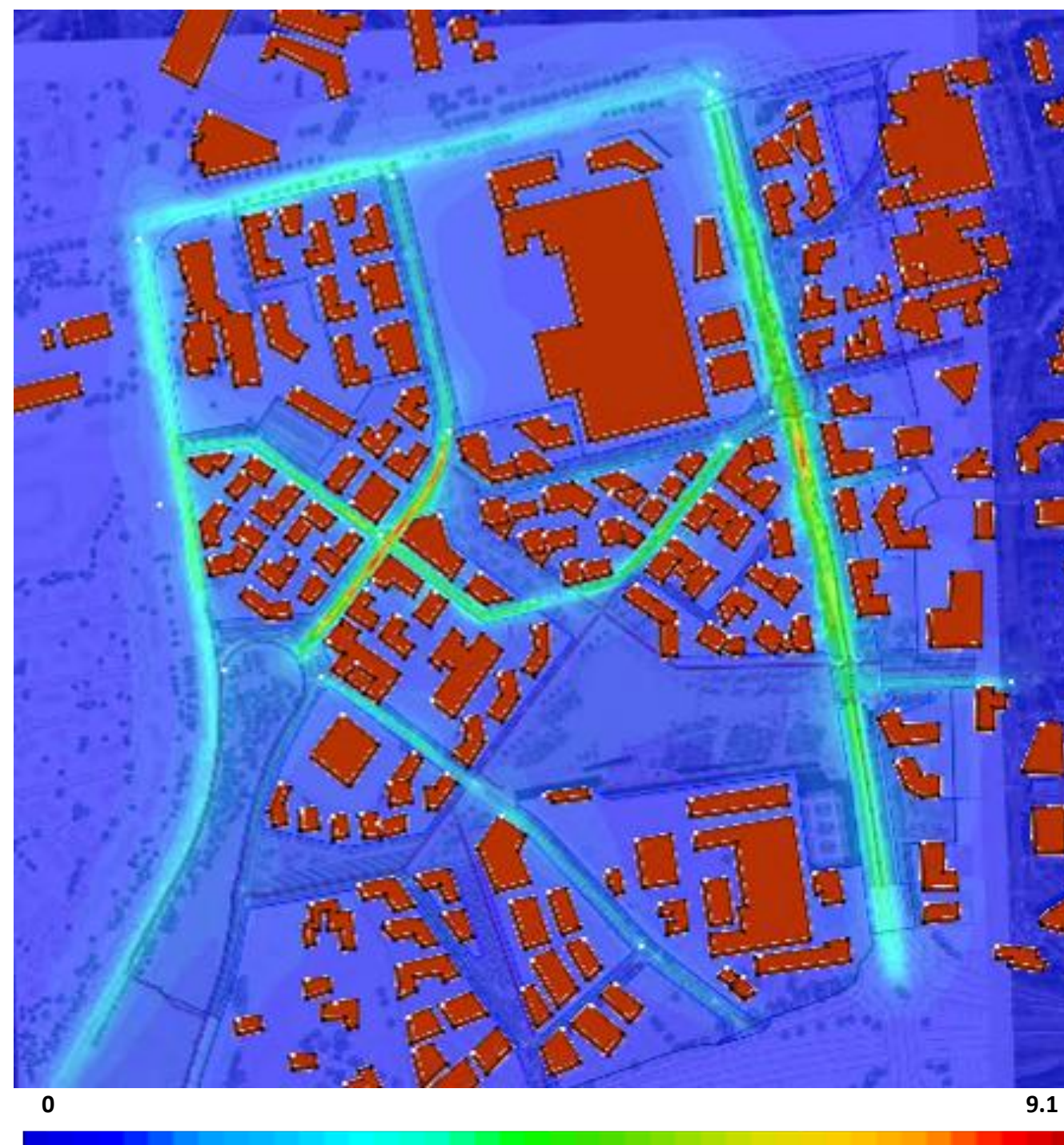


Figure 60 : Concentrations en NO2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



