



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.1.a Annexe 1 : Étude Trafic – AIMSUN

III.1.b Annexe 2a : État initial - Air / Santé – ARIA

III.1.c Annexe 2b : Étude Air / Santé – ARIA



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 1 :
Étude Trafic – AIMSUN

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.1.a

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 1 :
Étude Trafic – AIMSUN

Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL Rive Droite

Auteur : Maria Chan

Date : 28/07/2023

Marché	20212021S04262 : Réalisation d'études de simulation de trafic macro, méso et micro
Maitre d'Ouvrage	Ville de Paris
Etude	Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL Rive Droite
Date Edition	28/07/2023
Version Logiciel	Aimsun Next 20.0.4 (2022-05-09) Python 2
Etabli par	Maria Chan
Vérifié par	Mathilde Dezobry
Approuvé par	Ana Hernandez

Révisions		
Version	Date	Objet de la révision
V1	10/02/2023	Rédaction du rapport de l'étude
V2	06/03/2023	Correction suite aux remarques de la Ville de Paris
V2	17/05/2023	Modifications suite aux remarques de la Ville de Paris
V2.41	27/06/2023	Modifications suite aux remarques de la Ville de Paris
V3	28/07/2023	Modifications suite aux remarques de la Ville de Paris

Table des Matières

TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES FIGURES.....	4
TABLE DES TABLEAUX	8
1. INTRODUCTION	9
2. METHODOLOGIE	10
3. GENERALITES.....	12
4. PERIODES ET PERIMETRES D'ETUDE.....	14
4.1. PERIMETRE DU MODELE.....	14
4.2. PERIODES DE SIMULATION	14
5. DONNEES D'ENTREE	15
5.1. DONNEES CONCERNANT LA GEOMETRIE	15
5.2. DONNEES CONCERNANT LA DEMANDE	16
5.2.1. Comptages automatiques	16
6. SITUATION DE BASE	17
6.1. HYPOTHESES SUR LA DEMANDE.....	17
6.2. HYPOTHESES SUR L'OFFRE	20
7. CALIBRATION	21
7.1. GENERALITES.....	21
7.2. PARAMETRES DE L'AFFECTION.....	22
7.2.1. Paramètres du scénario	22
7.2.2. Paramètres de l'expérience.....	22
7.2.3. Paramètres particuliers	23
7.3. AJUSTEMENT DE LA DEMANDE	23
8. VALIDATION	25
8.1. GENERALITES.....	25
8.2. RESULTATS DE VALIDATION	26
9. SITUATION DE REFERENCE	30
9.1. HYPOTHESES SUR LA DEMANDE.....	30
9.2. HYPOTHESES SUR L'OFFRE	32
10. SITUATION DE PROJET	35
10.1. HYPOTHESES SUR LA DEMANDE.....	35
10.2. HYPOTHESES SUR L'OFFRE	35
11. RESULTATS DE L'ETUDE.....	37
11.1. SITUATION DE BASE	39

11.1.1. Volumes affectés	39
11.2. SITUATION DE REFERENCE	41
11.2.1. Volumes affectés	41
11.2.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants.....	45
11.3. SITUATION DE PROJET	49
11.3.1. Volumes affectés	49
11.3.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants.....	53
REPORTS DE TRAFIC	55
Analyse des reports	62
Chevelus	63
12. TESTS DE SENSIBILITE	66
12.1. HYPOTHESES SUR LA DEMANDE.....	66
12.2. HYPOTHESES SUR L'OFFRE	67
12.3. RESULTATS DES TESTS DE SENSIBILITE	69
13. CONCLUSION	73

Table des Figures

Figure 1 : Modèle à l'échelle de l'IDF	9
Figure 2 : Modèle à l'échelle de Paris.....	9
Figure 3 : Schéma du déroulement de l'étude.....	11
Figure 4 : Représentation des courbes VDF Davis	13
Figure 5: Périmètre macroscopique à l'échelle de l'IDF	14
Figure 6 : Importation et codage des carrefours à feux dans le réseau	15
Figure 7: Emplacement des points de comptages automatiques	16
Figure 8 : Convergence PPM.....	18
Figure 9 : Déformation de la matrice PPM	18
Figure 10 : Convergence PPS.....	19
Figure 11 : Déformation de la matrice PPS	19
Figure 12 : Processus de calibration d'un modèle	21
Figure 13 : Données d'entrée pour le scénario	22
Figure 14: Paramètres de l'Expérience	23
Figure 15: Paramètres de la VDF avec péage.....	23

Figure 16: Représentation de la demande et du comptage	24
Figure 17: Légende pour l'indicateur GEH.....	26
Figure 18: Carte des GEH pour la PPM.....	27
Figure 19: Droite de régression pour la PPM.....	27
Figure 20: Carte des GEH pour la PPS	28
Figure 21: Droite de régression pour la PPS	29
Figure 22 : Évolutions tendanciennes entre 2017 et 2025 PPM.....	30
Figure 23: Évolutions tendanciennes entre 2017 et 2025 PPS	31
Figure 24 : Projets d'aménagement de la Situation de Référence codés via des Configurations de Géométrie.....	33
Figure 25 : Secteur d'étude de la ZTL avec les restrictions d'accessibilité par type de véhicules	36
Figure 26 : Légende des cartes des volumes affectés (en véh/h)	37
Figure 27 : Légende des cartes des taux de saturation des sections et mouvements tournants (en véh/h)	38
Figure 28 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPM	39
Figure 29 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPS.....	39
Figure 30 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPM dans le secteur ZTL	40
Figure 31 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPS dans le secteur ZTL	40
Figure 32 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPM.....	41
Figure 33 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPS	41
Figure 34 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPM dans le secteur ZTL	42
Figure 35 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPS dans le secteur ZTL	43
Figure 36 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence durant la PPM	44
Figure 37 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence durant la PPS	44

Figure 38 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPM	45
Figure 39 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPS	45
Figure 40 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPM.....	46
Figure 41 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPS	46
Figure 42 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la référence durant la PPM	47
Figure 43 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la Référence durant la PPS.....	47
Figure 44 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPM	48
Figure 45 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPS.....	48
Figure 46 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM.....	49
Figure 47 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS	49
Figure 48 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM dans le secteur ZTL.....	50
Figure 49 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS dans le secteur ZTL.....	51
Figure 50 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPM sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL	51
Figure 51 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPS sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL	52
Figure 52 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPM	53
Figure 53 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPS	53
Figure 54 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPM	54
Figure 55 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPS.....	55
Figure 56 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)	56
Figure 57 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)	56

Figure 58 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin)..... 57

Figure 59 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir) 58

Figure 60 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM 59

Figure 61 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS 59

Figure 62 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM 60

Figure 63 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS 61

Figure 64 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers) 62

Figure 65 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers) 62

Figure 66 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Montparnasse - Destination : Gare du Nord..... 63

Figure 67 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Montparnasse - Destination : République 64

Figure 68 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Saint-Lazare - Destination : Gare de Lyon 65

Figure 70 : Secteur d'étude de la ZTL pour le Scénario 4 67

Figure 71 : Plan de circulation Paris centre pour les tests de sensibilité (scénario 3) 68

Figure 72 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 3 et le Scénario 1 (PPM) 69

Figure 73 : Comparaison des volumes (véh/période) entre le Scénario 3 et le Scénario 1 (PPS) 70

Figure 74 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 4 et le Scénario 3 (en pointe du matin) 71

Figure 75 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 4 et le Scénario 3 (en pointe du soir) 71

Figure 81 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario projet en PPM . 73

Figure 82 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario projet en PPS.. 74

Figure 83 : Reports de trafic dus à la mise en œuvre de la ZTL par rapport à la Référence .. 75

Table des Tableaux

Tableau 1 - Correspondance sémantique entre le rapport sur la circulation et l'étude d'impact 10

Tableau 2 - Définition des différents scénarios de ZTL étudiés..... 11

Tableau 3 : Limite de déformation pour l'ajustement OD 17

Tableau 4: Récapitulatif des GEH pour la PPM 26

Tableau 5: Récapitulatif des GEH pour la PPS..... 28

Tableau 6 : Tableaux des évolutions tendanciennes entre 2017 et 2025 32

Tableau 7 : Volumes affectés sur les ponts centraux 52

1. Introduction

Le présent rapport a pour objectif d'exposer la méthodologie suivie et les hypothèses utilisées pour la création des scénarios de base, référence et projet pour l'étude d'impact du projet de Zone à Trafic Limité (ZTL) de la Ville de Paris. Le projet de ZTL porté par la Ville de Paris concerne Paris Centre Rive Droite.

Le calage et la validation dans le cas du scénario de base sont détaillés. Ensuite, les résultats obtenus pour chaque scénario de la modélisation macroscopique statique sont exposés ainsi qu'une comparaison de résultats entre le projet et la référence pour comprendre les impacts induits par le projet.

Avec le modèle de base finalisé, l'objectif de cette étude est de caractériser les conséquences de la mise en place de la ZTL sur les reports de trafic et sur la congestion, les taux de saturation et les points noirs, à Paris.

L'étude est réalisée pour :

- La Période de Pointe du Matin (PPM) : 7h00 - 10h00
- La Période de Pointe du Soir (PPS) : 17h00 - 20h00

Pour ce faire, la démarche d'étude consiste à construire un modèle macroscopique de trafic pour étudier les reports de trafic à l'échelle de l'Ile-de-France. Ce réseau étendu inclut les axes structurants à l'échelle de l'Ile-de-France (autoroutes, routes nationales et routes départementales), et au niveau de Paris l'ensemble du réseau routier est pris en compte à l'exception des rues de desserte très locales à l'échelle des quartiers.

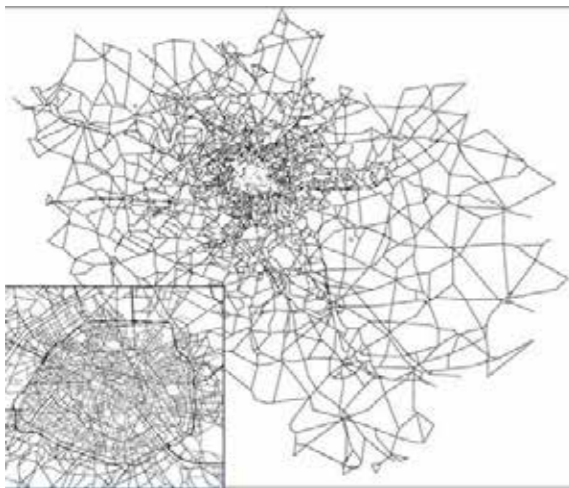


Figure 1 : Modèle à l'échelle de l'IDF



Figure 2 : Modèle à l'échelle de Paris

2. Méthodologie

La méthodologie générale de l'étude repose sur la modélisation à l'échelle macroscopique et sur l'évaluation des reports de trafic, des choix d'itinéraires et de la distribution des flux de trafic avec la prise en compte de l'infrastructure sur le réseau macroscopique étendu à l'échelle de l'Ile-de-France.

Voici un tableau de correspondance sémantique entre le rapport sur la circulation et l'étude d'impact :

Nomenclature dans ce rapport	Nomenclature correspondante
Étude de trafic	Étude d'impact
Scénario de Base	État initial
Scénario de Référence	État Fil de l'eau
Scénario Projet	État projeté

Tableau 1 - Correspondance sémantique entre le rapport sur la circulation et l'étude d'impact

Les horizons suivants seront considérés pour cette étude :

- **BASE 2017** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande de la situation 2017. Le calage de ce scénario permet de représenter le plus fidèlement possible les conditions de circulation et le comportement des véhicules.
- **REFERENCE 2025** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande de l'horizon d'étude 2025. L'obtention de résultats pour ce scénario fil de l'eau sera réalisée en introduisant à partir du scénario de Base les hypothèses d'évolution de l'offre et de la demande concernant l'ensemble des projets devant être mis en service à l'horizon d'étude à l'exception du projet d'aménagement de la Zone à Trafic Limité (ZTL).
- **PROJET 2025** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande générées par l'introduction des règles de circulation et de demande du projet étudié. Ce scénario permet d'étudier les impacts du projet par rapport à la référence. Dans le cas de la ZTL, le projet consiste en un arrêté de police de circulation, restreignant la circulation de transit à travers la zone.

Le schéma ci-dessous récapitule l'articulation des étapes de l'étude :

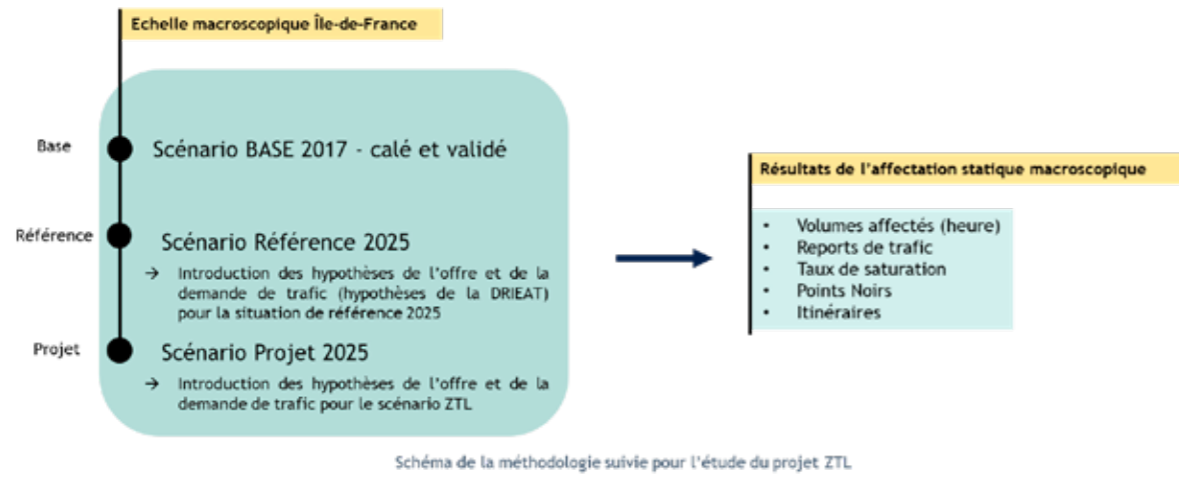


Figure 3 : Schéma du déroulement de l'étude

Dans la suite, pour alléger les notations on utilisera les termes Référence et Projet - sans mention de l'horizon 2025.

Dans le cadre de l'étude d'impact du projet de Zone à Trafic Limité (ZTL), plusieurs scénarios de ZTL ont été étudiés (Tableau 2).

Scénarios	Périmètre Paris Centre	Plan de circulation Le Marais - Les Îles mis en œuvre	Etude de trafic
1	Quais hauts inclus - îles exclues	N	Complète
2	Quais hauts, bd Bourdon et îles exclus	N	Complète
3	Quais hauts inclus - îles exclues	O	Test de sensibilité
4	Quais hauts inclus - îles incluses	O	Test de sensibilité
5	Quais hauts et îles exclues - bd Bourdon, quais des Célestins et de l'Hôtel de Ville dans le sens Est-Ouest inclus	N	Complète

Tableau 2 - Définition des différents scénarios de ZTL étudiés

Les résultats des études de trafic pour les scénarios 1, 3 et 4 sont présentés dans le présent rapport. Le résultat des études de trafic pour le scénario 5 est présenté dans un rapport spécifique (« 368_MdP_Rapport_ZTL_V1 vs V5 - VF »). Le résultat des études de trafic pour le scénario 2 n'est pas présenté, ce scénario ayant été remplacé par le scénario 5.

3. Généralités

D'une manière générale, les études macroscopiques servent à estimer la répartition de la demande de déplacements sur le réseau routier pour une période donnée.

Les modèles macroscopiques statiques sont considérés comme des modèles d'affectation de la demande à l'équilibre. L'approche macroscopique repose sur le fait que les usagers, qui veulent aller d'une origine à une destination donnée, vont chercher à optimiser leur temps de déplacement en choisissant l'itinéraire le moins coûteux pour y parvenir. Lorsque l'équilibre statique est atteint, aucun utilisateur dans l'ensemble du réseau ne peut améliorer le coût de son trajet en changeant d'itinéraire OD. Tous les itinéraires utilisés pour une même paire origine-destination ont le même coût, ce coût étant inférieur à celui des itinéraires non utilisés. Il s'agit du principe d'équilibre de Wardrop.

Afin de caler le modèle macroscopique, il est nécessaire de définir le réseau suivant plusieurs paramètres caractéristiques, à savoir la capacité de la section, la vitesse de la section et la VDF (Volume Delay Function) qui est une fonction reliant la vitesse et la capacité d'une section particulière afin de calculer le coût propre utilisé durant l'affectation du trafic.

Cette fonction intervient dans le calcul du coût généralisé de la section et dans l'algorithme d'affectation de trafic.

Les fonctions utilisées sont issues des VDF de l'IFSTTAR, dites fonctions DAVIS dont la formulation est la suivante :

$$\text{Si } \frac{\text{Volume}}{\text{Capacité}} < 1, \quad T_{\text{Parcours}} + \beta \left(T_{\text{Parcours}} \cdot \frac{1.1 - \alpha \cdot \frac{V}{C}}{1.1 - \frac{V}{C}} - T_{\text{Parcours}} \right) + 0.05 \cdot \frac{\text{Longueur}}{1000}$$

$$\text{Si } \frac{\text{Volume}}{\text{Capacité}} > 1, \quad T_{\text{Parcours}} + \beta \left(T_{\text{Parcours}} \cdot \left(1 + 10(1 - \alpha) \cdot \left(\frac{V}{C} \right)^2 \right) - T_{\text{Parcours}} \right) + 0.05 \cdot \frac{\text{Longueur}}{1000}$$

où α et β sont des coefficients dépendant du Type de Route

Elles peuvent en outre être représentées sous forme de graphique.

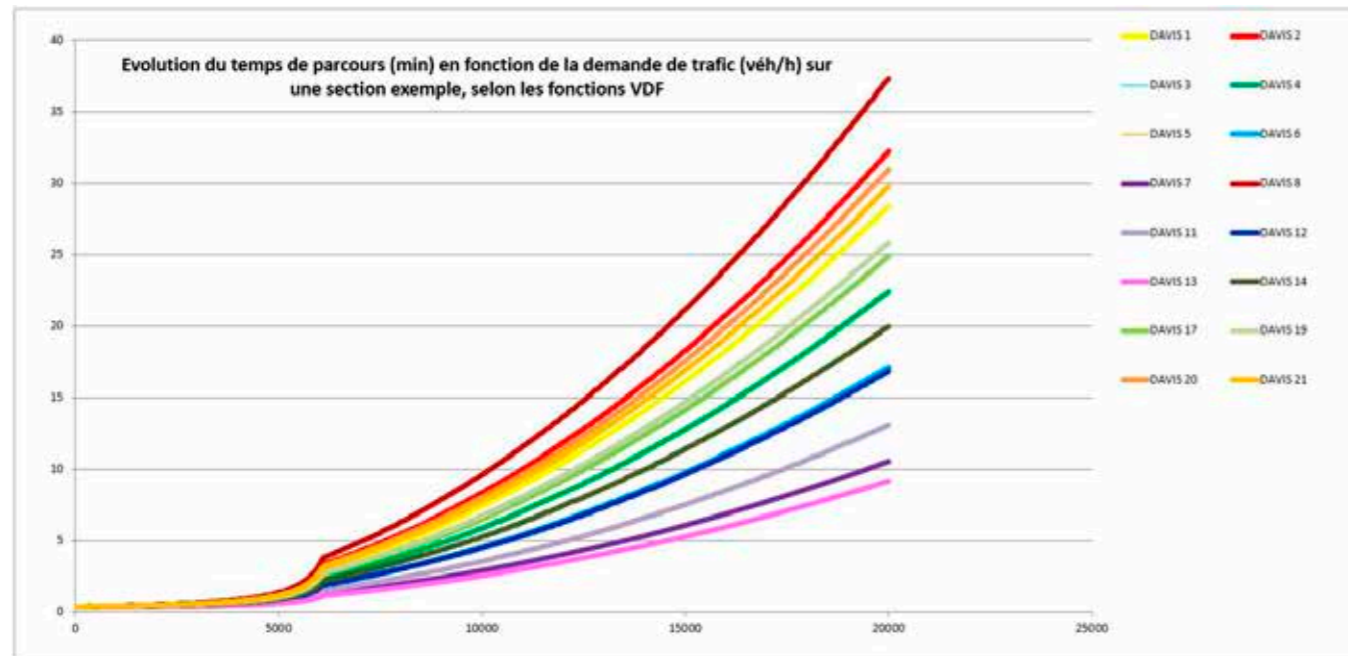


Figure 4 : Représentation des courbes VDF Davis

Ces équations traduisent le fait que le coût, se basant ici sur le temps de parcours, d'une section augmente en fonction du trafic circulant sur cette même section. Dans le modèle d'affectation, chaque usager cherchera alors le trajet lui permettant de minimiser son coût (le coût d'un itinéraire étant la somme des coûts des sections composant l'itinéraire), conformément au principe de Wardrop permettant d'avoir une affectation à l'équilibre.

4. Périodes et Périmètres d'étude

4.1. Périmètre du modèle

La définition du périmètre est une étape importante dans la construction d'un modèle de trafic.

Au niveau macroscopique, il convient de définir un périmètre suffisamment étendu pour prendre en compte les reports de trafic induits par la mise en place du projet. L'échelle de l'Ile-de-France a été retenue afin de considérer les changements d'itinéraire à l'échelle de Paris.

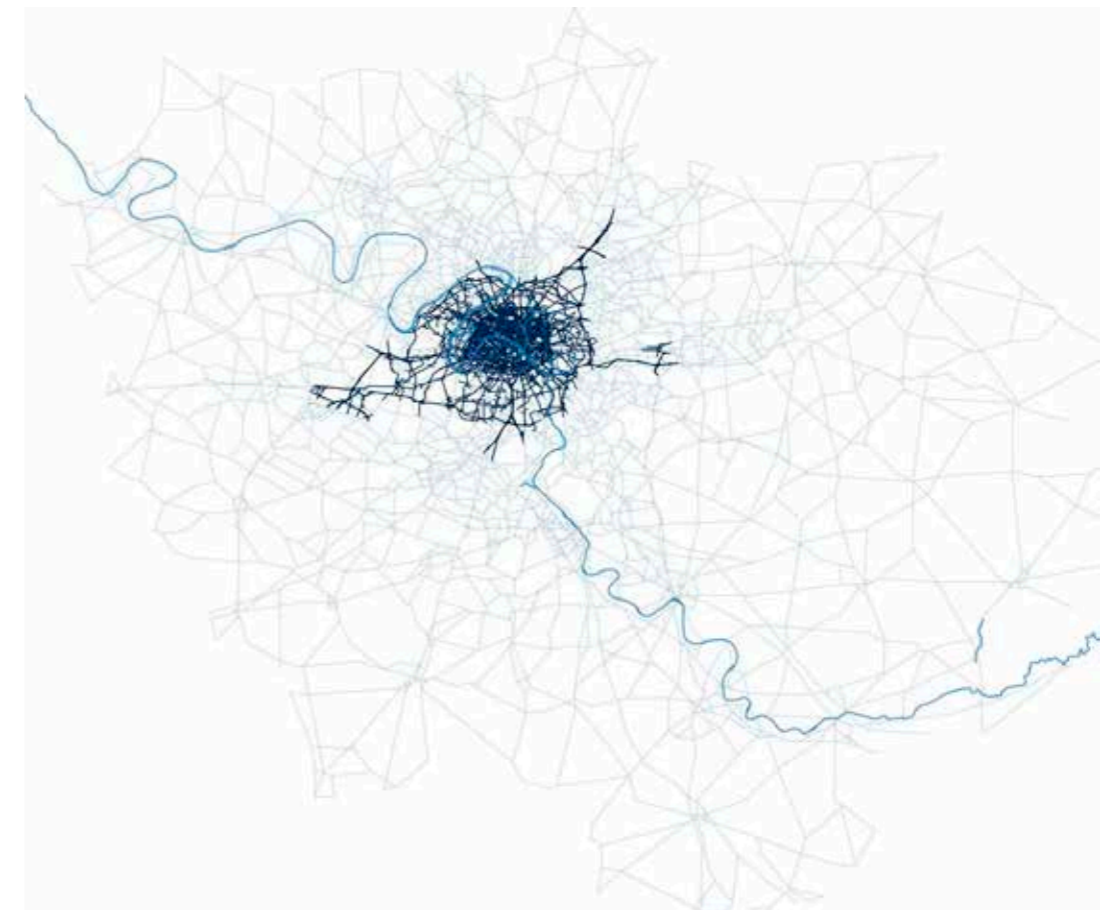


Figure 5: Périmètre macroscopique à l'échelle de l'IDF

4.2. Périodes de simulation

Les périodes de simulation retenues sont les heures de trafic dimensionnantes :

- La Période de Pointe du Matin (PPM) : 07:00 - 10:00 ;
- La Période de Pointe du Soir (PPS) : 17:00 - 20:00 ;

Le modèle macroscopique à l'échelle de l'Ile-de-France a été calé selon ces heures.

5. Données d'entrée

5.1. Données concernant la géométrie

La Ville de Paris utilise depuis de nombreuses années la modélisation de trafic pour répondre aux défis que représentent les déplacements et la circulation sur son territoire. Initialement issu du modèle de la DRIEA, le modèle dont dispose la ville de Paris a été calé sous Aimsun Next sur son territoire à l'horizon 2017.

Ce dernier intègre l'ensemble des éléments relatifs aux plans de feux et au tracé du réseau de transports en commun pour les horizons d'études considérés.

Les carrefours à feux sont inclus à l'échelle du réseau structurant et secondaire sur l'ensemble du périmètre délimité par l'A86, sur les départements du 92, 93 et 94, afin d'évaluer correctement les capacités du réseau :

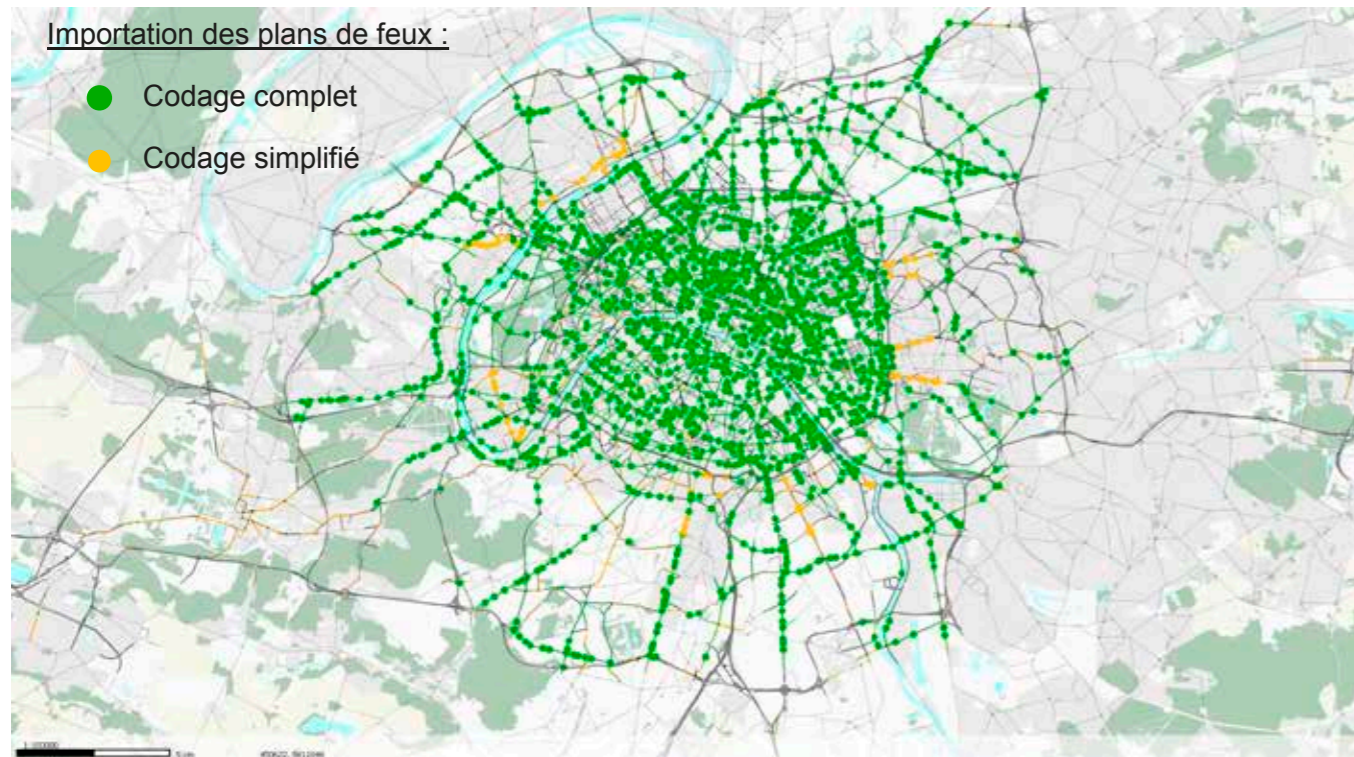


Figure 6 : Importation et codage des carrefours à feux dans le réseau

A titre d'information, le « codage complet » correspond aux temps de feux des dossiers techniques tandis que le « codage simplifié » correspond à des temps de feux approximatifs.

Il est à noter que les plans feux ont également été pris en compte dans les simulations macroscopiques modélisées pour tous les scénarios présentés dans ce rapport.

5.2. Données concernant la demande

La demande utilisée pour le calage du modèle est issue du modèle de la DRIEA à l'horizon 2010, elle représente la demande par type de véhicule (Véhicules Légers, Poids Lourds, Taxis et 2 Roues Motorisés) sur les heures de pointe (8h-9h et 17h-18h) et est utilisée pour l'ajustement à l'horizon 2017.

5.2.1. Comptages automatiques

En complément de l'Enquête Globale Transport (EGT) de 2010, de nombreux comptages automatiques ont été réalisés à cette même période. Ces données, auxquelles nous ajoutons un jeu de données de comptages SURF du 4 sept. 2017 au 2 nov. 2017, sont utiles pour le calage et la validation des volumes de trafic simulés à l'intérieur du réseau au regard des volumes de trafic mesurés.

Afin de réaliser la validation du modèle de Base à l'échelle de la Petite Couronne, nous avons introduit les détecteurs des départements du 92, 93 et 94 ainsi que ceux de la DIRIF à l'échelle correspondante.

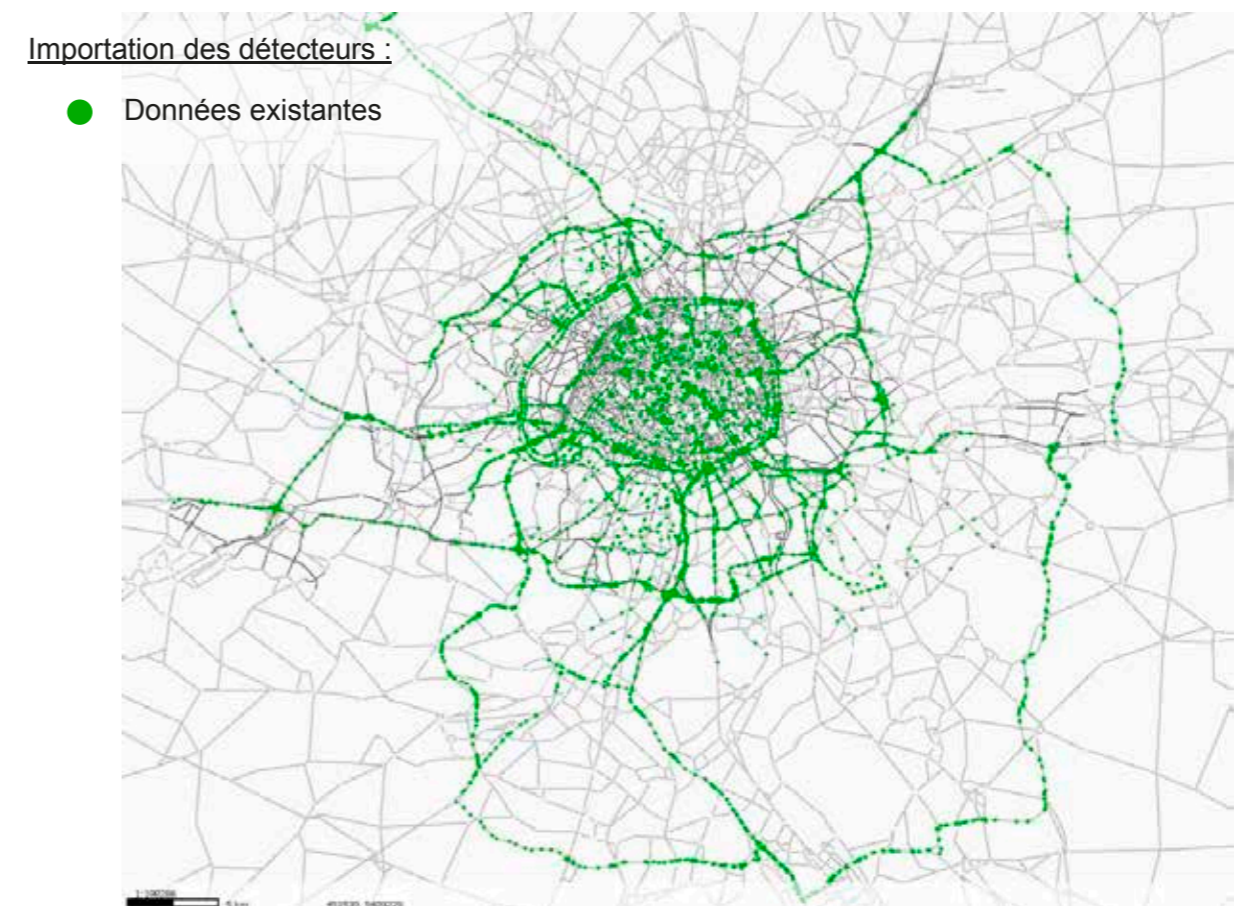


Figure 7: Emplacement des points de comptages automatiques

6. Situation de base

L'objectif de la situation de base est de reproduire les comportements des véhicules sur le secteur d'étude.

6.1. Hypothèses sur la demande

Les demandes de trafic utilisées pour réaliser les affectations de trafic en HPM et en HPS sur le modèle de base sont issues de l'Enquête Globale Transport (EGT) de 2010. Ces données ont été intégrées au modèle puis traitées et calibrées pour reproduire la situation de trafic sur la base d'un jeu de données de comptages SURF du 4 Sept. 2017 au 2 Nov. 2017.

Ainsi, nous disposons d'une situation calée et validée sur la période de 2017 avec des matrices tous véhicules, représentant un trafic de jour ouvré moyen.

Sur la base de ces matrices 2017, nous réalisons un ajustement en limitant les changements de la matrice. Nous imposons des limites de déformation par paire OD en fonction du volume initial de trafic.

Plage [A ; B]		A		B	
A	B	Min	Max	Min	Max
0.01	0.1	0	1	0	5
0.1	0.5	0	5	0	5
0.5	1	0.07	3.5	0.15	7
1	5	0.25	5	1	25
5	10	1.5	15	3	30
10	20	5	20	10	40
20	30	7	50	10	75
30	50	15	60	25	100
50	100	40	80	25	175
100	200	50	150	100	300
200	>200	140	260	>140	>260

Tableau 3 : Limite de déformation pour l'ajustement OD

De plus, des contraintes supplémentaires ont été appliquées sur la déformation des trajets Paris<>Paris ainsi que les trajets de moins de 2.5km afin d'éviter les aberrations. Enfin, aucune déformation n'a été appliquée sur les OD de Paris-Centre.

Les résultats du processus d'ajustement sont les suivantes :

Outer Iteration	Inner Iterations Completed	Relative Gap Achieved (%)	Gradient Descent Iteration	R ²	Slope	Intercept	Total of Squares of Errors
1	108	0.069023	0	0.969163	1.06546	-40.9784	1.61652e+08
2	120	0.0673445	0	0.968823	1.056	-32.5351	1.54899e+08
3	137	0.0683832	0	0.969345	1.05869	-32.1957	1.55297e+08
4	146	0.0637746	0	0.969134	1.05021	-29.2026	1.48545e+08
5	148	0.0643244	0	0.969628	1.05557	-31.6405	1.50681e+08
6	156	0.0605938	0	0.969137	1.04941	-30.4708	1.47627e+08

Figure 8 : Convergence PPM

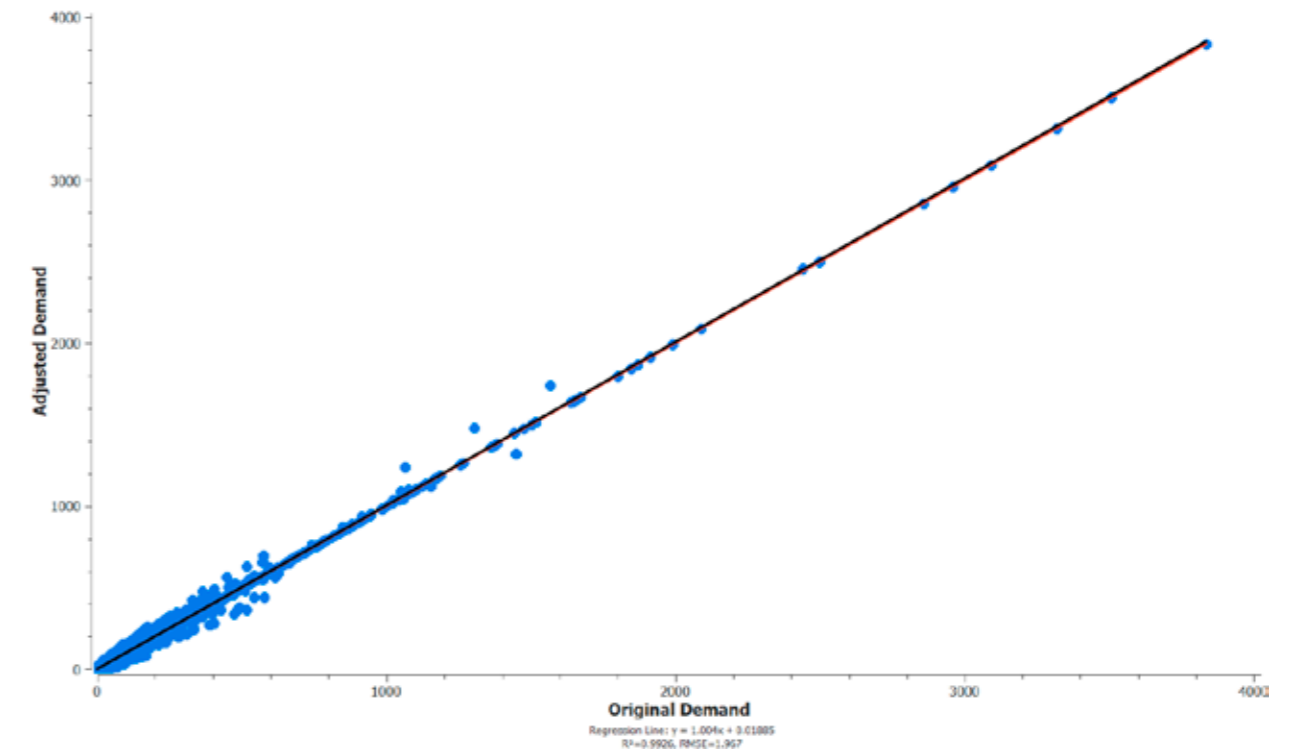


Figure 9 : Déformation de la matrice PPM

Ces paramètres d'ajustement ont permis de limiter l'introduction de trajets courts, peu représentatifs des comportements observés sur le terrain. Ces contraintes diminuent la qualité de la validation, mais améliorent fortement la qualité de la demande ajustée.

Pour obtenir la proportion de chaque type de véhicule, nous appliquons les coefficients observés dans les matrices EGT 2010 MODE et ce pour chaque cellule du zonage MODUS. Au sein de cette demande, nous observons la répartition par type de véhicule suivante :

- Véhicules Légers (VL) : 89.2%
- Poids Lourds (PL) : 4.2%
- Taxis (TAXI) : 1.7%
- Deux Roues Motorisés (2RM) : 4.9%

Outer Iteration	Inner Iterations Completed	Relative Gap Achieved (%)	Gradient Descent Iteration	R ²	Slope	Intercept	Total of Squares of Errors
1	80	0.0953099	0	0.970583	1.04376	-3.30835	1.53017e+08
2	85	0.098926	0	0.971073	1.03485	0.981819	1.43395e+08
3	93	0.0934554	0	0.971977	1.03483	2.04042	1.39281e+08
4	101	0.0972662	0	0.971965	1.03014	1.98492	1.35605e+08
5	101	0.0962456	0	0.972677	1.03545	-0.255887	1.36096e+08
6	115	0.0851552	0	0.972142	1.0277	1.47725	1.32911e+08

Figure 10 : Convergence PPS

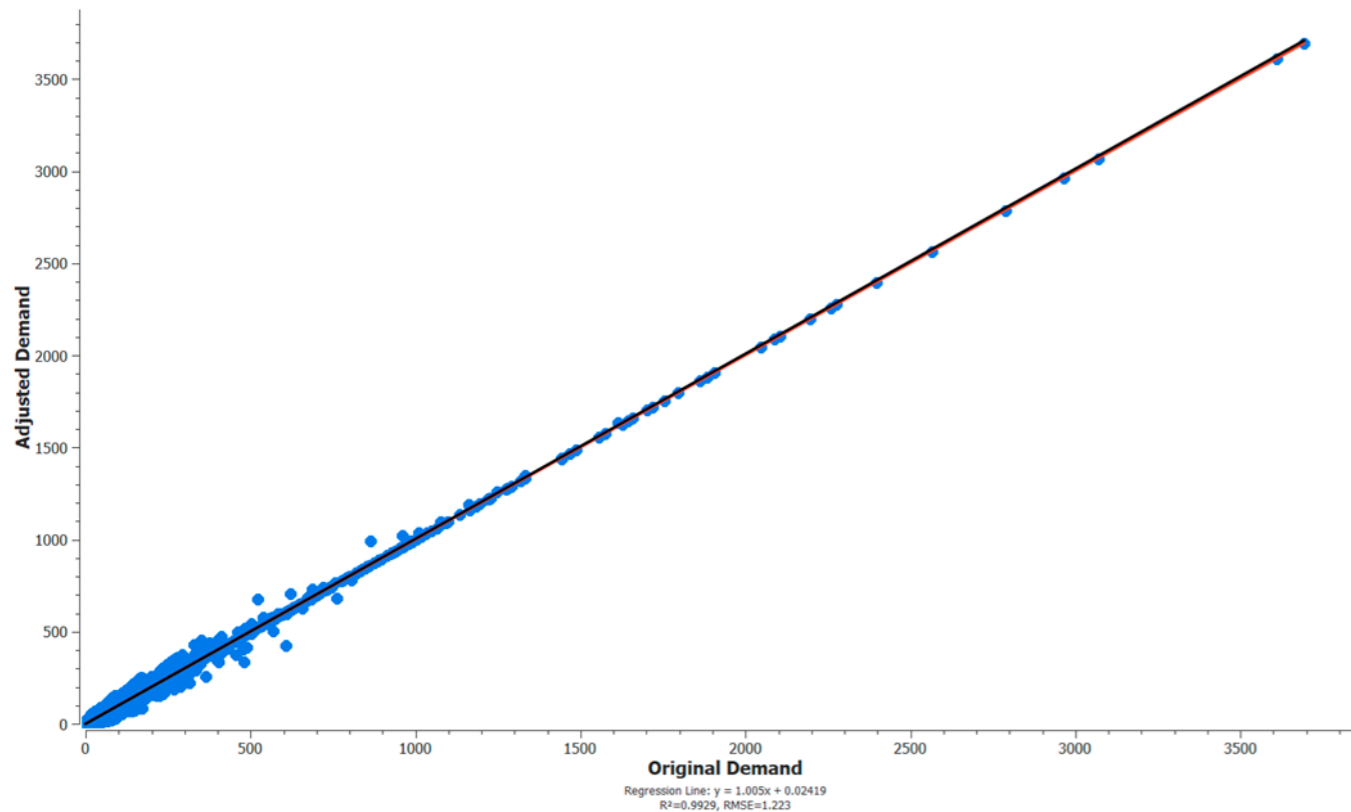


Figure 11 : Déformation de la matrice PPS

Au sein de cette demande, nous observons la répartition par type de véhicule suivante :

- Véhicules Légers (VL) : 89.7%
- Poids Lourd (PL) : 3.7%
- Taxis (TAXI) : 1.8%
- Deux Roues Motorisés (2RM) : 4.8%

6.2. Hypothèses sur l'offre

Le réseau utilisé est celui du modèle de Paris pour la situation calée de 2017 avec l'ensemble de ses paramètres.

Nous attirons l'attention sur le fait que ce modèle prend en compte les plans de feux renseignés à Paris et les départements limitrophes (92, 93 et 94), aussi bien à l'échelle mésoscopique qu'à l'échelle macroscopique. Cela permet, entre autres, de calculer la capacité des mouvements tournants dans l'affectation du trafic en fonction des temps de verts et des conflits pour les tourne-à-gauche.

7. Calibration

La calibration d'un modèle est un processus itératif qui consiste à ajuster les paramètres du réseau (par exemple au niveau des sections, des mouvements tournants, des connexions de centroïdes) dans le but d'obtenir des résultats d'affectation calculés par le modèle au plus proche des données de validation disponibles.

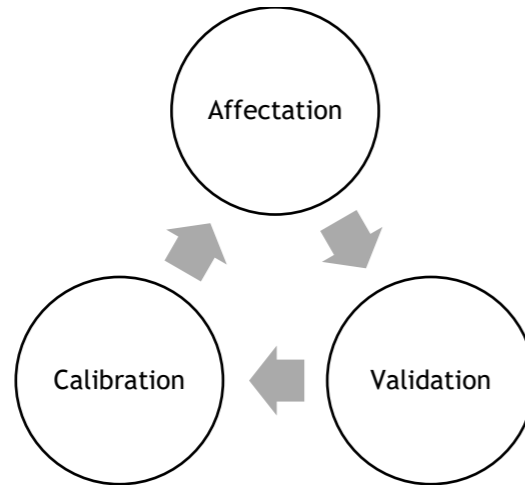


Figure 12 : Processus de calibration d'un modèle

7.1. Généralités

D'une manière générale, l'affectation statique du trafic modélisé dans les approches macroscopiques repose sur le fait que les usagers cherchent à optimiser leur temps de déplacements et donc choisissent le plus court chemin pour aller d'une origine à une destination donnée.

Une fois l'équilibre atteint, aucun utilisateur ne peut améliorer le coût de son déplacement en changeant d'itinéraire. Les coûts des chemins utilisés entre une paire origine-destination sont égaux entre eux ou inférieurs aux coûts sur les itinéraires non utilisés. Il s'agit de l'équilibre de Wardrop.

Les modèles d'affectation statique de trafic sont utilisés afin d'estimer les volumes de trafic des liens sur un réseau durant une période suite à la distribution des déplacements donnés par les matrices OD en entrée du modèle.

7.2. Paramètres de l'affectation

7.2.1. Paramètres du scénario

Les éléments du scénario sont les suivants :

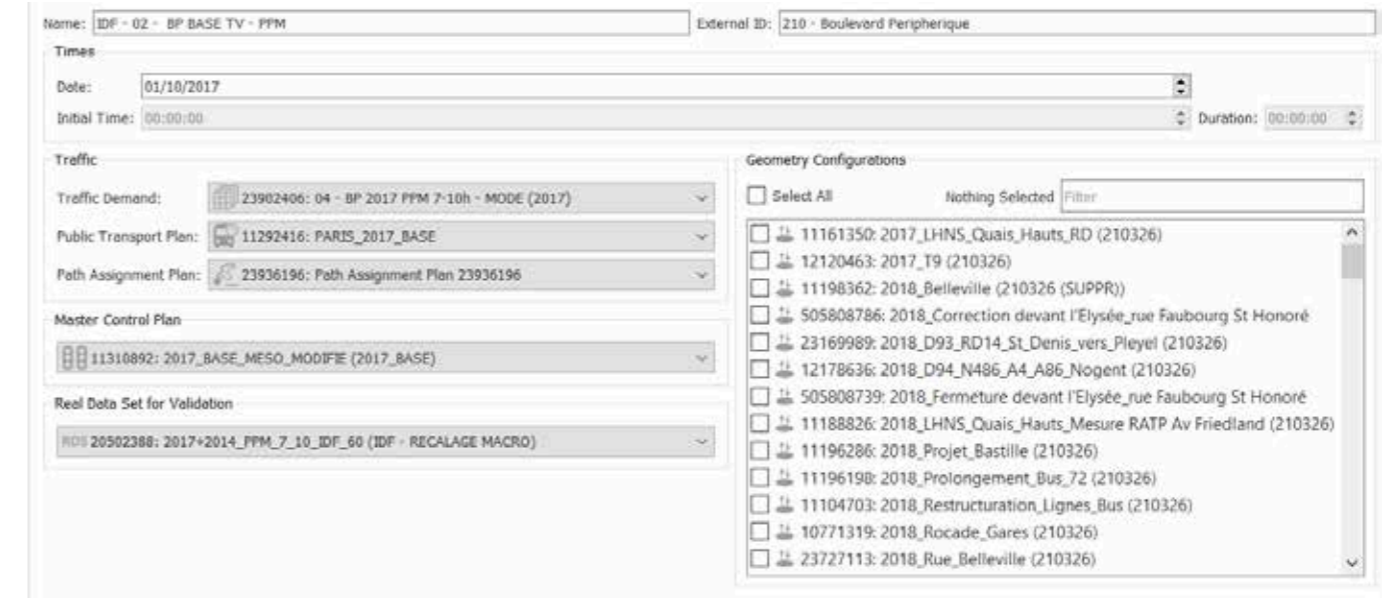


Figure 13 : Données d'entrée pour le scénario

Cette fenêtre permet à l'utilisateur de définir les entrées d'une affectation statique telles que : la demande, le plan de transport en commun, le plan d'affectation des chemins, le plan de feux maître et base de données réelles pour la validation (optionnelle). Des configurations géométriques spécifiques au scénario peuvent être sélectionnées à cette étape.

7.2.2. Paramètres de l'expérience

La méthode d'affectation retenue est Franke and Wolfe et le critère de convergence est fixé à un écart relatif de 0. 1%. Les paramètres de l'Expérience sont les suivants :

Name: External ID:

ID in Database: Engine:

Assignment Parameters

Maximum Iterations: Relative Gap:

Conjugate Frank-Wolfe

Attribute Overrides

- 11104659: BP BASE:2017_Voie_Reservee_A1_BP_HPM_-17_Tunnel_Landy_Ma-- (BASE)
- 11260559: PARIS BASE: 2017_A6a_Voie_Reservee_HPM_MaMeMi (BASE)
- 12110891: Meso - BP look-aheads_-Me-
- 12133289: old_2024_SR_Tour_Eiffel_REF_Mi (Old)
- 12172260: 2018+:DESACTIVATION VOIX EN TRAVAUX (BASE)

Scripts

Pre-Run: Post-Run:

Figure 14: Paramètres de l'Expérience

On fixe un maximum de 150 itérations afin que l'affectation des véhicules converge. Dans cette fenêtre, on sélectionne aussi les attributs modifiés et le script de pré-exécution qui calcule les capacités des mouvements tournants en fonction des plans de feux.

7.2.3. Paramètres particuliers

Afin d'inclure le coût associé aux péages (en particulier sur le Duplex de la A86), une fonction de coût statique (VDF), prenant en compte la valeur du temps, a été utilisée :

```

voh = 12.6 # value of time (for 1 hour) in Ile-de-France = 12.6€/h
vot = voh/60
toll = section.getUserDefinedCost()
cost = res + toll / vot
return cost
    
```

Figure 15: Paramètres de la VDF avec péage

7.3. Ajustement de la demande

Lors du processus de calage d'un modèle de trafic, en complément de l'ajustement de la matrice via les fonctions du logiciel, il est souvent nécessaire d'ajuster manuellement la demande de trafic utilisée en adaptant la matrice OD pour que celle-ci corresponde à l'ensemble des données utilisées pour le calage.

En effet, étant donné la nature des méthodes de relevés de trafic, il peut subsister des incohérences entre les différents jeux de données utilisés pour la validation du modèle.

En pratique, il s'agit de bien distinguer la demande de trafic du comptage. La demande de trafic représente le nombre de véhicules souhaitant rejoindre un point d'origine à un point de destination en empruntant le réseau sur une période définie. Le comptage quant à lui mesure le nombre de véhicules qui passent réellement au point considéré pour la même période. En situation de congestion, la demande de trafic est donc plus importante que le comptage en raison d'une forte densité de véhicules.

C'est particulièrement vrai en Ile-de-France où le réseau autoroutier est fortement chargé en heure de pointe et où les comptages sous-estiment la demande.

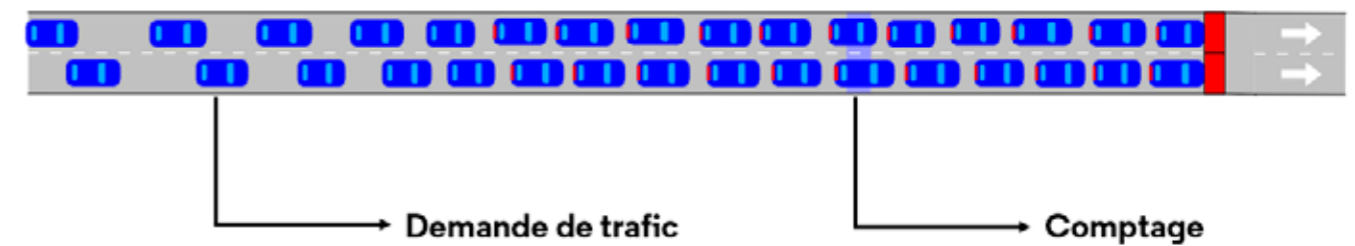


Figure 16: Représentation de la demande et du comptage

Ce procédé est mené avec parcimonie afin de limiter les déformations des matrices. L'objectif est de limiter les incohérences bloquantes pour le calage du modèle. Nous restons toutefois au plus proche possible des données initiales, ce qui peut conduire à des validations plus faibles en apparence pour certains de ces points.

8. Validation

8.1. Généralités

Dans Aimsun Next, les affectations de trafic génèrent automatiquement un jeu de données sur l'ensemble du réseau parmi lesquelles on peut trouver le volume de trafic simulé en sur une section du réseau. Ces résultats sont comparés aux données réelles de comptage afin de valider le bon calage du modèle.

Les critères de validation retenus sont :

- $R^2 > 0.9$
- Pente de la droite de régression comprise entre 0.9 et 1.1
- Entre 95 et 100% des GEH < 10
- 85% des GEH < 5

Ces informations seront représentées de manière graphique pour faciliter la lecture.

Le GEH (de son inventeur Geoffrey E. Havers) est un indicateur statistique pour comparer les résultats d'une simulation aux données mesurées. Ici, il est utilisé pour comparer l'écart entre les valeurs simulées et comptées en un point en fonction de la différence relative et absolue. Cet indicateur est plus utile que les différences absolues car il ramène l'ensemble des analyses dans une échelle comparable.

Il permet par ailleurs de valider la précision du modèle pour les voies de différente importance. Au niveau de chacun des détecteurs du modèle, il est calculé tel que :

$$GEH = \sqrt{\frac{2(S - C)^2}{S + C}}$$

où S est le trafic simulé et C le trafic compté

On considère que :

- GEH < 5 : Calage bon
- 5 < GEH < 10 : Calage acceptable
- GEH > 10 : Calage améliorable

Ces informations seront représentées sur des cartes afin de faciliter la lecture. La légende choisie sera la suivante :

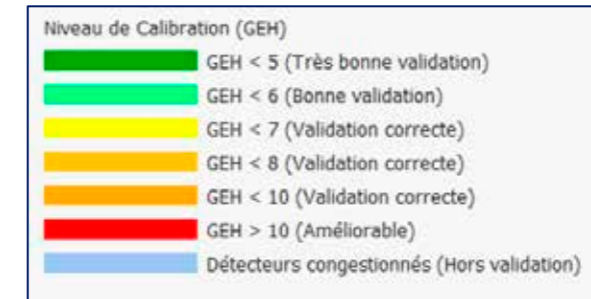


Figure 17: Légende pour l'indicateur GEH

Il convient de noter que compte tenu de la taille du modèle et de la différence conceptuelle entre le comptage et la demande, la situation où 100% des GEH sont inférieurs à 10 est difficilement atteignable. Toutefois, nous nous rapprochons le plus possible de cet objectif.

8.2. Résultats de validation

Nous calculons les GEH sur les détecteurs pour la période de pointe du matin.

GEH	% de détecteurs	Nb de détecteurs
< 5	85.7%	1055
< 10	95.85%	1179
Total	100%	1230

Tableau 4: Récapitulatif des GEH pour la PPM

La répartition des détecteurs sur le réseau est la suivante :

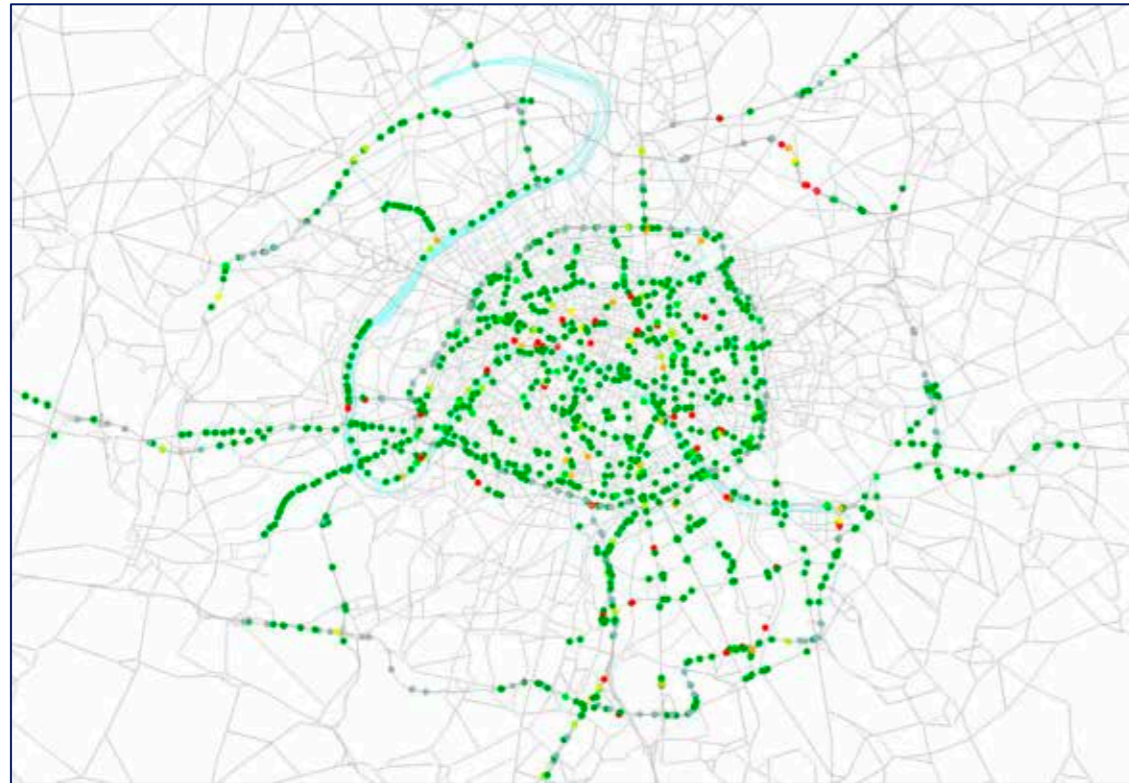


Figure 18: Carte des GEH pour la PPM

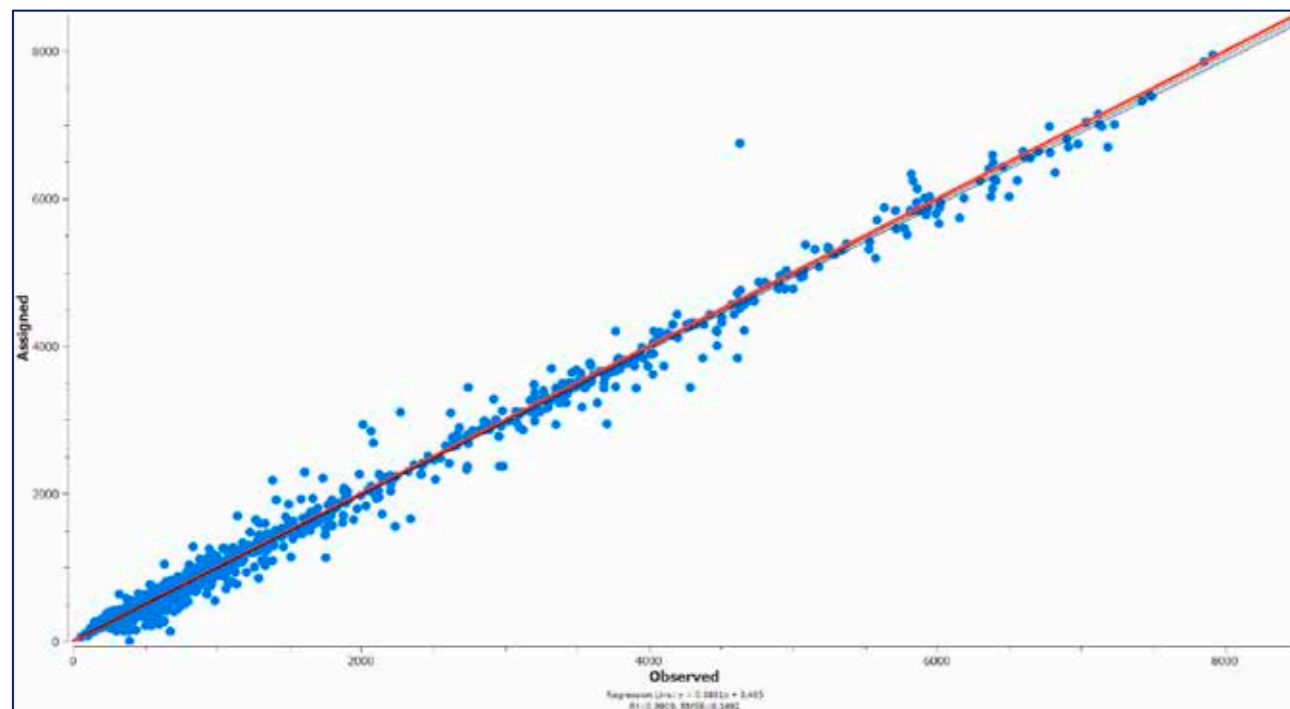


Figure 19: Droite de régression pour la PPM

Les résultats de l'affectation statique pour la période du matin sont alignés avec les données d'observations de comptages. Les critères de validation pour la PPM, sont les suivants :

- Une droite de régression de $y = 0,988 \cdot x + 3.5$

- Un $R^2 = 0,99$ synonyme d'une faible dispersion.

Les points de comptages au-dessus de la courbe sont liés aux détecteurs « congestionnés » qui permettent d'augmenter la demande afin de représenter plus correctement les remontées de files par la suite, en dynamique.

Les points de comptage en dessous de la courbe ne sont pas liés à un paramétrage spécifique du modèle. Dans le cas des points de comptages urbains (volume affectés faibles et moyens) dont une partie se trouvent dans l'intramuros la présence des deux roues motorisés (2RM) et des taxis sur les voies réservées provoque des comptages supérieurs à la capacité du réseau, qui sont donc difficiles à reproduire lors de l'ajustement de la demande.

Nous calculons les GEH sur les détecteurs pour la période de pointe du soir.

GEH	% de détecteurs	Nb de détecteurs
< 5	84.41%	1007
< 10	95.39%	1138
Total	100%	1193

Tableau 5: Récapitulatif des GEH pour la PPS

La répartition des détecteurs sur le réseau est la suivante :

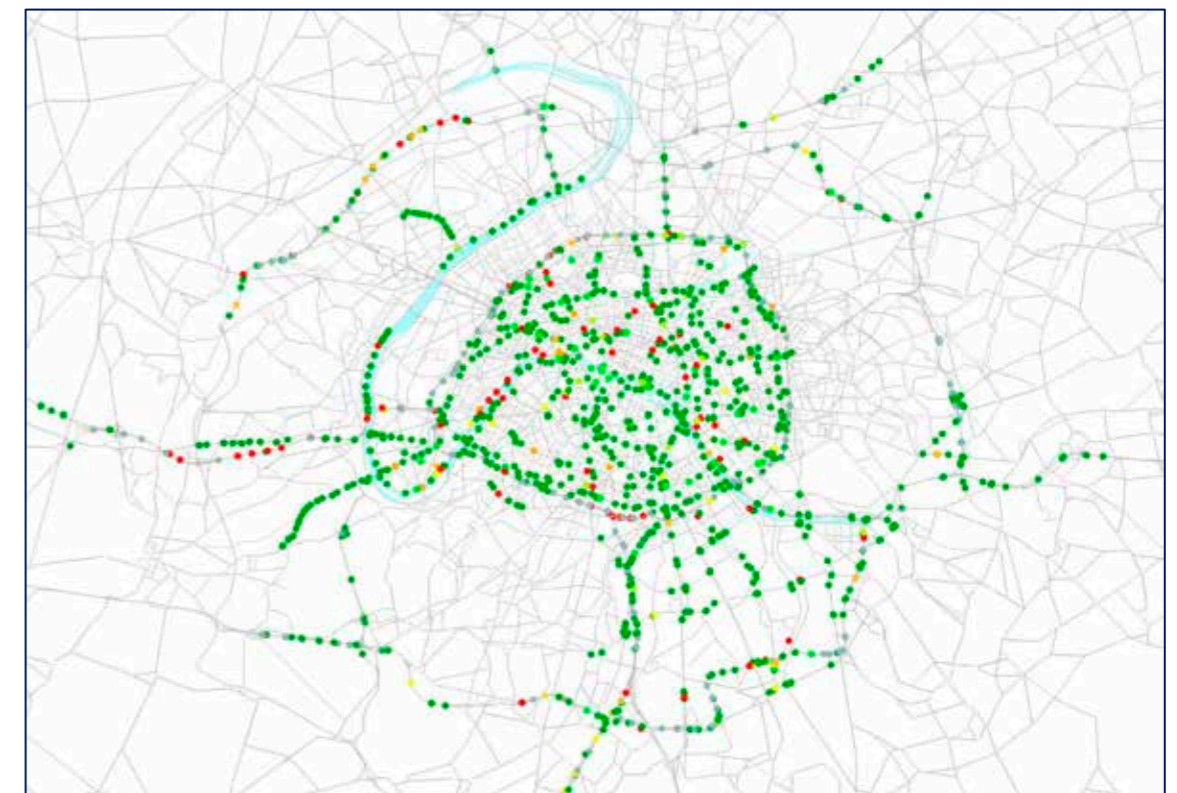


Figure 20: Carte des GEH pour la PPS

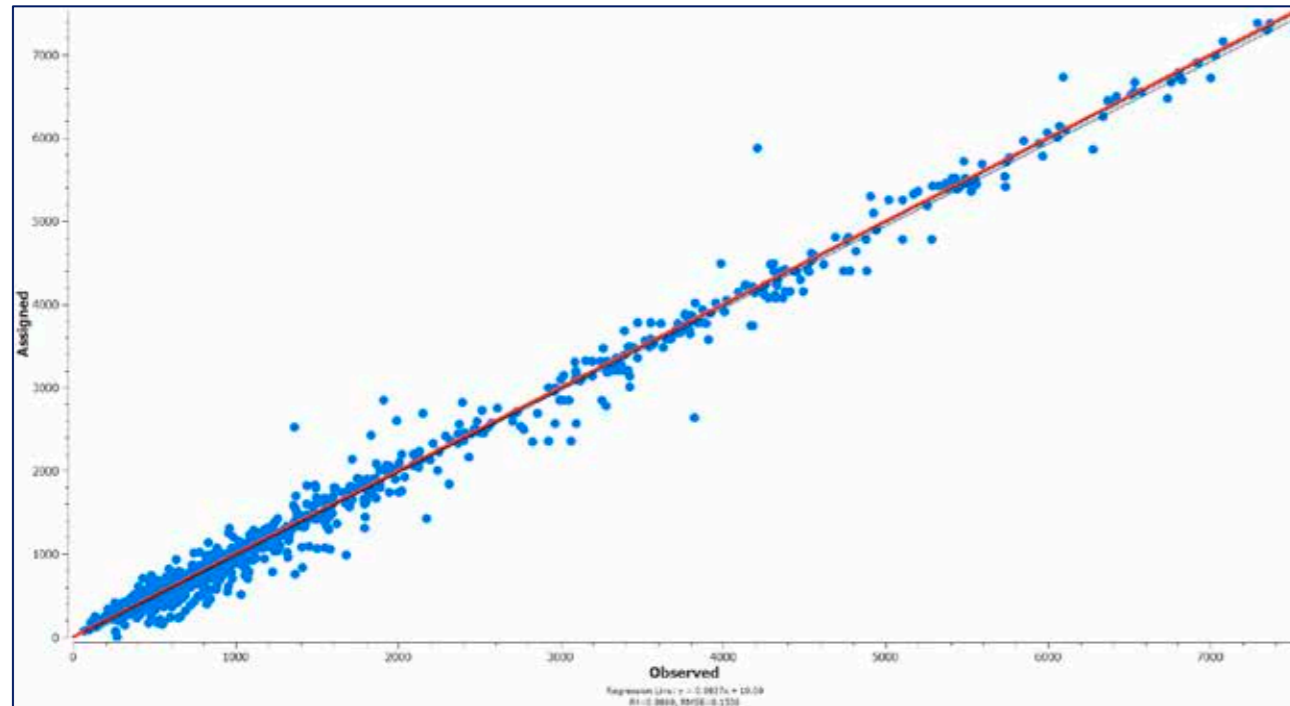


Figure 21: Droite de régression pour la PPS

Les résultats de l'affectation statique pour la période du soir sont également alignés avec les données d'observations de comptages. Les critères de validation pour la PPS, sont les suivants :

- Une droite de régression de $y = 0,99x + 10$
- Un $R^2 = 0,989$ synonyme d'une faible dispersion.

Les points de comptages au-dessus de la courbe sont liés aux détecteurs « congestionnés » qui permettent d'augmenter la demande afin de représenter plus correctement les remontées de files par la suite, en dynamique.

Les points de comptage en dessous de la courbe sont notamment liés aux deux roues motorisées et taxis, en particulier dans l'intramuros qui augmentent les comptages parfois même au-delà de la capacité du réseau, rendant ces comptages difficiles à reproduire dans l'ajustement de la demande.

Dans son ensemble, il s'agit d'une bonne validation statique au regard de l'échelle du modèle, à la fois pour le réseau autoroutier et pour le réseau urbain où les typologies de détections sont très différentes.

La validation dynamique reproduit correctement les remontées de files et les ralentissements, en particulier sur les détecteurs « congestionnés » pour lesquels la demande est supérieure au comptage.

9. Situation de référence

La situation de Référence reproduit les conditions de trafic à l'horizon du Projet avec la mise en service de tous les aménagements prévus pour cette période, à l'exception du projet de ZTL objet de ce rapport. L'objectif est de créer une situation dans laquelle viendra s'insérer le projet de ZTL afin de pouvoir isoler et étudier les impacts qui lui sont propres.

9.1. Hypothèses sur la demande

Pour obtenir une demande de trafic qui prenne en compte l'évolution du trafic à l'horizon de la référence, nous avons repris les hypothèses issues du modèle 4-étapes MODUS qui inclut des hypothèses d'évolutions de trafic associés aux aménagements régionaux (aménagements sur le réseau routier national, échangeurs, extension de transports en commun, dont la prolongation de la ligne 14...), ainsi que la prise en compte du télétravail (50% des emplois télétravaillables effectivement télétravaillés, 1,5 jour / semaine) et de la répartition modale (multiplication de la part modale vélo par 1,5 entre 2022 et 2025) .

Nous avons reproduit les baisses par paires de zones MODUS (IRIS). Ces hypothèses d'évolutions tendancielles de déplacements sont les suivantes :

Entre 2017 et 2025 :

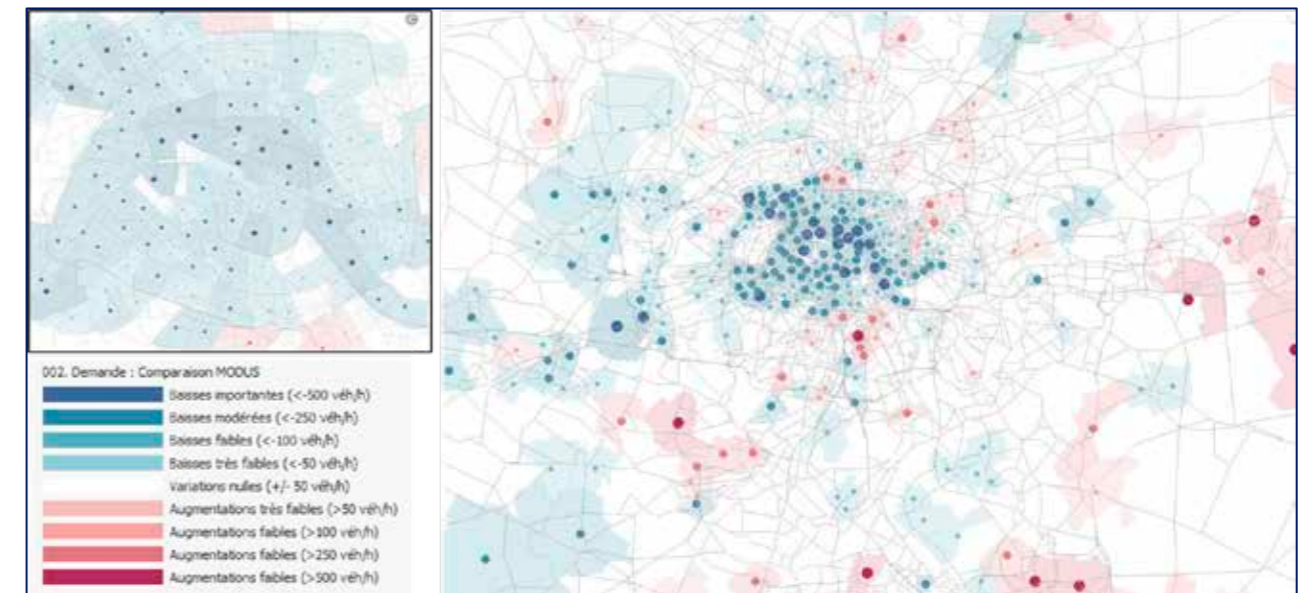


Figure 22 : Évolutions tendanciennes entre 2017 et 2025 PPM

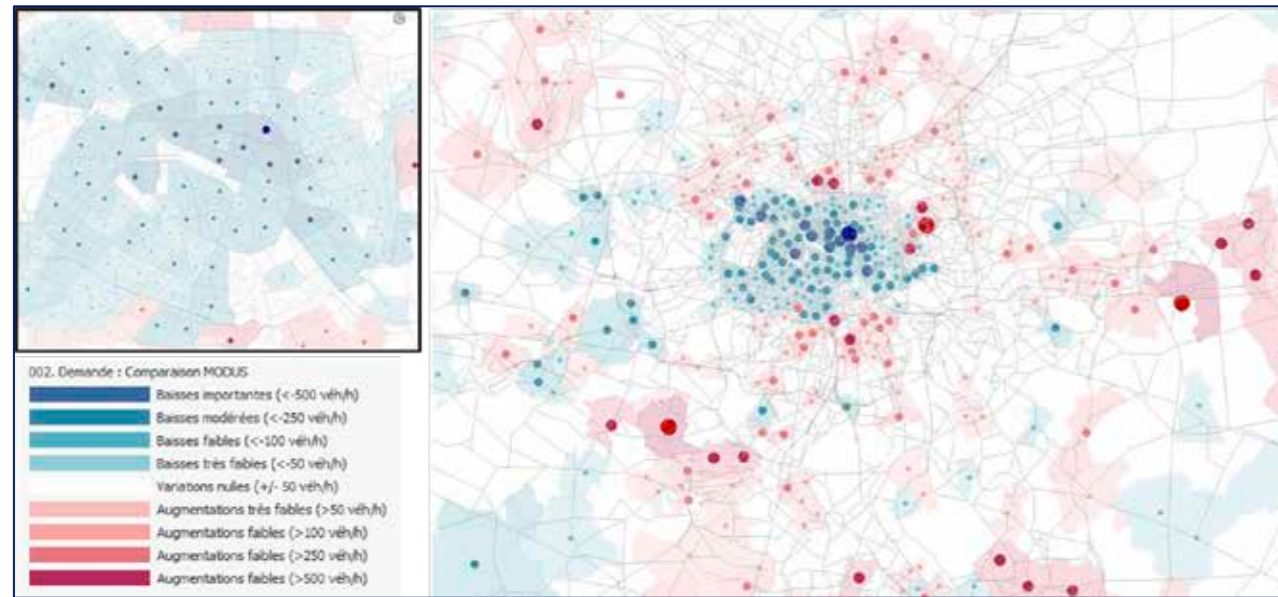


Figure 23: Évolutions tendancielle entre 2017 et 2025 PPS

Le Tableau 6 montre la comparaison entre les demandes affectées pour les simulations de Base 2017 et Référence/Projet. Des groupements ont été effectués selon les départements de l'Île-de-France et ses départements limitrophes pour la PPM et la PPS. Durant les deux périodes de pointe la demande de trafic vers / depuis hors d'IDF augmente en moyenne de 3 et 4 % en 2025 par rapport à 2017. Cette augmentation est plus importante durant la PPM vers / depuis le département 94 (+8%), alors que durant la PPS elle est plus importante vers / depuis les départements 92 et 94 (+11%).

En moyenne, il y a une baisse du trafic entre la Ville de Paris (75) et les autres départements de l'IDF, et inversement entre les autres départements de l'IDF et la Ville de Paris, pendant les deux périodes. Cette diminution de demande est plus notable durant la PPM entre les chemins originaires de la Ville de Paris et à destination des départements 92 et 78 (-20% et -21%), ainsi que la Ville de Paris (-19%).

Durant la PPS, la demande à destination de la Ville de Paris diminue en 2025, à l'exception de celle vers et depuis le département 91 - Essonne.

Comparaison	7-10h	2017 - 2025								Base / Référence V2	Total
		75-Ville-de-Paris	77-Seine-et-Marne	91-Essonne	92-Haut-de-Seine	78-Yvelines	93-Seine-Saint-Denis	95-Val-d-Oise	94-Val-de-Marne			Hors IDF
Déplacements Origine / Destination											
75-Ville-de-Paris	-19%	-12%	-7%	-20%	-21%	-11%	-15%	-11%	6%	-17%	
77-Seine-et-Marne	-10%	-1%	-6%	-5%	-3%	-3%	-2%	-6%	6%	-1%	
91-Essonne	-8%	-1%	1%	-3%	-13%	-1%	12%	-4%	6%	0%	
92-Haut-de-Seine	-15%	-3%	-3%	-5%	-18%	-4%	-1%	-1%	6%	-7%	
78-Yvelines	-10%	4%	-6%	-9%	-5%	-3%	-5%	-7%	5%	-5%	
93-Seine-Saint-Denis	-8%	0%	-2%	-2%	-1%	3%	0%	-3%	4%	1%	
95-Val-d-Oise	-11%	16%	2%	-5%	-5%	-2%	0%	-12%	2%	-1%	
94-Val-de-Marne	-12%	0%	1%	-9%	-24%	-8%	-13%	2%	9%	-2%	
Hors IDF	6%	4%	5%	6%	5%	3%	2%	8%	0%	3%	
Total	-15%	0%	0%	-7%	-6%	0%	-1%	-1%	3%	96.4%	

Comparaison	17-20h	2017 - 2025								Base / Référence V2	Total
		75-Ville-de-Paris	77-Seine-et-Marne	91-Essonne	92-Haut-de-Seine	78-Yvelines	93-Seine-Saint-Denis	95-Val-d-Oise	94-Val-de-Marne			Hors IDF
Déplacements Origine / Destination											
75-Ville-de-Paris	-13%	-5%	3%	-8%	-6%	-6%	-11%	-3%	9%	-10%	
77-Seine-et-Marne	-7%	-2%	4%	-6%	-8%	-2%	1%	-3%	6%	-1%	
91-Essonne	-1%	-4%	3%	-1%	-1%	-2%	2%	-2%	6%	2%	
92-Haut-de-Seine	-11%	-10%	0%	0%	-1%	2%	6%	0%	11%	-1%	
78-Yvelines	-7%	-4%	1%	-3%	-1%	-2%	-1%	-3%	5%	-1%	
93-Seine-Saint-Denis	-9%	-2%	6%	3%	3%	6%	2%	-1%	6%	3%	
95-Val-d-Oise	-8%	8%	16%	0%	0%	4%	1%	-3%	2%	2%	
94-Val-de-Marne	-10%	-1%	3%	3%	3%	0%	-9%	4%	11%	2%	
Hors IDF	7%	4%	6%	9%	5%	5%	3%	11%	1%	4%	
Total	-11%	-2%	3%	-1%	-1%	4%	1%	2%	4%	99.7%	

Tableau 6 : Tableaux des évolutions tendancielle entre 2017 et 2025

9.2. Hypothèses sur l'offre

Nous attirons l'attention sur le fait que ce modèle prend en compte les plans de feux renseignés à Paris et les départements limitrophes (92, 93 et 94), aussi bien à l'échelle mésoscopique qu'à l'échelle macroscopique. Cela permet, entre autres, de calculer la capacité des mouvements tournants dans l'affectation du trafic en fonction des temps de verts et des conflits pour les tourne-à-gauche.

L'offre du scénario de Référence prend en compte tous les projets à horizon 2025, hormis les projets du département des Hauts-de-Seine. Ces projets sont listés ci-dessous.

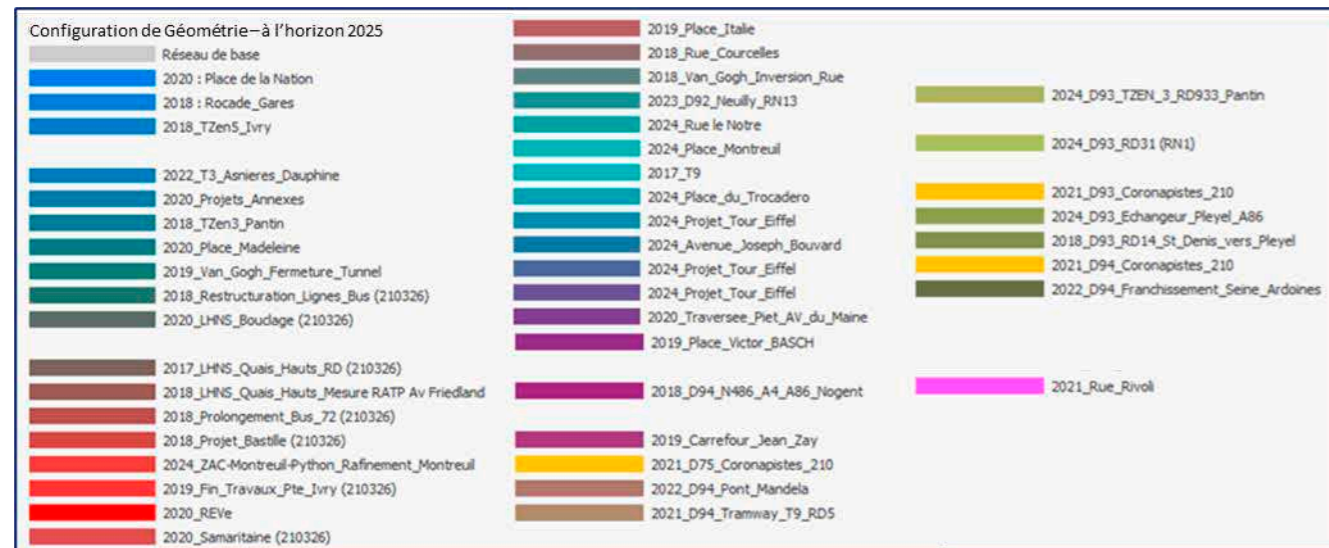
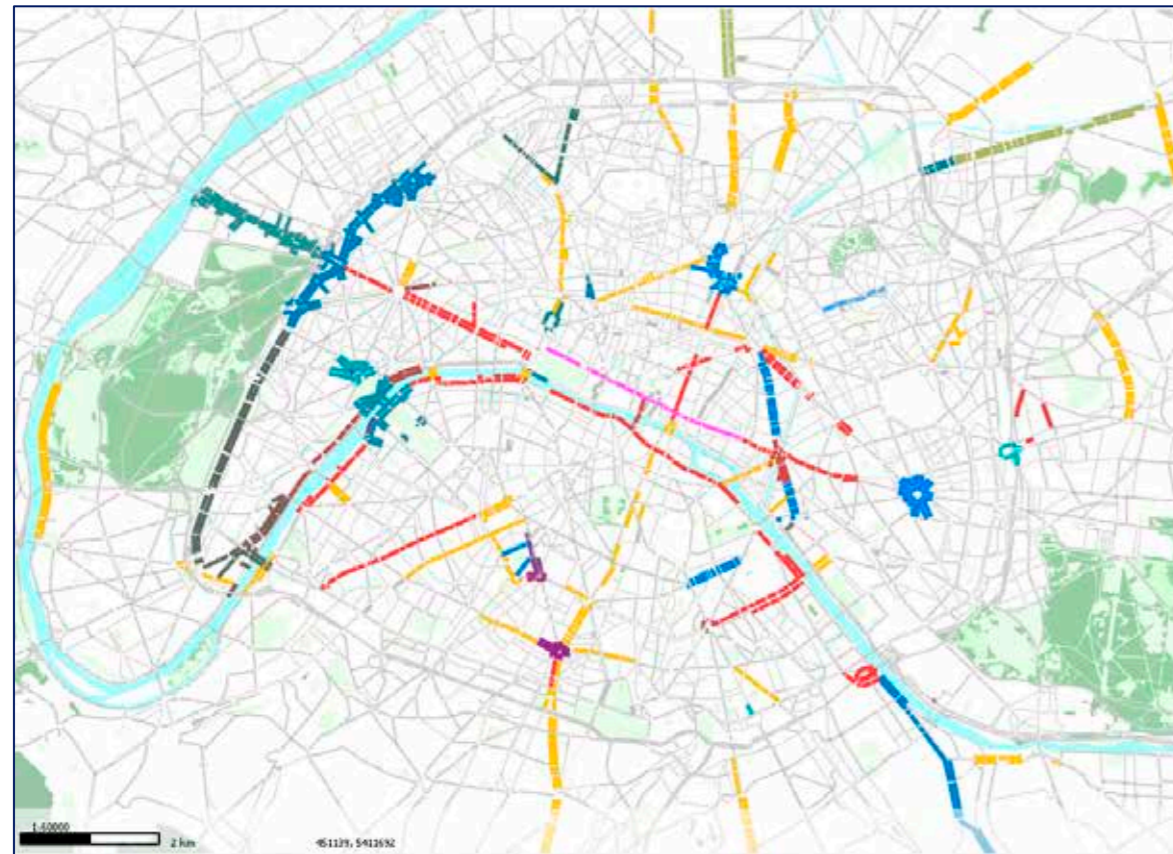


Figure 24 : Projets d'aménagement de la Situation de Référence codés via des Configurations de Géométrie
 À propos des modifications de l'Offre, nous avons utilisé des Configurations de Géométrie (CG) et des Attributs Modifiés, des outils disponibles au sein du logiciel Aimsun Next, pour représenter les conditions de circulation modifiées dans les différents scénarios.

L'outil « Configuration de Géométrie » a été utilisé pour prendre en compte des changements géométriques d'infrastructure (ex. : ajout ou suppression de voies, inversion de sens de circulation), afin de centraliser tous les différents aménagements dans un même modèle et

faciliter les analyses ultérieures. La géométrie du réseau de base est ainsi conservée au sein du modèle.

De même, les « Attributs Réseau Modifiés » ont été utilisés pour prendre en compte les changements d'attributs, mais qui ne relèvent ni de la géométrie, ni du plan de feux, ni du plan de transport en commun (ex. : baisse de la capacité ou de la vitesse maximale d'une section, réservation d'une voie aux bus et aux taxis).

Par ailleurs, la rue de Rivoli a été codée de telle sorte qu'elle soit, dès la situation de Référence, accessible seulement aux véhicules riverains.

10. Situation de projet

La situation de Projet correspond à la situation de Référence dans laquelle les règles de circulation de la ZTL ont été insérées pour obtenir les nouveaux équilibres de déplacements.

10.1. Hypothèses sur la demande

La demande de trafic utilisée comme donnée d'entrée dans l'affectation macroscopique statique du trafic à travers le grand modèle de l'Ile-de-France est identique à celle de la Référence, en PPM et en PPS. Cette dernière possède une répartition des données par type de véhicule, répartition issue de l'EGT (Enquête Globale Transport) 2010.

Par ailleurs, dans le cadre du projet, il est nécessaire de différencier les Véhicules Légers Riverains, les VTC et les Véhicules Artisans des autres véhicules. Pour ce faire, la demande a été divisée comme suivant :

- Les véhicules riverains ont été identifiés et dissociés de la matrice générale, ces véhicules sont ceux originaires ou à destination de la ZTL ;
- 24% de la matrice restante a été dissociée pour représenter les taxis et les véhicules artisans.

Ces distinctions de véhicules ont également été pris en compte dans la matrice utilisée pour le scénario de Référence, bien qu'aucune infrastructure ne soit réservée pour ces types de véhicules dans le scénario de Référence. Par ailleurs, cette différenciation nous permet d'étudier le comportement des mêmes types de véhicules en situation de Référence et Projet.

Les VTC, taxis et véhicules artisans figurent parmi les véhicules autorisés à transiter par la ZTL. Les véhicules riverains ont accès à la ZTL s'ils en viennent ou si c'est leur destination.

10.2. Hypothèses sur l'offre

Nous attirons l'attention sur le fait que ce modèle prend en compte les plans de feux renseignés à Paris et les départements limitrophes (92, 93 et 94), aussi bien à l'échelle mésoscopique qu'à l'échelle macroscopique. Cela permet, entre autres, de calculer la capacité des mouvements tournants dans l'affectation du trafic en fonction des temps de verts et des conflits pour les tourne-à-gauche.

Le projet de la ZTL ne demande pas de modifications géométriques du réseau et a été donc codé comme attribut de réseau modifié. Toutes les voies du secteur de la ZTL, ont été codées comme des voies réservées « ZTL », seuls les véhicules autorisés peuvent les emprunter.

La prise en compte des hypothèses concernant l'offre induites par le projet peut être visualisée comme suit :

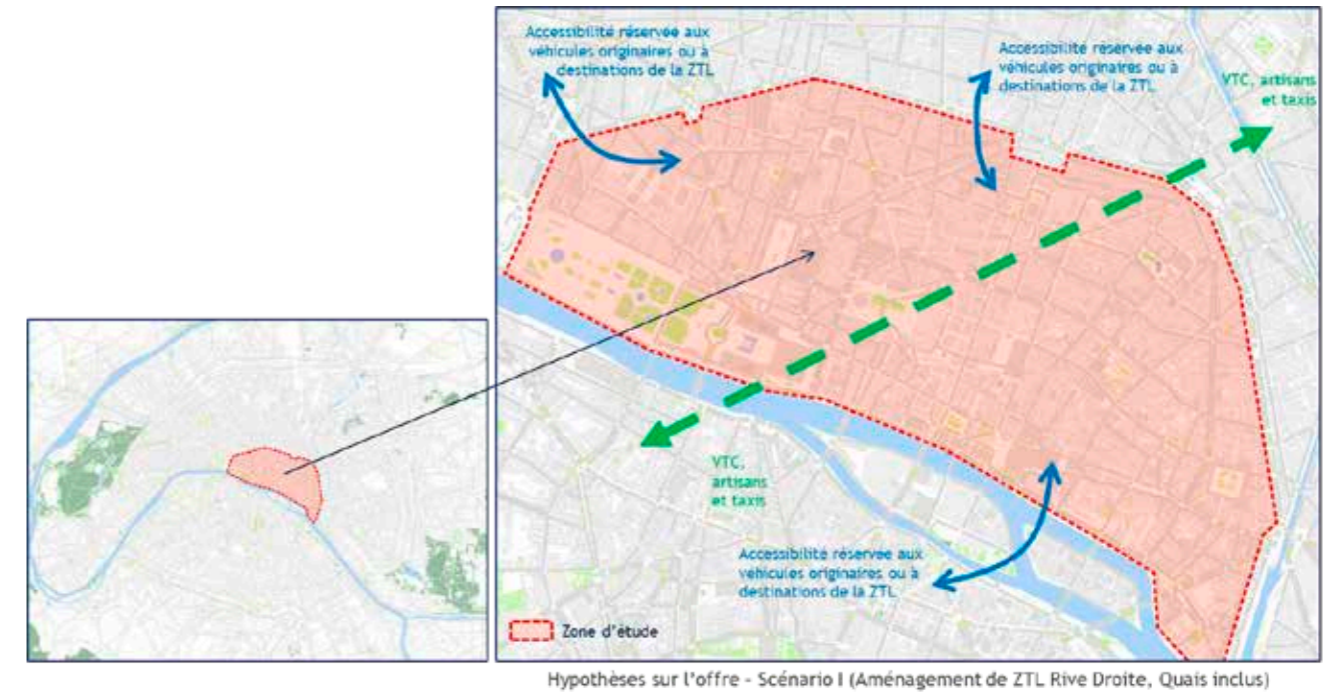


Figure 25 : Secteur d'étude de la ZTL avec les restrictions d'accessibilité par type de véhicules

11. Résultats de l'étude

Les résultats présentés pour les simulations macroscopiques sont les volumes affectés, les taux de saturation et les reports de trafic.

Les volumes affectés par les modélisations macroscopiques correspondent au nombre de véhicules affectés dans les sections par heure.

Les cartes de volumes affectés pour la situation de Référence sont présentées ci-après durant la PPM et la PPS.

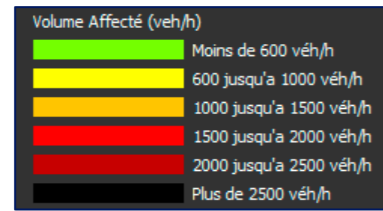


Figure 26 : Légende des cartes des volumes affectés (en véh/h)

A l'issue des affectations macroscopiques statiques du trafic dans l'ensemble du réseau, des ratios Volume Affecté par heure/Capacité (ou taux de saturation) ont également été obtenus pour les sections du réseau.

Les cartes des taux de saturation mettent en évidence les sections et les mouvements tournants pour lesquels le ratio Volume Affecté par heure/Capacité est supérieur à 60%. En effet, à partir d'un taux d'occupation de 60% des ralentissements peuvent apparaître sous certaines circonstances, en dessous de ce seuil nous sommes dans des conditions de circulation fluides. A partir de 80% on considère que la saturation peut engendrer des problèmes sur le réseau. Les taux de saturation des mouvements tournants ont été représentés sur les nœuds contenant des plans de feux. Ces résultats sont présentés ci-dessous durant la PPM et la PPS pour la situation de Référence.

Pour les cartes de taux de saturation des sections, nous présentons les ratios entre tous les véhicules privés, à l'exclusion des taxis et des bus. Il convient de noter que pour le calcul, les capacités des voies réservées aux bus et aux taxis ne sont pas prises en compte.

Nous attirons l'attention sur le fait que les taux de saturation ci-après sont les résultats macroscopiques et statiques. Ainsi, ces points durs ne sont pas qualifiés spatialement et temporellement (i.e. on ne connaît pas la longueur de propagation des remontées de files et on ne connaît pas leur durée). Ce type de modèle est cependant très utile car il permet avec des temps de calcul réduits de caractériser les reports de trafic sur un grand territoire - tel que celui étudié dans le cadre de ce projet -, d'estimer les impacts d'un projet et de mettre en évidence des points de vigilance.