Figure 61 : Concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



19.2

Figure 62 : Concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050

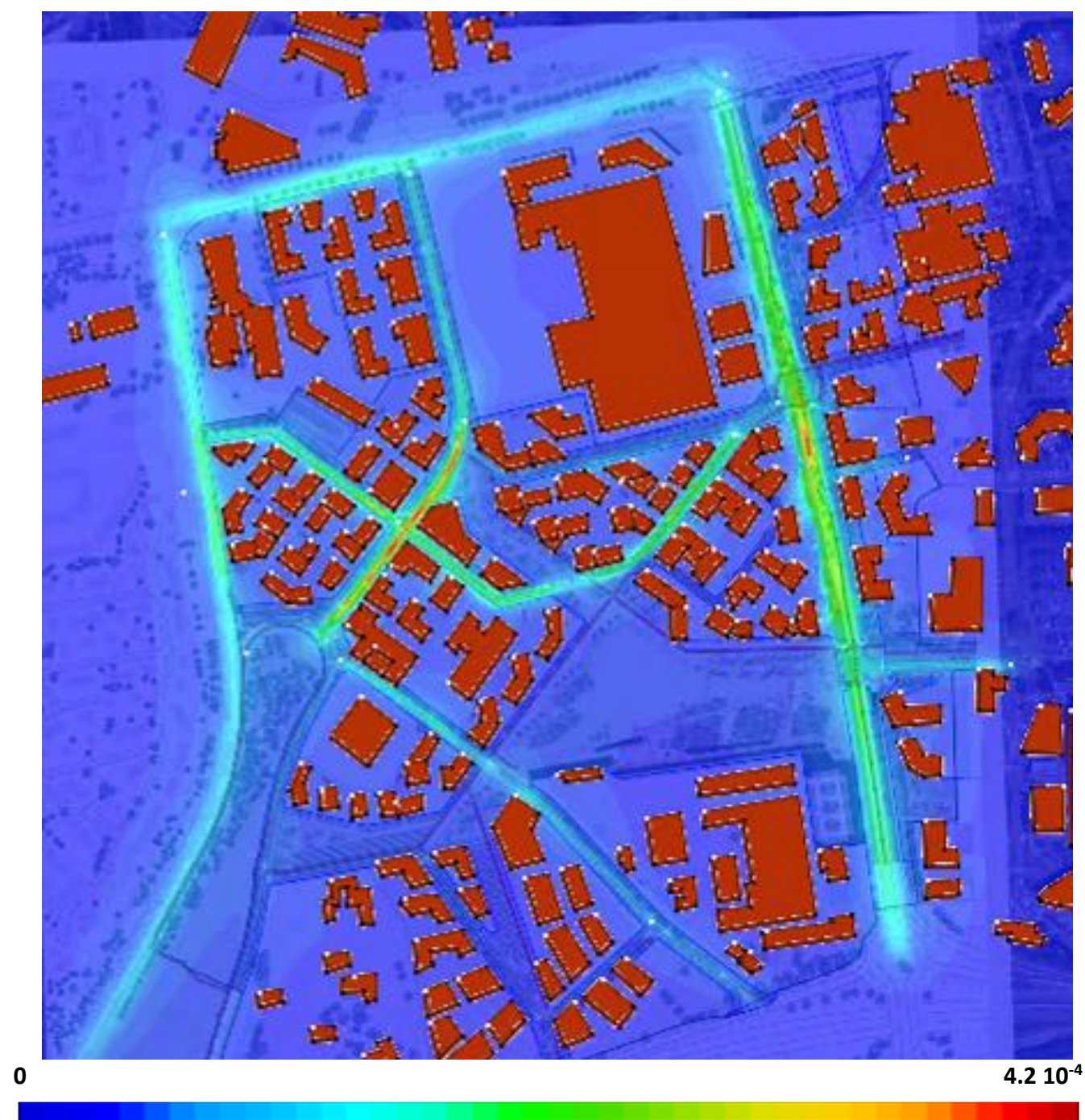


Figure 63 : Concentrations en Ni ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



Figure 64 : Concentrations en C6H6 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



Figure 65 : Concentrations en As ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



Figure 66 : Concentrations en Benzo(a)pyrene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) / état futur avec projet horizon 2050



Figure 67 : Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) / état futur avec projet horizon 2050