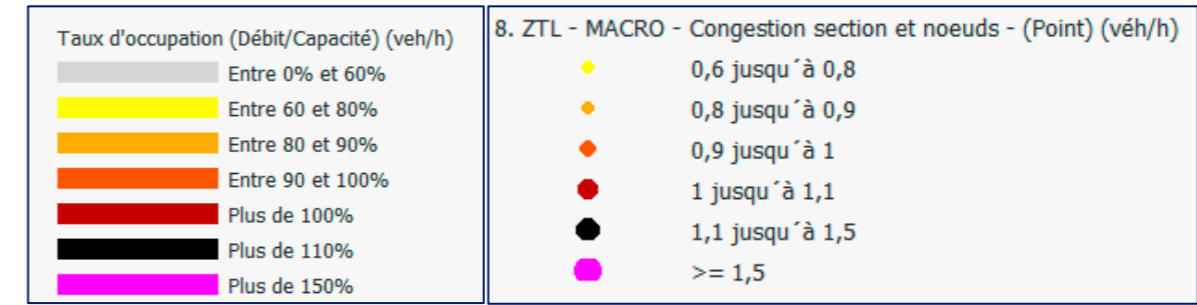


Figure 27 : Légende des cartes des taux de saturation des sections et mouvements tournants (en véh/h)

En modélisation macroscopique, les volumes affectés peuvent dépasser ponctuellement les capacités en l'absence d'itinéraires concurrents attractifs. Ces phénomènes sont particulièrement visibles sur des axes structurants contournant des obstacles naturels. En modélisation dynamique, cela se traduirait par des files d'attente et des ralentissements avec propagation dans le réseau.

11.1. Situation de base

11.1.1. Volumes affectés



Figure 28 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPM



Figure 29 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPS



Figure 30 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPM dans le secteur ZTL



Figure 31 : Volumes affectés (en véh/h) pour la base 2017 durant la PPS dans le secteur ZTL

Nous observons que la plupart des véhicules circulant d'ouest en est et d'est en ouest empruntent le centre de Paris via le boulevard Saint-Germain, les rives droite et gauche ainsi que la rue de Rivoli. Le boulevard de Sébastopol présente également un trafic important en raison du flux de véhicules traversant de sud vers nord. Globalement, il y a plus de demande durant la PPS notamment sur le Bd Saint Germain et le Bd Sébastopol.

11.2. Situation de référence

11.2.1. Volumes affectés



Figure 32 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPM



Figure 33 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPS

Ces résultats nous montrent un afflux majoritaire de véhicules sur les axes d'Ouest en Est et d'Est en Ouest. En effet, l'axe partant de la porte Maillot jusqu'au quai de Bercy en passant par la Place de l'Etoile, Place de la Concorde, et les quais de la rive droite, est très emprunté.

D'autre part sur la transversale, du Sud au Nord, on identifie une plus forte fréquentation du Boulevard de Sébastopol par rapport aux autres axes.

Sur les périodes de pointe du matin et du soir, il y a des flux importants sur le quai de Bercy (plus de 3000 véh/h dans les deux sens) et sur l'avenue de la Grande Armée (environ 1500 véh/h dans les deux sens). Le quai de Gesvres est identifié comme un axe de transit pour traverser le centre de Paris.

Parallèlement, le boulevard Saint-Germain est beaucoup plus fréquenté durant la PPS (1800 véh/h) que durant la PPM (1300 véh/h).



Figure 34 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPM dans le secteur ZTL



Figure 35 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence durant la PPS dans le secteur ZTL

Les observations établies à l'échelle de Paris se confirment sur ces zooms sur la ZTL. Les quais représentent un axe majeur pour traverser Paris. Tous les quais de la rive droite ont des volumes affectés importants (1700 - 3000 véh/h en PPM et 1700 - 4000 véh/h en PPS). Le boulevard Saint-Germain est aussi un axe de transit, en alternative aux quais et est beaucoup utilisé en PPS (jusqu'à 1300 véh/h en PPM et jusqu'à 1900 véh/h en PPS).

En PPM, sur les axes de la zone d'étude, le volume affecté sur le Quai de Gesvres varie de 1600 véh/h à 2200 véh/h. Il y a un volume affecté important en direction du nord le long du Boulevard de Sébastopol qui varie de 1100 véh/h à 1750 véh/h.

Durant la PPS, à l'ouest de la ZTL on a un volume affecté allant de 1500 véh/h à 1900 véh/h sur la Place de la Concorde. D'autre part le volume affecté sur le Quai de Gesvres est plus élevé que durant la PPM. Il y a aussi, un volume affecté important en direction du nord le long du Bd de Sébastopol qui varie de 1300 véh/h à 2200 véh/h.



Figure 36 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence durant la PPM



Figure 37 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence durant la PPS

Le réseau est surchargé pendant les deux périodes de pointe aux abords de la place de la Concorde, entre le pont de la Concorde et rue Royale (1600 - 1900 véh/h), et les branches entrantes à la place de la Concorde sauf l'avenue des Champs Élysées.

Durant la PPS on remarque plus de véhicules (1600 véh/h) qui traversent l'entrée nord-est que dans la PPM (1300 véh/h).

11.2.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants

Sur l'ensemble du réseau on remarque différents secteurs chargés. Les taux d'occupation à l'échelle de Paris centre sont les suivants.

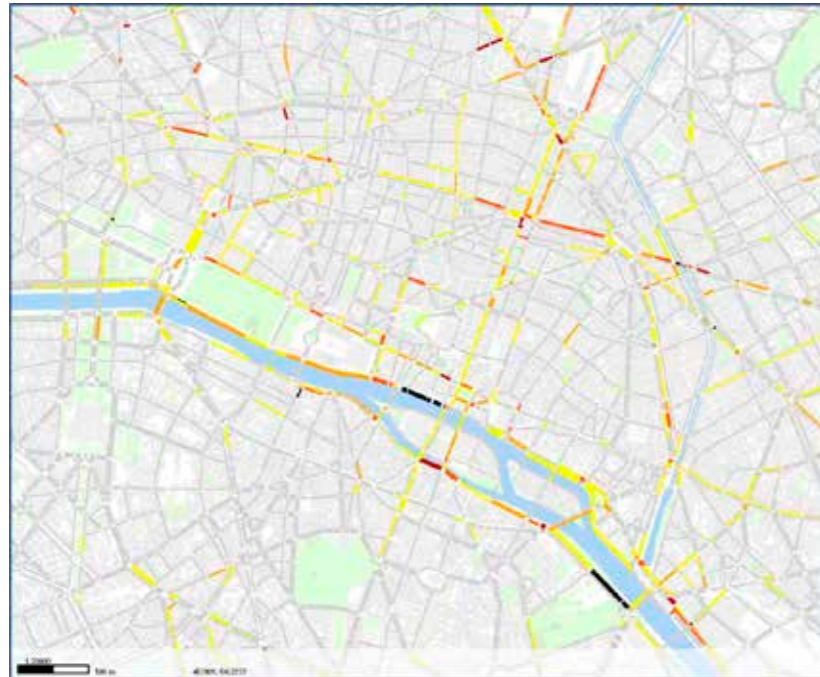


Figure 38 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPM



Figure 39 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPS

Durant la période de pointe du matin, il y a un taux d'occupation significatif du trafic sur le Pont de Sully (85%) et sur le quai Saint-Bernard (allant de 70% jusqu'à 130% aux abords du pont d'Austerlitz). On remarque aussi, des points significatifs sur le Pont de la Concorde vers quai d'Orsay (80%), sur la limite nord et est de la ZTL (60%), sur la Rue de la cité (75%) et les quais Saint-Michel et de Montebello (100%)

La carte pour le soir est similaire ; et il y a aussi les taux d'occupation importants sur les quais Saint-Bernard (120%) et des Célestins (85%).



Figure 40 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPM



Figure 41 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPS

Le réseau est chargé aux abords des ponts de Sully, de la Concorde vers les quais d'Orsay et le quai Saint-Bernard. Le taux d'occupation est plus élevé sur le quai des Célestins pendant la PPS.

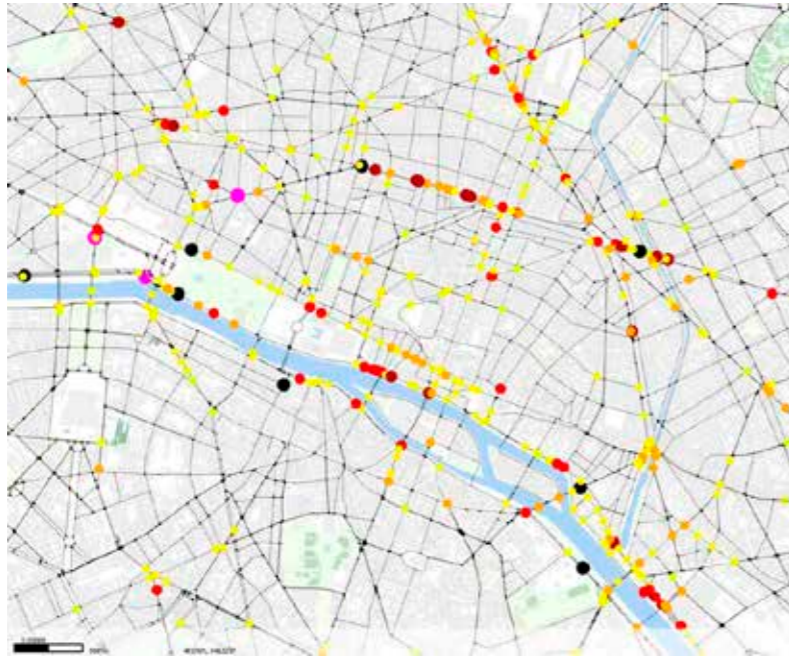


Figure 42 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la référence durant la PPM

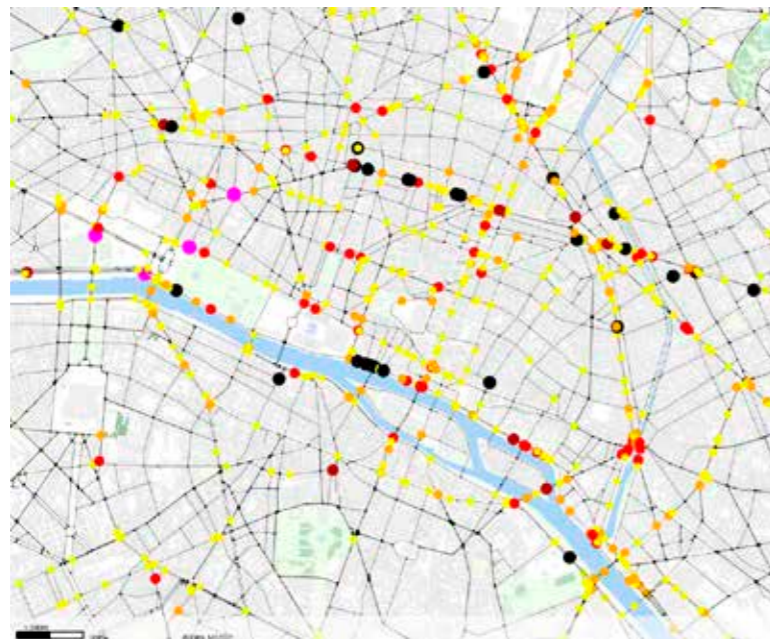


Figure 43 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la Référence durant la PPS

Les cartes des taux de saturation des mouvements tournants nous montrent que plusieurs carrefours dépassent leur capacité théorique. On relève des saturations sur les points suivants : les croisements sur les Grands Boulevards (110% et 120% en PPM et PPS respectivement), la place de la République (90%) et la place de la Bastille (100%). La situation sur le quai de la Rapée est légèrement moins congestionnée qu'en période de pointe du matin.



Figure 44 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPM



Figure 45 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPS

Aux PPM et PPS on a des points durs aux abords du pont Alexandre III (60%) ; pont de la Concorde (70% et 80% en PPM et PPS respectivement), quai des Tuileries (120%), pont de Sully (90% et 110% en PPM et PPS), quai Saint-Bernard (120%), et place de la Bastille (60% en PPM et 80% en PPS).

11.3. Situation de Projet

11.3.1. Volumes affectés



Figure 46 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM



Figure 47 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS

On remarque des résultats semblables à la référence à l'échelle de Paris excepté dans le secteur du projet. Il y a une variation de trafic aux alentours de l'aménagement. Par rapport à la Référence, le volume de trafic est toujours important sur le quai de Bercy (plus 3000 véh/h dans les deux sens) et l'avenue de la Grande Armée (environ 1500 véh/h dans les deux sens). Plus près de la zone projet, les volumes de circulation ont diminué le long de la rive droite de la ZTL (baisse d'environ 100 véh/h en PPM et en PPS). Du côté du boulevard Saint-Germain, le volume de circulation augmente légèrement en PPM (1400 véh/h au lieu de 1300 véh/h) et reste stable en PPS (environ 1800 véh/h).



Figure 48 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM dans le secteur ZTL



Figure 49 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS dans le secteur ZTL

Les quais de la rive droite sont surchargés mais on observe toutefois une diminution du nombre de véhicules par rapport au scénario de référence. Sur le quai des Célestins, le volume de trafic est de 1400 véh/h en PPM et 1800 véh/h en PPS au lieu de 1500 en PPM et 2000 véh/h en PPS en référence. Sur les quais Saint-Bernard et de Conti, il y a 1600 véh/h en PPM et 1500 véh/h en PPS.

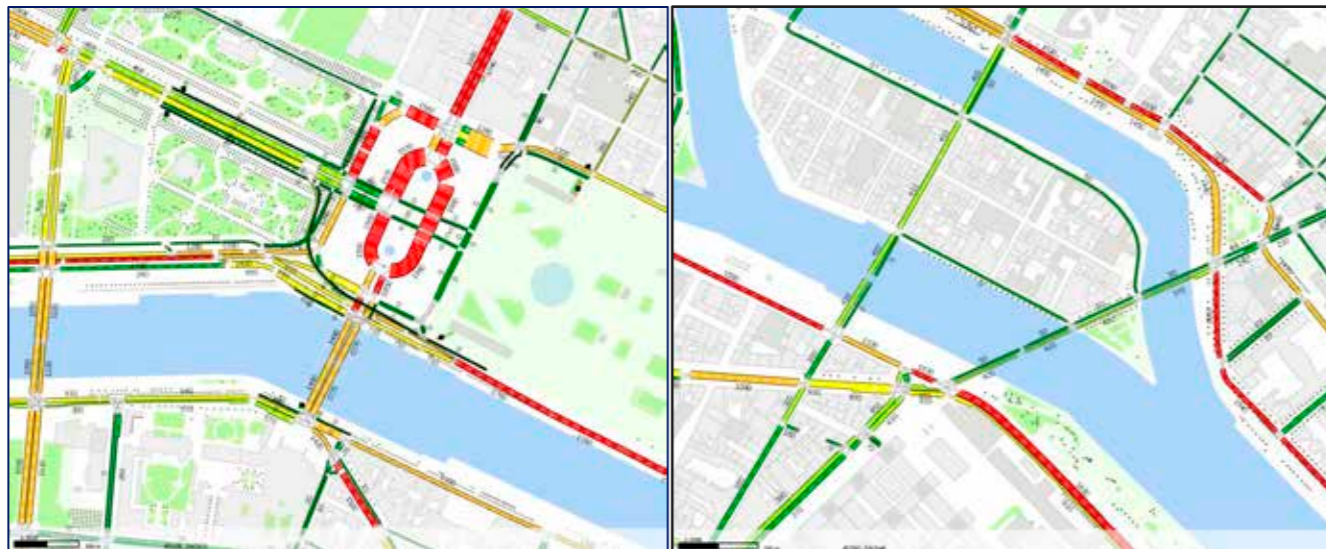


Figure 50 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPM sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL

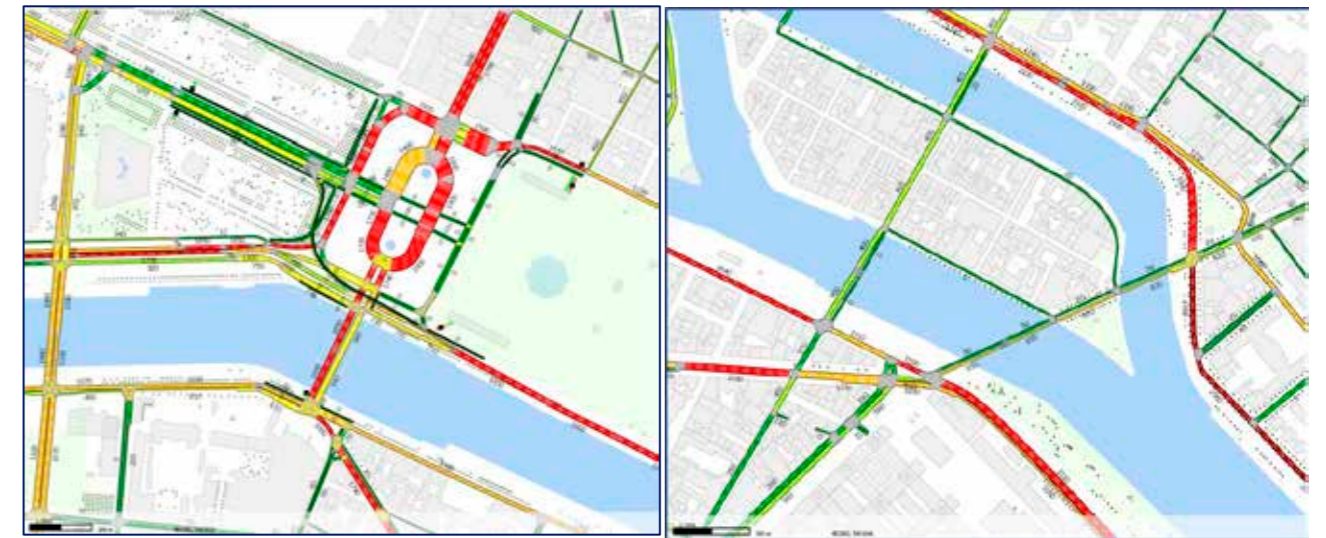


Figure 51 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPS sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL

Les volumes de trafic sur les ponts sont similaires à ceux de la référence, à l'exception du pont de la Concorde (direction Nord) pour lequel le volume de trafic augmente de 26% en PPM et de 34% en PPS, et des ponts de la Tournelle (baisse de trafic de 20%) et de Sully (baisse de trafic de 33%) :

Pont	Scénario	Volume affecté (véh/h)			
		PPM		PPS	
		Direction Sud	Direction Nord	Direction Sud	Direction Nord
La Concorde	Référence	1410	850	1620	700
	Projet	1500	1070	1650	940
Alexandre III	Référence	960	1160	1400	1150
	Projet	1000	1200	1500	1200
Tournelle	Référence	500	-	500	-
	Projet	400	-	400	-
Sully	Référence	50	600	50	600
	Projet	50	400	50	400

Tableau 7 : Volumes affectés sur les ponts centraux

11.3.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants



Figure 52 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPM



Figure 53 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPS

Il y a des taux d'occupation importants sur le pont de la Concorde (85% en PPM et 95% en PPS), le quai Saint-Bernard (75% à 135% en PPM et 40% à 124% en PPS), la limite Nord et la limite est de la ZTL pendant les deux périodes. On observe, pour le soir, des points significatifs sur le quai d'Austerlitz (120%) et l'intersection de la rue de La Fayette avec le Bd Magenta (120%).

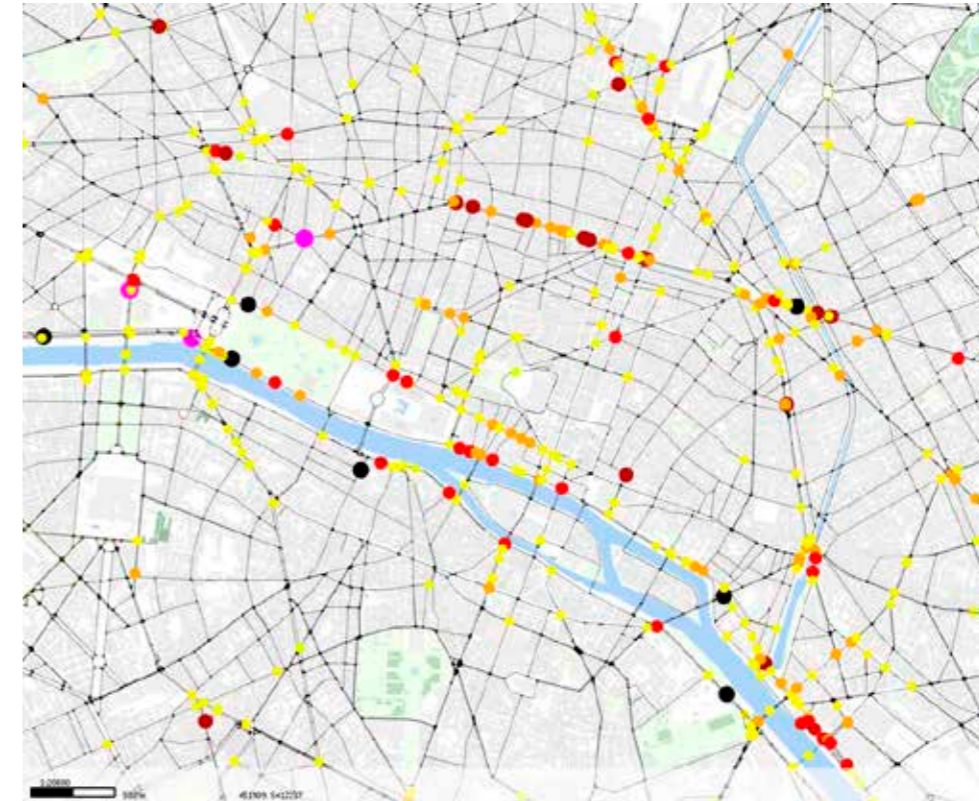


Figure 54 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPM

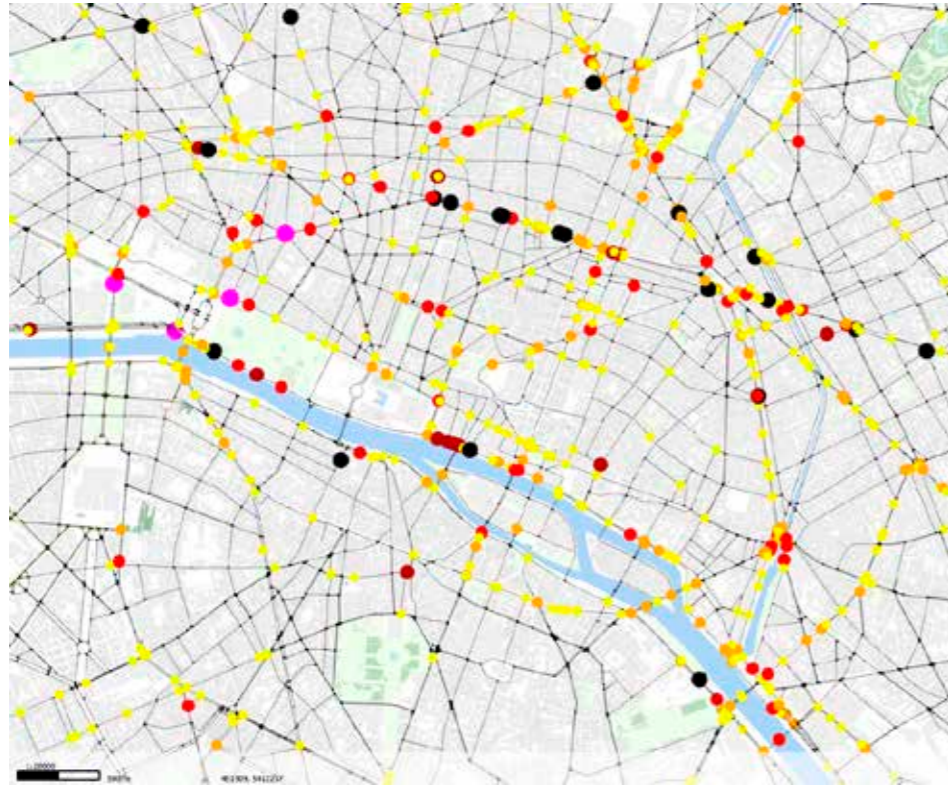


Figure 55 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPS

Comme pour la référence, les cartes des taux de saturation des mouvements tournants du scénario projet nous montrent que plusieurs carrefours dépassent leur capacité théorique. On relève des saturations sur les points suivants pendant le matin et le soir : le quai des Tuileries vers le Pont de la Concorde (120% comme en référence), sur les quais du Louvre (90% en PPM au lieu de 100% en référence et 110% en PPS comme en référence) et sur la limite nord de la ZTL (110% en PPM et 120% en PPS comme en référence).

11.4. Reports de trafic

A l'issue des affectations macroscopiques statiques des situations de Projet, les reports de trafic ont pu être déduits en comparant les flux de la situation de Projet par rapport à ceux de la situation de Référence, durant la PPM et la PPS.

Les reports de trafic ont été mesurés en différence absolue et en différence absolue/relative. Cette distinction nous permet d'un côté de voir où se trouvent les augmentations et diminutions de trafic et d'un autre côté d'évaluer la variation de véhicules sur les sections par rapport au volume affecté en référence aux différentes sections. Seules les différences de débit supérieures ou inférieures à 50 véhicules/heure sont affichées.

Les Figure 56 et Figure 57 présentent les légendes utilisées pour afficher les différences absolues et relatives respectivement ; les couleurs utilisées dans cette dernière correspondent aux différences qui satisfont les deux critères. Par exemple, le rouge sera affiché lorsque le

changement en pourcentage est supérieur à 20 % et la différence absolue est supérieure à 200 véhicules. Cependant, si le changement en pourcentage est supérieur à 20 % et qu'il y a une augmentation de seulement 120 véhicules, la couleur orange sera affichée.

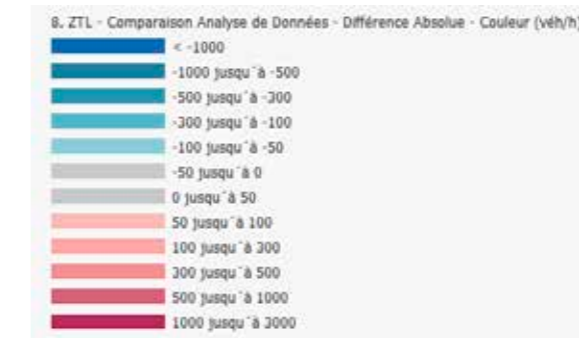


Figure 56 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)

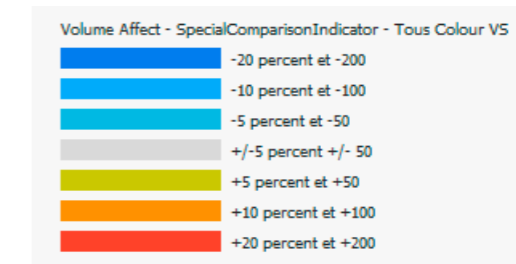


Figure 57 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)

L'analyse des reports de trafic nous a fait constater que les diminutions de trafic générées par la mise en place de la ZTL sont principalement localisées à l'intérieur de cette dernière.

Les augmentations de trafic sont localisées aux abords immédiats de la ZTL, ainsi que sur le Boulevard Périphérique où elles atteignent des augmentations maximales de 1% et 1.8% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Extérieur et 3% et 4.4% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Intérieur.

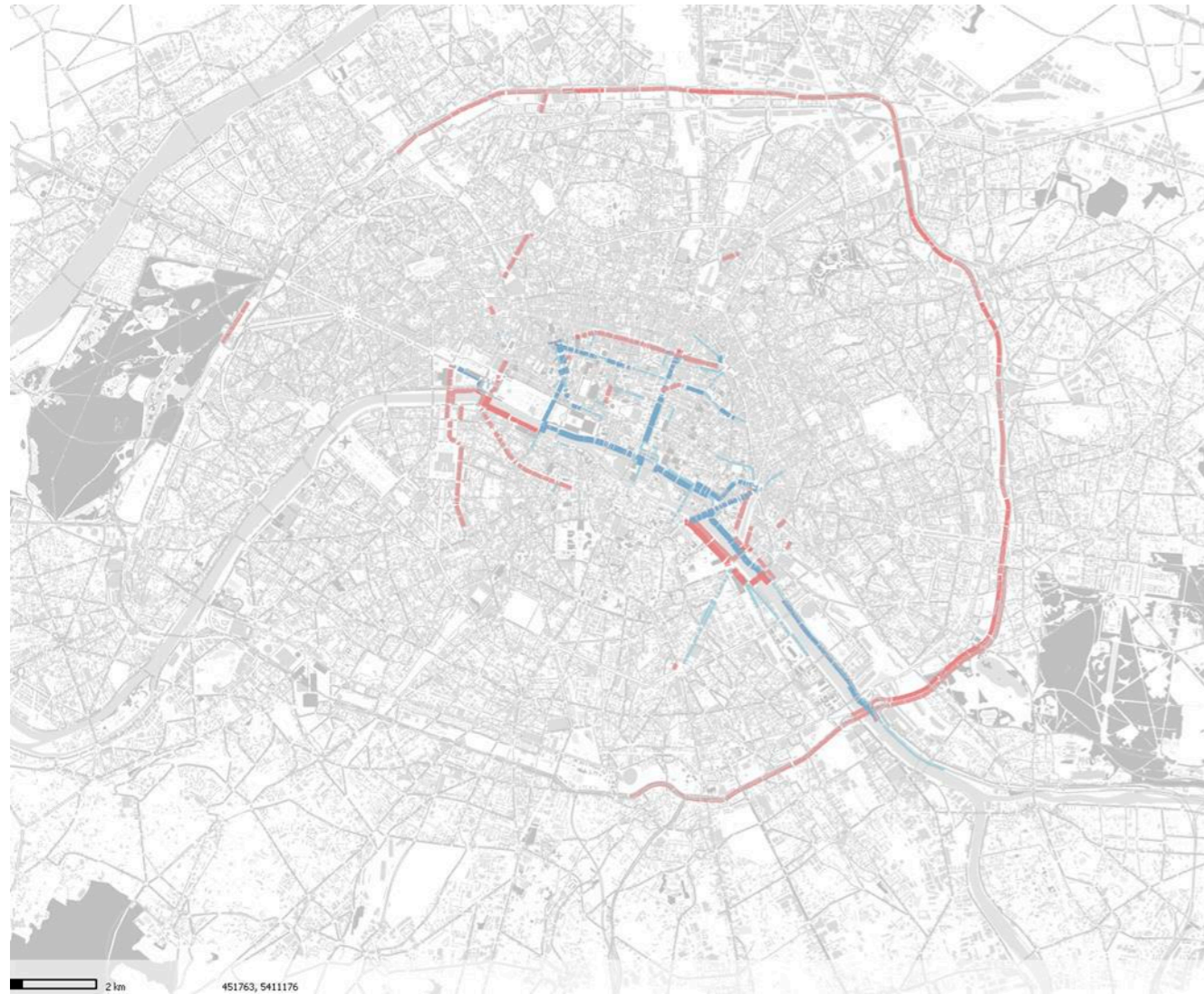


Figure 58 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin)

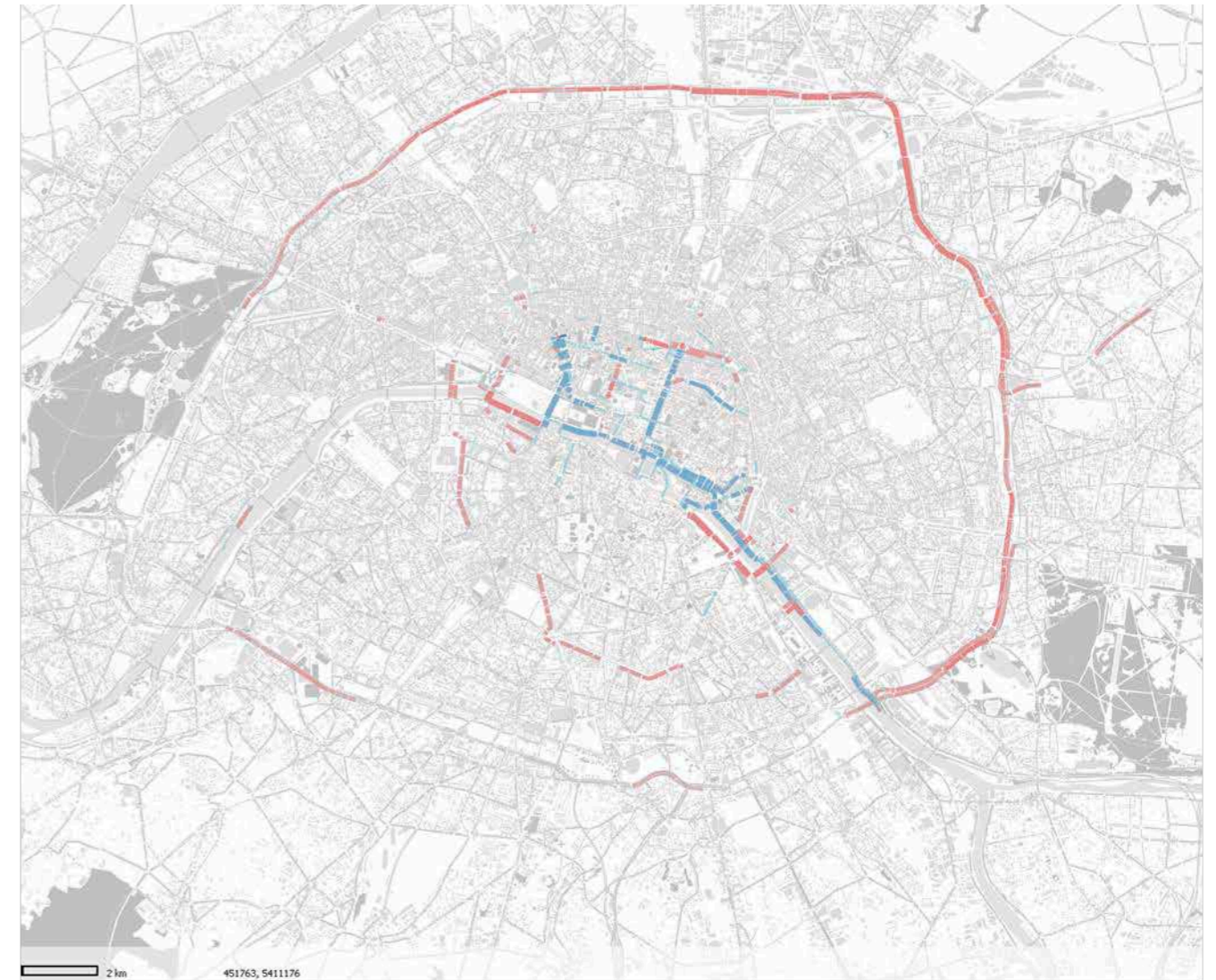


Figure 59 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir)

Les reports se localisent autour de Paris Centre avec des augmentations de volumes affectés sur les ponts, boulevards et quais. Le Boulevard Périphérique est également impacté avec des augmentations de volume affectés allant jusqu'à +100véh/h et +170véh/h, durant les PPM et PPS au nord du périphérique intérieur, qui offre une alternative aux quais des Tuileries qui sont fermés aux usagers non-ayants droit. Les axes structurants à l'intérieur de la ZTL voient leur trafic diminuer en raison de l'absence de transit possible, c'est le cas du boulevard de Sébastopol et des quais de la rive droite.

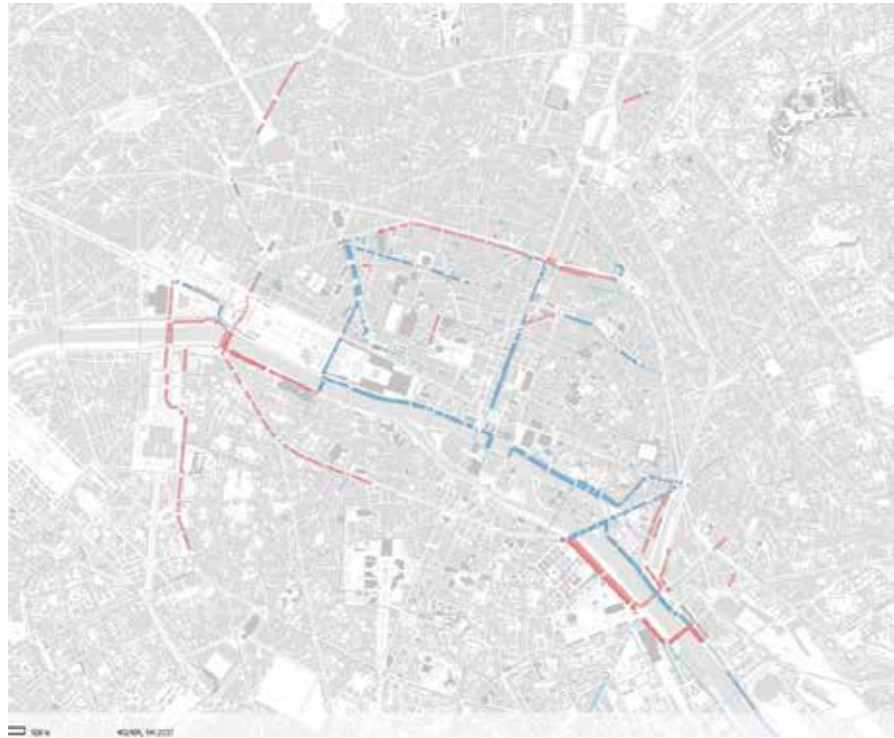


Figure 60 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM

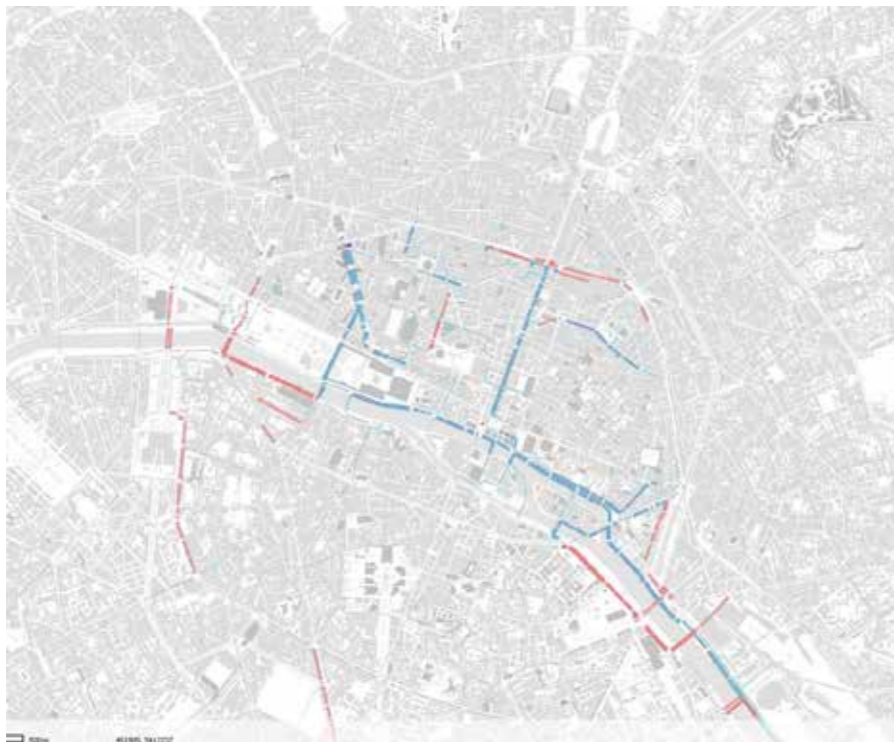


Figure 61 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS

Pendant la PPM, il y a une diminution du volume affecté (de 70 à 210 véh/h) depuis le Quai François Mitterrand jusqu'au Bd Périphérique. D'autre part, une diminution de volume affecté au sein de la ZTL le long du boulevard de Sébastopol est observée.

Les véhicules ne pouvant plus traverser la ZTL d'Opéra à Saint-Sébastien - Froissart empruntent désormais le trajet de Richelieu - Drouot à République où on observe des augmentations de trafic de +80 véh/h. Par ailleurs, les véhicules ne pouvant plus traverser dans la ZTL depuis le boulevard Saint-Germain - au niveau du carrefour avec le Pont de Sully - vers la Place de la Bastille, ils empruntent désormais les quais Rive Gauche et le Pont Charles de Gaulle (+200 - 280 véh/h).

La situation de PPS est similaire à la période de pointe du matin. Cependant, on observe davantage de reports de véhicules sur le trajet Richelieu - Drouot vers République (+130 véh/h) et il n'y a pas d'augmentation le long du Bd Saint-Germain.

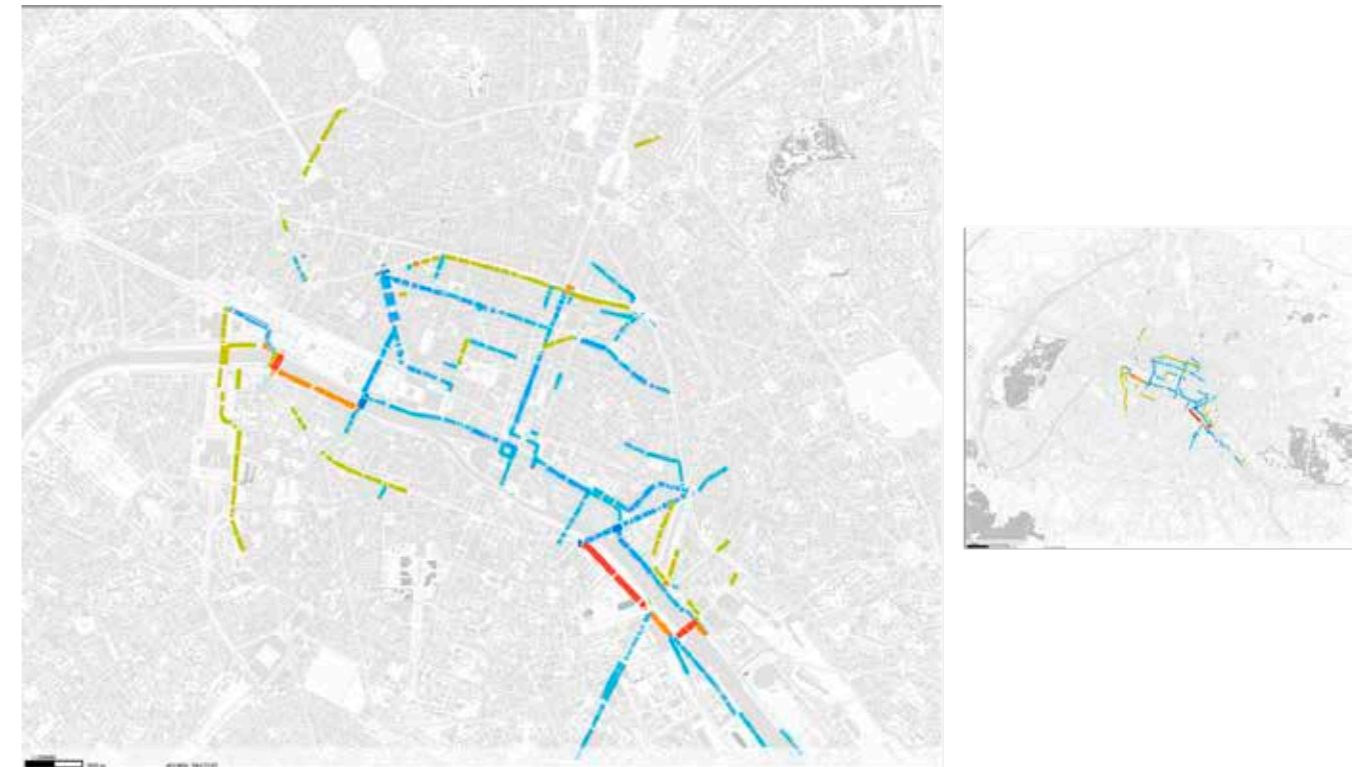


Figure 62 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM



Figure 63 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS

Les cartes des reports de trafic montrent en général des augmentations de trafic en dehors de la ZTL (+9% sur Boulevard des Invalides et +5% sur Boulevard Saint-Germain en PPM) et quelques diminutions localisées sur les quais dans la ZTL (-5 à -10% sur la Rive droite). D'autre part des diminutions de trafic au sein de la ZTL sont également observées.

Voici les baisses entre le scénario projet et la référence en véh/h sur les axes d'intérêt :

Location	PPM	PPS
Bd de Sébastopol	-15%	-16%
Quai Henri IV	-11%	-7%
Rue de Réaumur	-9%	-7%
Avenue de l'Opéra vers le sud	-19%	-22%
Avenue de l'Opéra vers le nord	-24%	-28%

Il y a des impacts localisés sur les arrondissements proches et les quais de Bercy. Les reports sont importants sur le quai Saint-Bernard vers l'est (+40% en PPM et +15% en PPS) puis sur le pont Charles de Gaulle vers les quais (+20% en PPM et +10% en PPS) mais on observe une diminution du trafic sortant par les quais Henri IV (-5 à -10%). De plus, les augmentations sont importantes sur le long du Quai Anatole France (+15%) et sur le Pont de la Concorde (+26% en PPM et +36% en PPS vers le nord).

Les impacts pendant la période de pointe du soir sont similaires à ceux de la période de pointe du matin avec une augmentation significative du trafic sur les quais de la rive gauche du Pont de Sully au Pont Charles de Gaulle, et sur le Boulevard Saint-Germain. Durant la période de pointe du soir, il y a aussi des augmentations Boulevard des Invalides, Boulevard Raspail puis Boulevard Saint Jacques en raison des véhicules changeant leur itinéraire pour contourner la ZTL. Il faut noter que ces sections ont un taux de saturation inférieur à 50%.

11.4.1. Analyse des reports

Bien qu'une diminution de trafic sur l'ensemble de la ZTL soit observée, des augmentations de la part des véhicules ayant le droit de transiter sur la ZTL sont observées. Ces augmentations sont expliquées par la diminution générale du trafic sur ces axes. L'absence des véhicules non autorisés à transiter par la ZTL dans cette zone profite aux usagers ayant droit pour utiliser davantage les axes principaux de la ZTL par rapport à la référence.



Figure 64 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)



Figure 65 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)

La Figure 64 et la Figure 65 montrent les reports de trafic par type de véhicule (TV tous véhicules, VL Riverains et artisans). Comme indiqué précédemment, il y a une baisse globale du trafic dans la ZTL, les véhicules ayants droit profitent donc des itinéraires les moins encombrés, notamment le boulevard de Sébastopol et la rue du Louvre. C'est la raison pour laquelle aucune diminution de trafic n'est observée sur ces axes dans les schémas des ayants droit. En effet, la diminution de véhicules non ayants droit s'équilibre avec les véhicules ayants droit empruntant dorénavant cet axe. L'effet est similaire durant les deux périodes.

11.4.2. Chevelus

L'analyse des chevelus permet de visualiser les choix d'itinéraires en fonction du type de véhicule (TV Tous Véhicules, ayant droit, non ayant droit...), de l'origine et la destination, ou encore les sections empruntées.

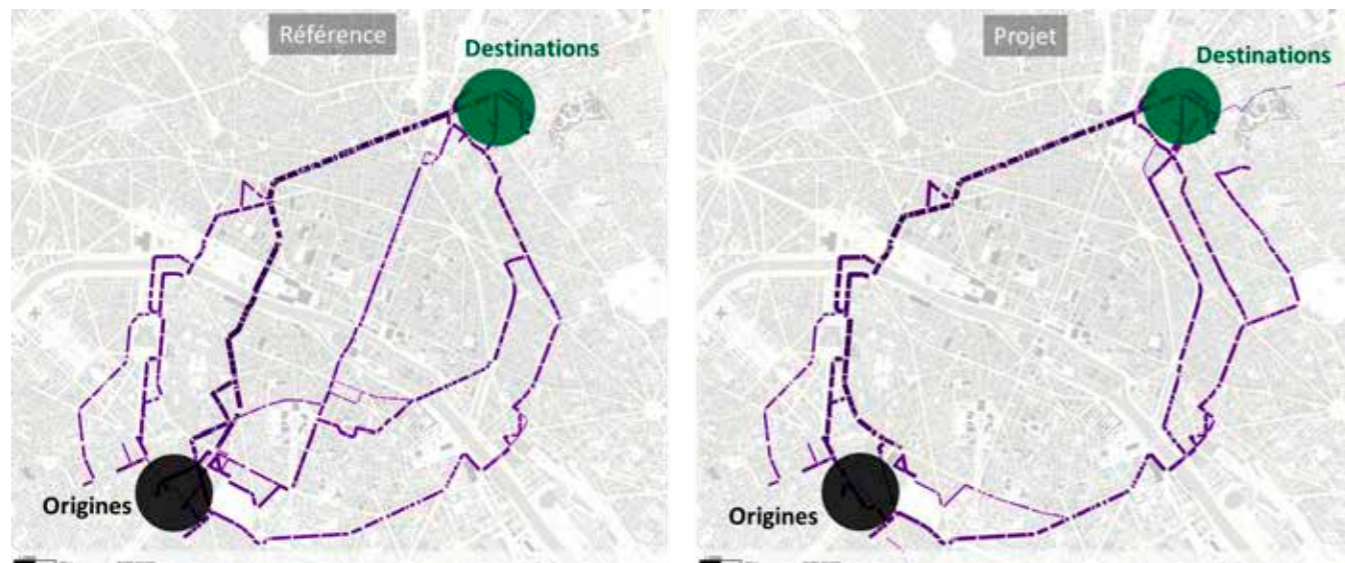


Figure 66 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Montparnasse - Destination : Gare du Nord

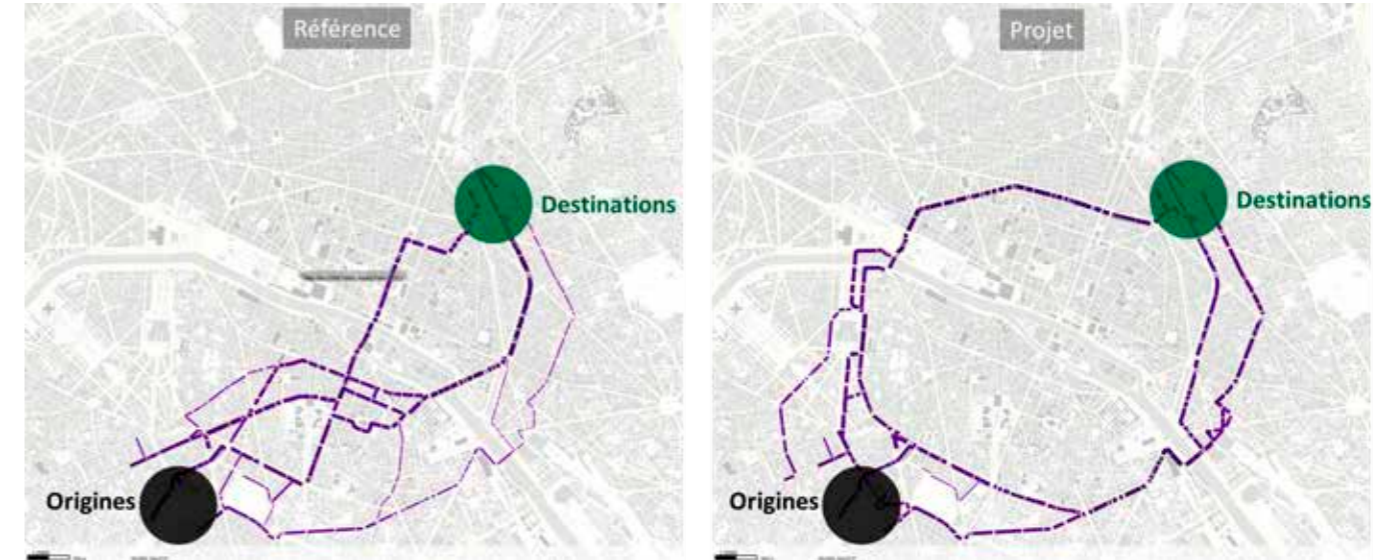


Figure 67 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Montparnasse - Destination : République

L'aménagement de la ZTL en Rive Droite réduit l'usage du Boulevard Sébastopol avec des reports via le Pont de la Concorde et le pont Alexandre III à l'Ouest et le Pont Charles de Gaulle à l'Est.

Le temps de parcours augmente de 11% en PPM et 5% en PPS pour les VL non-ayants droit entre les scénarios de Référence et Projet pour les paires OD (origines/destinations) présentées dans la Figure 66. Pour les paires OD illustrées dans la Figure 67, il y a encore une augmentation du temps de parcours de 28% en PPM et 19% en PPS. L'objectif de ces simulations macroscopiques était de déterminer les tendances des temps de parcours à une échelle macroscopique ; à titre indicatif, actuellement en juin 2023, pour un jeudi, ceux-ci sont d'environ 24 à 55 minutes et 28 à 70 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

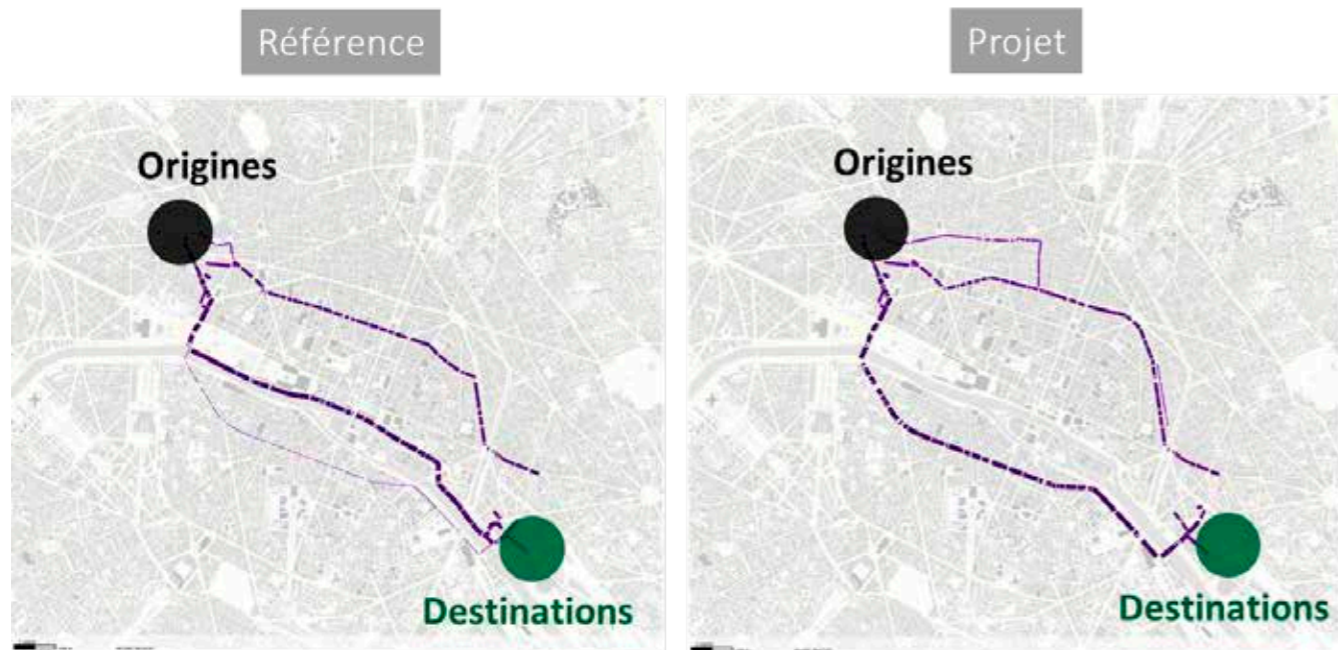


Figure 68 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Saint-Lazare - Destination : Gare de Lyon

L'aménagement de la ZTL sur les quais Rive Droite introduit des reports de trafic sur le Boulevard Saint-Germain et sur les Grands Boulevards. Le temps de parcours pour les véhicules non-ayant droit augmente de 14% en PPM et 22% en PPS entre les paires OD montrées dans la Figure 68. Ceux-ci sont à titre indicatif, actuellement en jeudi de juin 2023, d'environ 16 à 35 minutes et 24 à 55 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

12. Tests de sensibilité

Deux scénarios supplémentaires (Scénario 3 et Scénario 4) ont été étudiés puis comparés au scénario projet (Scénario 1) présenté dans ce présent rapport pour l'aménagement de la ZTL Paris Centre.

Le périmètre du Scénario 3 se base sur celui du scénario projet tel qu'étudié dans ce rapport. Cependant, les évolutions du plan de circulation dans le quartier Marais-Les Îles ont été considérées pour ce nouveau Scénario 3. Le Scénario 4 s'appuie sur le Scénario 3 auquel on intègre dans le périmètre restrictif de la ZTL les Îles (Saint Louis et Cité). Ce scénario 4 correspond exactement à l'ambition portée par la Ville pour la ZTL Paris Centre.

12.1. Hypothèses sur la demande

La demande utilisée pour le Scénario 3 et 4 est identique à celle utilisée pour les horizons Référence et Projet de ce présent rapport.

Cependant, pour le Scénario 4, la répartition des véhicules pour la demande a été adaptée car la ZTL est élargie pour inclure les Îles. Donc la demande totale a été retravaillée pour considérer ce nouveau périmètre et la demande propre à la ZTL est ainsi toujours divisée en deux types de véhicules différents comme expliqué au paragraphe 10.1 : les véhicules riverains (identifiés et dissociés de la matrice générale) et les VTC / artisans (24% de la matrice restante) selon ce nouveau périmètre de la ZTL.

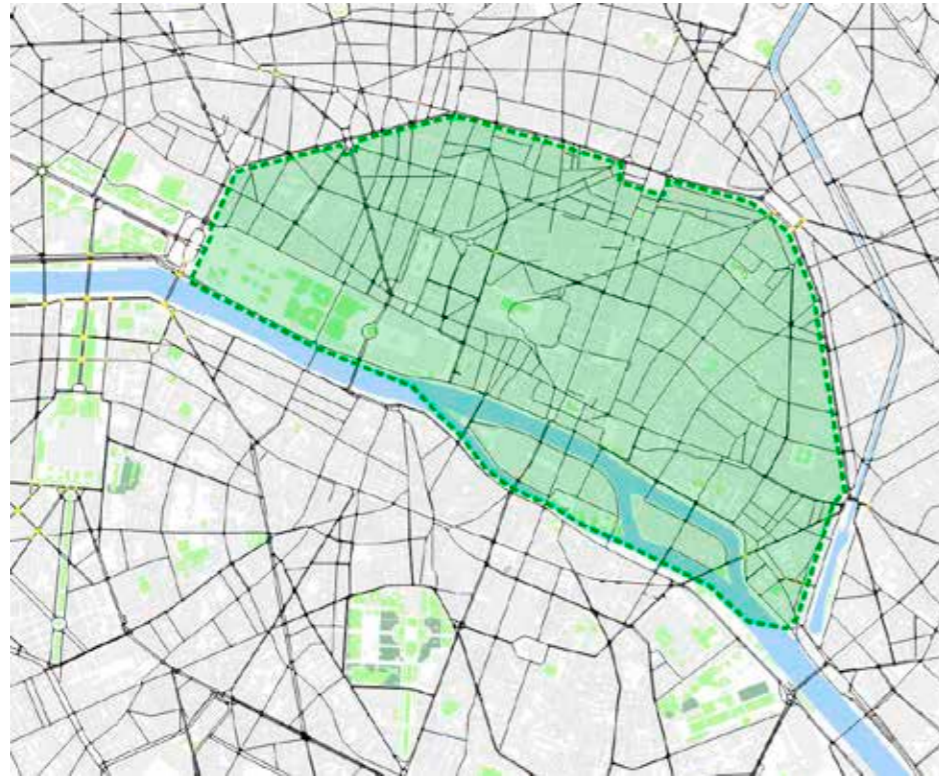


Figure 69 : Secteur d'étude de la ZTL pour le Scénario 4

12.2. Hypothèses sur l'offre

Ces études ont été menées avec la même méthodologie que pour les scénarios de référence et projet. Ces scénarios se basent sur la Référence. Ensuite les aménagements propres à chaque scénario ont été ajoutés à l'aide de l'outil configuration de géométrie.

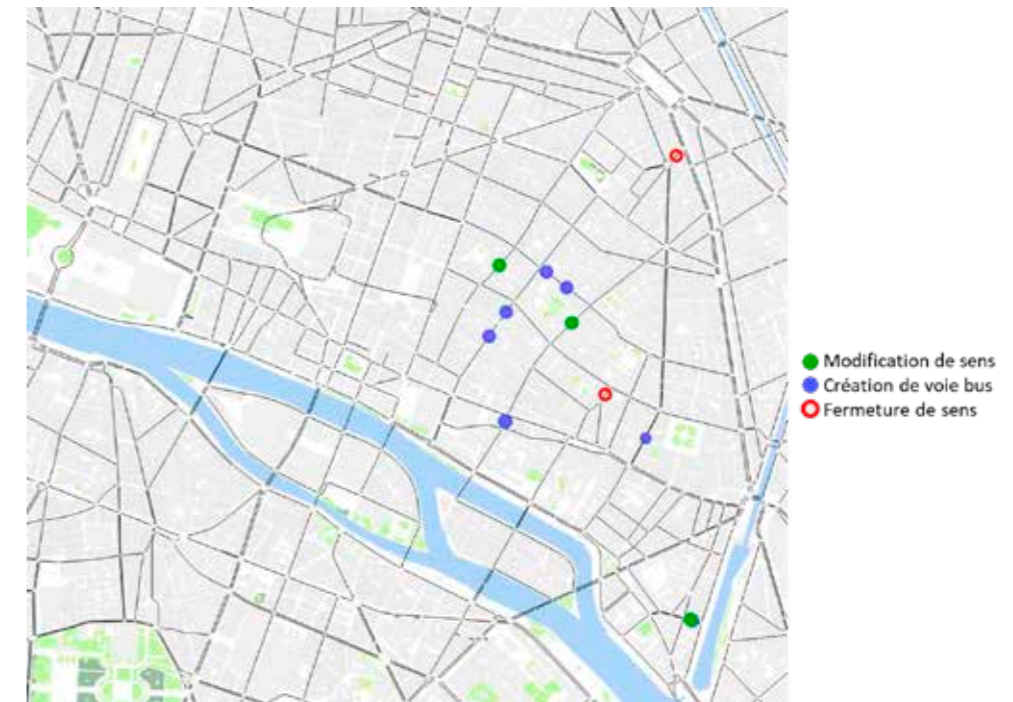
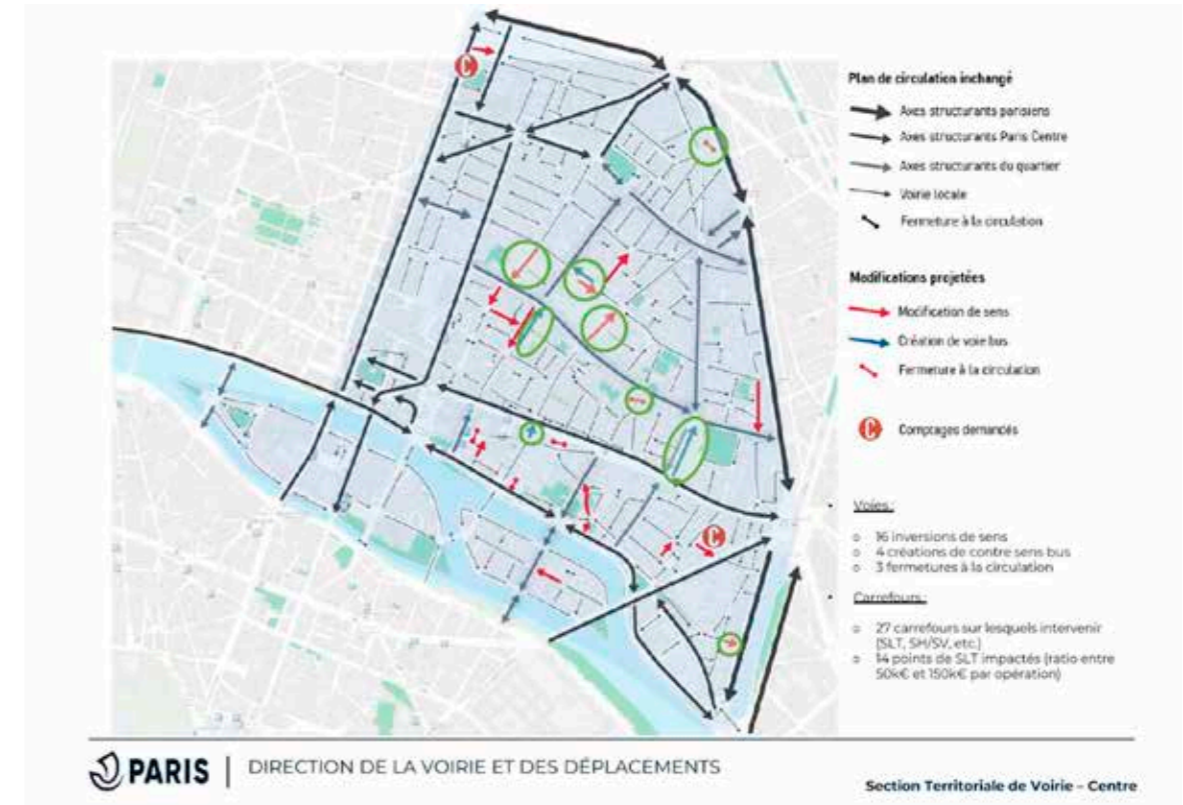


Figure 70 : Plan de circulation Paris centre pour les tests de sensibilité (scénario 3)

Le réseau du modèle de Paris sur Aimsun Next ne considère que les voiries les plus importantes, certaines rues locales ne sont donc pas codées. Dans le quartier Marais-Les Iles, seulement les aménagements entourés en vert dans la Figure 70 ont été pris en compte afin de maintenir la cohérence des analyses lors de la comparaison avec le scénario de référence. La prise en

compte des autres aménagements n'était pas pertinente pour cette étude à l'échelle macroscopique.

Toutes les voies du secteur de la ZTL ont été codées comme des voies réservées « ZTL », seuls les véhicules autorisés (i.e. les véhicules qui ont pour destination la ZTL et ceux qui ont le droit de transiter à travers la ZTL) peuvent les emprunter.

12.3. Résultats des tests de sensibilité

L'analyse présentée en termes de différences absolues nous permet de voir clairement les augmentations (en rouge) et les diminutions (en bleu) du trafic (légende présentée au chapitre 11.4).

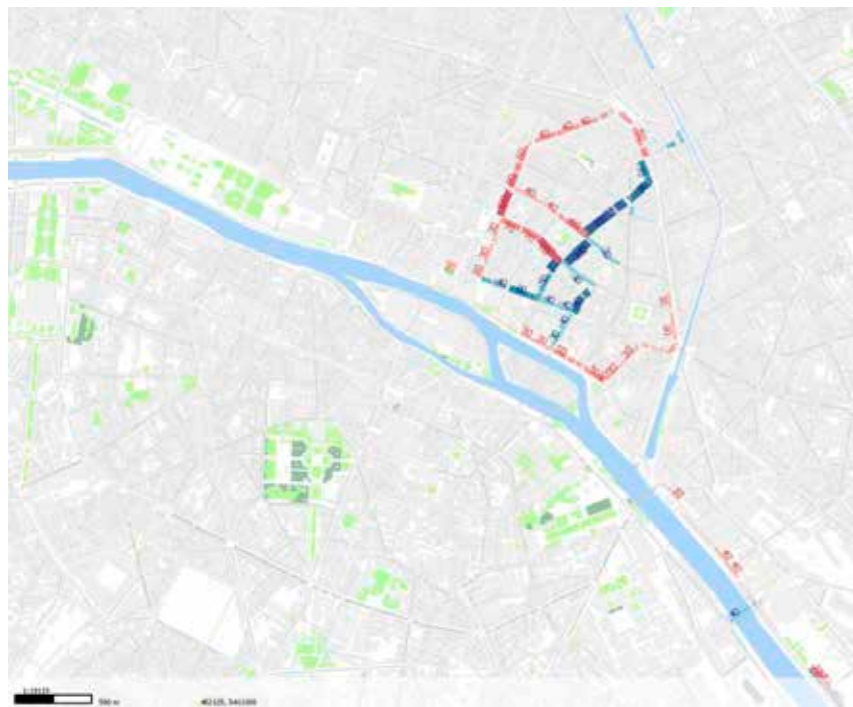


Figure 71 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 3 et le Scénario 1 (PPM)

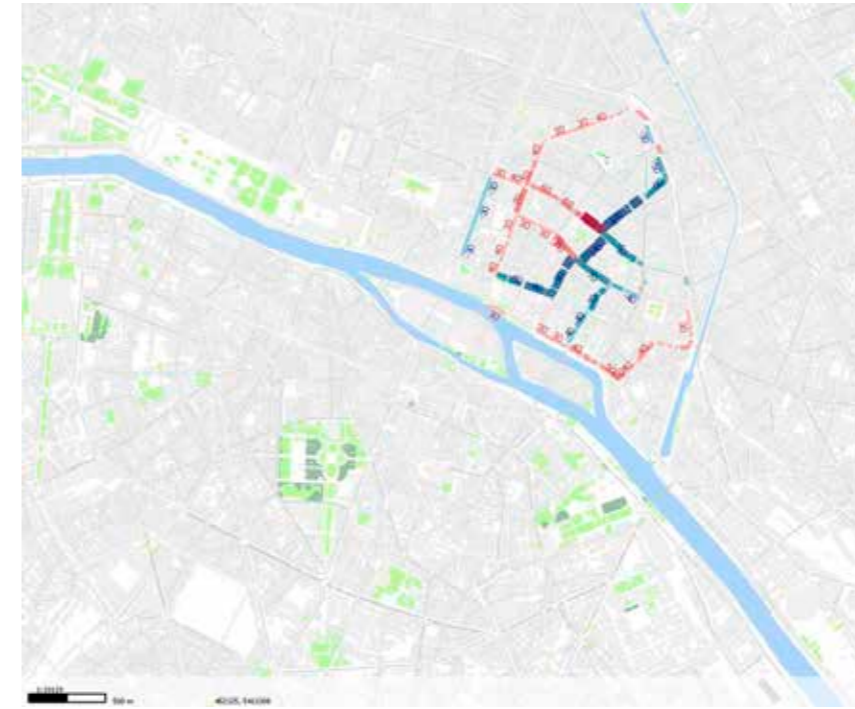


Figure 72 : Comparaison des volumes (véh/période) entre le Scénario 3 et le Scénario 1 (PPS)

Les changements de volume affectés sont situés exclusivement dans le quartier Marais-Les Îles à cause des modifications de direction des voies spécifiées dans la partie ci-avant. Il y a une diminution du trafic sur la Rue Vieille du Temple de 92% (150 véh/h) en PPM et 82% (120 véh/h) en PPS en raison du changement de sens de circulation sur cette rue. Dorénavant, avec la considération de ces nouveaux aménagements, la majorité des véhicules traversent la ZTL en direction du sud par la Rue Beaubourg (+10% en PPM). Durant la PPS, la plus grande augmentation est de 115 véh/h (98%) sur la Rue des Quatre-Fils en raison du changement de direction sur la Rue Vieille-du-Temple. En conclusion, ces évolutions restent locales et modérées.

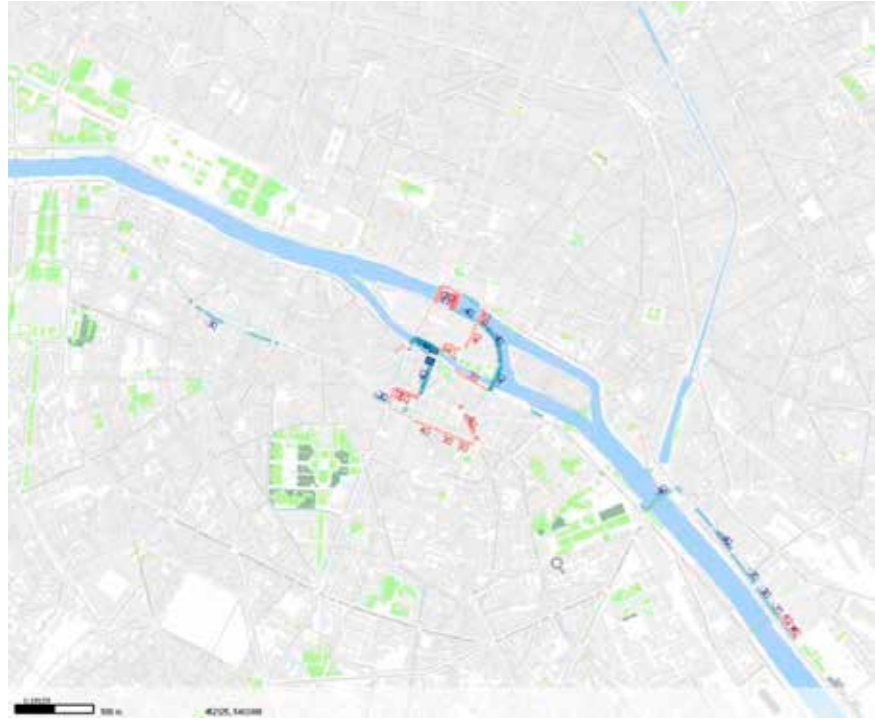


Figure 73 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 4 et le Scénario 3 (en pointe du matin)



Figure 74 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le Scénario 4 et le Scénario 3 (en pointe du soir)

Des différences de volume affecté entre les scénarios 3 et 4 ont été observées autour des îles, en raison d'un changement de demande entre ces deux scénarios. On remarque des augmentations de volume de 9% en PPM et 6% en PPS sur le pont de Notre Dame et de 40% en PPM et 21% en PPS sur le pont d'Arcole. La diminution absolue maximale est de 120 véh/h (18%) en PPM et 125 véh/h (16%) en PPS sur le Petit Pont - Cardinal Lustiger. L'inclusion des

îles dans le périmètre de la ZTL Rive Droite (quais hauts inclus) conduit donc à des évolutions locales et modérées des volumes de trafic.

13. Conclusion

L'étude de trafic de la mise en place d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans Paris centre s'appuie sur une situation de référence qui prend en compte l'ensemble des projets d'aménagements à l'échelle de l'île de France sur le réseau modélisé à l'horizon 2025.

L'objectif était de créer une situation dans laquelle viendra s'insérer le projet étudié dans ce présent rapport afin de pouvoir isoler et étudier les impacts qui lui sont propres. On a observé grâce à l'étude macroscopique des reports de trafic statiques légers. Tous les impacts restent localisés autour de la ZTL pendant la PPM et la PPS.

Une baisse générale du trafic dans la ZTL est remarquée. En raison des reports de trafic, certaines sections reçoivent davantage de véhicules comme les traversées de la Seine : Pont de la Concorde, pont Alexandre III et Pont Charles de Gaulle. Enfin le projet n'a pas de conséquence sur le boulevard périphérique sauf les augmentations maximales de 1% et 1.8% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Extérieur et 3% et 4.4% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Intérieur.

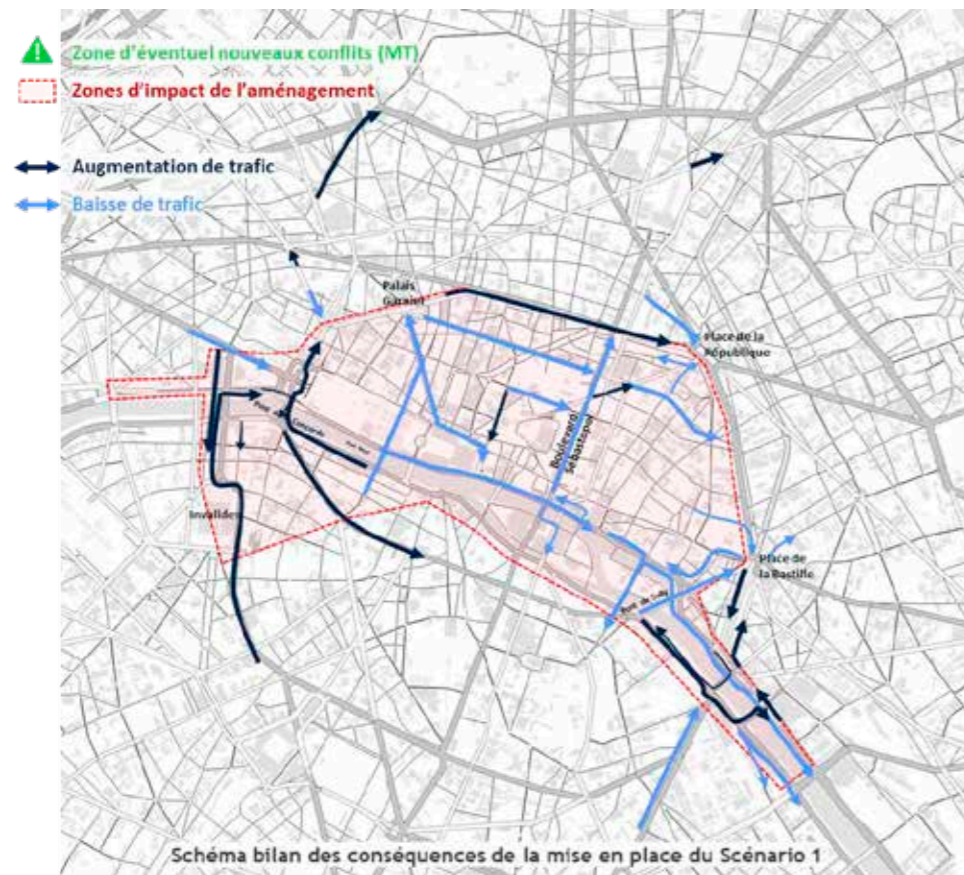


Figure 75 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario projet en PPM

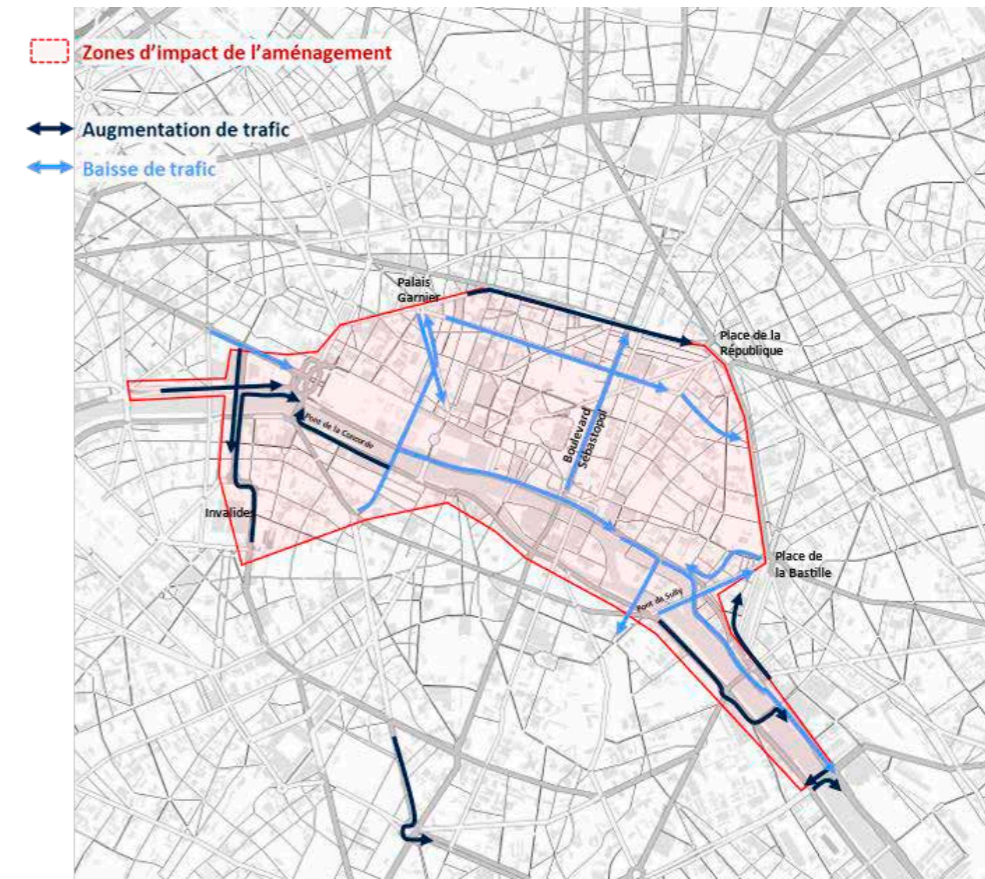


Figure 76 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario projet en PPS

Pour les deux périodes modélisées on observe d'importants changements d'usage aux abords de la ZTL avec des itinéraires de contournement - par rapport au scénario de référence - via :

- Le pont Alexandre III
- Le Cours-la-Reine
- Le Quai Anatole France et le Pont de la Concorde
- Le Quai Saint-Bernard et le Boulevard Bourdon
- Le pont Charles de Gaulle
- Et le Boulevard des Invalides en PPS

En parallèle du contournement local de la ZTL une partie des reports se fait sur le Boulevard Périphérique Intérieur. Ces reports restent faibles avec un volume affecté inférieur en moyenne à 2.5% du trafic du Boulevard Périphérique par rapport à la situation de Référence.

L'aménagement de la ZTL introduit d'importantes baisses de trafic sur les nombreux ponts des quartiers centraux :

- Le Pont Royal

- Le Pont Notre-Dame
- Le Pont de la Tournelle (et Marie)
- Le Pont de Sully

Et sur les axes structurants également :

- Les quais des Tuileries à la Rapée
- Le Boulevard Sébastopol
- Du Pont Royal à l'avenue de l'Opéra
- La rue du 4 Septembre, Réaumur et de Bretagne

Voici un résumé des variations de volumes affectés sur les principaux ponts, le Boulevard Périphérique et les Quais de Paris

Scenario Projet vs Référence	Période Matin	Période Soir
Pont de la Concorde		
Pont Alexandre III		
Ponts d'Île Saint-Louis		
Boulevard Périphérique Intérieur		
Boulevard Périphérique Extérieur		
Quais de Paris	Rive D	Rive D
	Rive G	Rive G

Baisse de trafic
 Pas de changement de trafic
 Augmentation de trafic

Figure 77 : Reports de trafic dus à la mise en œuvre de la ZTL par rapport à la Référence

Les reports de trafic sont similaires durant la PPM et la PPS sur les ponts d'intérêts et le Boulevard Périphérique. Globalement, on constate une réduction du trafic sur la Rive Droite et à l'intérieur de la ZTL, ainsi qu'une augmentation sur la Rive Gauche de chaque côté et sur des ponts empruntés par les véhicules pour contourner la ZTL.

L'association de ces deux derniers schémas bilan permet de rappeler le nouvel équilibre établi entre les véhicules non riverains et les véhicules riverains. D'un côté les non riverains n'utilisent plus les quais à l'intérieur de la ZTL, puisqu'ils n'en ont plus l'autorisation. La libération en volume affecté des quais de la ZTL permet aux riverains de les emprunter davantage dans la ZTL. De ce fait, les axes secondaires en dehors de la ZTL sont déchargés des véhicules riverains puisqu'ils utilisent davantage les axes majeurs comme les quais, et l'intérieur de la ZTL.



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 2a :
État initial - Air / Santé – ARIA

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.1.b

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 2a :
État initial - Air / Santé – ARIA

Novembre 2022

OGI/Ville de Paris

Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75)



Etude "Air et Santé" Etat initial

Références : Rapport ARIA/2022.054

Documents associés : Rapport Rincent Air RP-AF2234-V4

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 2

Accessibilité : Restreint

ARIA Technologies

8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne Billancourt

Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – E-mail : info@aria.fr – <http://www.aria.fr>

S.A.S au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

ARIA Technologies	Titre : Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75) – Etude "Air et Santé" – Etat initial						
N° rapport ARIA	22.054						
N° action ARIA	22.004						
Nombre de pages	53	Nombre de figures	35	Nombre de tableaux	12	Nombre d'annexes	2
Auteur(s)	ARIA Technologies, Aude HERVOUIN Ingénieure Qualité de l'Air						
Sous-traitants	RINCENT Air						
Intérêt documentaire	Accessibilité		Confidentielle		Libre		
Oui		Non	ARIA Technologies		Restreinte		
Etat du document	Rédacteurs Nom/Date		Relecteur Nom/Date				
Version V1	Aude HERVOUIN Le 06/09/2022		Lydia RICOLLEAU Le 26/09/2022				
Version V2	Aude HERVOUIN Lydia RICOLLEAU Le 02/12/2022		Intégration remarques Ville de Paris				
DIFFUSION	Date	DESTINATAIRES			Nombre		
Diffusion informatique	02/12/2022	OGI/Ville de Paris			1		

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE.....	6
2. DOMAINE D'ETUDE.....	7
3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	8
3.1 Localisation du projet.....	8
3.2 Population.....	9
4. ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR.....	13
4.1 Documents de planification relatifs à l'air.....	13
4.2 Bilan des émissions dans l'air.....	15
4.3 Qualité de l'air.....	19
5. CONCLUSION.....	45
ANNEXE.....	46
ANNEXE 1 : CARTES DE CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES 2019 ET 2021 A PARIS.....	47
ANNEXE 2 : RAPPORT RELATIF A LA CAMPAGNE DE MESURE.....	53

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)	10
Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)	10
Tableau 3 : Densité d'émissions par km ² et par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021)	16
Tableau 4 : Emissions par habitant par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021)	17
Tableau 5 : Bilan des émissions annuelles en 2018 (source : AIRPARIF 2020).....	18
Tableau 6 : Valeurs réglementaires françaises relatives à la qualité de l'air	20
Tableau 7 : Tendances observées et situation de l'année 2021 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS 2021 pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France et (source : rapport d'activité 2021 AIRPARIF)	22
Tableau 8 : Concentrations moyennes annuelles mesurées aux stations de mesure AIRPARIF présentes dans le périmètre de la ZTL.....	25
Tableau 9 : dépassements des valeurs réglementaires fixées pour l'ozone et mesurées aux stations de mesure AIRPARIF présentes dans le périmètre de la ZTL	29
Tableau 10 : Plan d'échantillonnage	33
Tableau 11 : Etude des données des stations AIRPARIF (données : AIRPARIF)	37
Tableau 12 : Résultats des mesures dans l'air ambiant de NO ₂ (RINCENT Air).....	38

FIGURES

Figure 1 : Différence de trafic moyen journalier entre la situation avec projet et la situation « Fil de l'eau » à l'horizon du projet.....	7
Figure 2 : périmètre du projet ZTL	8
Figure 3 : Contour des arrondissements de Paris	9
Figure 4 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté.....	11
Figure 5 : Localisation des établissements sensibles	12
Figure 6 : Répartition par secteur d'activités des principaux polluants en 2018 pour la Région Île-de-France (source : AIRPARIF mai 2021).....	15
Figure 7 : Répartition spatiale des émissions d'oxydes d'azote (NOx) par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021).....	16
Figure 8 : Emissions par habitant par département en 2018.....	17
Figure 9 : Contribution en % des différents secteurs d'activités aux émissions de NOx et PM10 en 2018 (source : AIRPARIF 2020).....	18
Figure 10 : périmètre de la ZFE-m (source : Métropole du grand Paris).....	23
Figure 11 : Localisation des stations de mesure AIRPARIF dans la zone d'étude	24
Figure 12 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO ₂ – année 2019 (source : AIRPARIF) ..	26
Figure 13 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO ₂ – année 2021 (source : AIRPARIF) ..	26
Figure 14 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2019 (source : AIRPARIF) ..	27
Figure 15 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2021 (source : AIRPARIF) ..	27
Figure 16 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2019 (source : AIRPARIF) ..	28
Figure 17 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2021 (source : AIRPARIF) ..	28
Figure 18 : Plan d'échantillonnage et évolution du trafic	31
Figure 19 : localisation des points de mesure	32
Figure 20 : Etude des températures et précipitations (données : Météo France).....	34
Figure 21 : Etude des conditions de vent (données : Météo France) (Rincen Air)	35
Figure 22 : Localisation des stations AIRPARIF (Rincen Air).....	36

Figure 23 : Cartographie des résultats en NO ₂ (Rincident Air)	39
Figure 24 : Comparaison des résultats des concentrations de NO ₂ à la réglementation (Rincident Air)..	40
Figure 25 : Cartographie des résultats en PM ₁₀ et PM _{2.5} (Rincident Air)	41
Figure 26 : Comparaison des résultats des concentrations de PM ₁₀ à la réglementation (Rincident Air)	42
Figure 27 : Comparaison des résultats des concentrations de PM _{2.5} à la réglementation (Rincident Air)	42
Figure 28 : Cartographie des résultats en benzène (Rincident Air)	43
Figure 29 : Comparaison des résultats des concentrations de benzène à la réglementation (Rincident Air)	44
Figure 30 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO ₂ – année 2019 (source : AIRPARIF)..	50
Figure 31 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO ₂ – année 2021 (source : AIRPARIF)..	50
Figure 32 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ – année 2019 (source : AIRPARIF)	51
Figure 33 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ – année 2021 (source : AIRPARIF)	51
Figure 34 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} – année 2019 (source : AIRPARIF)	52
Figure 35 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} – année 2021 (source : AIRPARIF)	52

1. CADRE DE L'ETUDE

La Ville de Paris envisage la création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) interdisant le transit à travers le centre de Paris (75) afin d'améliorer les déplacements des piétons, transports en commun, vélos et de certaines catégories d'usagers (véhicules de police, de secours, d'intérêt général, taxis et VTC, artisans, résidents et professionnels domiciliés dans la zone, etc.).

Dans le cadre de ce projet, OGI/Ville de Paris a contacté ARIA Technologies pour la réalisation du volet « Air et Santé » au sens de la note méthodologique « Air et Santé¹ ».

Le volet « Air et Santé » suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Le volet « Air et Santé » se déroule en deux temps :

1. L'état initial de la qualité de l'air incluant une campagne de mesures in-situ ;
2. L'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé.

Le présent rapport concerne l'état initial de la qualité de l'air.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

Sauf mention contraire, l'ensemble des cartographies présentées dans ce document sont réalisées par ARIA Technologies.

¹ Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005.

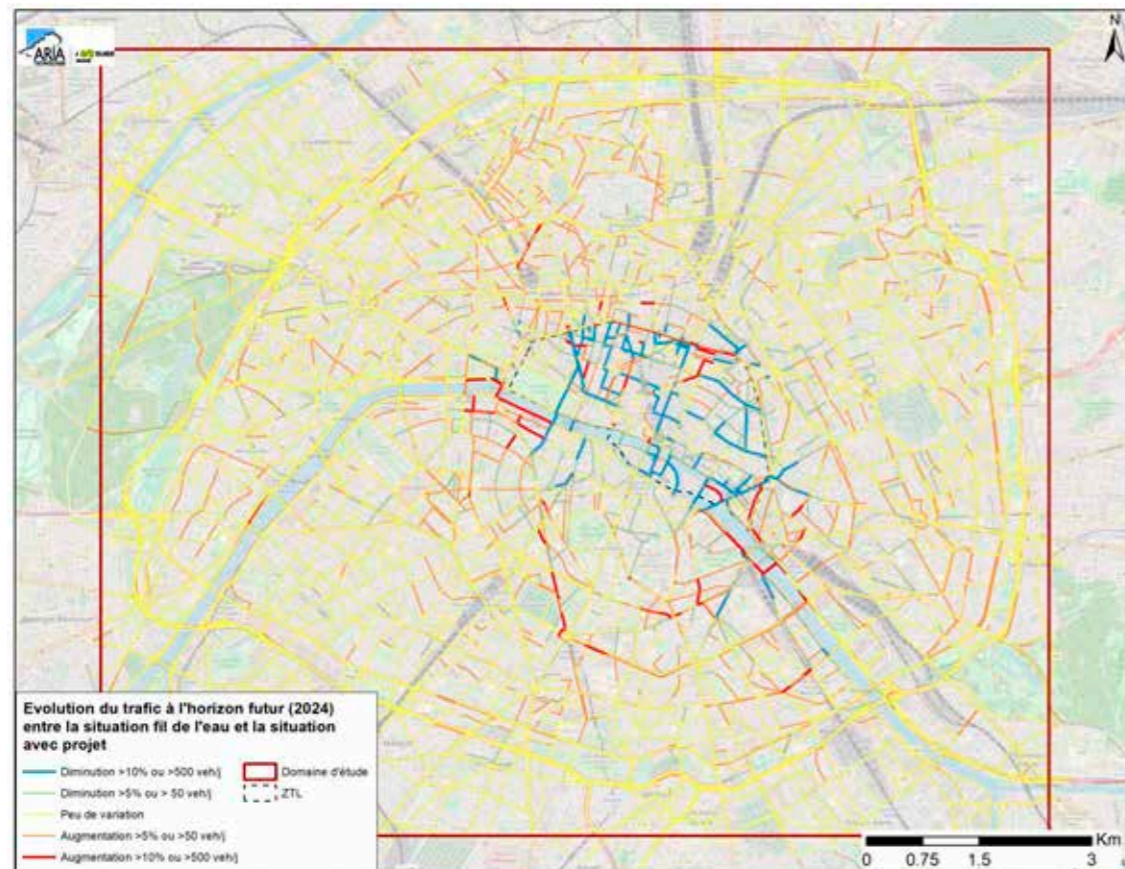
2. DOMAINE D'ETUDE

Conformément à l'annexe de la note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire, le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet. On distingue deux cas de figure :

- Pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario avec projet au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou en négatif.
- Pour les trafics inférieurs à 5 000 véh/j : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario avec projet au même horizon est supérieure à 500 véh/j, en positif ou en négatif.

Le choix du domaine d'étude s'appuie donc sur la différence de trafic journalier entre la situation avec projet et la situation « Fil de l'eau ». La Figure 1 présente ce différentiel de trafic ainsi que le domaine d'étude retenu. Les voies subissant une différence de trafic supérieure à 10% ou à 500 véh/jour sont principalement observées dans et autour le périmètre de la ZTL. Néanmoins, on observe également des augmentations de trafic entre 5 et 10% (voies en orange) jusqu'au boulevard périphérique. Afin de garder une cohérence entre les différentes voies de circulation concernées par ces différences de trafic, le domaine d'étude retenu comprend l'ensemble de l'agglomération parisienne et s'étend jusqu'au boulevard périphérique.

Figure 1 : Différence de trafic moyen journalier entre la situation avec projet et la situation « Fil de l'eau » à l'horizon du projet



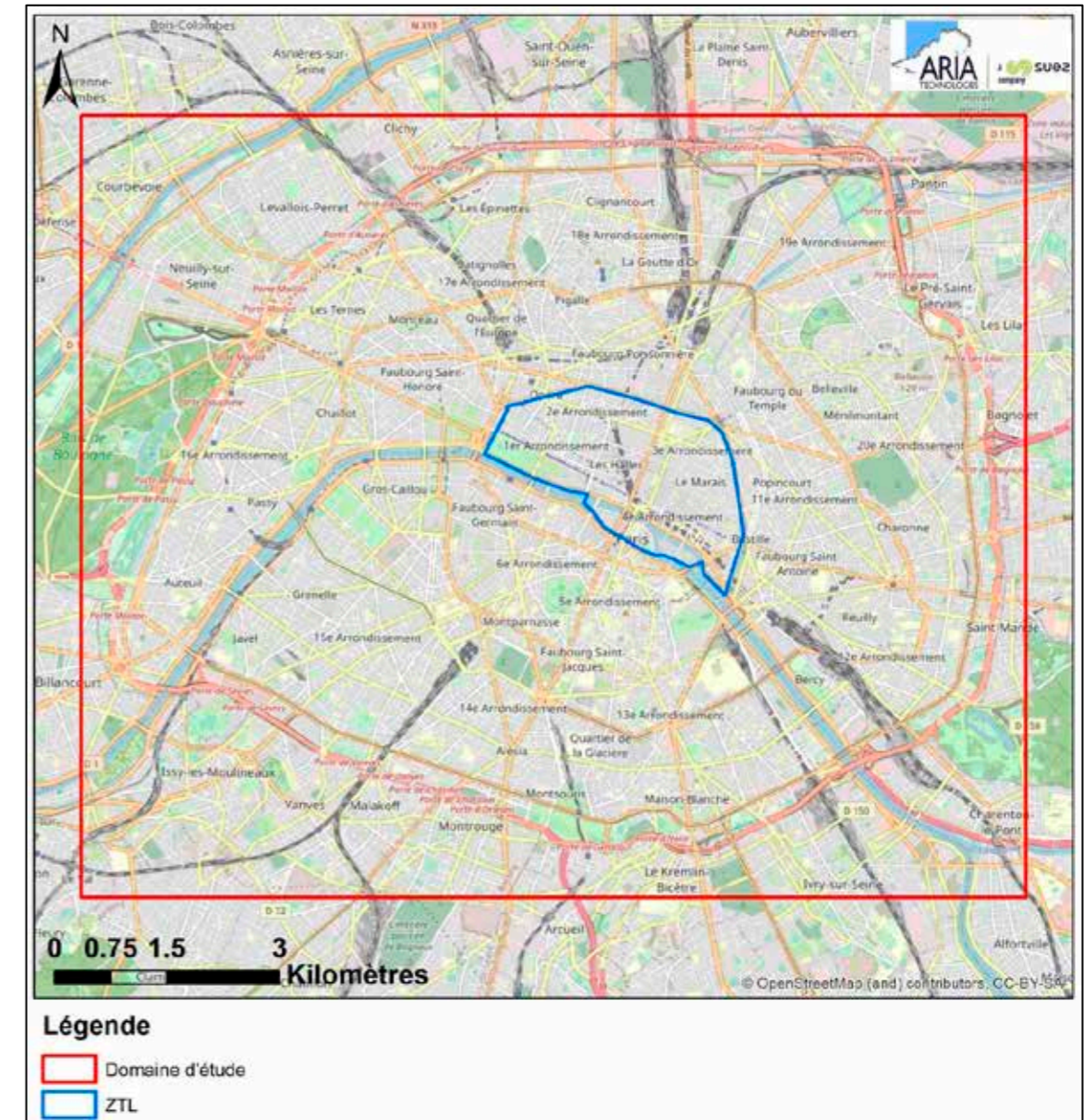
3. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

3.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet se situe à Paris Centre. Il est délimité par les Grands Boulevards au nord, la place de la Bastille et le boulevard Bourdon à l'est ; la place de la Concorde à l'ouest. Ces axes et places ne font pas partie de la ZTL. Au sud du périmètre, les quais hauts de la Seine et les deux îles (Saint-Louis et de la Cité) font partie de la ZTL.

Le périmètre de la ZTL est présenté sur la Figure 2, ainsi que le domaine retenu pour la suite de l'étude.

Figure 2 : périmètre du projet ZTL



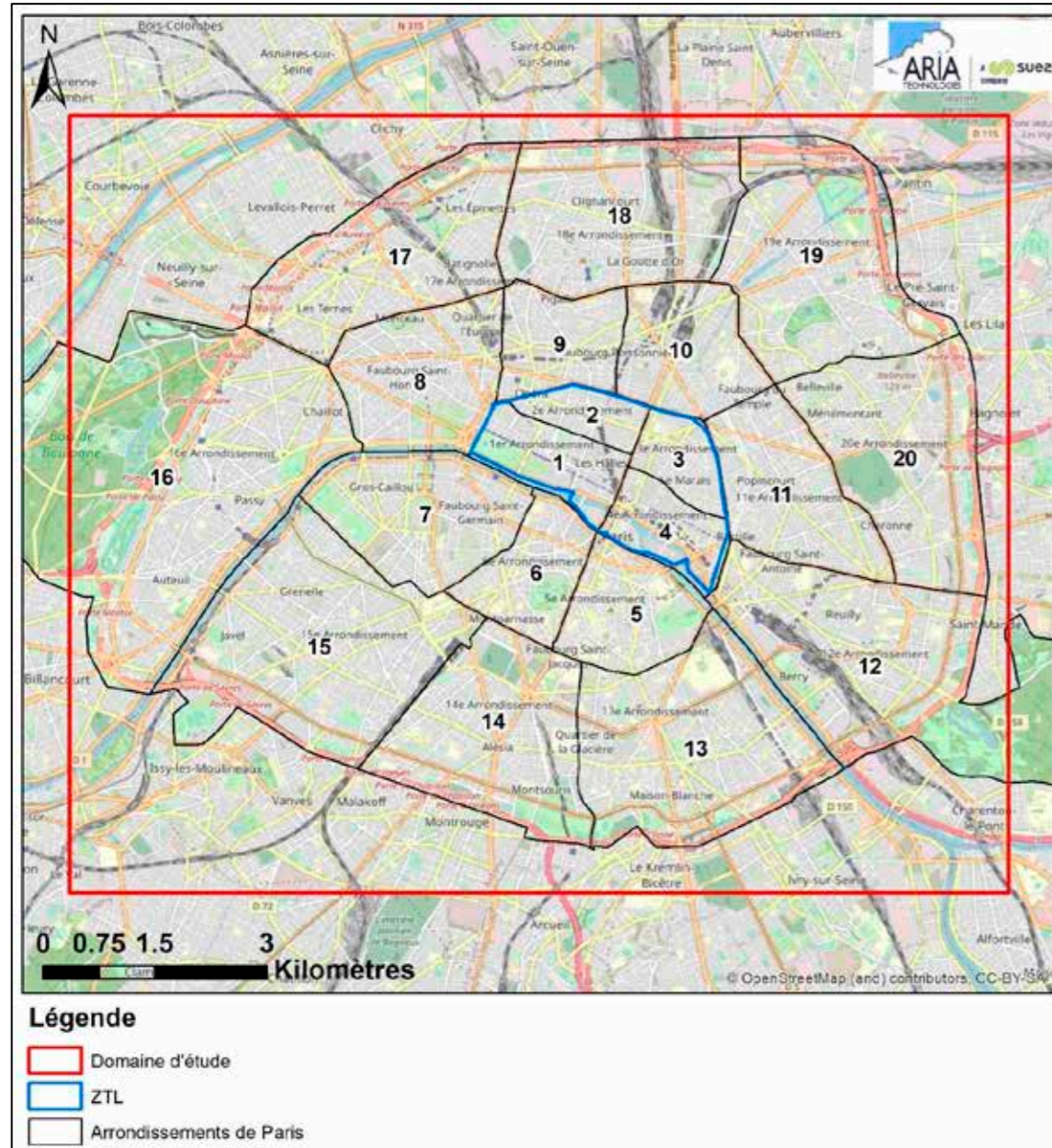
3.2 POPULATION

3.2.1 Population générale

3.2.1.1 Recensement de la population

La Figure 3 présente les différents arrondissements dans Paris. La ZTL concerne les arrondissements 1 à 4.

Figure 3 : Contour des arrondissements de Paris



Le Tableau 1 présente l'évolution de la population par arrondissement compris dans la ZTL et pour Paris. Le Tableau 2 présente les données de population par catégorie d'âge en 2019 pour Paris.

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)

Libellé géographique	Population en 1990	Population en 1999	Population en 2010	Population en 2019
Paris 1 ^{er}	18 360	16 888	17 308	15 917
Paris 2 ^{ème}	20 738	19 585	23 009	21 595
Paris 3 ^{ème}	35 102	34 248	35 652	34 025
Paris 4 ^{ème}	32 226	30 675	28 012	29 131
Tout Paris	2 152 423	2 125 246	2 243 833	2 165 423

Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)

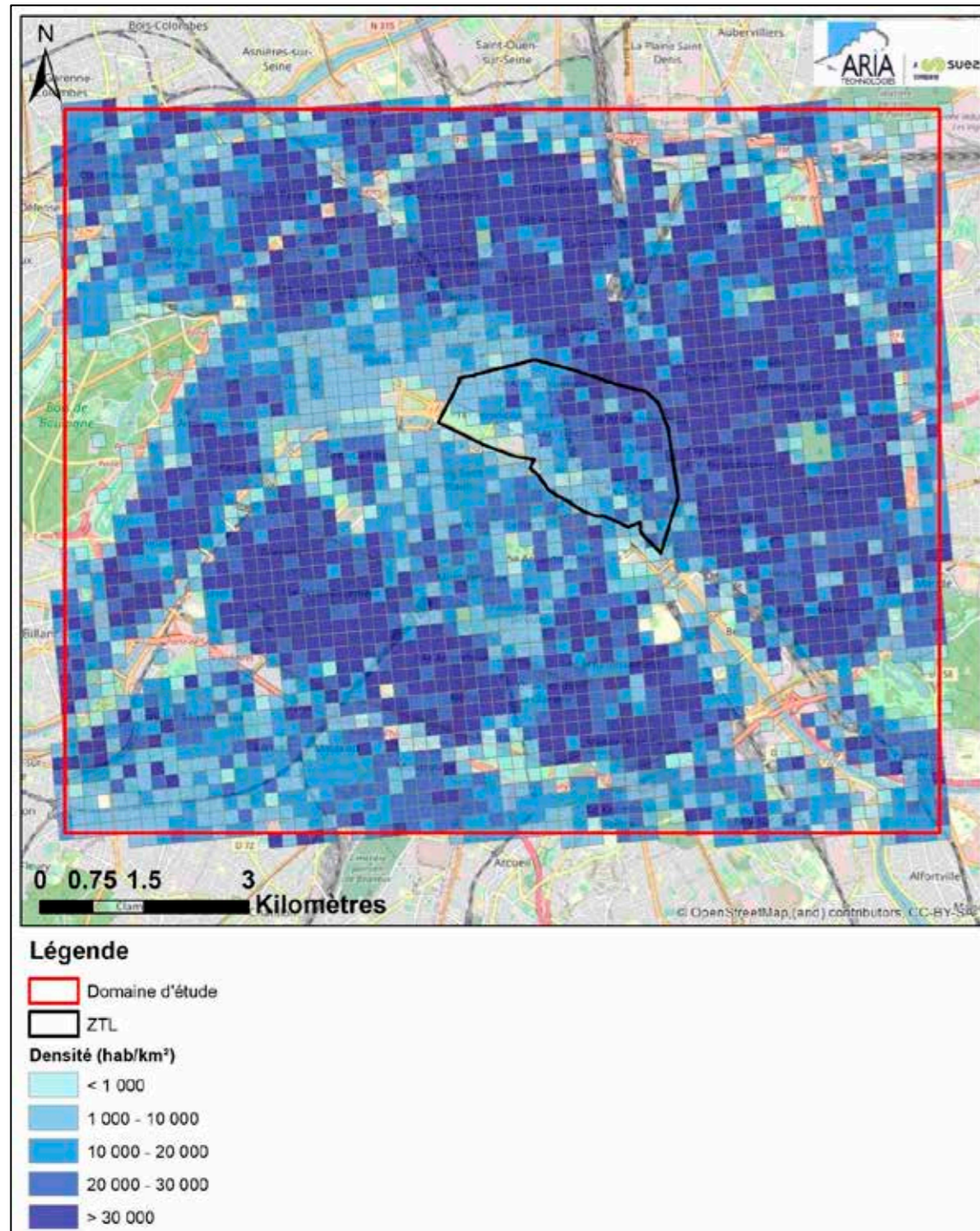
Commune	Population	Pop 0-14 ans	Pop 15-29	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75-89 ans	Pop 90 ans ou plus
Tout Paris	2 165 423	294 159	515 364	475 118	400 825	309 792	144 907	25 257

3.2.1.2 Densité de population

Les données de population proviennent des données INSEE (année 2017, la plus récente disponible au moment de la rédaction du document). La Figure 4 présente la densité de population sur le domaine d'étude.

La densité de population dans la zone d'intérêt est très largement supérieure à 10 000 hab/km² à différents endroits.

Figure 4 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté



3.2.2 Populations sensibles

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

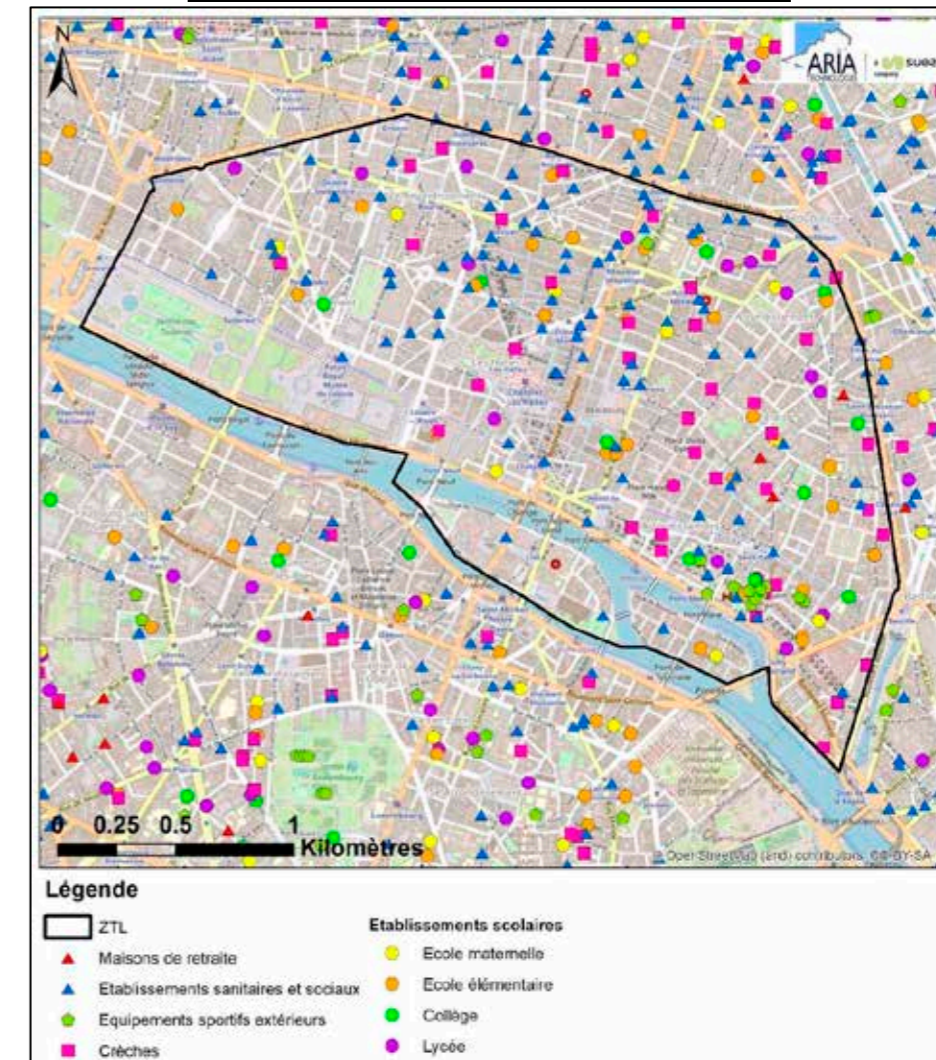
- enfants/adolescents : crèches, écoles, collèges et lycées ;
- personnes âgées : maisons de retraite ;
- personnes malades : hôpitaux et cliniques ;
- sportifs : stades, centres sportifs, terrains de sport extérieurs.

Les sites sensibles présents dans le périmètre de la ZTL sont recensés, on dénombre :

- 42 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : <https://lescreches.fr>) ;
- 69 écoles maternelles et primaires, collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>) ;
- 102 établissements sanitaires et sociaux et 3 maisons de retraite (Source : FINESS²) ;
- 12 équipements sportifs extérieurs (source : <http://www.res.sports.gouv.fr/>).

La Figure 5 localise ces établissements sensibles.

Figure 5 : Localisation des établissements sensibles



² Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux.

4. ETAT INITIAL DE LA QUALITE DE L'AIR

4.1 DOCUMENTS DE PLANIFICATION RELATIFS A L'AIR

Au niveau national, la loi sur l'Air (LAURE) de 1996 a fondé les conditions de la surveillance de la qualité de l'air et de l'information du public. Elle a permis la mise en place de programmes d'amélioration de la qualité de l'air en Île-de-France en vue de respecter la réglementation :

- Le Plan régional de la qualité de l'air (PRQA), qui établit un diagnostic et des recommandations
- Le Plan de protection de l'atmosphère (PPA), qui définit des mesures réglementaires contraignantes
- Le Schéma régional climat air énergie (SRCAE), qui vise à regrouper les problématiques de qualité de l'air et de changement climatique
- Le Plan de déplacements urbains (PDU), qui organise les transports dans les grandes villes afin de favoriser les transports en commun et les circulations douces
- Le Plan national santé environnement (PNSE)

Ces plans se traduisent au niveau local par plusieurs documents de référence mis en place par la Ville de Paris :

- Le Plan Parisien Santé Environnement (PPSE) pour réduire les atteintes à la santé liées à la dégradation de notre environnement
- Le Plan climat air énergie territorial (PCAET) qui fixe des actions pour réduire les rejets de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Acronyme	Nom du document et année de publication	Objectifs
Documents cadres Ville de Paris/Île-de-France :		
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère d'Île-de-France (2018)	Le PPA définit pour l'ensemble de la région les objectifs et les actions de l'Etat permettant de ramener les concentrations de NOx et de particules en dessous des valeurs limites de qualité de l'air. Ce document est obligatoire dans les zones où des dépassements de valeurs limites de qualité de l'air sont observés est régi par le code de l'environnement. A partir de 25 défis déclinés en 46 actions couvrant l'ensemble des secteurs d'activité, il ambitionne de ramener notre région sous les seuils européens à l'horizon 2025, et de diviser par 3 le nombre de Franciliens exposés à la pollution atmosphérique dès 2020. ³
FRQA	Feuille de route pour la qualité de l'air – les pouvoirs publics franciliens s'engagent (2018)	Les collectivités franciliennes se sont engagées à coordonner leurs actions en faveur de la qualité de l'air pour amplifier leurs impacts. Elles ont ainsi établi la feuille de route pour la qualité de l'air. Co-pilotée par l'Etat et le Conseil Régional d'Île-de-France, cette feuille de route regroupe les actions des départements, des EPCI, des EPT, de la Métropole du Grand Paris et de la ville de Paris pour réduire les émissions de polluants atmosphériques ³ .

³ <https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/2-l-action-des-pouvoirs-publics-pour-la-qualite-de-a3783.html>

Acronyme	Nom du document et année de publication	Objectifs
SRCAE	Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie de l'Île-de-France (2012)	Le SRCAE d'Île-de-France a été élaboré conjointement par les services de l'Etat, du conseil régional et de l'ADEME, sous le pilotage du préfet de région et du président du conseil régional, en associant de multiples acteurs du territoire dans un riche processus de concertation. Il fixe 17 objectifs et 58 orientations stratégiques pour le territoire régional en matière de réduction des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, d'amélioration de la qualité de l'air, de développement des énergies renouvelables et d'adaptation aux effets du changement climatique. ⁴
PCAET	Plan Climat Air Énergie de Paris (2020)	Riche de 500 mesures dans plusieurs domaines d'actions (bâtiment, transports, énergie, alimentation, déchets, cadre de vie, mobilisation, finance...), la 2 ^{ème} édition du Plan Climat de Paris guide la capitale vers la neutralité carbone. ⁵
PDUIF	Le Plan de déplacements urbains d'Île-de-France (2020)	Le Plan de déplacements urbains d'Île-de-France (PDUIF) fixe jusqu'en 2020, pour l'ensemble des modes de déplacements, les objectifs et le cadre de la politique de déplacements des personnes et des biens sur le territoire régional. Le PDUIF vise un équilibre durable entre les besoins de mobilité, la protection de l'environnement et de la santé, la préservation de la qualité de vie tout en tenant compte des contraintes financières. ⁶
PRSE	Plan Régional Santé Environnement d'Île-de-France (2017)	Le troisième Plan Régional Santé Environnement francilien (ou PRSE 3) est composé de quatre axes stratégiques : la préparation de l'environnement de demain pour favoriser une bonne santé, la surveillance et la gestion des risques environnementaux liés aux activités humaines et de leur conséquence sur la santé, l'identification et la réduction des inégalités sociales et environnementales de santé, ainsi que la protection et l'accompagnement des populations vulnérables. ⁷
PPSE	Plan Parisien Santé Environnement (2015)	Le Plan Paris santé environnement (PPSE) a été adopté en décembre 2015, dont un des principaux objectifs est de réduire les inégalités environnementales et sociales de santé.
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (2016)	Surveillance, modélisation, prévisions, appui aux politiques publiques, information.

⁴ <http://www.srcae-idf.fr/>

⁵ <https://www.paris.fr/pages/nouveau-plan-climat-500-mesures-pour-la-ville-de-paris-5252>

⁶ <https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-plan-de-deplacements-urbains-d-ile-de-france>

⁷ <https://www.ile-de-france.prse.fr/>

4.2 BILAN DES EMISSIONS DANS L'AIR

Les informations relatives aux émissions atmosphériques présentées dans ce chapitre sont issues de l'inventaire des émissions en Ile-de-France pour l'année 2018 réalisé par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF en 2021⁸.

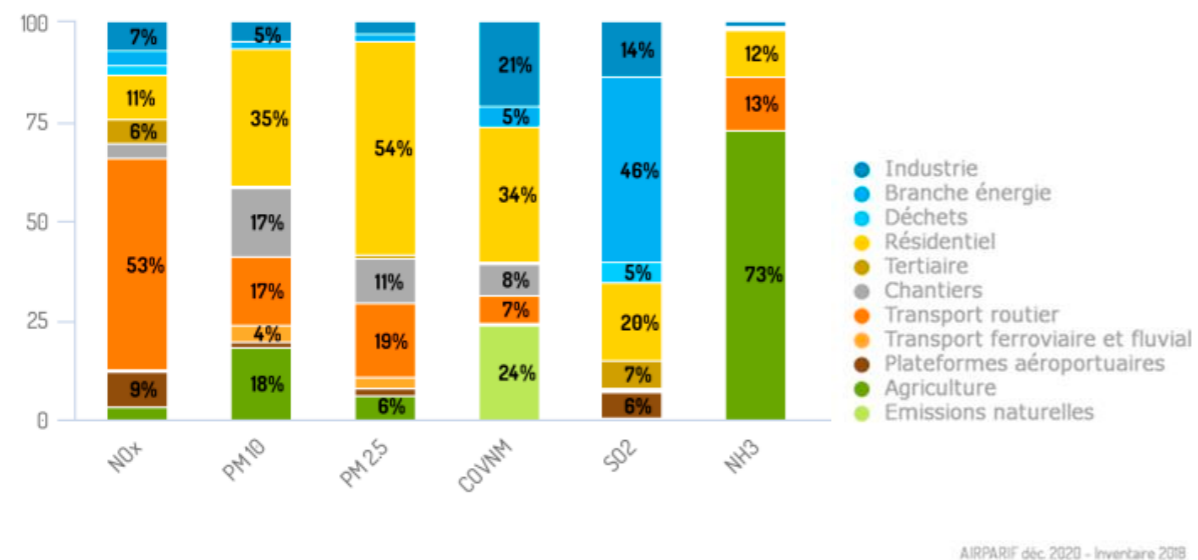
4.2.1 Bilan des émissions dans l'air au niveau de la région de l'Île de France

La Figure 6 présente les contributions des principales activités aux émissions de polluants atmosphériques en Île-de-France pour l'année 2018.

En Ile-de-France, les secteurs d'activités les plus émetteurs de polluants atmosphériques sont le **transport routier** et le **secteur résidentiel** qui intègre le chauffage des habitations et la production d'eau chaude (respectivement 53% et 11% des émissions de NOx, 17% et 35% des émissions de PM10 et 19% et 54% des émissions de PM2.5). Le secteur résidentiel contribue également pour 34% des émissions de COVNM et 20% des émissions de SO₂.

D'autres secteurs d'activités ont des contributions plus spécifiques : l'industrie contribue pour 21% aux émissions de COVNM, la branche énergie pour 46% aux émissions de SO₂, les chantiers pour 17% aux émissions de PM10, l'agriculture pour 73% aux émissions de NH₃ et 18% aux émissions de PM10, les émissions naturelles pour 24% aux émissions de COVNM.

Figure 6 : Répartition par secteur d'activités des principaux polluants en 2018 pour la Région Île-de-France (source : AIRPARIF mai 2021)



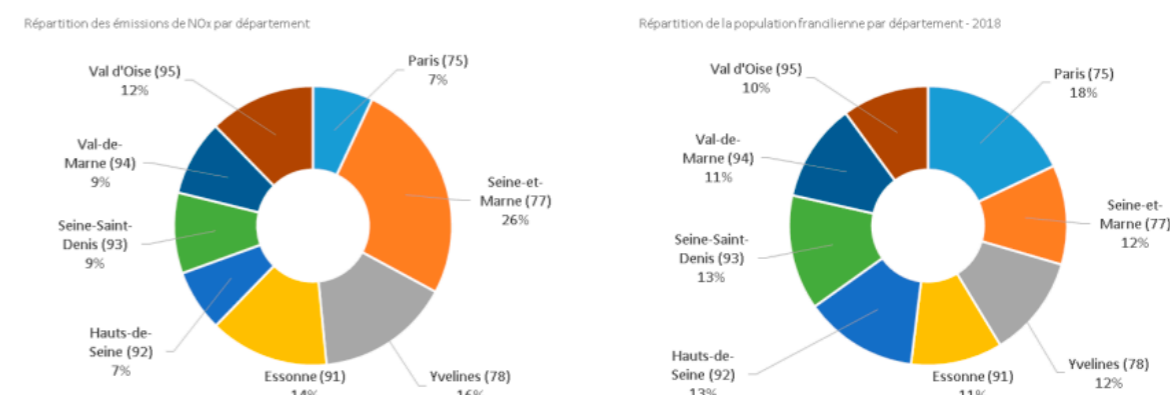
Le poids des émissions de l'agglomération parisienne est très important pour tous les polluants considérés et s'amenuise à mesure qu'on s'éloigne de Paris intra-muros, excepté pour l'ammoniac. Les émissions par département sont variables et restent liées à de nombreux critères qui caractérisent son territoire. Que ce soient les contributions du trafic routier ou celles des autres secteurs d'activité, les émissions varient d'un département à l'autre.

⁸ « Emissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre – Bilan Ile-de-France – Année 2018 », AIRPARIF, mai 2021.

Les émissions sont globalement plus importantes dans les départements de grande couronne (77, 78, 91, 95) comme le montre la Figure 7. Leur plus grande surface induit souvent davantage d'installations émettrices, de kilomètres de voirie et de voies fluviales, mais également d'émissions naturelles. Les émissions de Seine-et-Marne notamment, dont la superficie est de 2 à 4 fois plus élevée que celles des autres départements de grande couronne, sont les plus importantes pour l'ensemble des polluants.

La Figure 7 montre également que 18% de la population d'Île-de-France vit à Paris, alors que les autres départements n'accueillent qu'entre 10 et 13% de celle-ci. Dans les départements de grande couronne, la population est du même ordre qu'en petite couronne alors qu'elle est répartie sur des surfaces beaucoup plus importantes, induisant une moindre densité de population.

Figure 7 : Répartition spatiale des émissions d'oxydes d'azote (NOx) par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021)



Les densités d'émissions par km² présentées dans le Tableau 3 sont effectivement plus faibles en grande couronne, et notamment en Seine-et-Marne. Inversement, elles sont plus élevées en petite couronne compte-tenu de la faible superficie des départements, en particulier dans le cœur dense de Paris.

Tableau 3 : Densité d'émissions par km² et par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021)

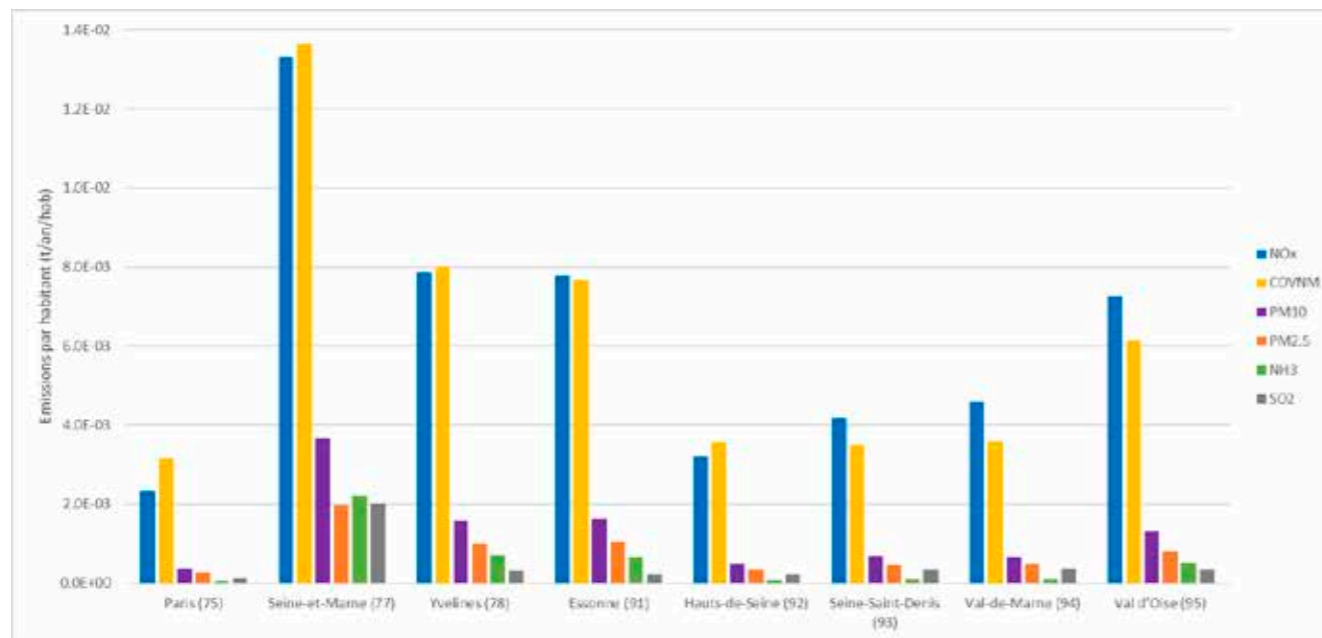
Département	NOx - t/km ²	PM ₁₀ - t/km ²	PM _{2.5} - t/km ²	COVNM - t/km ²	SO ₂ - t/km ²	NH ₃ - t/km ²
Paris (75)	48.4	7.5	5.6	65.6	2.6	1.0
Seine-et-Marne (77)	3.2	0.9	0.5	3.3	0.5	0.5
Yvelines (78)	4.9	1.0	0.6	5.0	0.2	0.4
Essonne (91)	5.5	1.2	0.8	5.5	0.2	0.5
Hauts-de-Seine (92)	29.7	4.5	3.1	32.9	2.1	0.6
Seine-Saint-Denis (93)	28.6	4.8	3.2	24.1	2.4	0.7
Val-de-Marne (94)	26.1	3.7	2.8	20.4	2.1	0.6
Val d'Oise (95)	7.2	1.3	0.8	6.1	0.3	0.5
Total général	6.0	1.2	0.8	6.0	0.5	0.5

En ramenant les émissions annuelles par département à l'habitant, les émissions par habitant restent plus élevées dans les départements de grande couronne, mis à part pour le SO₂, comme le montre le Tableau 4 et la Figure 8. Les émissions par habitant dans Paris sont plus faibles que dans tous les autres départements de la région.

Tableau 4 : Emissions par habitant par département en 2018 (source : AIRPARIF mai 2021)

Emissions en tonnes/an/habitant	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	SO ₂	NH ₃
Paris (75)	2,3E-03	3,6E-04	2,7E-04	3,2E-03	1,2E-04	5,1E-05
Seine-et-Marne (77)	1,3E-02	3,7E-03	2,0E-03	1,4E-02	2,0E-03	2,2E-03
Yvelines (78)	7,9E-03	1,6E-03	1,0E-03	8,0E-03	3,3E-04	6,9E-04
Essonne (91)	7,8E-03	1,6E-03	1,1E-03	7,7E-03	2,2E-04	6,6E-04
Hauts-de-Seine (92)	3,2E-03	4,9E-04	3,4E-04	3,6E-03	2,3E-04	6,8E-05
Seine-Saint-Denis (93)	4,2E-03	6,9E-04	4,7E-04	3,5E-03	3,5E-04	9,8E-05
Val-de-Marne (94)	4,6E-03	6,6E-04	4,9E-04	3,6E-03	3,7E-04	1,0E-04
Val d'Oise (95)	7,3E-03	1,3E-03	8,2E-04	6,2E-03	3,4E-04	5,2E-04

Figure 8 : Emissions par habitant par département en 2018



4.2.2 Bilan des émissions dans l'air au niveau de la zone d'étude

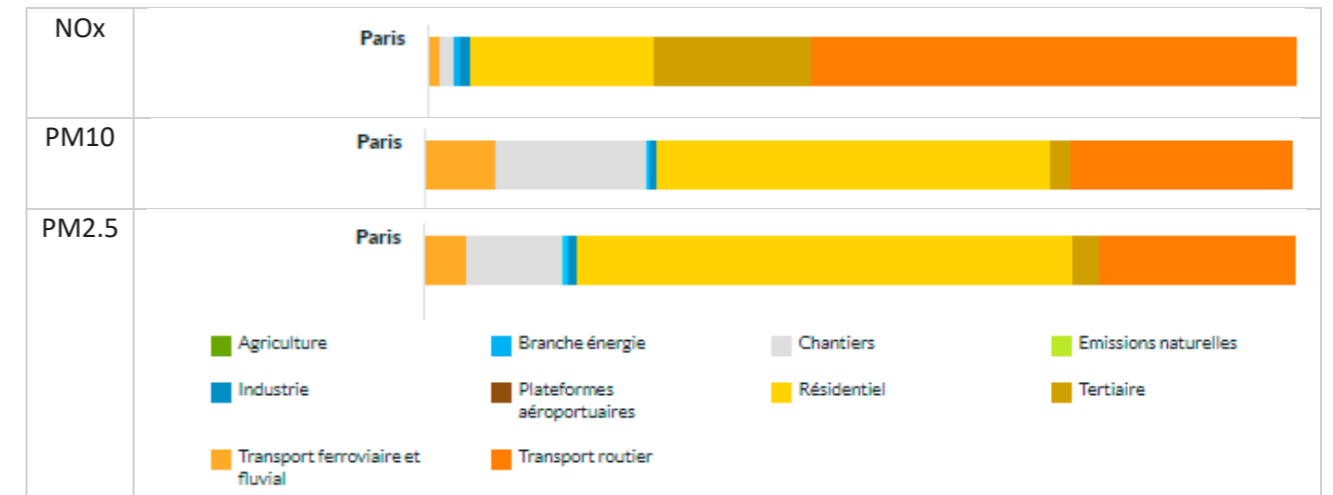
Les informations relatives aux émissions sont disponibles au niveau de Paris. Le Tableau 5 présente les émissions et la Figure 9 présente la contribution des différents secteurs d'activités aux émissions de NOx, PM10 et PM2.5 en 2018 pour Paris.

Tableau 5 : Bilan des émissions annuelles en 2018 (source : AIRPARIF 2020)

Emissions en tonnes/an	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	SO ₂	NH ₃
Paris	5 094	788	591	6 907	270	112

* Gaz à Effet de Serre

Figure 9 : Contribution en % des différents secteurs d'activités aux émissions de NOx et PM10 en 2018 (source : AIRPARIF 2020)



Le transport routier et le secteur résidentiel correspondent aux sources d'émissions dominantes en NOx, PM10 et PM2.5. Les chantiers sont également une source importante de PM10 et PM2.5, et le secteur tertiaire une source importante en NOx.

4.3 QUALITE DE L'AIR

4.3.1 Réglementation de la qualité de l'air en France et valeurs guides de l'OMS

Les concentrations de polluants dans l'air caractérisent la qualité de l'air que l'on respire. Les critères réglementaires de qualité dans l'air sont régis par différents niveaux :

- **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.
- **Objectif de qualité** : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- **Valeur limite** : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.
- **Seuil d'information et de recommandation** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- **Seuil d'alerte** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.
- **Valeur guide** : niveau de concentration de polluants à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

Le Tableau 6 présente les valeurs réglementaires françaises du Code de l'Environnement (Titre II Livre II) relatif aux objectifs de qualité de l'air et aux valeurs limites, ainsi que les valeurs guides 2021 de l'OMS.

Tableau 6 : Valeurs réglementaires françaises relatives à la qualité de l'air

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible	Valeur guide OMS 2021
NO₂	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne horaire : depuis le 01/01/2010 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99.8)</p>		<p>En moyenne horaire : 200 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire : – 400 µg/m³ dépassé sur 3h consécutives – 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain</p>	-	<p>En moyenne annuelle : 10 µg/m³</p> <p>En moyenne journalière : 25 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>
PM10 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90.4)</p>	<p>En moyenne annuelle : 30 µg/m³</p>	<p>En moyenne journalière : 50 µg/m³</p>	<p>En moyenne journalière : 80 µg/m³</p>	-	<p>En moyenne annuelle : 15 µg/m³</p> <p>En moyenne journalière : 45 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>
PM2,5 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm)	<p>En moyenne annuelle : 25 µg/m³ depuis l'année 2015</p>	<p>En moyenne annuelle : 10 µg/m³</p>	-	-	<p>En moyenne annuelle : 20 µg/m³</p>	<p>En moyenne annuelle : 5 µg/m³</p> <p>En moyenne journalière : 15 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>
SO₂	<p>En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99.2)</p> <p>En moyenne horaire : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99.7)</p>	<p>En moyenne annuelle : 50 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire : 300 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire sur 3h consécutives : 300 µg/m³</p>	-	<p>En moyenne journalière : 40 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>
CO	<p>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (centile 100) : 10 000 µg/m³.</p>	-	-	-	-	<p>En moyenne journalière : 4 mg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>
Benzène	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 5 µg/m³.</p>	<p>En moyenne annuelle : 2 µg/m³.</p>	-	-	-	-
Arsenic	-	-	-	-	<p>En moyenne annuelle : 6 ng/m³</p>	-
Cadmium	-	-	-	-	<p>En moyenne annuelle : 5 ng/m³</p>	-
Nickel	-	-	-	-	<p>En moyenne annuelle : 20 ng/m³</p>	-
Plomb	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m³</p>	<p>En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³</p>	-	-	-	-

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible	Valeur guide OMS 2021
Benzo(a)pyrène (traceur du risque cancérigène lié aux HAP)	-	-	-	-	En moyenne annuelle : 1 ng/m ³	-
Ozone		<p>Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m³ pendant une année civile.</p> <p>Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m³.h</p>	En moyenne horaire : 180 µg/m ³	<p>Pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m³ sur 1 heure</p> <p>Pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire :</p> <p>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.</p>	<p>Seuil de protection de la santé : 120 µg/m³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans.</p> <p>Seuil de protection de la végétation : AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans.</p>	<p>Pic saisonnier : 60 µg/m³ (moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale sur 8h au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne a été la plus élevée)</p> <p>En moyenne sur 8h : 100 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 à 4 jours par an (centile 99)</p>

4.3.2 Qualité de l'air en Ile-de-France

La qualité de l'air en région Ile-de-France est surveillée par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF, qui possède un dispositif déployé sur l'Ile-de-France permettant de mesurer les concentrations dans l'air de différents polluants atmosphériques.

En effet, la population francilienne est potentiellement exposée à des dépassements de valeurs limites ou objectifs de qualité. Malgré la diminution des niveaux de dioxyde d'azote qui se poursuit en 2021, environ 60 000 franciliens sont toujours exposés à des niveaux de pollution qui ne respectent pas la réglementation. Pour les particules, une tendance à l'amélioration est observée ces dernières années, et moins de 1 000 franciliens sont potentiellement concernés par un dépassement de la valeur limite journalière (Tableau 7, extraits du rapport d'activité 2022 d'AIRPARIF⁹).

Tableau 7 : Tendances observées et situation de l'année 2021 vis-à-vis des normes réglementaires et des recommandations de l'OMS 2021 pour les concentrations des différents polluants réglementés en Ile-de-France et (source : rapport d'activité 2021 AIRPARIF)

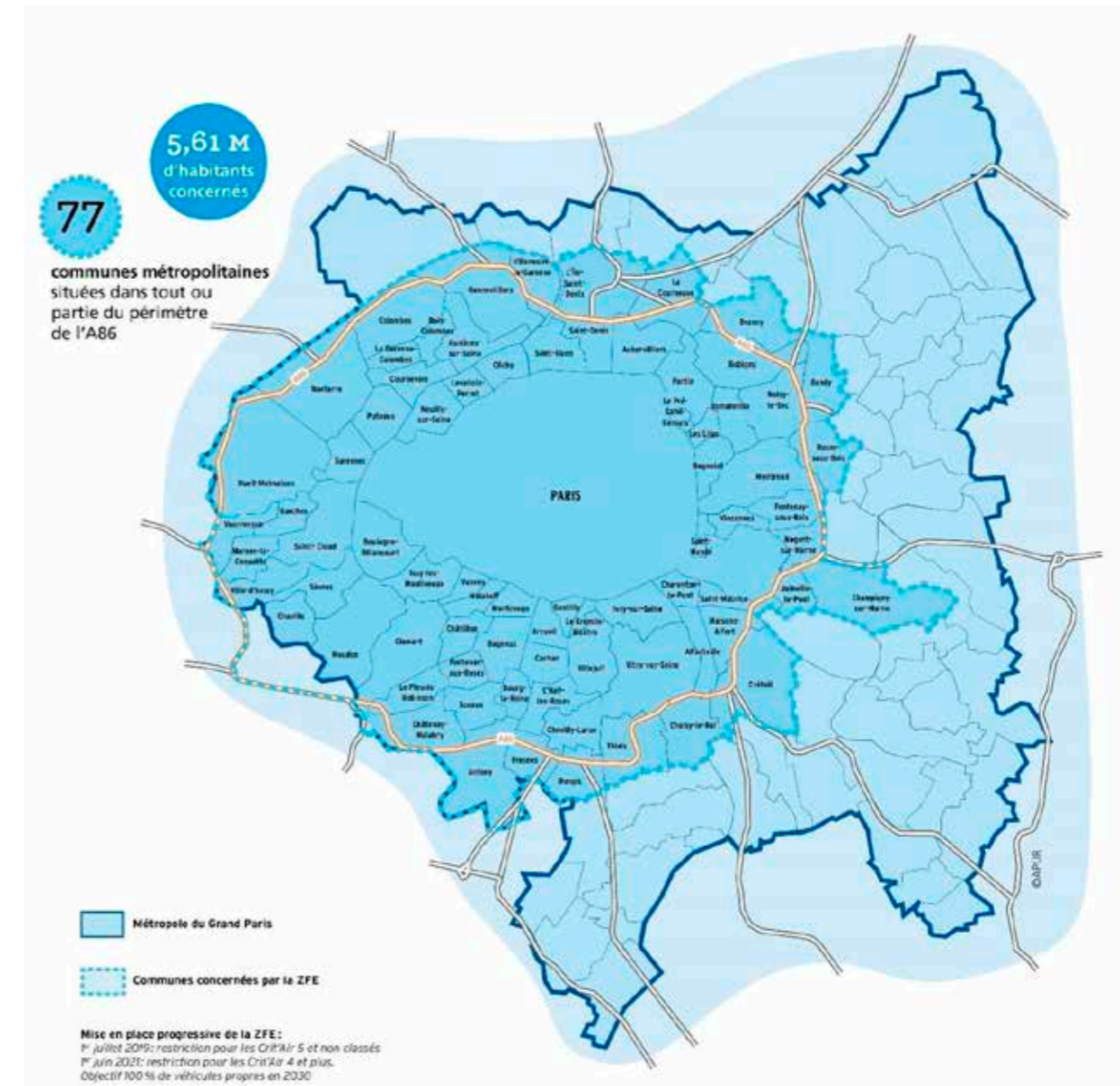


⁹ « Surveillance et information en Ile-de-France – Bilan de la qualité de l'air - Année 2021 », AIRPARIF, avril 2022.

Les dépassements observés ces dernières années ont conduit à définir en Ile-de-France une zone sensible pour la qualité de l'air, c'est-à-dire la zone dans laquelle au moins une personne ou un espace naturel protégé est potentiellement impacté(e) par un dépassement des valeurs limites de NO₂ ou de PM₁₀. Cette zone couvre près de 23% de la surface de l'Ile-de-France sur un tissu urbain continu et comporte plus de 10 millions d'habitants, soit presque 90% de la population régionale.

Afin de limiter la pollution de l'air dans cette zone sensible, la Ville de Paris puis la métropole du Grand Paris a défini une zone à faibles émissions mobilité (ZFE-m) qui s'étend désormais dans un périmètre délimité par l'autoroute A86 (A86 exclue) (cf. Figure 10). La ZFE a pour fonction de restreindre la circulation des véhicules les plus polluants afin de réduire les émissions de polluants dues à la circulation des véhicules.

Figure 10 : périmètre de la ZFE-m (source : Métropole du grand Paris)

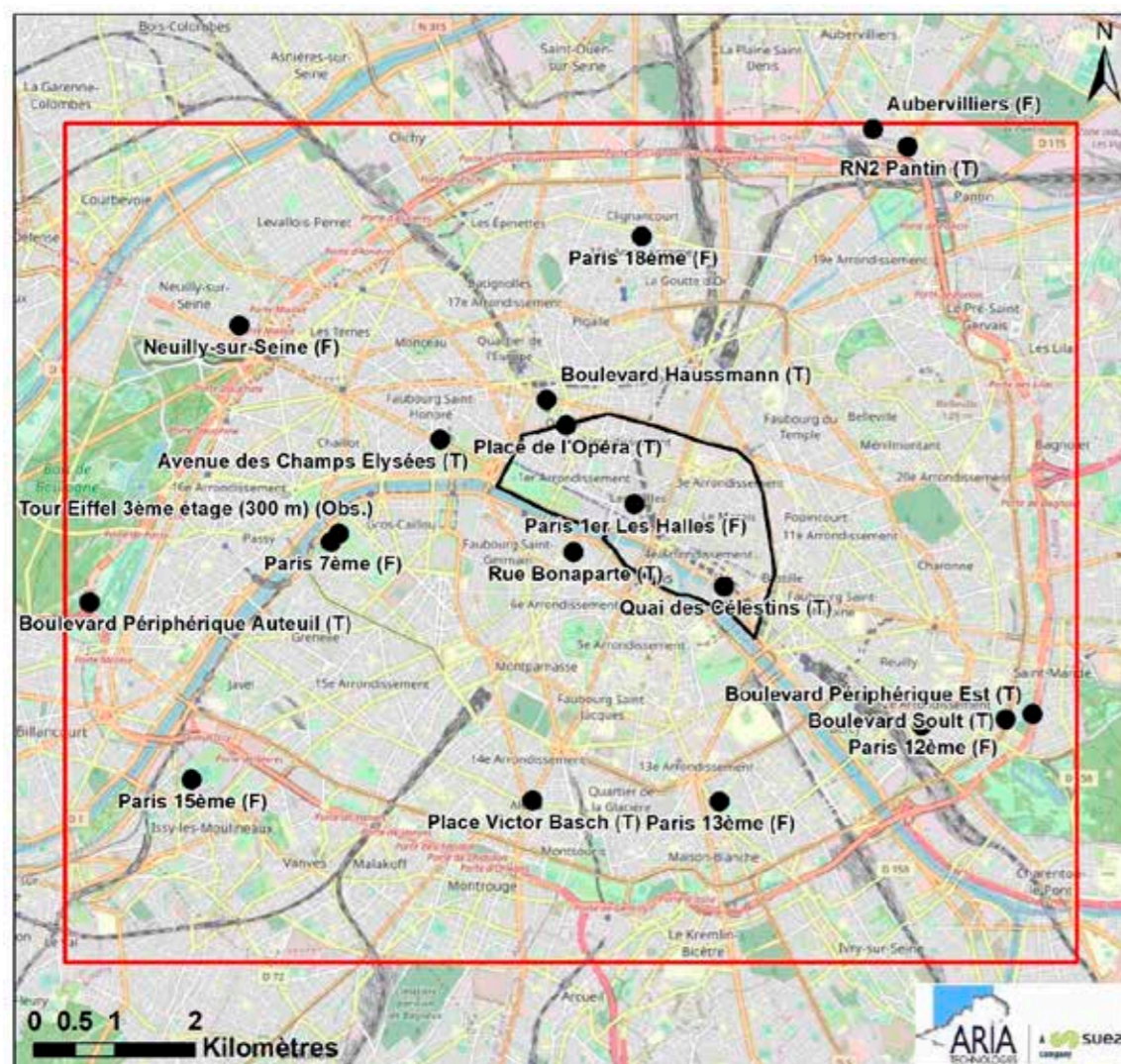


4.3.3 Qualité de l'air sur la zone d'étude

La qualité de l'air en Ile-de-France est suivie par différentes stations de mesure du réseau AIRPARIF. La Figure 11 indique la localisation des stations AIRPARIF présentes dans la zone d'étude. Trois stations se situent à l'intérieur du périmètre de la ZTL :

- Place de l'Opéra (typologie trafic : T) ;
- Quai des Célestins (typologie trafic : T) ;
- Paris 1er Les Halles (typologie fond urbain : F).

Figure 11 : Localisation des stations de mesure AIRPARIF dans la zone d'étude



Le Tableau 8 présente les concentrations moyennes annuelles mesurées sur les 2 dernières années représentatives de conditions normales (2020 ayant été une année atypique) au niveau des stations Airparif présentes dans le périmètre de la ZTL. Les résultats obtenus pour les autres stations sont présentés en Annexe 1. L'analyse des résultats montre que :

- la valeur limite pour le NO₂ est dépassée au niveau de 8 stations de typologie trafic en 2019 et au niveau de 6 stations en 2021, dont deux dans la ZTL ;
- l'objectif de qualité pour les PM₁₀ est dépassé en 2021 au niveau d'une station de trafic (hors ZTL), mais pas la valeur limite ;
- l'objectif de qualité pour les PM_{2.5} est dépassé en 2021 pour les 3 stations mesurant ce polluant (dont une dans la ZTL), mais pas la valeur limite ;
- l'objectif de qualité pour le benzène est atteint au niveau d'une station de trafic en 2019. En 2021, les valeurs réglementaires sont respectées.

Tableau 8 : Concentrations moyennes annuelles mesurées aux stations de mesure AIRPARIF présentes dans le périmètre de la ZTL

Concentrations en µg/m ³	Année	Place de l'Opéra (Trafic)	Quai des Célestins (Trafic)	Paris 1 ^{er} Les Halles (Fond)	Objectif de qualité	Valeur limite
NO ₂ (µg/m ³)	2019	60	54	-	-	40
	2021	41	41	24	-	40
PM ₁₀ (µg/m ³)	2019	28	-	-	30	40
	2021	23	-	19	-	40
PM _{2.5} (µg/m ³)	2019	-	-	-	10	25
	2021	-	-	12	-	25
CO (µg/m ³)	2019	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-
SO ₂ (µg/m ³)	2019	-	-	-	50	-
	2021	-	-	-	-	-
Benzène (µg/m ³)	2019	2,0	-	-	2	5
	2021	1,5	-	0,7	-	5
BaP (ng/m ³)	2019	-	-	-	1	-
	2021	-	-	0,09	(Valeur cible)	-

Des cartes à l'échelle de Paris présentant les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) et en particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) sont également disponibles sur le site d'AIRPARIF, notamment sur la zone d'étude. Ces cartes ont été réalisées par AIRPARIF avec l'aide de l'État et sur demande de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie Île-de-France, afin de répondre aux exigences du Plan de Protection de l'Atmosphère de la région (PPA-mesure réglementaire n°8).

Les cartes 2019 et 2021 à l'échelle de la ZTL sont présentées en Figure 12 à Figure 17. Les cartes à l'échelle de Paris sont présentées en Annexe 1.

Figure 12 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO₂ – année 2019 (source : AIRPARIF)



Figure 13 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO₂ – année 2021 (source : AIRPARIF)



Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote étaient nettement plus élevées en 2019 qu'en 2021 avec plus d'axes de circulation concernés par des dépassements de la valeur limite (40 µg/m³). En 2021, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont supérieures à la valeur limite (40 µg/m³) le long des principaux axes de circulation du domaine d'étude.

Figure 14 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Figure 15 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2021 (source : AIRPARIF)



Les concentrations de poussières inférieures à 10 µm (PM10) atteignent l'objectif de qualité voire la valeur limite ponctuellement le long des principaux axes de circulation. En 2021, l'objectif de qualité est en revanche très peu dépassé au niveau de la future ZTL. Les concentrations étaient légèrement plus importantes en 2019.

Figure 16 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Figure 17 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2021 (source : AIRPARIF)



Les concentrations de poussières inférieures à 2,5 µm (PM2,5) atteignent la valeur cible ponctuellement le long des principaux axes de circulation. Celles-ci ne sont en revanche pas dépassées au niveau de la future ZTL. L'objectif de qualité est quant à lui atteint sur l'ensemble de la zone du projet. Les concentrations étaient légèrement plus importantes en 2019.

Cas particulier de l'ozone

L'ozone est un polluant secondaire résultant de la transformation chimique de l'oxygène avec des gaz précurseurs (NOx, COV), qui n'est donc pas émis directement par le trafic routier. Ce polluant est en général étudié à une échelle régionale et non locale. Selon le guide méthodologique du Cerema, les informations relatives au dépassement des valeurs limites doivent néanmoins être présentées lors de la caractérisation de l'état initial.

Le Tableau 9 présente les résultats de dépassements des valeurs réglementaires de la qualité de l'air fixées pour l'ozone et observés au niveau des stations Airparif présentes dans le périmètre de la ZTL. Seules les stations de fond mesurent les concentrations en ozone.

Tableau 9 : dépassements des valeurs réglementaires fixées pour l'ozone et mesurées aux stations de mesure AIRPARIF présentes dans le périmètre de la ZTL

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année	Place de l'Opéra (Trafic)	Quai des Célestins (Trafic)	Paris 1 ^{er} Les Halles (Fond)	Objectif de qualité	Valeur cible	OMS 2021
Nbre de jours >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moy. sur 8h	2019	-	-	15	0	-	-
	2021	-	-	2			
Nbre de jours >120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moy. sur 8h et en moy. sur 3 ans	2019-2021	-	-	12	-	25	-
Nbre de jours >100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moy. sur 8h	2019	-	-	-	-	-	3
	2021	-	-	21			

L'objectif de qualité relatif à la protection de la santé (seuil de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures à ne pas dépasser dans l'année) est dépassé à la station Paris 1^{er} Les Halles, seule station de fond présente dans le périmètre de la ZTL, à l'instar de la majorité des autres stations de l'agglomération parisienne. Néanmoins, la valeur cible relative à la protection de la santé (seuil de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours dans l'année en moyenne sur 3 ans) est respectée en moyenne sur les 3 dernières années.

La recommandation fixée par l'OMS en 2021 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 3 jours dans l'année) est également dépassée sur les 3 dernières années. Elle est d'ailleurs dépassée en tout point de la région en 2021¹⁰.

¹⁰ « Bilan de la qualité de l'air – Année 2021 – surveillance et information en Ile-de-France », Airparif, avril 2022

4.3.4 Campagne de mesure in situ

Les informations disponibles auprès d'AIRPARIF ont été complétées par une campagne de mesure in situ, réalisée par la société RINCENT Air. Cette campagne de mesure permet de compléter l'état initial de la qualité de l'air au niveau du projet. Le rapport complet est présenté en Annexe 1.

La campagne de mesure a été réalisée du **30 mai au 13 juin 2022**.

4.3.4.1 Méthodologie

4.3.4.1.1 Polluants mesurés

La note méthodologique du 22 février 2019 précise que le dioxyde d'azote (NO₂) est le principal polluant pouvant être pris en compte pour la réalisation de campagnes de mesure in-situ dans les études d'impact sur la qualité de l'air. Pour les études de niveau II ou supérieur, des mesures complémentaires de particules peuvent être réalisées sur demande de l'autorité environnementale.

Les polluants pris en compte pour cette campagne de mesure in-situ sont le **NO₂**, principal traceur des émissions polluantes liées au trafic automobile, les **PM₁₀** et **PM_{2.5}**, ainsi que le **benzène**.

Le principe des mesures de NO₂ et de benzène repose sur la diffusion passive des polluants à travers une cartouche d'adsorption spécifique (capteur passif) exposée à l'air ambiant pendant deux semaines. Cette méthode permet d'obtenir une concentration moyenne représentative de la période d'exposition.

Les mesures de particules PM₁₀ et PM_{2.5} en air ambiant ont été réalisées en appliquant :

- La méthode de référence au moyen d'un préleveur conforme à la norme NF EN 12341 référencée par la directive européenne n°2008/50/CE ;
- La méthode indicative conforme à la norme allemande VDI 2119:2013 (mesure de particules de diamètre aérodynamique entre 2,5 et 80 μm) qui consiste à recueillir les particules de manière passive à l'aide de collecteurs pouvant être placés sur les supports verticaux du domaine public.

Les méthodes de prélèvements et d'analyse sont détaillées en Annexe 1 dans le rapport relatif à la campagne de mesures.

4.3.4.1.2 Plan d'échantillonnage

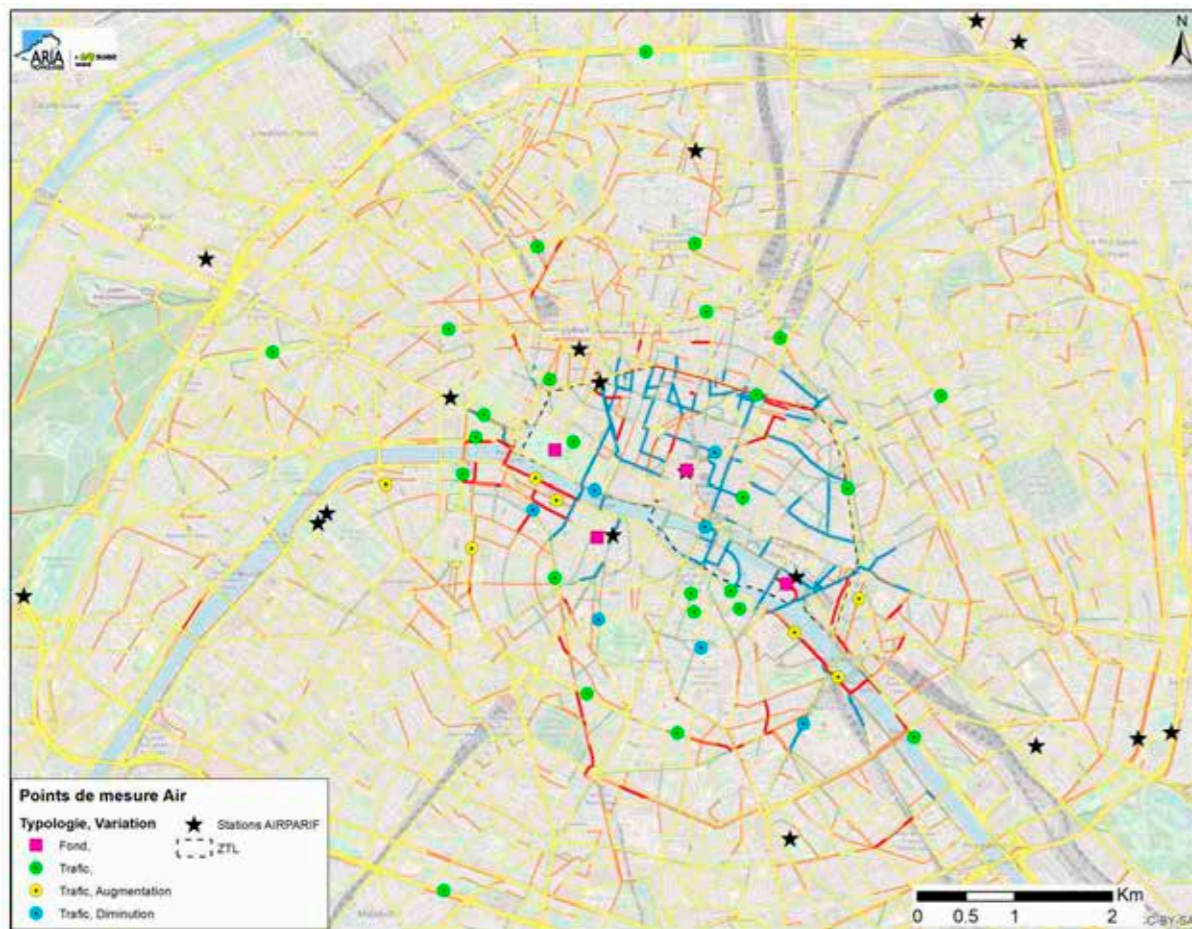
Les points de mesure doivent permettre de caractériser les différentes typologies de site définies pour les évaluations de la qualité de l'air :

- Points de trafic (T) : implantés à proximité des voies présentant le trafic routier le plus important. Ils permettent de connaître les teneurs maximales en certains polluants auxquels la population peut être exposée ponctuellement (piétons) ;
- Points de fond (F) : éloignés des principales sources de pollution atmosphérique de proximité. Ils permettent de caractériser l'exposition chronique des populations.

Le plan d'échantillonnage est dimensionné de manière à caractériser les concentrations en polluants dans le périmètre de la ZTL ainsi qu'à l'extérieur, en fonction des reports de trafic identifiés par modélisation (cf. Figure 18). Les points de mesure sont ainsi répartis du centre de Paris jusqu'au boulevard périphérique où les reports liés au projet deviennent très faibles.

Du fait de l'attention particulière portée à ces axes de report, la majorité des points de mesure est de typologie de trafic. Néanmoins différents points sont conservés en typologie de fond pour caractériser des espaces publics ou des sites vulnérables (écoles).

Figure 18 : Plan d'échantillonnage et évolution du trafic



En tenant compte de ces paramètres, l'échantillonnage est établi pour :

- 43 points de mesure NO₂ ;
- 10 points de mesure benzène ;
- 10 points de mesure PM10/PM2.5 par méthode indicative ;
- 2 points de mesure PM10/PM2.5 par méthode de référence.

Le Tableau 10 et la Figure 19 décrivent leur implantation. La localisation précise, les dates de prélèvement et les photographies figurent en Annexe 1.

Figure 19 : localisation des points de mesure

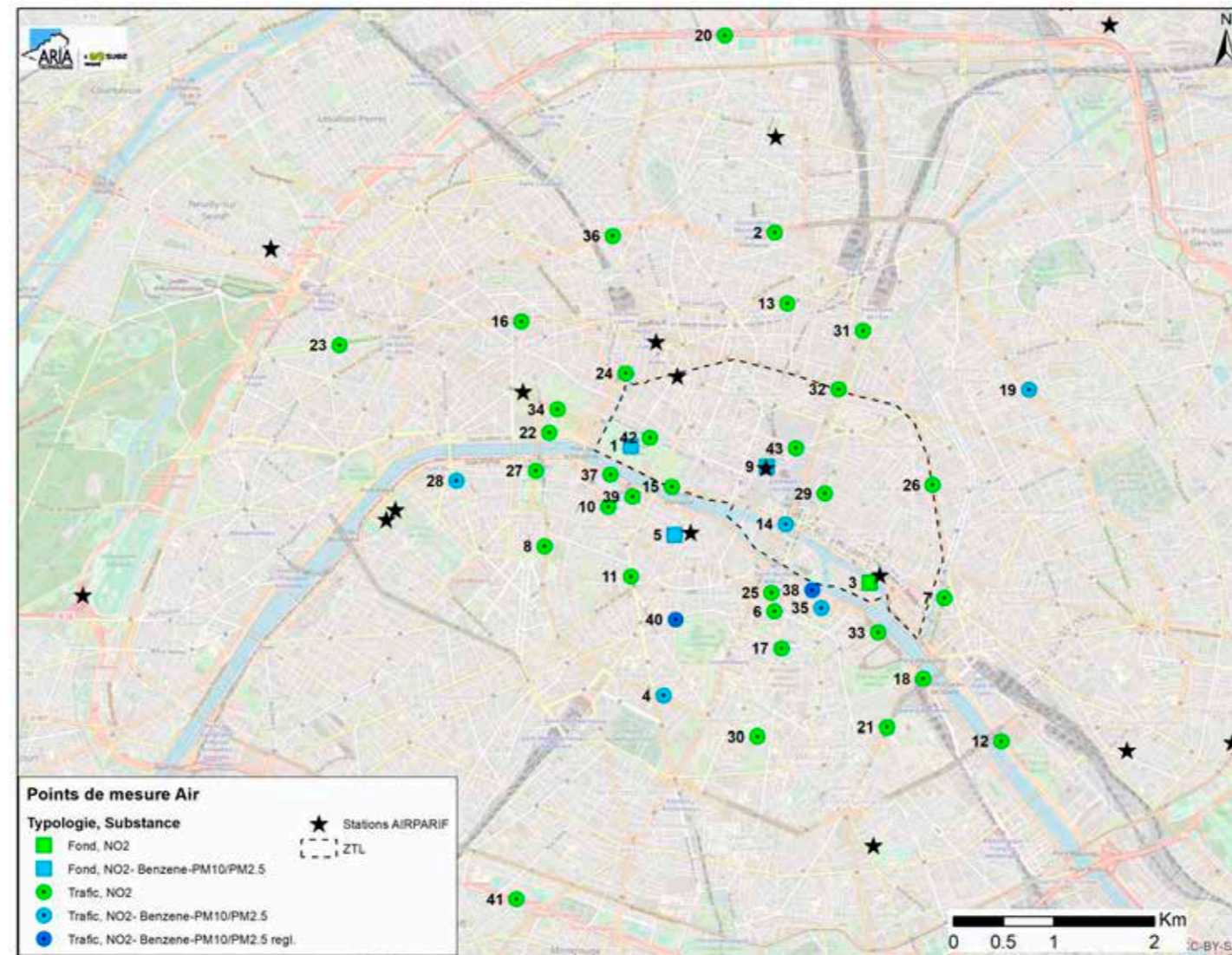


Tableau 10 : Plan d'échantillonnage

Point	Type	Localisation / Représentativité	Polluants mesurés
P1	Fond urbain	Jardin des Tuileries	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P2	Trafic	Boulevard de Rochechouart	NO ₂
P3	Fond urbain	Ecole Poulletier	NO ₂
P4	Trafic	Boulevard Montparnasse	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P5	Fond urbain	Ecole Saint-Benoît	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P6	Trafic	Rue des écoles	NO ₂
P7	Trafic	Boulevard Bastille	NO ₂
P8	Trafic	Boulevard des Invalides	NO ₂
P9	Fond urbain	PARIS 1 ^{er} Les Halles	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P10	Trafic	Boulevard Saint-Germain 1	NO ₂
P11	Trafic	Boulevard Raspail	NO ₂
P12	Trafic	Quai de Bercy	NO ₂
P13	Trafic	Rue Lafayette	NO ₂
P14	Trafic	Quais et boulevard Sébastopol	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P15	Trafic	Quai François Mitterrand	NO ₂
P16	Trafic	Boulevard Haussmann	NO ₂
P17	Trafic	Place Panthéon	NO ₂
P18	Trafic	Quai d'Austerlitz	NO ₂
P19	Trafic	Boulevard de Belleville	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P20	Trafic	Boulevard Nord	NO ₂
P21	Trafic	Boulevard de l'Hôpital	NO ₂
P22	Trafic	Cours la Reine	NO ₂
P23	Trafic	Avenue Foch	NO ₂
P24	Trafic	Place de la Madeleine	NO ₂
P25	Trafic	Boulevard Saint-Germain, rue Saint Jacques	NO ₂
P26	Trafic	Boulevard Beaumarchais	NO ₂
P27	Trafic	Avenue Maréchal Gallieni	NO ₂
P28	Trafic	Avenue Bosquet	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P29	Trafic	Rue du Renard	NO ₂
P30	Trafic	Boulevard Port-Royal	NO ₂
P31	Trafic	Boulevard Magenta	NO ₂
P32	Trafic	Boulevard Saint-Denis - Boulevard Sébastopol	NO ₂
P33	Trafic	Quai Saint Bernard	NO ₂
P34	Trafic	Avenue des Champs Elysées	NO ₂
P35	Trafic	Boulevard Saint Germain 2	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P36	Trafic	Boulevard Batignolles	NO ₂
P37	Trafic	Quai Anatole France	NO ₂
P38	Trafic	Quai de la Tournelle	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P39	Trafic	Rue de Lille	NO ₂
P40	Trafic	Rue de Vaugirard	NO ₂ , benzène, PM10, PM2.5
P41	Trafic	Boulevard Sud	NO ₂
P42	Trafic	Rue de Rivoli	NO ₂
P43	Trafic	Ecole Etienne Marcel	NO ₂

4.3.4.2 Conditions lors de la campagne de mesure

4.3.4.2.1 Météorologie

La caractérisation des conditions météorologiques est établie par la comparaison des données enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales saisonnières. Les normales sont constituées des observations de Météo France réalisées de 1981 à 2011 et, par conséquent, ne sont disponibles qu'auprès des stations météorologiques implantées depuis plus de 40 ans. La station la plus proche du site présentant ces données et habituellement utilisée pour ce type d'étude dans Paris est celle de Paris Montsouris, située à environ 3,6 km au sud du projet.

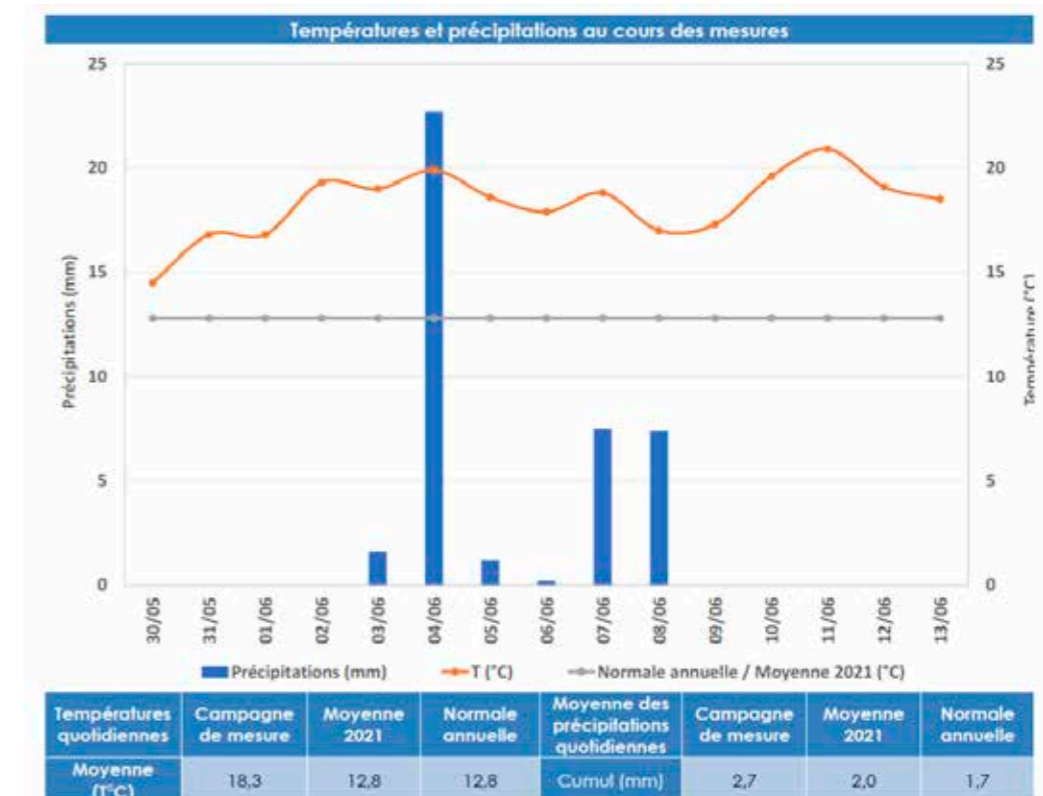
4.3.4.2.1.1 Température et précipitations

Les concentrations en polluants sont influencées par les températures de différentes manières : les épisodes de froid peuvent par exemple provoquer une utilisation plus importante du chauffage en milieu urbain et ainsi favoriser des émissions de NO_x, particules et benzène. Le fonctionnement à froid des moteurs automobiles est également plus émissif. De plus, des phénomènes d'inversion thermique peuvent réduire la dispersion des polluants. A l'inverse, les épisodes de chaleur et d'ensoleillement sont susceptibles de favoriser des réactions chimiques à l'origine de la formation de polluants secondaires (ex : ozone) et la diminution des concentrations en polluants primaires (ex : oxydes d'azote).

La pluie assure quant à elle un rôle de lessivage de l'atmosphère par un phénomène d'abattement des polluants au sol. Des précipitations abondantes peuvent ainsi limiter l'effet d'une pollution particulaire par exemple. A contrario, une période trop sèche peut être favorable à une augmentation de la pollution et des concentrations en aérosols.

La Figure 20 présente la comparaison des températures et précipitations enregistrées pendant la campagne de mesure aux normales annuelles de la station Météo France de Paris Montsouris.

Figure 20 : Etude des températures et précipitations (données : Météo France)



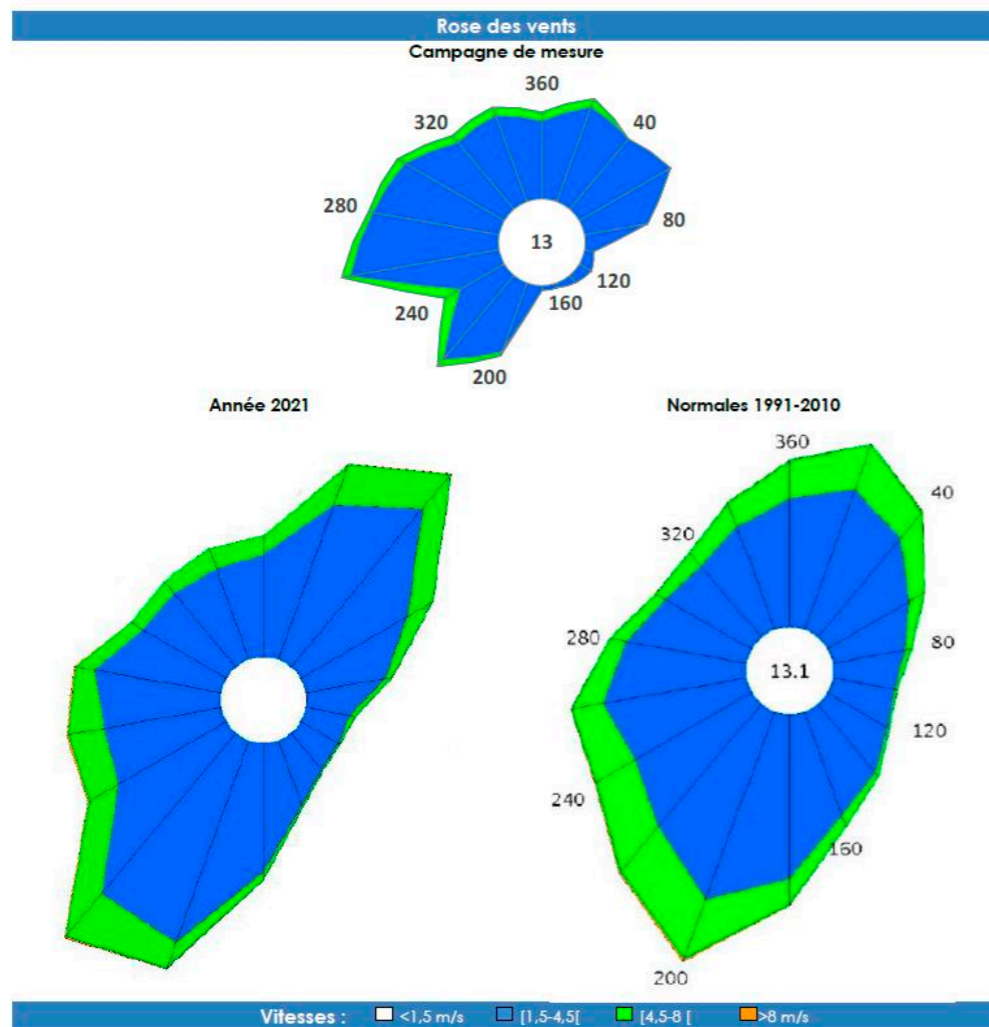
Les températures relevées lors de la campagne de mesure caractérisent des conditions estivales, propices à une diminution des concentrations en composés gazeux (NO₂ / C₆H₆) par rapport à la moyenne annuelle 2021 et à la normale annuelle.

Par ailleurs, les précipitations sont en moyenne plus importantes que la moyenne annuelle 2021 et la normale annuelle, en lien avec les fortes pluies enregistrées le samedi 4 juin 2022. Ces conditions peuvent avoir contribué à une diminution des concentrations en particules lors des épisodes pluvieux.

4.3.4.2.1.2 Conditions de vent

Les vents conditionnent l'impact des sources d'émission (sous/hors panache) et influencent la dispersion des polluants (vitesses faibles ou élevées). Celles-ci sont représentées par une rose des vents établie à partir de la fréquence d'apparition des vents en fonction de leur direction et de leur vitesse.

Figure 21 : Etude des conditions de vent (données : Météo France) (Rincident Air)



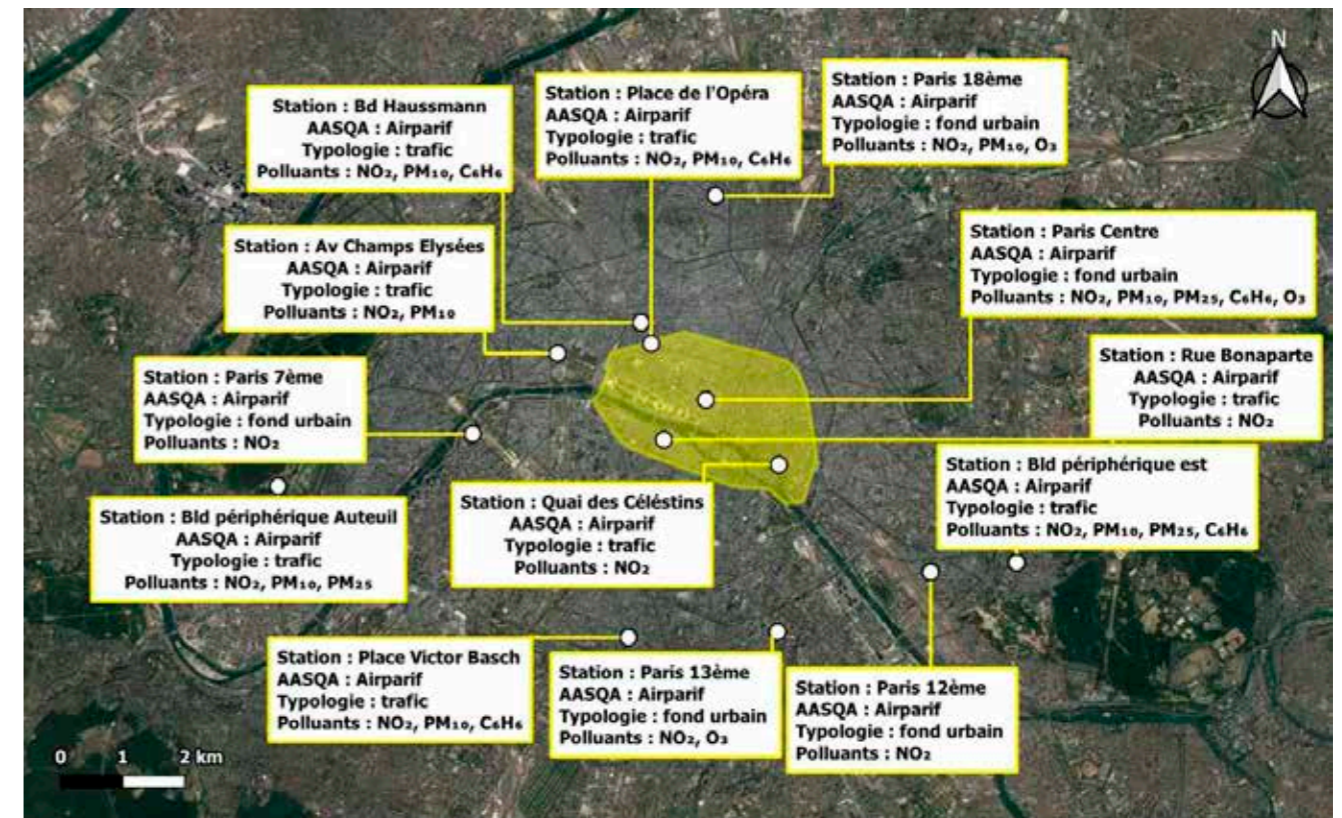
Les vents enregistrés au cours des mesures proviennent majoritairement du secteur ouest à nord-est, indiquant un impact potentiel plus important en direction des zones situées au sud-est des axes routiers les plus polluants (boulevard périphérique, quais et principales avenues du centre parisien). Les vitesses de vents relevées pendant la campagne sont équivalentes aux normales (13% des vents sont inférieurs à 1,5 m/s), ce qui indique de bonnes conditions de dispersion et ne met pas en évidence de stagnation de la pollution dans la zone du projet.

4.3.4.2.2 Pollution atmosphérique

Pour évaluer les conditions de pollution atmosphérique au cours de la campagne, les concentrations mesurées par Airparif sur la période de la campagne de mesure sont comparées à la moyenne annuelle obtenue sur la dernière année représentative à savoir 2021. En effet, malgré le confinement au mois d'avril 2021, les données de circulation disponibles auprès du CEREMA¹¹ indiquent une compensation de la baisse de trafic suite à la levée des restrictions, permettant de considérer cette année comme la plus représentative de la situation actuelle.

Les données Airparif enregistrées au niveau des stations présentées en Figure 22 sur l'année 2021 et sur la période de mesure sont recensées dans le Tableau 11.

Figure 22 : Localisation des stations AIRPARIF (Rincident Air)



¹¹ <https://dataviz.cerema.fr/trafic-routier/>

Tableau 11 : Etude des données des stations AIRPARIF (données : AIRPARIF)

Polluant	Station	Moyenne Campagne (µg/m³)	Moyenne Année 2021 (µg/m³)	Ecart (%) Campagne / 2021
NO2	Place de l'Opéra	36,8	41,0	-10%
	Place Victor Basch	38,1	44,1	-14%
	Bld périphérique est	43,2	52,8	-18%
	Rue Bonaparte	29,3	30,6	-4%
	Bld Haussmann	35,7	38,9	-8%
	Quai Célestins	37,9	40,5	-6%
	Av Champs-Élysées	25,2	29,7	-15%
	Bld Périphérique Auteuil	66,2	67,1	-1%
	Moyenne de trafic	35,2	39,7	-10%
	Paris Centre	16,6	23,6	-30%
	Paris 18 ^{ème}	20,2	28,2	-28%
	Paris 7 ^{ème}	22,5	23,5	-4%
	Paris 12 ^{ème}	16,0	26,8	-40%
	Paris 13 ^{ème}	14,6	22,8	-36%
	Moyenne de fond	18,0	25,0	-28%
PM10	Place de l'Opéra	16,7	26,3	-37%
	Place Victor Basch	23,9	22,7	5%
	Bld périphérique est	21,7	29,2	-26%
	Bld Haussmann	19,0	24,4	-22%
	Av Champs-Élysées	22,5	25,6	-12%
	Bld Périphérique Auteuil	25,2	31,0	-19%
	Moyenne de trafic	20,8	25,6	-19%
	Moyenne de fond	13,8	19,2	-28%
PM2.5	Bld périphérique est	8,6	15,3	-44%
	Bld Périphérique Auteuil	12,2	14,8	-18%
	Moyenne de trafic	8,6	15,3	-31%
	Moyenne de fond	7,0	12,3	-43%

En lien avec les conditions météorologiques (températures élevées, conditions de dispersion), les teneurs en NO₂ sont plus faibles lors de la campagne de mesure qu'en moyenne annuelle (entre -10% en moyenne en proximité de trafic et -28% en moyenne en fond urbain).

De même, et en lien avec les précipitations importantes durant la campagne de mesure, les concentrations en particules mesurées sont plus faibles qu'en moyenne annuelle : de -19% en proximité de trafic à -28% en fond urbain pour les PM₁₀ et entre -43% en fond urbain et -31% en proximité de trafic pour les PM_{2.5}.

4.3.4.3 Résultats de la campagne de mesure

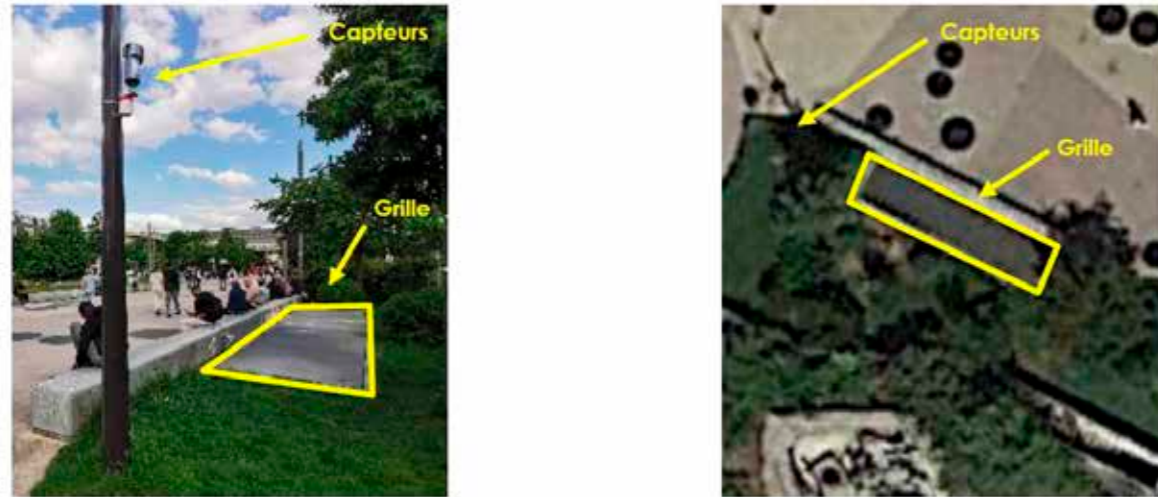
Le Tableau 12 présente les concentrations en NO₂, benzène et particules mesurées sur la période du 30 mai au 13 juin 2022.

Tableau 12 : Résultats des mesures dans l'air ambiant de NO₂ (RINCENT Air)

Point	NO ₂ (µg/m³)	Benzène (µg/m³)	PM10* (µg/m³)	PM2.5* (µg/m³)	Point	NO ₂ (µg/m³)	Benzène (µg/m³)	PM10* (µg/m³)	PM2.5* (µg/m³)
P1	18,5	0,4	47,9	NR	P23	29,9	-	-	-
P2	33,5	-	-	-	P24	31,7	-	-	-
P3	28,8	-	-	-	P25	42,1	-	-	-
P4	28,8	0,8	21,8	7,8	P26	44,3	-	-	-
P5	22,3	0,6	16,2	5,8	P27	35,7	-	-	-
P6	28,1	-	-	-	P28	30,0	0,8	20,2	7,3
P7	35,4	-	-	-	P29	31,7	-	-	-
P8	31,4	-	-	-	P30	35,0	-	-	-
P9	43,1	< 0,4	16,2	5,8	P31	53,6	-	-	-
P10	39,1	-	-	-	P32	49,1	-	-	-
P11	39,2	-	-	-	P33	51,8	-	-	-
P12	72,8	-	-	-	P34	27,2	-	-	-
P13	32,3	-	-	-	P35	51,9	1,3	22,5	8,1
P14	49,6	1,0	18,8	6,8	P36	34,2	-	-	-
P15	39,6	-	-	-	P37	20,2	-	-	-
P16	25,1	-	-	-	P38	40,6	1,0	18,0	6,7
P17	23,8	-	-	-	P39	25,6	-	-	-
P18	42,2	-	-	-	P40	28,0	0,8	16,3	5,7
P19	38,1	1,0	16,3	5,9	P41	79,0	-	-	-
P20	111,8	-	-	-	P42	22,4	-	-	-
P21	32,4	-	-	-	P43	38,5	-	-	-
P22	33,5	-	-	-					

* La méthode indicative conforme à la norme allemande DI 2119 :2013 a été utilisée pour mesurer les concentrations en particules. La comparaison des mesures de référence, conformes à la norme NF EN 12341, réalisées sur les points P38 et P40 indique une surestimation d'un facteur moyen de 1,6 par la méthode indicative. Ce facteur a donc été utilisé pour recalculer les concentrations mesurées par la méthode indicative sur les autres points. Les mesures indicatives et de référence sont présentées en Annexe 2.

NB : en moyenne sur la durée de la campagne, le point P9 indique une concentration nettement plus importante que celle de la station Airparif Paris Centre située pourtant à environ 20 m (43,1 µg/m³ contre 16,6 µg/m³). Cette valeur semble par ailleurs très élevée par rapport à l'environnement du point. La recherche d'une source d'émission spécifique sur P9 permet d'identifier une grille d'aération à proximité des capteurs (cf. illustration ci-dessous) :

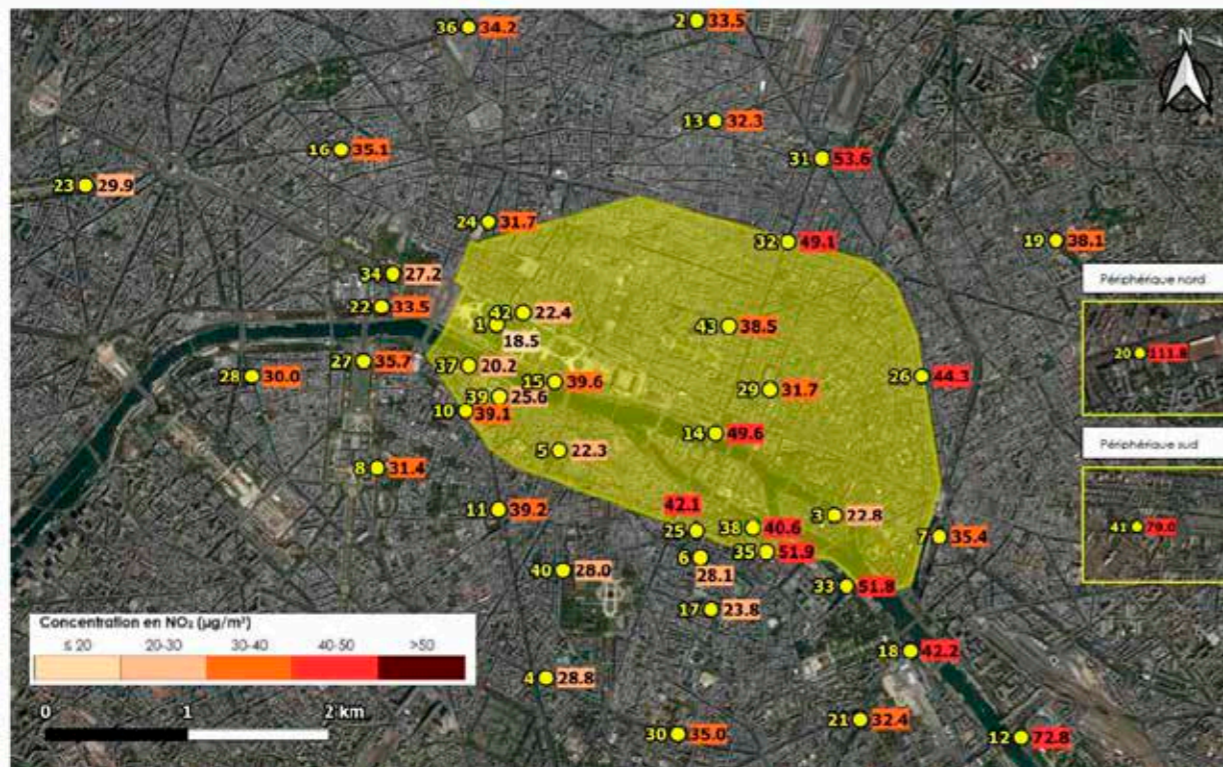


Cette grille pouvant constituer une extraction de la ventilation des niveaux inférieurs, notamment des parkings souterrains, la concentration mesurée sur P9 n'est pas considérée comme représentative du fond urbain et les résultats sur ce point sont invalidés.

4.3.4.3.1 Concentrations en NO₂

Les résultats de concentrations en NO₂ sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude sur la Figure 23.

Figure 23 : Cartographie des résultats en NO₂ (Rincenc Air)



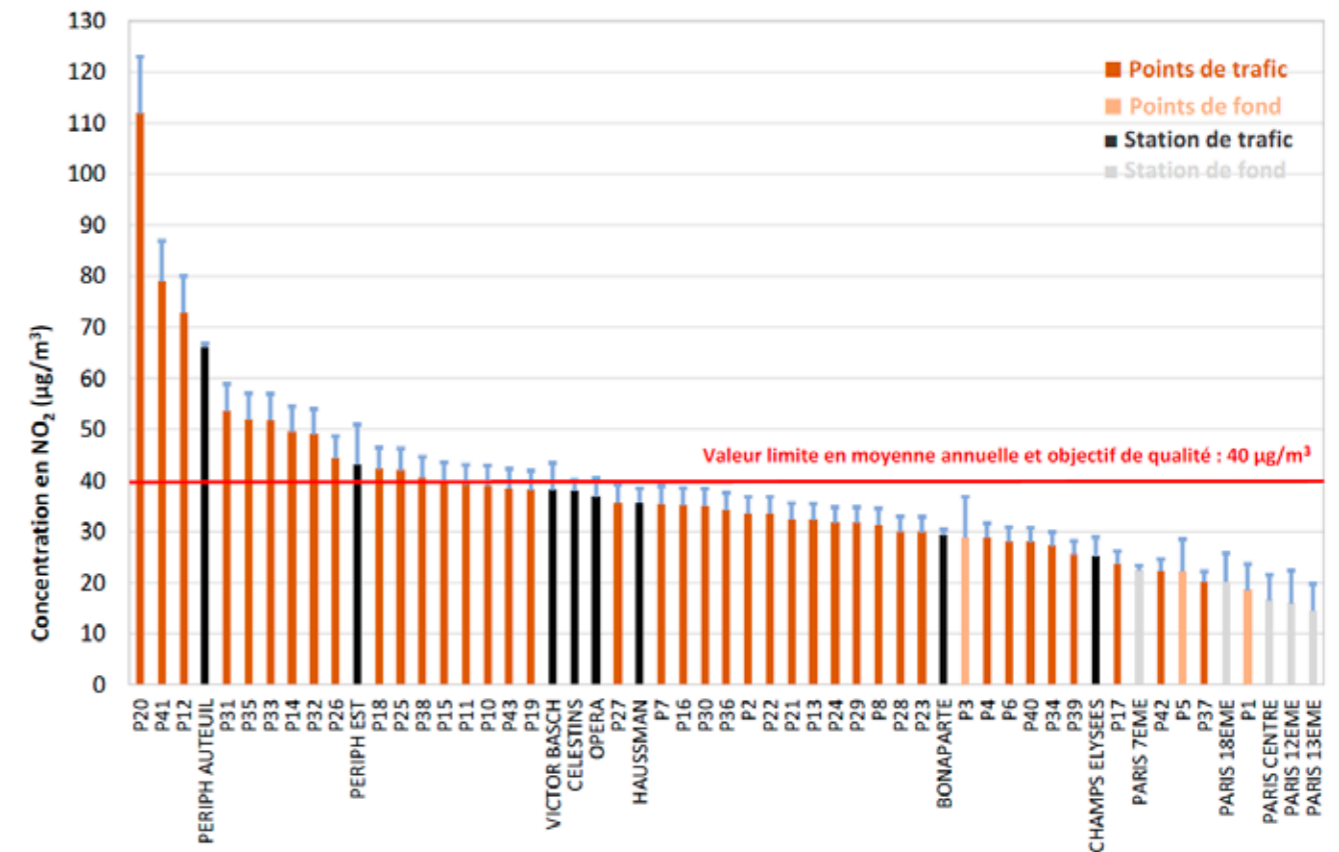
Les concentrations en NO₂ sur la zone d'étude peuvent être considérées comme importantes, avec des valeurs comprises entre 18 et 112 µg/m³. Les points de trafic, P20 et P41, en bordure du boulevard périphérique, présentent les concentrations les plus élevées (plus de 75 µg/m³). Les autres points de trafic enregistrent des concentrations moins importantes mais qui restent très significatives (de 30 à

72 µg/m³), ce qui s'explique par l'environnement fortement urbanisé et la présence d'axes de circulation dense (par exemple le quai de Bercy au point P12, le boulevard Sébastopol au point P32, ou encore le boulevard Saint-Germain au point P35).

Les points plus éloignés des axes à fort trafic, comme le point P1, à l'intérieur du jardin des Tuileries, le point P34 en bordure des Jardins des Champs-Élysées ou le point P3 au niveau de l'Île Saint-Louis sont associées aux concentrations les plus faibles sur la zone (inférieures à 30 µg/m³).

La Figure 24 présente les concentrations mesurées, associées à une barre d'erreur indiquant la valeur attendue à l'échelle annuelle d'après les données du réseau de surveillance pendant les mesures par rapport à la moyenne 2021 (cf. paragraphe 4.3.4.2.2). Les valeurs utilisées pour comparer les résultats de la campagne de mesure à la réglementation sont issues du décret n°2010-1250. La comparaison aux moyennes annuelles est réalisée uniquement à titre indicatif étant donné que les résultats ne sont représentatifs que de deux semaines de mesure¹² et que les projets d'aménagement ne sont pas soumis au respect de ce type de valeurs¹³. Les concentrations enregistrées par les stations du réseau Airparif au cours de la campagne sont également indiquées en noir pour les sites de trafic et gris pour les sites de fond.

Figure 24 : Comparaison des résultats des concentrations de NO₂ à la réglementation (Rincenc Air)



¹² La directive européenne du 21 mai 2008 qui indique que les mesures de la qualité de l'air par méthode indicative peuvent être considérées comme représentatives d'une situation annuelle si elles sont réalisées durant un minimum de huit semaines uniformément réparties dans l'année.

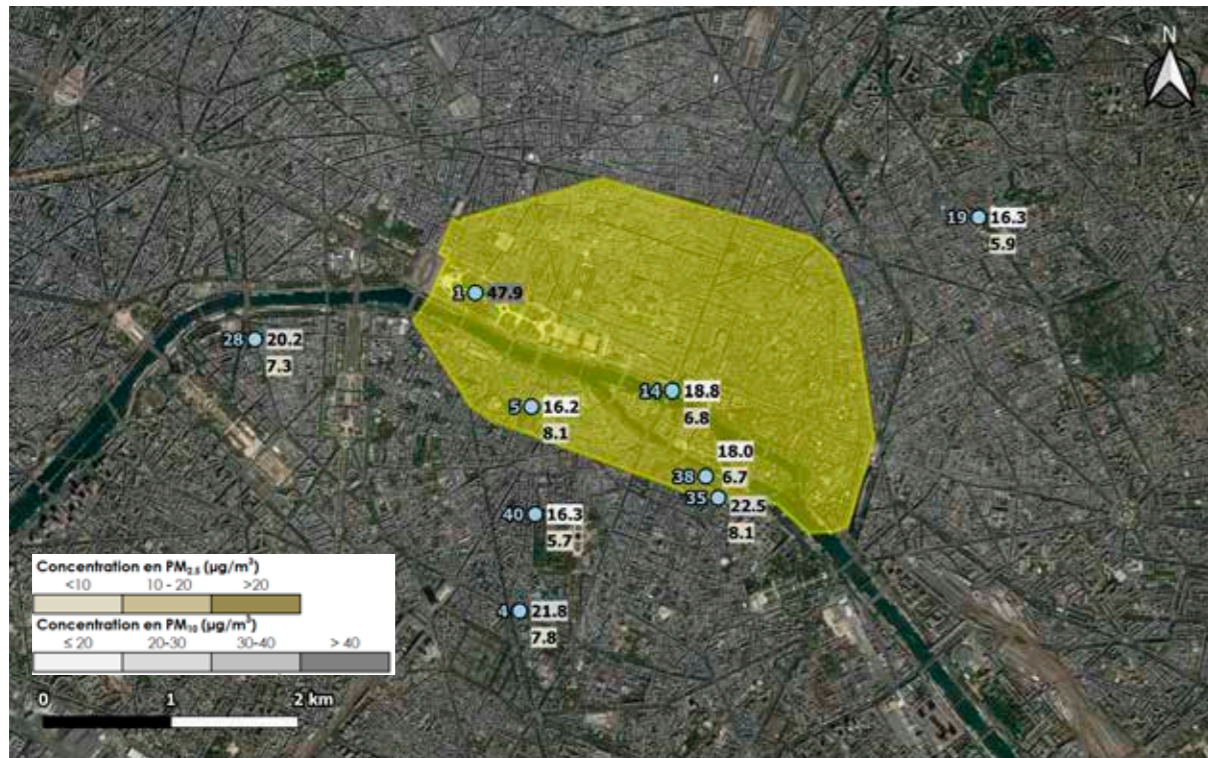
¹³ Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy, qui précise que si les valeurs limites réglementaires constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tout projet, elles ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telle à un projet.

La distribution des concentrations est cohérente avec la typologie des points de mesure : tous les dépassements de la valeur limite au cours des mesures concernent des points de trafic. Par ailleurs, la campagne de mesure étant associée à des teneurs en NO₂ plus faibles d'environ -10% en typologie trafic et -28% en fond urbain par rapport à la moyenne annuelle, un dépassement de la valeur réglementaire à l'échelle annuelle est attendu sur environ la moitié des points de mesure.

4.3.4.3.2 Concentrations en PM10/PM2.5

Les résultats de concentrations en PM10 et PM2.5 sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude sur la Figure 25.

Figure 25 : Cartographie des résultats en PM10 et PM2.5 (Rincent Air)



A l'exception du point P1 dont les résultats sont influencés par la remise en suspension des poussières des allées du jardin des Tuileries, les concentrations en particules sont relativement homogènes sur les différents points de mesure, avec des valeurs moyennes de l'ordre de 16 à 22 µg/m³ pour les PM10 et 6 à 8 µg/m³ pour les PM2.5. La concentration maximale est obtenue sur le point P35 en bordure du boulevard Saint-Germain, et la minimale sur le point P5, situé au niveau de l'école Saint-Benoît.

De la même façon que pour les concentrations en NO₂, les Figure 26 et Figure 27 présentent les concentrations mesurées au cours de la période de mesure, associées à une barre d'erreur indiquant la valeur attendue en moyenne annuelle d'après les conditions de la campagne observées au niveau des stations du réseau local de la qualité de l'air.

Pour les particules PM10, les données des stations de mesure Airparif indiquent des valeurs plus faibles de 19% en typologie de trafic et 28% en fond urbain au cours de la période de mesure par rapport à la moyenne annuelle. Dans ces conditions, seul P1 présente un dépassement de la valeur limite, néanmoins la concentration en PM10 sur ce point est influencée par les envolées de poussières et ne peut pas être considérée comme représentative.

D'après les données Airparif, les concentrations en particules PM2.5 sont plus faibles d'environ 31% en typologie trafic et 43% en fond urbain au cours de la période de mesure par rapport à la moyenne annuelle. Ces résultats laissent envisager un dépassement de l'objectif de qualité à l'échelle annuelle sur 3 points de mesure (boulevard Saint Germain, boulevard du Montparnasse et avenue Bosquet).

Figure 26 : Comparaison des résultats des concentrations de PM10 à la réglementation (Rincent Air)

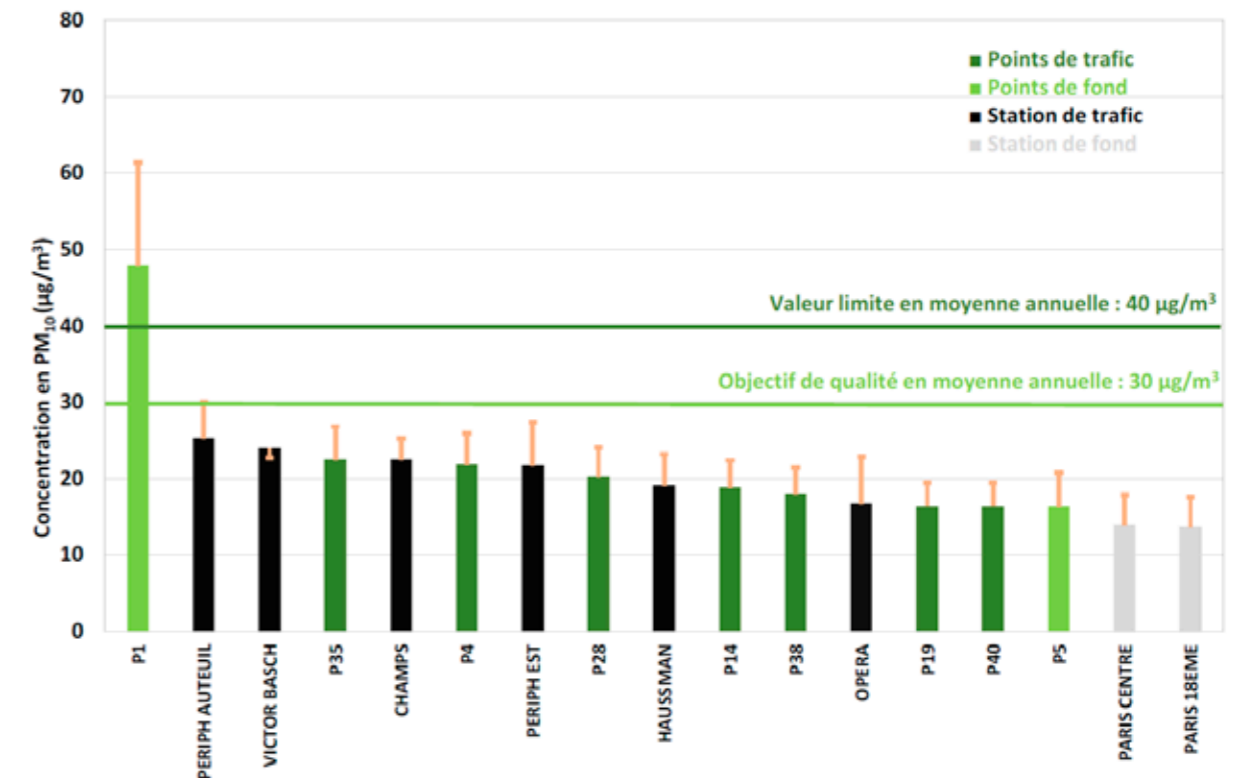
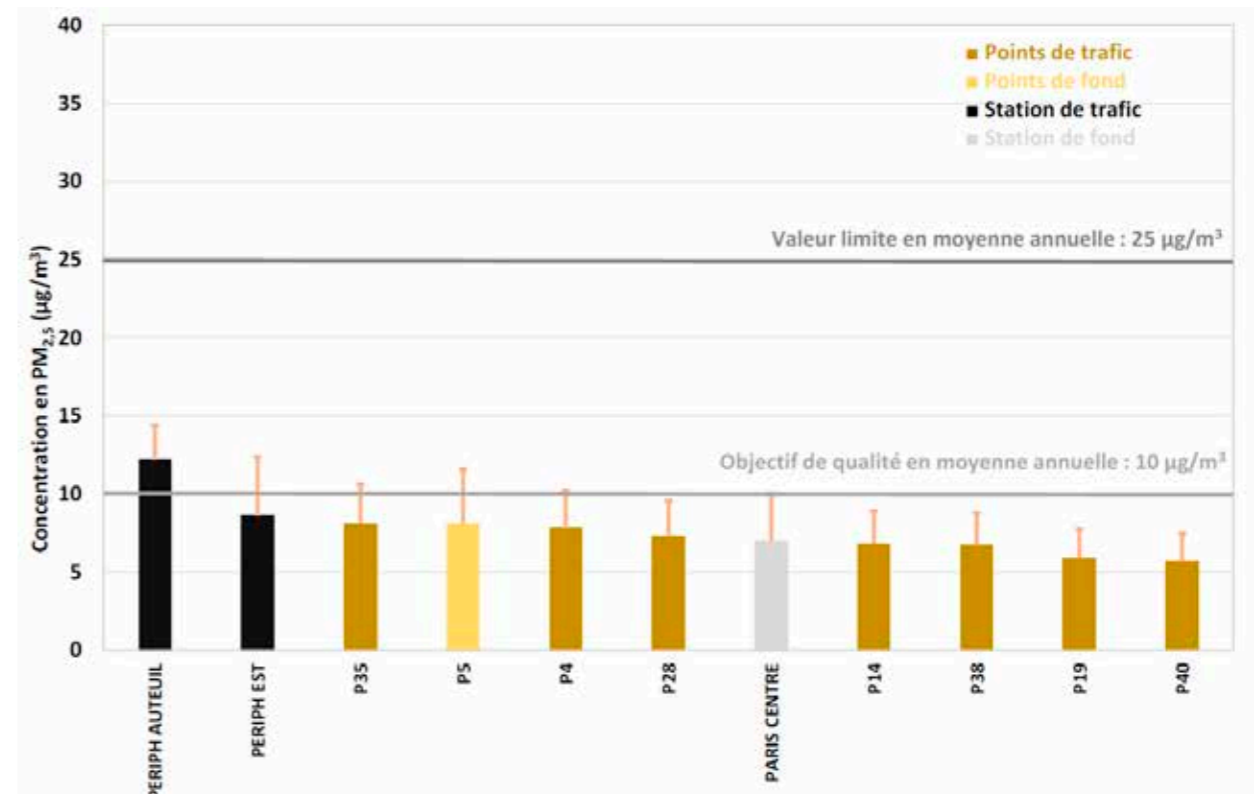


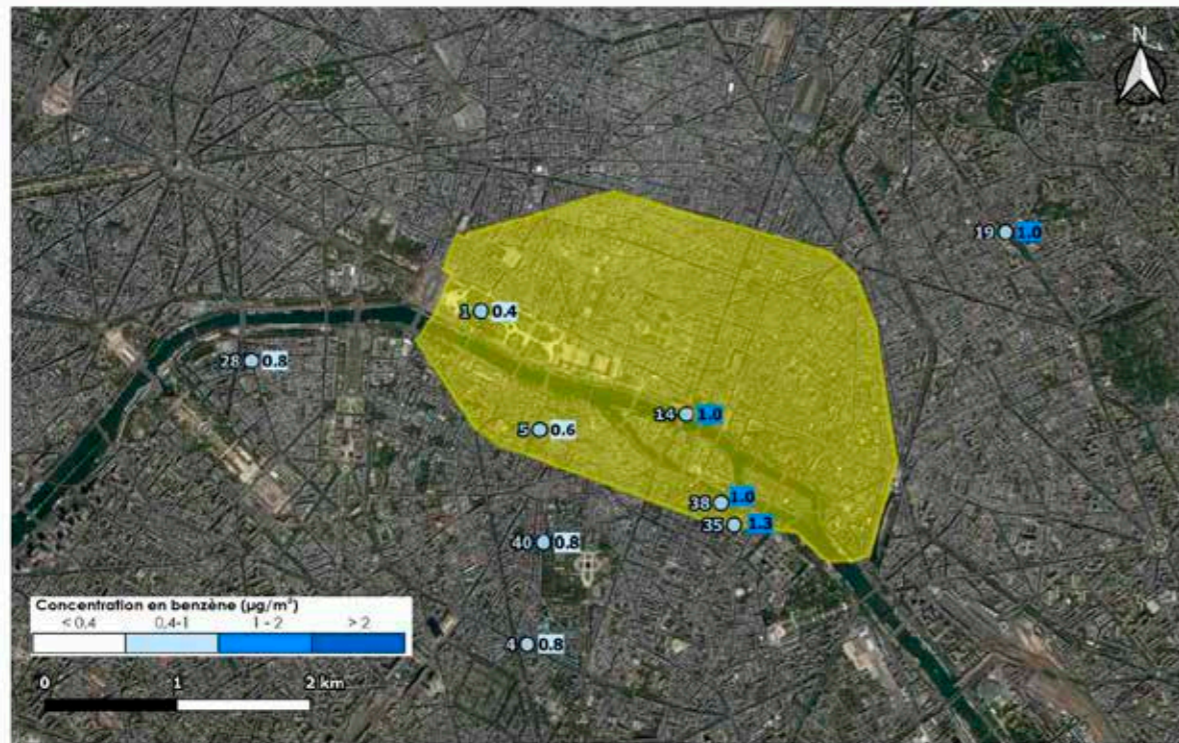
Figure 27 : Comparaison des résultats des concentrations de PM2.5 à la réglementation (Rincent Air)



4.3.4.3 Concentrations en benzène

Les résultats de concentrations en benzène sont présentés sur fond de carte de la zone d'étude sur la Figure 28.

Figure 28 : Cartographie des résultats en benzène (Rincent Air)



Les concentrations en benzène sont globalement faibles (de 0,4 à 1,3 µg/m³). La valeur maximale est enregistrée sur le point P35, située boulevard Saint-Germain, et la valeur minimale sur le point P1 situé dans le Jardin des Tuileries.

De la même façon que pour les concentrations en NO₂, la Figure 29 présente les concentrations mesurées au cours de la période de mesure, associées à une barre d'erreur indiquant la valeur attendue en moyenne annuelle d'après les conditions de la campagne observées au niveau des stations du réseau local de la qualité de l'air.

Figure 29 : Comparaison des résultats des concentrations de benzène à la réglementation (Rincent Air)



Toutes les concentrations enregistrées sont largement inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité pour ce polluant, aussi bien pendant la campagne qu'en moyenne annuelle.

4.3.4.4 Conclusion

Cette campagne, effectuée du 30 mai au 13 juin 2022, se caractérise par des conditions météorologiques et de pollution atmosphérique favorables à des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), benzène (C₆H₆) et particules PM₁₀/PM_{2.5} plus faibles qu'en moyenne annuelle.

Dans ces conditions, les mesures présentent les principaux résultats suivants :

- Des concentrations globalement importantes en NO₂, avec un potentiel dépassement de la valeur réglementaire envisagé sur la moitié des points de mesure, mais seulement en typologie de trafic.
- Des concentrations relativement homogènes et modérées en PM₁₀ et PM_{2.5} (favorisées par les précipitations importantes au cours des mesures) avec un seul dépassement de la valeur limite pour les PM₁₀ en lien avec des envolées locales de poussières, et quelques dépassements de l'objectif de qualité pour les PM_{2.5}.
- Des concentrations en benzène faibles sur l'ensemble des points de mesure, n'indiquant aucun dépassement potentiel des valeurs réglementaires.

5. CONCLUSION

Le bilan des émissions montre que le transport routier, les secteurs résidentiel et tertiaire et les chantiers correspondent aux sources d'émissions dominantes sur Paris et la Métropole du Grand Paris.

Les concentrations dans l'air mesurées par le réseau de surveillance de la qualité de l'air AIRPARIF montrent que :

- la valeur limite pour le NO₂ est dépassée au niveau de 8 stations de typologie trafic en 2019 et au niveau de 6 stations de typologie trafic en 2021, dont deux dans la ZTL ;
- l'objectif de qualité pour les PM10 est dépassé en 2021 au niveau d'une station de trafic (hors ZTL), mais pas la valeur limite ;
- l'objectif de qualité pour les PM2.5 est dépassé en 2021 pour les 3 stations mesurant ce polluant (dont une dans la ZTL), mais pas la valeur limite ;
- l'objectif de qualité pour le benzène est atteint au niveau d'une station de trafic en 2019. En 2021, les valeurs réglementaires sont respectées.

Une tendance à la baisse est observée ces dernières années pour l'ensemble de ces substances.

Ces résultats sont confirmés par la campagne de mesures in situ qui s'est déroulée du 30 mai au 13 juin 2022. Les polluants mesurés sont le dioxyde d'azote (NO₂), principal traceur des émissions polluantes liées au trafic automobile, le benzène et les particules (PM10 et PM2.5). La période de mesure se caractérise par des concentrations en polluants plus faibles qu'à l'échelle annuelle, en lien avec les conditions météorologiques (températures plus chaudes et précipitations plus importantes que la moyenne annuelle). Dans ces conditions, les mesures présentent les principaux résultats suivants :

- Des concentrations globalement importantes en NO₂, avec un potentiel dépassement de la valeur réglementaire sur la moitié des points de mesure, mais seulement en typologie de trafic ;
- Des concentrations relativement homogènes et modérées en PM10 et PM2.5 avec un seul dépassement de la valeur limite pour les PM10 en lien avec des envolées locales de poussières, et quelques dépassements de l'objectif de qualité pour les PM2.5 ;
- Des concentrations en benzène faibles sur l'ensemble des points de mesure, n'indiquant aucun dépassement potentiel des valeurs réglementaires.

ANNEXE

Concentrations moyennes annuelles mesurées aux stations de mesure AIRPARIF

Concentrations en µg/m³	Année	Place de l'Opéra* (Trafic)	Place Victor Basch (Trafic)	Rue Bonaparte (Trafic)	Quai des Célestins* (Trafic)	RN2 Pantin (Trafic)	Avenue des Champs Elysées (Trafic)	Objectif de qualité	Valeur limite
NO ₂ (µg/m³)	2019	60	nr	45	54	51	41	-	40
	2021	41	44	31	41	46	30		
PM10 (µg/m³)	2019	28	nr	-	-	28	29	30	40
	2021	23	26	-	-	27	26		
PM2.5 (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	10	25
	2021	-	-	-	-	-	-		
O ₃ (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-	-		
CO (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-	-		
SO ₂ (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	50	-
	2021	-	-	-	-	-	-		
Benzène (µg/m³)	2019	2,0	nr	-	-	1,3	-	2	5
	2021	1,5	1,9	-	-	1,2	-		
BaP (ng/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	1 (Valeur cible)	-
	2021	-	-	-	-	-	-		

* stations situées dans le périmètre de la ZTL

Concentrations en µg/m³	Année	Boulevard Haussmann (Trafic)	Boulevard Périphérique Auteuil (Trafic)	Boulevard Périphérique Est (Trafic)	Boulevard de Sout (Trafic)	Tour Eiffel 3 ^{ème} étage (300 m) (Obs.)	Objectif de qualité	Valeur limite
NO ₂ (µg/m³)	2019	49	79	61	39	13	-	40
	2021	39	67	53	32	9		
PM10 (µg/m³)	2019	28	36	29	-	-	30	40
	2021	24	31	29	-	-		
PM2.5 (µg/m³)	2019	-	16	16	-	-	10	25
	2021	-	15	15	-	-		
O ₃ (µg/m³)	2019	-	-	-	-	67	-	-
	2021	-	-	-	-	nr		
CO (µg/m³)	2019	-	441	-	-	-	-	-
	2021	-	-	-	-	-		
SO ₂ (µg/m³)	2019	-	< LD	-	-	-	50	-
	2021	-	-	-	-	-		
Benzène (µg/m³)	2019	1,5	-	1,1	-	-	2	5
	2021	-	-	0,16	-	-		
BaP (ng/m³)	2019	-	-	0,17	-	-	1 (Valeur cible)	-
	2021	-	-	0,16	-	-		

Annexe 1 : Cartes de concentrations moyennes annuelles 2019 et 2021 à Paris

Concentrations en µg/m³	Année	Paris 1 ^{er} Les Halles* (Fond)	Paris 7 ^{ème} (Fond)	Paris 12 ^{ème} (Fond)	Paris 13 ^{ème} (Fond)	Paris 15 ^{ème} (Fond)	Paris 18 ^{ème} (Fond)	Neuilly-sur-Seine (Fond)	Aubervilliers (Fond)	Objectif de qualité	Valeur limite
NO ₂ (µg/m³)	2019	-	28	32	28	26	34	33	30	-	40
	2021	24	24	27	23	21	28	28	28		
PM10 (µg/m³)	2019	-	-	-	-	16	20	-	-	30	40
	2021	19	-	-	-	18	19	-	-		
PM2.5 (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	-	-	10	25
	2021	12	-	-	-	-	-	-	-		
O ₃ (µg/m³)	2019	-	-	-	47	-	45	44	-	-	-
	2021	49	-	-	45	-	46	43	-		
CO (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	-	232	-	-
	2021	-	-	-	-	-	-	-	-		
SO ₂ (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	< LD	2	50	-
	2021	-	-	-	-	-	-	-	-		
Benzène (µg/m³)	2019	-	-	-	-	-	-	0,9	-	2	5
	2021	0,7	-	-	-	-	-	-	-		
BaP (ng/m³)	2019	-	-	-	0,09	-	-	-	-	1 (Valeur cible)	-
	2021	0,09	-	-	-	-	-	-	-		

* stations situées dans le périmètre de la ZTL

Figure 30 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO₂ – année 2019 (source : AIRPARIF)

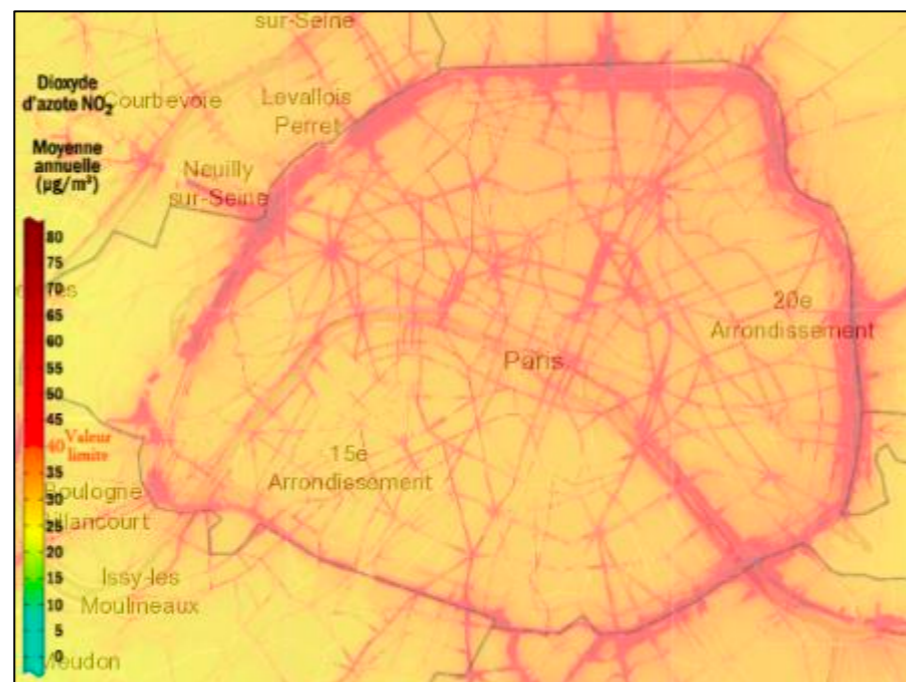
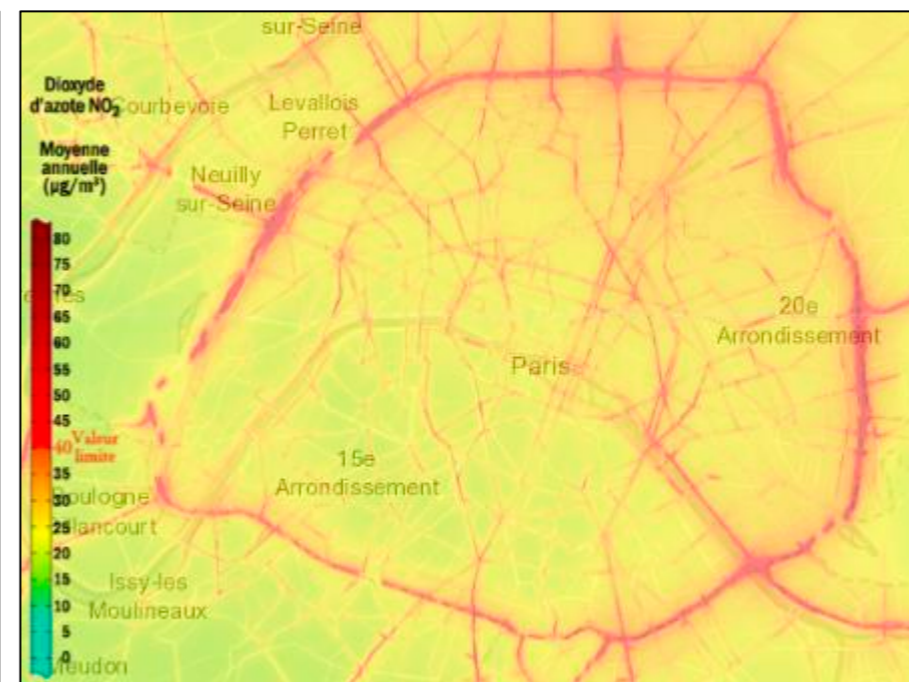


Figure 31 : Carte de concentrations moyennes annuelles en NO₂ – année 2021 (source : AIRPARIF)

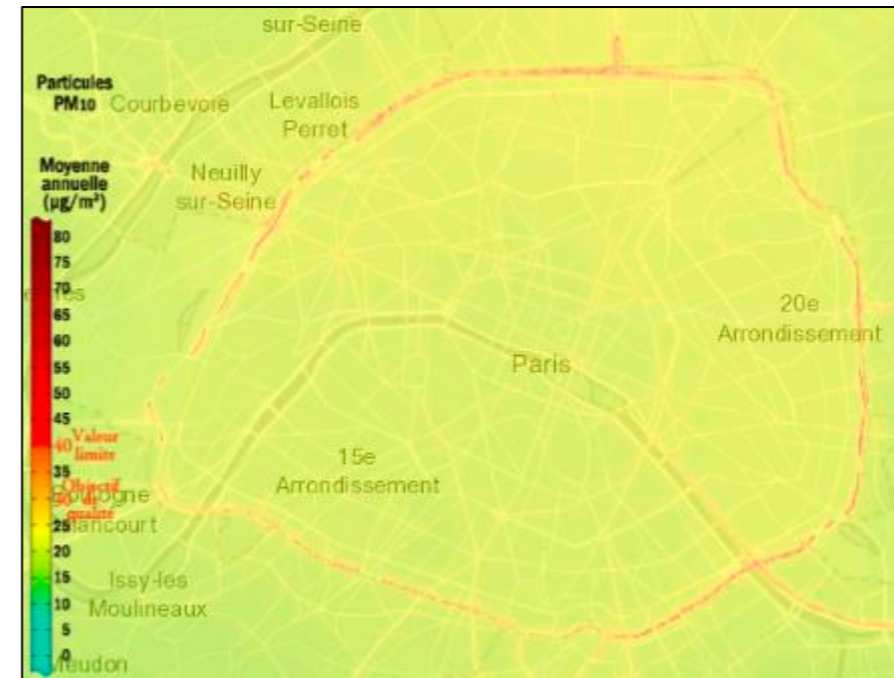


Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote étaient nettement plus élevées en 2019 qu'en 2021 avec plus d'axes de circulation concernés par des dépassements de la valeur limite (40 µg/m³).

Figure 32 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Figure 33 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2021 (source : AIRPARIF)



Les concentrations de poussières inférieures à 10 µm (PM10) atteignent l'objectif de qualité voire la valeur limite le long des principaux axes de circulation du domaine d'étude (notamment le périphérique). Les concentrations étaient légèrement plus importantes en 2019.

Figure 34 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2019 (source : AIRPARIF)



Figure 35 : Carte de concentrations moyennes annuelles en PM2.5 – année 2021 (source : AIRPARIF)



Les concentrations de poussières inférieures à 2,5 μm (PM2,5) atteignent la valeur cible voire la valeur limite le long des principaux axes de circulation du domaine d'étude (notamment le périphérique). L'objectif de qualité est quant à lui atteint sur l'ensemble du domaine d'étude. Les concentrations étaient légèrement plus importantes en 2019.

Annexe 2 : Rapport relatif à la campagne de mesure



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 2b :
Étude Air / Santé – ARIA

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.1.C

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 2b :
Étude Air / Santé – ARIA

OGI/Ville de Paris

Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75)



Etude Air et Santé

Références : Rapport ARIA/2023.006

Documents associés : Rapport ARIA/22.054V4 relatif à l'état initial de la qualité de l'air

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 6

Accessibilité : Restreint

ARIA TECHNOLOGIES

Siège social - Parc de L'Île - 15/27 Rue du Port - 92000 Nanterre Cedex - France - Courriel : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>
S.A.S. au capital de 779 947 euros - SIRET 379 180 474 00064 - RCS Nanterre B 379 180 474 - Code APE 6201Z - TVA FR27 379 180 474

ARIA Technologies		Titre : Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75)						
N° rapport ARIA		23.006						
N° Action ARIA		22.004						
Nombre de pages		144	Nombre de figures	52	Nombre de tableaux	37	Nombre d'annexes	3
Auteur(s)		ARIA Technologies, Alisson GODART						
Sous-traitants		RINCENT AIR						
Intérêt documentaire		Accessibilité		Confidentielle		Libre		
Oui	Non	ARIA Technologies				Restreinte		
Etat du document		Rédacteur Nom/Date			Relecteur Nom/Date			
Version 1 provisoire		Alisson GODART Le 08/02/2023			Lydia RICOLLEAU Le 16/02/2023			
Version 2		Alisson GODART Le 24/03/2023			-			
Version 3		Alisson GODART Le 28/03/2023			-			
Version 4		Alisson GODART Le 02/05/2023			-			
Version 5		Alisson GODART Le 09/06/2023			-			
Version 6		Alisson GODART Le 14/06/2023			-			
Diffusion		Date		DESTINATAIRES			Nombre	
Diffusion informatique		14/06/2023		OGI/Ville de Paris			1	

SOMMAIRE

1	CADRE DE L'ETUDE.....	8
2	DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	9
2.1	Localisation du projet.....	9
2.2	Population.....	10
2.2.1	Population générale.....	10
2.2.1.1	Recensement de la population.....	10
2.2.1.2	Densité de population.....	11
2.2.2	Populations vulnérables.....	13
2.3	Trafic modélisé pour les situations initiale et futures.....	15
2.4	Définition du domaine d'étude et de la bande d'étude.....	19
2.5	Niveau d'étude retenu.....	21
2.5.1	Rappel des recommandations du guide du Cerema pour les infrastructures routières.....	21
2.5.2	Contenu de l'étude Air et Santé pour le projet ZTL.....	23
3	ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER.....	24
3.1	Méthodologie.....	24
3.2	Données d'entrée.....	24
3.2.1	Données de trafic.....	24
3.2.2	Vitesse des véhicules sur les brins.....	26
3.2.3	Répartition par catégories de véhicules.....	26
3.2.4	Parc roulant.....	27
3.2.5	Facteurs d'émissions.....	28
3.3	Résultats des émissions de polluants.....	28
3.3.1	Tableaux de résultats.....	28
3.3.2	Cartographies.....	32
4	IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR.....	38
4.1	Méthodologie.....	38
4.1.1	Modèle de dispersion mis en œuvre pour les simulations.....	38
4.1.2	Présentation de la méthodologie appliquée.....	38
4.1.2.1	Etape 1 : modélisation de l'écoulement du vent.....	39
4.1.2.2	Etape 2 : modélisation de la dispersion des émissions.....	39
4.1.2.3	Etape 3 : estimation des concentrations moyennes.....	39
4.2	Données d'entrée pour les modélisations.....	39
4.2.1	Météorologie.....	39
4.2.1.1	Données météorologiques.....	39
4.2.1.2	Analyse météorologique.....	40
4.2.1.3	Choix des conditions météorologiques retenues pour les simulations.....	44
4.2.2	Topographie.....	46
4.2.3	Obstacles.....	47
4.2.4	Emissions.....	48
4.3	Présentation des résultats.....	49
4.3.1	Conversion des NOx en NO ₂	49
4.3.2	Pollution de fond.....	49
4.4	Résultats des concentrations dans l'air.....	51
4.4.1	Comparaison avec les mesures in-situ.....	51
4.4.2	Concentrations au niveau du sol – bilan sur le domaine d'étude.....	54
4.4.3	Points d'intérêt.....	62
4.4.4	Concentrations au niveau du sol – bilan au niveau des points d'intérêt.....	64

5	IMPACT DU PROJET SUR LES POPULATIONS.....	77
5.1	Indice Polluant/Population (IPP).....	77
5.1.1	Méthodologie.....	77
5.1.2	Résultats.....	79
5.1.2.1	Synthèse.....	79
5.1.2.2	Histogramme de distribution.....	79
5.2	Evaluation des risques sanitaires.....	86
5.2.1	Démarche.....	86
5.2.2	Choix des traceurs de risque et identification des dangers.....	86
5.2.2.1	Choix des traceurs de risque.....	86
5.2.2.2	Identification des dangers.....	87
5.2.3	Voie d'exposition retenue.....	90
5.2.4	Etude des relations dose-réponse et choix des VTRs.....	90
5.2.4.1	Définitions.....	90
5.2.4.2	Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	91
5.2.4.3	Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	92
5.2.5	Evaluation de l'exposition humaine.....	94
5.2.5.1	Scénarios d'exposition retenus.....	94
5.2.5.2	Résultats de la modélisation retenus pour l'ERS.....	95
5.2.5.3	Doses d'exposition.....	98
5.2.5.4	Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS.....	102
5.2.6	Caractérisation des risques.....	104
5.2.6.1	Méthodologie.....	104
5.2.6.2	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	106
5.2.6.3	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil.....	108
5.2.6.4	Incertitudes.....	110
6	SYNTHESE.....	111
	ANNEXE 1 : GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	118
	ANNEXE 2 : DESCRIPTION DU MODELE MSS.....	124
	ANNEXE 3 : RESULTATS DETAILLES DES CALCULS DE RISQUE (QD ET ERI).....	142
	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	143
	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil.....	144

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)	11
Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)	11
Tableau 3 : critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude	19
Tableau 4 : définition des niveaux d'étude "Loi sur l'air"	21
Tableau 5 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la zone d'étude	29
Tableau 6 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la ZTL	29
Tableau 7 : bilan des émissions en polluants atmosphériques hors ZTL	30
Tableau 8 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent	41
Tableau 9 : situations météorologiques retenues pour les simulations 3D	45
Tableau 10 : valeurs de pollution de fond retenues pour l'étude	50
Tableau 11 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en NO ₂	52
Tableau 12 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM ₁₀	52
Tableau 13 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM _{2.5}	53
Tableau 14 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt - NO ₂ , benzène et 1,3 butadiène (en rouge : dépassement de la valeur limite)	73
Tableau 15 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – PM ₁₀ et PM _{2.5}	74
Tableau 16 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – arsenic, nickel et chrome	75
Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – HAPs	76
Tableau 18 : pourcentage de la population exposée à chaque tranche de concentrations	80
Tableau 19 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérigènes	87
Tableau 20 : identification des dangers par substances	87
Tableau 21 : substances retenues et impact sur la santé	89
Tableau 22 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérigènes	92
Tableau 23 : valeurs guides pour les risques chroniques	93
Tableau 24 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil	93
Tableau 25 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil	93
Tableau 26 : récapitulatif des scénarios d'exposition retenus	94
Tableau 27 : hypothèse pour la pollution de fond (fond urbain Paris) retenue	95
Tableau 28 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL	95
Tableau 29 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL	96
Tableau 30 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »	97
Tableau 31 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL	99
Tableau 32 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL	100
Tableau 33 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »	101
Tableau 34 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios résident et écolier	143
Tableau 35 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios « impact négatif » et « impact positif »	143
Tableau 36 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	144
Tableau 37 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	144

FIGURES

Figure 1 : périmètre du projet ZTL	9
Figure 2 : Contour des arrondissements de Paris	10
Figure 3 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté	12
Figure 4 : Localisation des établissements sensibles	14
Figure 5 : trafic pour la situation initiale	16
Figure 6 : trafic pour la situation « fil de l'eau » 2024	17
Figure 7 : trafic pour la situation avec projet 2024	18
Figure 8 : domaine d'étude et bandes d'étude	20
Figure 9 : synthèse du contenu attendu de l'étude du projet considéré (source : Cerema, 2019)	21
Figure 10 : liste des polluants à considérer en fonction du niveau d'étude (source : Cerema, 2019)	22
Figure 11 : diagramme méthodologique pour le calcul des émissions	24
Figure 12 : répartition par grandes catégories de véhicules dans Paris (source : Mairie de Paris, Direction de la Voirie et des Déplacements)	27
Figure 13 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène sur l'ensemble du domaine d'étude	30
Figure 14 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène sur la ZTL	31
Figure 15 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène hors ZTL	31
Figure 16 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation initiale	33
Figure 17 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation « fil de l'eau » (2024)	34
Figure 18 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation avec projet (2024)	35
Figure 19 : différence d'émissions en NO _x entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau »	36
Figure 20 : méthodologie mise en œuvre	38
Figure 21 : rose des vents générale 2019-2021 – Station Météo-France Paris-Montsouris	40
Figure 22 : répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique	42
Figure 23 : roses des vents par classe de stabilité	42
Figure 24 : variation de la température sur l'année (période du 01/01/2019 au 31/12/2021)	43
Figure 25 : directions de vent retenues pour les modélisations 3D	44
Figure 26 : topographie du domaine d'étude (source : IGN RGE ALTI® 1m)	46
Figure 27 : bâtiments dans la ZTL (source : BD TOPO® de l'IGN)	47
Figure 28 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ au niveau du sol – situation initiale	57
Figure 29 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation future « fil de l'eau » (2024)	58
Figure 30 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation future avec projet (2024)	59
Figure 31 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation initiale, fil de l'eau et future avec projet (2024) – vue 3D avenue de l'Opéra	60
Figure 32 : comparaison des concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ à l'horizon 2024 entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet	61
Figure 33 : localisation des points d'intérêt	63
Figure 34 : concentrations moyennes annuelles en NO ₂ au niveau des points d'intérêt	67
Figure 35 : concentrations moyennes annuelles en NO ₂ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	68
Figure 36 : concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ au niveau des points d'intérêt	69
Figure 37 : concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	70
Figure 38 : concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} au niveau des points d'intérêt	71
Figure 39 : concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	72
Figure 40 : répartition de la population par bâtiments habités (source : INSEE, 2017)	78

Figure 41 : IPP global pour le NO ₂	79
Figure 42 : histogramme de distribution concentration/population	80
Figure 43 : carte IPP – situation initiale.....	82
Figure 44 : carte IPP –fil de l’eau (2024)	83
Figure 45 : carte IPP –avec projet (2024)	84
Figure 46 : carte de différence d’IPP entre la situation avec projet et la situation fil de l’eau (2024) .	85
Figure 47 : logigramme pour le choix des VTR (DGS).....	91
Figure 48 : comparaison avec les valeurs guides de l’OMS pour le NO ₂	103
Figure 49 : comparaison avec les valeurs guides de l’OMS pour les PM10	103
Figure 50 : comparaison avec les valeurs guides de l’OMS pour les PM2.5	103
Figure 51 : Quotients de Danger par scénario d’exposition.....	107
Figure 52 : Excès de Risque Individuel par scénario d’exposition	109
Figure 53 : phénomène « l’effet de serre » (source : AIRPARIF).....	120
Figure 54 : phénomène d’acidification (source : CITEPA)	121
Figure 55 : lignes de courant et concentration en SF6 à 4h10, 4h20 et 4h30.....	125

1 CADRE DE L'ÉTUDE

La Ville de Paris envisage la création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) restreignant le transit à travers le centre de Paris (75) afin d'améliorer les déplacements des piétons, transports en commun, vélos et de certaines catégories d'usagers (véhicules de police, de secours, d'intérêt général, taxis et VTC, artisans, résidents et professionnels domiciliés dans la zone, visiteurs, etc.).

Le projet parisien vise une mise en œuvre de la Zone à Trafic Limité début 2024.

Dans le cadre de ce projet, la Ville de Paris a mandaté ARIA Technologies - au sein d'un groupement piloté par OGI - pour la réalisation du volet « Air et Santé » au sens de la note méthodologique « Air et Santé ».

Le volet « Air et Santé » suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Le volet « Air et Santé » se déroule en deux temps :

1. L'état initial de la qualité de l'air incluant une campagne de mesures in-situ ;
2. L'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé.

Le présent rapport concerne l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

Sauf mention contraire, l'ensemble des cartographies présentées dans ce document sont réalisées par ARIA Technologies.

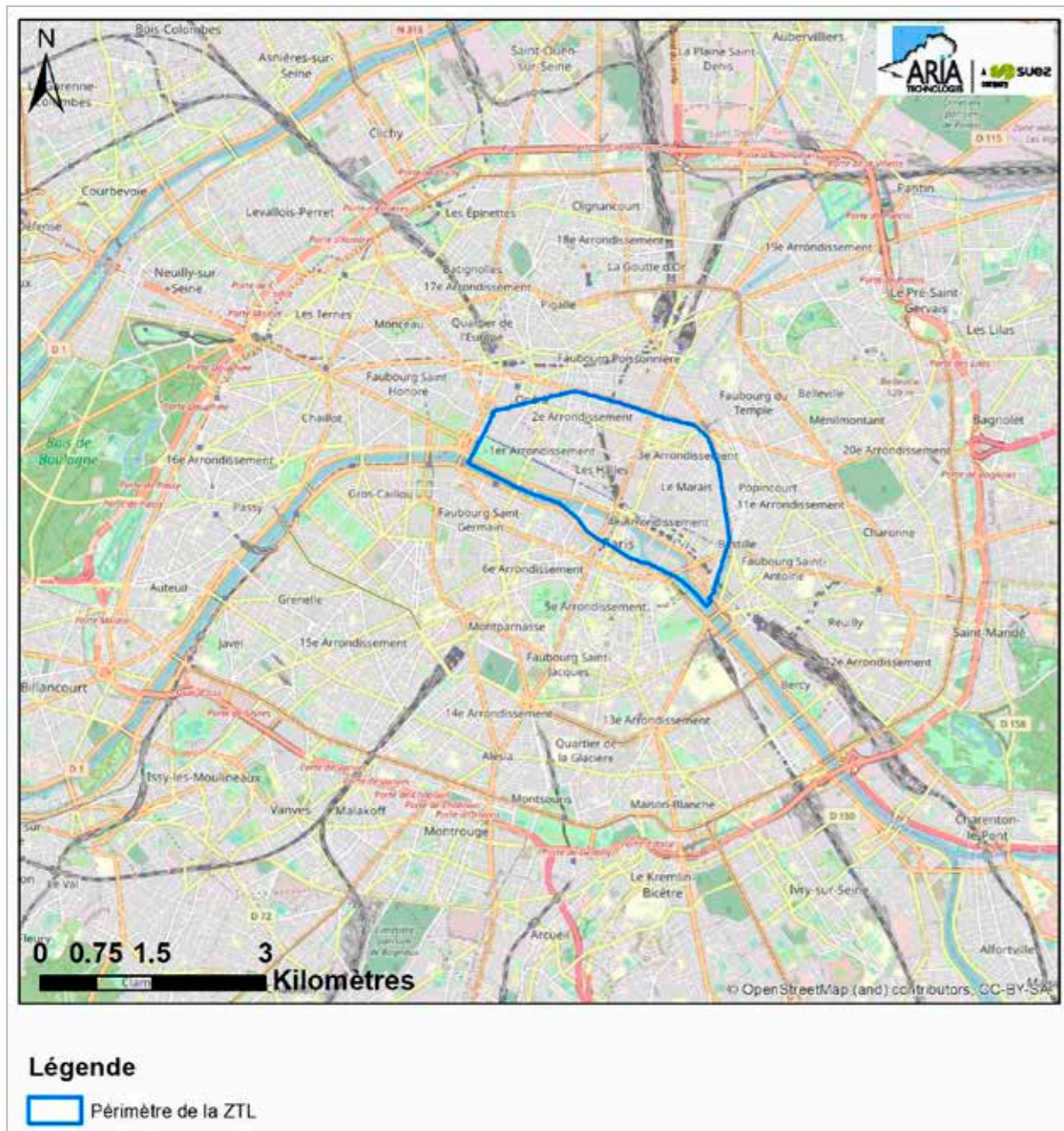
2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet se situe à Paris Centre. Il est délimité par les Grands Boulevards au nord, la place de la Bastille et le boulevard Bourdon à l'est ; la place de la Concorde à l'ouest. Ces axes et places ne font pas partie de la ZTL. Au sud du périmètre, les quais hauts de la Seine et les deux îles (Saint-Louis et de la Cité) font partie de la ZTL.

Le périmètre de la ZTL est présenté sur la Figure 1.

Figure 1 : périmètre du projet ZTL



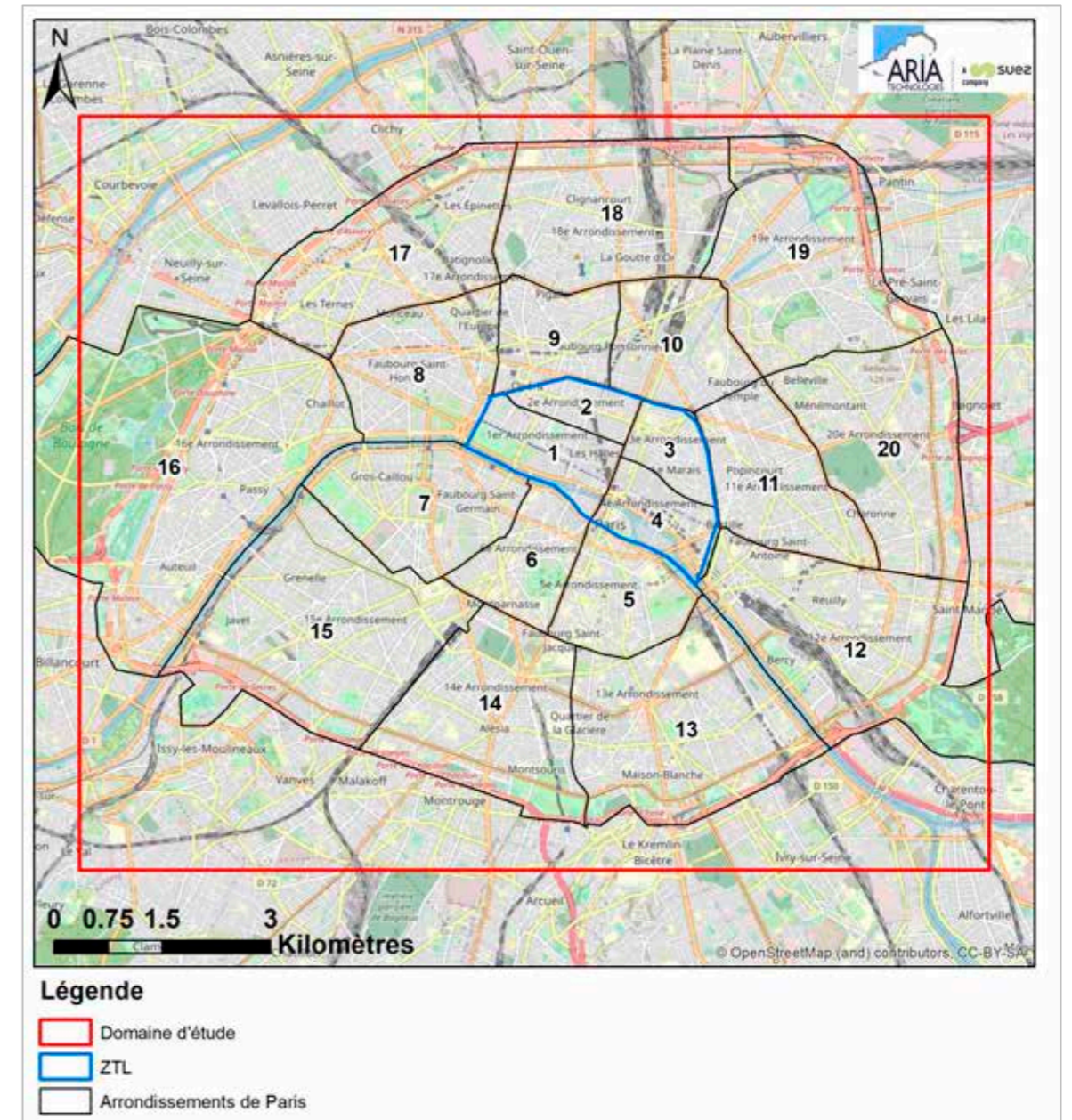
2.2 POPULATION

2.2.1 Population générale

2.2.1.1 Recensement de la population

La Figure 2 présente les différents arrondissements dans Paris. La ZTL concerne les arrondissements 1 à 4.

Figure 2 : Contour des arrondissements de Paris



Le Tableau 1 présente l'évolution de la population par arrondissement compris dans la ZTL et pour Paris. Le Tableau 2 présente les données de population par catégorie d'âge en 2019 pour Paris.

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)

Libellé géographique	Population en 1990	Population en 1999	Population en 2010	Population en 2019
Paris 1 ^{er}	18 360	16 888	17 308	15 917
Paris 2 ^{ème}	20 738	19 585	23 009	21 595
Paris 3 ^{ème}	35 102	34 248	35 652	34 025
Paris 4 ^{ème}	32 226	30 675	28 012	29 131
Tout Paris	2 152 423	2 125 246	2 243 833	2 165 423

Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)

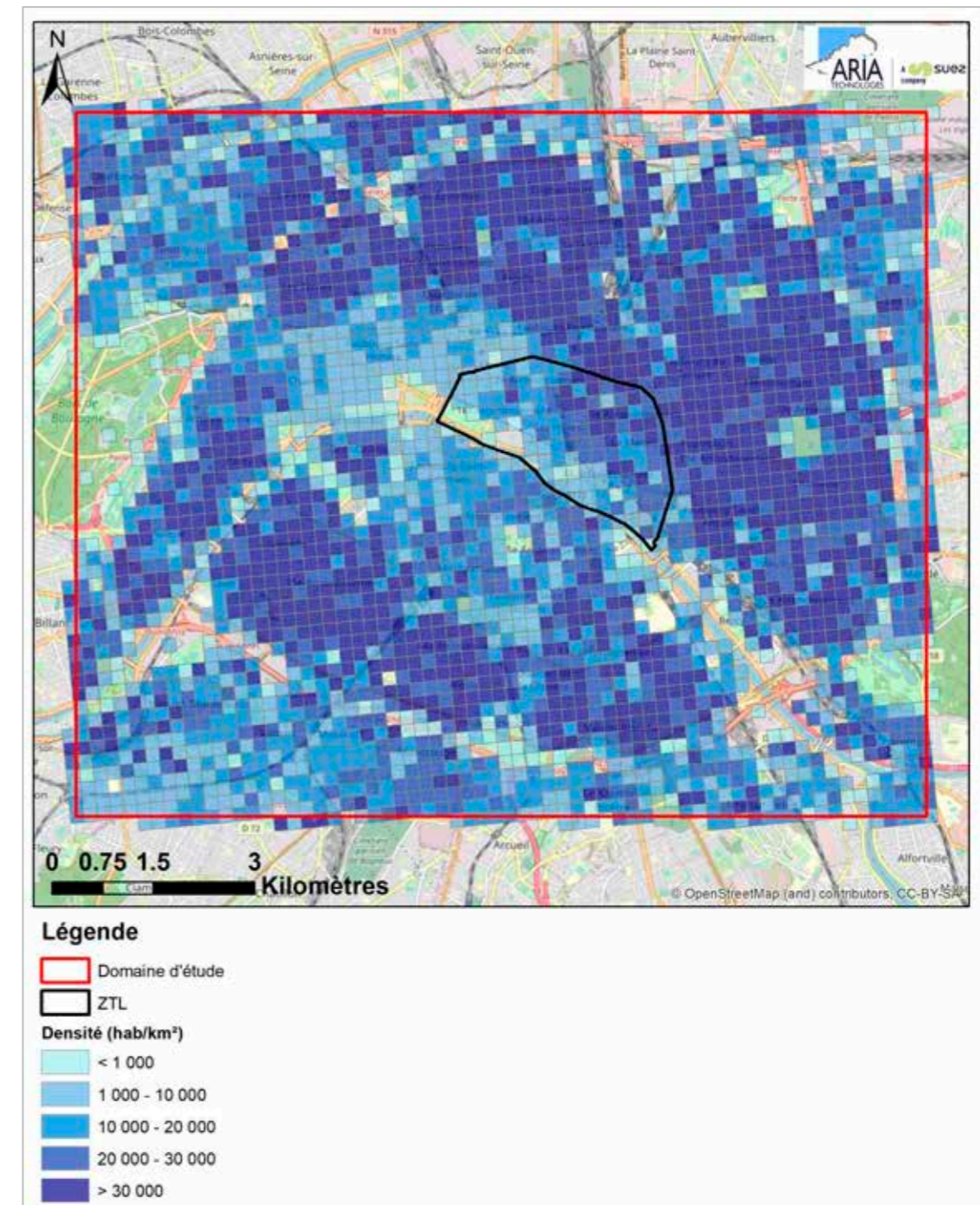
Commune	Population	Pop 0-14 ans	Pop 15-29	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75-89 ans	Pop 90 ans ou plus
Tout Paris	2 165 423	294 159	515 364	475 118	400 825	309 792	144 907	25 257

2.2.1.2 Densité de population

Les données spatialisées de population proviennent des données INSEE (année 2017, la plus récente disponible au moment de la rédaction du document). La Figure 3 présente la densité de population sur le domaine d'étude.

La densité de population sur le domaine d'étude est très largement supérieure à 10 000 hab/km² à différents endroits, en particulier sur les 3/4 de la zone du projet au Nord de la Seine. A contrario elle est inférieure à 10 000 hab/km² le long des frontières ouest et sud de la zone du projet.

Figure 3 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté



2.2.2 Populations vulnérables

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

- enfants/adolescents : crèches, écoles, collèges et lycées ;
- personnes âgées : maisons de retraite ;
- personnes malades : hôpitaux et cliniques ;
- sportifs : stades, centres sportifs, terrains de sport extérieurs.

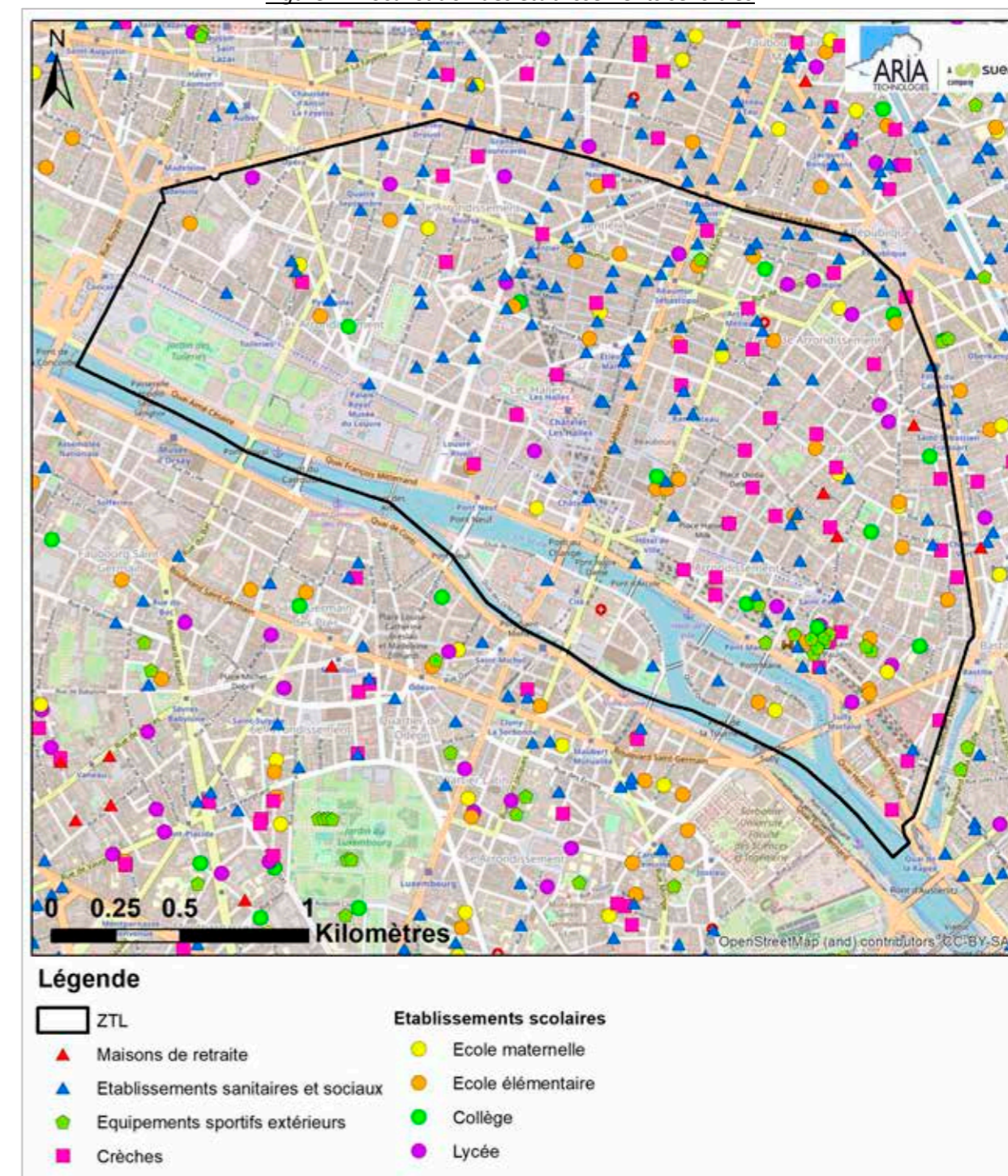
Les sites sensibles présents dans le périmètre de la ZTL sont recensés, on dénombre :

- 42 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : <https://lescreches.fr>) ;
- 69 écoles maternelles et primaires, collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>) ;
- 102 établissements sanitaires et sociaux et 3 maisons de retraite (Source : FINES¹) ;
- 12 équipements sportifs extérieurs (source : <http://www.res.sports.gouv.fr/>).

La Figure 4 localise ces établissements sensibles.

¹ Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux.

Figure 4 : Localisation des établissements sensibles



2.3 TRAFIC MODELISE POUR LES SITUATIONS INITIALE ET FUTURES

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios ont été modélisés :

- la situation initiale.;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL.

La modélisation de la qualité de l'air nécessite de disposer de modélisations du trafic pour ces trois mêmes scénarios. La donnée d'entrée requise par le modèle de simulation de la qualité de l'air est le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) pour chacun des brins du réseau routier modélisé, également pris en compte par le modèle de qualité de l'air.

Les données concernant le trafic lié au projet proviennent de l'étude de trafic réalisée par la société AIMSUN². Le cas de base étudié par AIMSUN a été utilisé pour représenter le trafic de la situation initiale. Les données de trafic calculées par AIMSUN pour la situation Fil de l'Eau et avec Projet ZTL ont été utilisées pour les situations futures.

Les données de trafic nous ont été fournies par AIMSUN en heure de pointe du matin (HPM) et heure de pointe du soir (HPS).

Ces données ont été converties en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) selon la formule suivante :

$$\text{TMJA} = (\text{HPM} + \text{HPS}) * 10$$

Le ratio de conversion a été déterminé suite à une analyse des données de comptages routiers permanents réalisés sur les grands axes routiers de la région parisienne et disponibles sur le site Opendata de la Ville de Paris³.

Les Figure 5 à Figure 7 présentent les données de trafic modélisé en TMJA pour la situation initiale, pour la situation future au fil de l'eau et pour la situation future avec le projet.

² « Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL Rive Droite » - 15 Juin 2022 – Scénario 1 - AIMSUN

³ <https://opendata.paris.fr/explore/dataset/comptages-routiers-permanents/information/>

Figure 5 : trafic pour la situation initiale

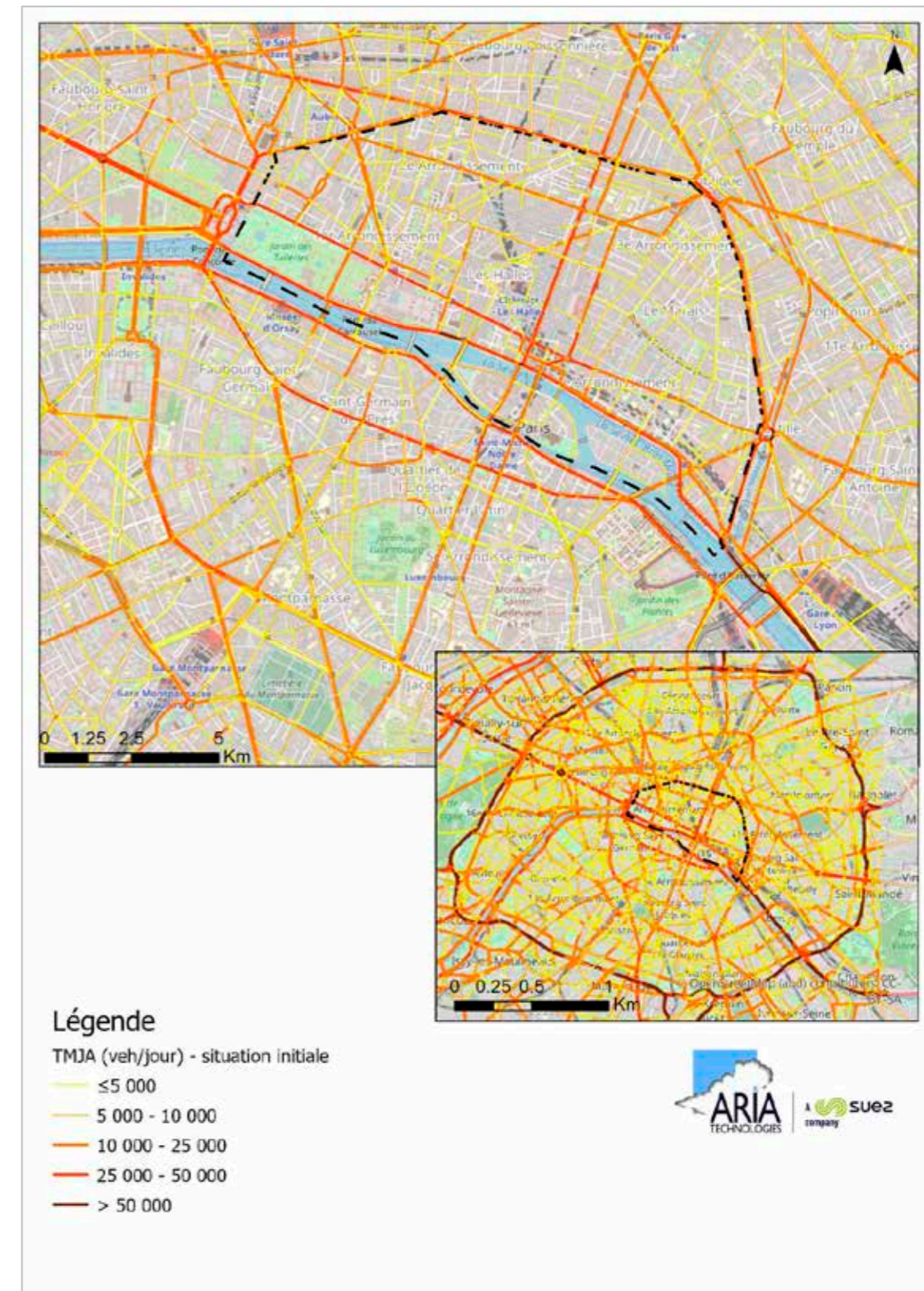
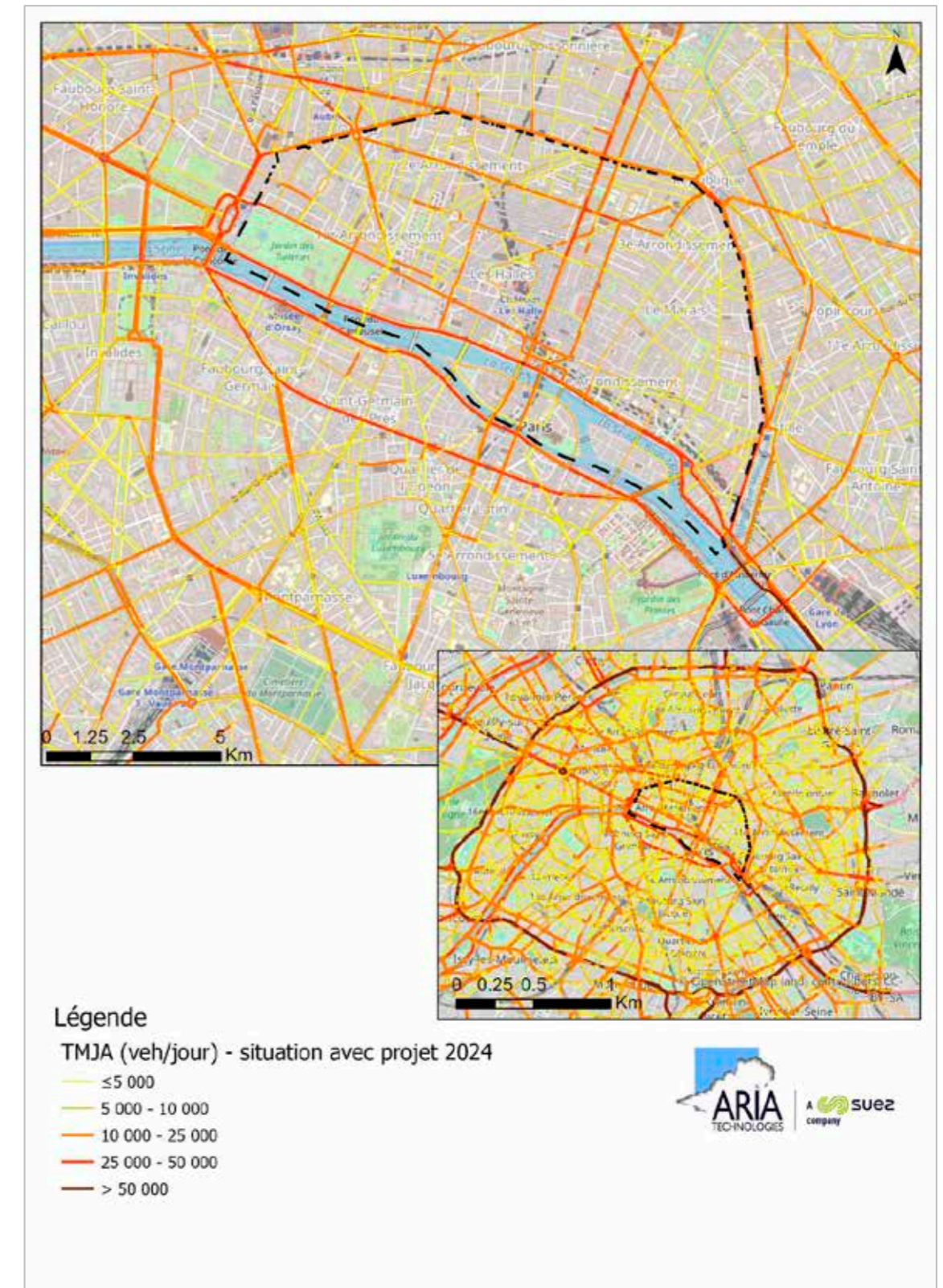


Figure 6 : trafic pour la situation « fil de l'eau » 2024



Figure 7 : trafic pour la situation avec projet 2024



2.4 DEFINITION DU DOMAINE D'ETUDE ET DE LA BANDE D'ETUDE

Conformément à l'annexe de la note technique du 22 février 2019, le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet. On distingue deux cas de figure :

- pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre la situation fil de l'eau et la situation avec projet au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou en négatif.
- pour les trafics inférieurs à 5 000 véh/j : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic la situation fil de l'eau et la situation avec projet au même horizon est supérieure à 500 véh/j, en positif ou en négatif.

La bande d'étude est définie autour de chaque voie affectée significativement par le projet. Cette bande d'étude varie selon le type de pollution étudié :

- **pour la pollution particulaire** (métaux lourds, ...), la largeur de la bande d'étude est prise égale à 100 m, quel que soit le trafic de part et d'autre de l'axe considéré.
- **pour la pollution gazeuse**, la largeur minimale de la bande d'étude est définie dans le Tableau 3.

Tableau 3 : critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude

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

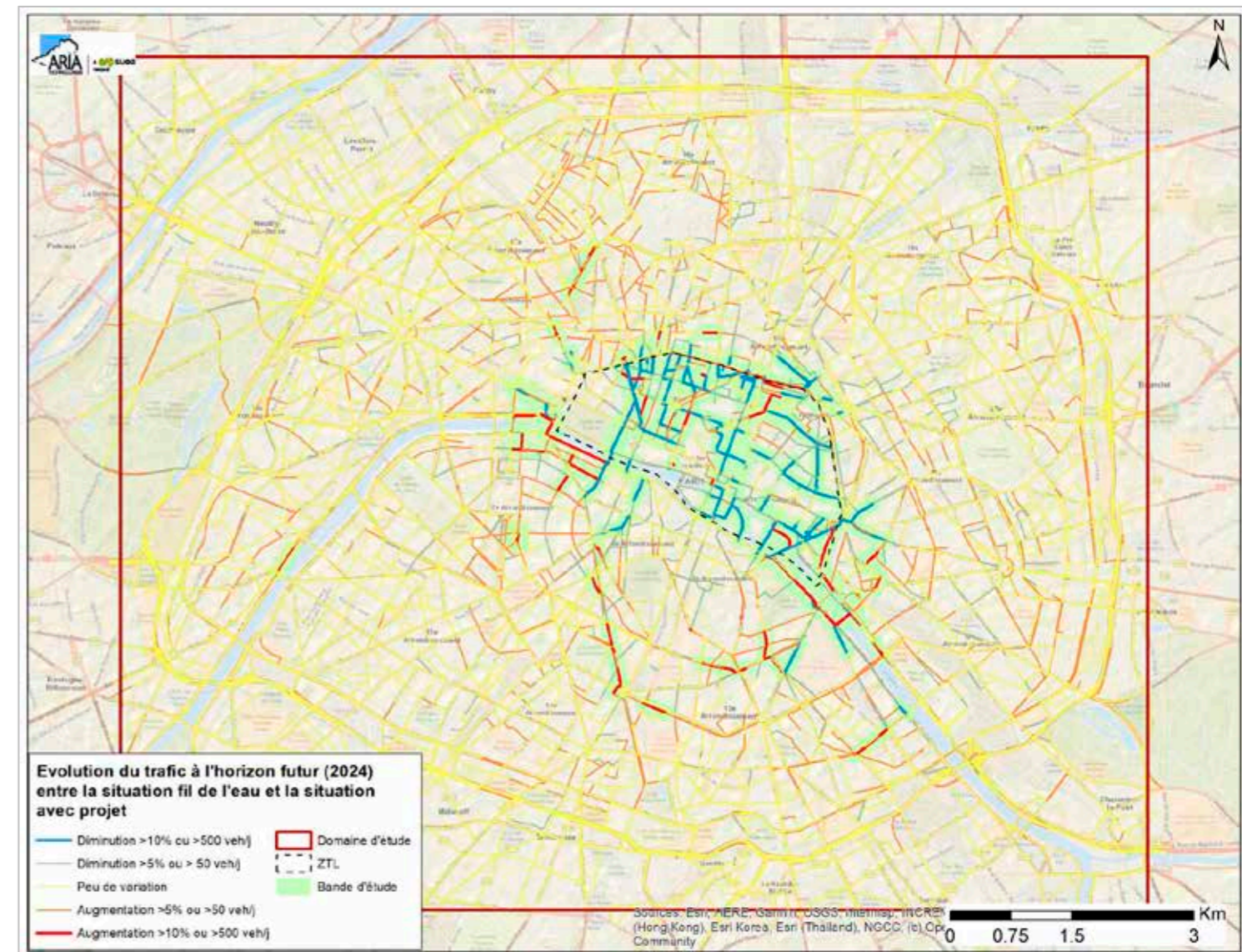
Les critères pour la pollution gazeuse étant plus pénalisants, nous retiendrons cette approche pour déterminer la largeur de la bande d'étude.

Comme le montre la Figure 8 qui présente les variations du trafic à l'horizon 2024 entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau, plusieurs voies sont impactées significativement par le projet de ZTL. Les voies en bleues sur la Figure 8 correspondent aux voies subissant une diminution du trafic, et les voies en rouge correspondent aux voies de report du trafic.

Le domaine d'étude retenu (rectangle rouge sur la Figure 8) correspond à un rectangle de 13 km par 11 km de côté intégrant :

- L'ensemble des voies influencées par le projet dont les variations de trafic avec et sans projet à l'horizon 2024 sont supérieures à 10% ou 500 veh/jour selon le volume de trafic ;
- Les voies sur lesquelles le trafic est important dont le boulevard périphérique ;
- Les autres voies permettant de garder une continuité des tronçons retenus ;
- Les bandes d'étude définie autour des voies subissant une augmentation ou une diminution de trafic de plus de 10%.

Figure 8 : domaine d'étude et bandes d'étude



2.5 NIVEAU D'ETUDE RETENU

2.5.1 Rappel des recommandations du guide du Cerema pour les infrastructures routières

Le guide méthodologique du Cerema⁴ du 22 février 2019 relatif au volet « air et santé » des études d'impact routières, définit les niveaux d'étude à appliquer pour les études « Air et Santé ». Ce niveau d'étude est défini à l'aide de trois critères : la charge prévisionnelle de trafic en véh/jour, la densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet, et la longueur du projet.

Tableau 4 : définition des niveaux d'étude "Loi sur l'air"

Densité de population dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Bâti avec densité ≥ 10 000 hbts/km ²	I	I	II	II si L > 5km III si L ≤ 5km
Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L > 25km III si L ≤ 25km
Bâti avec densité ≤ 2 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L > 50km III si L ≤ 50km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

L'analyse des données de trafic en Trafic Moyen Journaliers (cf. paragraphe 2.3) montre que, à l'horizon futur 2024, le trafic est supérieur à 25 000 véh/j sur de nombreux axes de la zone d'étude. De plus, la densité de population supérieure à 10 000 hab/km² dans la ZTL (cf. paragraphe 2.2.1.2) impose **une étude réglementaire de niveau I** conformément au Tableau 4.

La Figure 9 présente le tableau 8 du guide méthodologique du Cerema synthétisant pour chaque niveau d'étude (cf. Tableau 4) le contenu attendu de l'étude d'impact pour le projet considéré. La Figure 10 présente la liste des polluants à prendre en compte en fonction du niveau d'étude (tableau 6 du guide méthodologique du Cerema).

Figure 9 : synthèse du contenu attendu de l'étude du projet considéré (source : Cerema, 2019)

⁴ « Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières », Cerema, 22/02/2019



	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
Analyse bibliographique	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
Mesures effectuées à l'état actuel	Qualification par des mesures in situ (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures in situ (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
Estimation des émissions	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
Estimation des concentrations	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO ₂ (et les éventuellement les PM ₁₀ si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
Évolution de l'exposition de la population à la pollution	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO ₂		-	-
Effets de la pollution de l'air sur la santé	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
Analyse des coûts collectifs et avantages induits	Traitée dans le volet socio-économique			
Analyse des impacts en phase chantier	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Mesures d'évitement, d réduction des impacts	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			

Pour rappel, sont exclues du périmètre de cette note, les émissions de GES⁵¹, la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].

Figure 10 : liste des polluants à considérer en fonction du niveau d'étude (source : Cerema, 2019)

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NOx) Particules (PM ₁₀ , PM _{2,5}) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO ₂) Arsenic Nickel Benzo[a]pyrène		
	Les polluants spécifiques à l'ERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus	PM_{10}, PM_{2,5} Dioxyde d'azote
Effets chroniques			PM ₁₀ , PM _{2,5} Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale		Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

2.5.2 Contenu de l'étude Air et Santé pour le projet ZTL

Conformément à la note technique interministérielle TRET1833075N 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, l'étude « Air et Santé » de niveau I comprendra pour le projet de ZTL:

- le bilan initial de la qualité de l'air : cette étape a déjà fait l'objet d'un rapport (chapitre 4 du rapport ARIA/22.054V4 de janvier 2023) ;
- l'estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude pour trois situations (initiale, horizon 2024 Fil de l'eau, horizon 2024 avec projet) ;
- l'estimation des concentrations dans la zone d'étude (qui intègre tout Paris), pour les trois situations ;
- la comparaison des situations sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié (IPP Indice Pollution - Population) ;
- l'évaluation des risques sanitaires au niveau des lieux recevant des populations vulnérables et des habitations existantes situées à proximité du projet.

Pour la situation initiale, les données les plus pertinentes possibles disponibles au lancement de l'étude ont été utilisées⁵. Elles sont relatives à plusieurs années entre 2017 (cas de base AIMSUN pour le trafic) et 2019-2021 (météorologie). La situation initiale correspond donc à une année représentative de la période récente pré-Covid, avant la mise en œuvre du projet.

Pour les situations futures, les trafics calculés par AIMSUN à l'horizon 2025 pour la situation Fil de l'Eau et avec Projet ZTL sont utilisés.

Toutes les données d'entrée nécessaires aux calculs sont explicitées dans les parties qui suivent.

Les indicateurs calculés pour le scénario avec Projet ZTL sont comparés avec la situation initiale, et avec la situation Fil de l'Eau, proche dans le temps de la situation actuelle.

⁵ Au lancement de l'étude début 2022, le caractère normal ou pas de l'année à venir n'était pas établi.

3 ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER

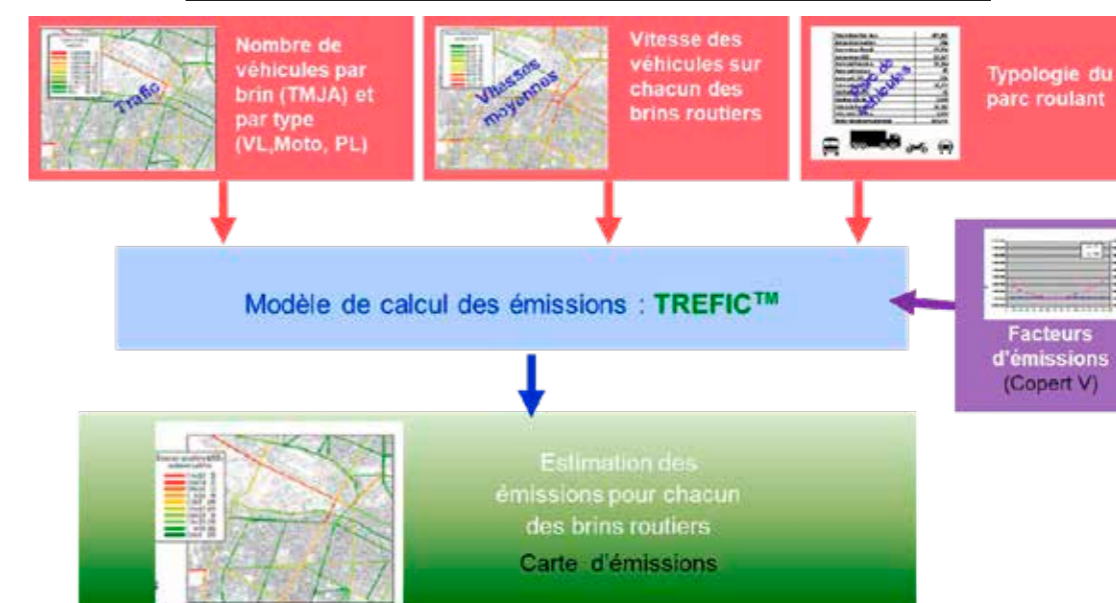
3.1 METHODOLOGIE

La méthodologie repose sur la mise en œuvre du logiciel TREFIC™ appliqué aux données de trafic fournis par le client. Le logiciel TREFIC™ (TRaffic Emission Factors Improved Calculation) s'appuie sur la **méthodologie européenne la plus récente COPERT V**.

Comme le montre la Figure 11, elle s'appuie sur les données suivantes :

- le volume de trafic : il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ;
- les vitesses moyennes des véhicules ;
- le parc automobile ;
- les facteurs d'émissions.

Figure 11 : diagramme méthodologique pour le calcul des émissions



3.2 DONNEES D'ENTREE

3.2.1 Données de trafic

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios sont modélisés :

- la situation initiale ;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL.

Les flux de trafic automobile journalier (en véhicules/jour) pour la situation initiale, la situation future 2024 au fil de l'eau et la situation future 2024 avec projet ont été présentés au paragraphe 2.3.

La Figure 8 montre les voies où le trafic évolue de manière significative suite à la mise en place du projet. Les voies en bleu sur la Figure 8 correspondent aux voies subissant une diminution du trafic, et les voies en rouge correspondent aux voies de report du trafic.

On constate qu'une majorité des voies au sein de la ZTL subissent une diminution significative (>10%) du trafic à l'horizon 2024. A l'extérieur de la ZTL, on constate plusieurs zones de report du trafic, principalement situées au sud du périmètre de la ZTL : quai Anatole France, quai Saint Bernard, boulevard Raspail, etc.

3.2.2 Vitesse des véhicules sur les brins

Pour la situation initiale :

De jour, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 35,5 km/h sur le Bd Périphérique et 14,1 km/h pour les autres axes urbains (vitesse moyenne de circulation en 2017 calculée sur la moyenne annuelle des jours ouvrables pour la tranche 7h/21h, source : Ville de Paris⁶).

De nuit, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 70 km/h sur le Bd Périphérique, correspondant à la vitesse maximale autorisée, et 25 km/h pour les autres axes urbains, correspondant à la vitesse moyenne en condition fluide.

Pour les situations futures :

De jour, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 34,5 km/h sur le Bd Périphérique et 12,3 km/h pour les autres axes urbains (vitesse moyenne de circulation observée sur la période récente⁷ calculée sur la moyenne annuelle des jours ouvrables pour la tranche 7h/21h, source : Ville de Paris⁸).

De nuit, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 70 km/h sur le Bd Périphérique, correspondant à la vitesse maximale autorisée, et 25 km/h pour les autres axes urbains, correspondant à la vitesse moyenne en condition fluide.

3.2.3 Répartition par catégories de véhicules

Pour les calculs d'émissions, il est nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile sur chacun des brins. Le modèle de trafic ne fournit pas la composition du parc roulant. La répartition du parc automobile a été déterminée en fonction des principales grandes catégories de véhicules :

- 2 roues (2RM) ;
- véhicules particuliers (VP) ;
- véhicules utilitaires (VUL) ;
- poids lourds (PL) ;
- Taxi ;
- Bus et cars.

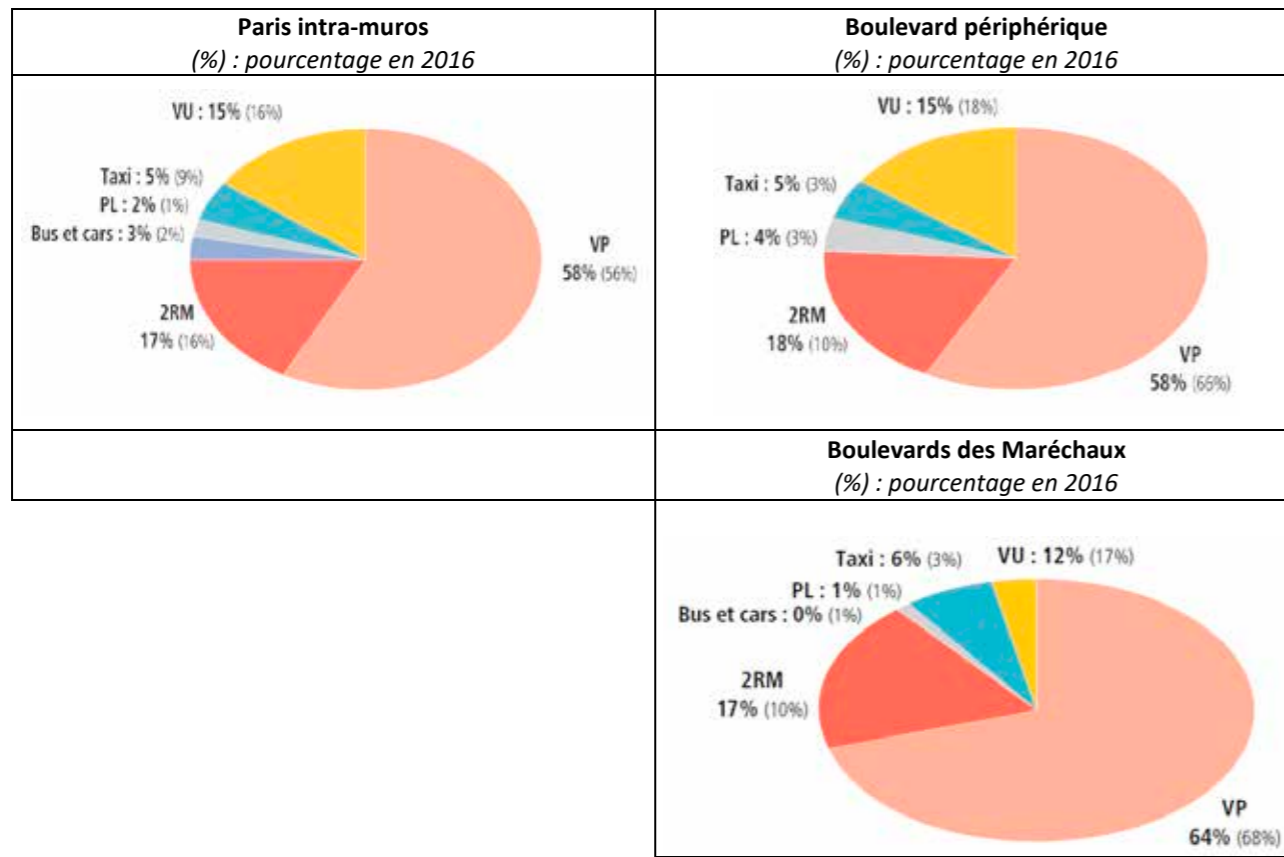
La répartition par grandes catégories de véhicules (VP, VUL, PL, taxi, bus et cars, 2 roues) est celle de l'agglomération parisienne pour l'année 2019⁶ donnée par l'enquête de composition du trafic routier parisien réalisée en novembre 2019, dernière enquête disponible à la date de réalisation de l'étude. Elle est présentée sur la Figure 12.

⁶ « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris », l'observatoire des déplacements à Paris – Mairie de Paris

⁷ Selon les données de l'observatoire des déplacements, la vitesse moyenne observée entre 7 et 21h à Paris est de 12,4 km/h en 2019 et en 2022, de 13,4 km/h en 2020 et de 12,6 km/h en 2021.

⁸ « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris », l'observatoire des déplacements à Paris – Mairie de Paris

Figure 12 : répartition par grandes catégories de véhicules dans Paris (source : Mairie de Paris, Direction de la Voirie et des Déplacements)



3.2.4 Parc roulant

Pour la situation initiale, le parc roulant correspond aux données agrégées du parc roulant technologique 2019 selon la nomenclature « CITEPA » pour le boulevard périphérique et Paris intra-muros produites par AIRPARIF (association interdépartementale pour la gestion du réseau automatique de surveillance de la pollution atmosphérique et d'alerte en Région d'Île de France), sur la base de l'enquête plaques réalisée en novembre 2019 par la Ville de Paris. Ces données fournissent la répartition du parc roulant pour tous les types de véhicules (VP, VUL, PL, Bus et Cars, 2RM) par normes et catégories.

A l'horizon futur, le parc 2019 a été projeté à l'horizon 2024 en appliquant au parc parisien les évolutions projetées par le CITEPA entre 2019 et 2024.

Le scénario utilisé par le CITEPA est le scénario "Avec Mesures Existantes". Ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées avant le 1^{er} juillet 2016.

De plus, le parc est adapté au parc roulant de la Zone à Faibles Emissions (ZFE) métropolitaine, en appliquant les restrictions sur Paris intramuros, sur le boulevard périphérique et l'extra-périphérique, suivant les classifications Crit'Air définies dans l'arrêté du 28/06/2016. Ainsi, le parc roulant a été corrigé pour prendre en compte l'interdiction des véhicules de classes Crit'Air 5, 4 et non classés (selon les arrêtés successifs du 14/01/2017, du 25/06/2019 et du 28/05/2021 signés conjointement par la Maire de Paris et le Préfet de Police de Paris). Les véhicules de ces classes sont basculés sur la classe

Crit'Air 1. Les autres restrictions prévues dans les années futures mais non réglementées à ce jour n'ont pas été prises en compte pour les scénarios futurs, ce qui constitue une hypothèse majorante.

3.2.5 Facteurs d'émissions

On appelle "facteur d'émission" les quantités de polluants en g/km rejetées par un véhicule. Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

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

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne (UE) c'est-à-dire ceux du programme COPERT 5. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est par ailleurs préconisée par le Cerema pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

Pour les scénarios étudiés, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicule et leur introduction dans le parc. Les données concernant les véhicules sont des paramètres d'entrée liés à la répartition du parc roulant prise en compte. La distribution du parc et des classes de vitesse a été réalisée de manière à être compatible avec les données du programme de calcul d'émissions COPERT 5.

Pour chacun des parcs, les facteurs d'émissions sont déduits par interpolation linéaire sur les vitesses à partir des émissions calculées pour certaines vitesses à partir des formules polynomiales du programme COPERT 5.

Les émissions de poussières (PM10, PM2.5) prennent en compte :

- Les émissions issues des gaz d'échappement,
- Les émissions liées à l'abrasion mécanique des freins, pneus, route...

3.3 RESULTATS DES EMISSIONS DE POLLUANTS

3.3.1 Tableaux de résultats

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019⁹ sur le volet « air et santé » des études d'impact routières visé par la note technique (NOR TRET1833075N), les polluants étudiés sont ceux demandés pour une étude de niveau I à savoir :

- les oxydes d'azote (NOx) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- les composés organiques volatils non méthanique (COVNM) ;
- le benzène (C₆H₆) ;
- le 1,3-butadiène.
- les particules PM_{2,5} et PM₁₀ ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- trois métaux lourds : l'arsenic (As), le nickel (Ni) et le chrome (Cr) ;

⁹ « Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières », Cerema, 22/02/2019

- les 16 HAPs¹⁰ prioritaires définis par l'US EPA (dont le benzo(a)pyrène).

Le Tableau 5 donne les résultats totaux pour l'ensemble de la zone d'étude. Les Tableau 6 et Tableau 7 donnent respectivement les résultats totaux au sein du périmètre défini par la future ZTL et en dehors de la ZTL.

Tableau 5 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la zone d'étude

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	17769.0	12984.2	13023.3	négligeable (< 1%)
Particules PM2,5	kg/j	984.7	854.2	856.6	négligeable (< 1%)
Particules PM10	kg/j	1516.9	1399.4	1403.2	négligeable (< 1%)
CO	kg/j	24614.9	18827.6	18890.9	négligeable (< 1%)
COVNM	kg/j	4493.8	4661.5	4675.4	négligeable (< 1%)
Benzène	kg/j	242.4	260.1	260.9	négligeable (< 1%)
1,3 butadiène	kg/j	47.0	46.5	46.7	négligeable (< 1%)
SO ₂	kg/j	163.3	167.7	168.2	négligeable (< 1%)
Arsenic	g/j	0.61	0.63	0.63	négligeable (< 1%)
Nickel	g/j	4.69	4.82	4.84	négligeable (< 1%)
Chrome	g/j	12.86	13.21	13.25	négligeable (< 1%)
Benzo(a)pyrène	g/j	24.04	18.53	18.61	négligeable (< 1%)
16HAP eq B(a)P	g/j	45.54	35.43	35.57	négligeable (< 1%)

Tableau 6 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la ZTL

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	625.0	439.6	407.5	-7.3%
Particules PM2,5	kg/j	35.0	30.1	27.9	-7.3%
Particules PM10	kg/j	54.5	49.7	46.1	-7.3%
CO	kg/j	818.6	605.9	561.6	-7.3%
COVNM	kg/j	155.0	159.8	148.1	-7.3%
Benzène	kg/j	8.3	8.9	8.2	-7.3%
1,3 butadiène	kg/j	1.6	1.6	1.5	-7.3%
SO ₂	kg/j	5.6	5.7	5.2	-7.3%
Arsenic	g/j	0.02	0.02	0.02	-7.3%
Nickel	g/j	0.16	0.16	0.15	-7.3%
Chrome	g/j	0.44	0.45	0.41	-7.3%
Benzo(a)pyrène	g/j	0.71	0.52	0.48	-7.3%
16HAP eq B(a)P	g/j	1.35	0.99	0.92	-7.3%

10 Liste des HAP prioritaires définie par l'US EPA : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

Tableau 7 : bilan des émissions en polluants atmosphériques hors ZTL

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	17144.1	12544.6	12615.8	négligeable (< 1%)
Particules PM2,5	kg/j	949.7	824.1	828.7	négligeable (< 1%)
Particules PM10	kg/j	1462.3	1349.7	1357.2	négligeable (< 1%)
CO	kg/j	23796.2	18221.7	18329.3	négligeable (< 1%)
COVNM	kg/j	4338.8	4501.7	4527.2	négligeable (< 1%)
Benzène	kg/j	234.1	251.2	252.7	négligeable (< 1%)
1,3 butadiène	kg/j	45.4	44.9	45.2	négligeable (< 1%)
SO ₂	kg/j	157.7	162.0	163.0	négligeable (< 1%)
Arsenic	g/j	0.6	0.6	0.6	négligeable (< 1%)
Nickel	g/j	4.5	4.7	4.7	négligeable (< 1%)
Chrome	g/j	12.4	12.8	12.8	négligeable (< 1%)
Benzo(a)pyrène	g/j	23.3	18.0	18.1	négligeable (< 1%)
16HAP eq B(a)P	g/j	44.2	34.4	34.7	négligeable (< 1%)

Les diagrammes des Figure 13 à Figure 16 présentent l'évolution des émissions en NOx, particules (PM10 et PM2.5) et benzène entre la situation initiale, la situation future à l'horizon 2024 au fil de l'eau, et la situation future à l'horizon 2024 avec le projet, respectivement sur l'ensemble du domaine d'étude, uniquement au sein du périmètre défini par la future ZTL, et uniquement hors de la ZTL.

Figure 13 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène sur l'ensemble du domaine d'étude

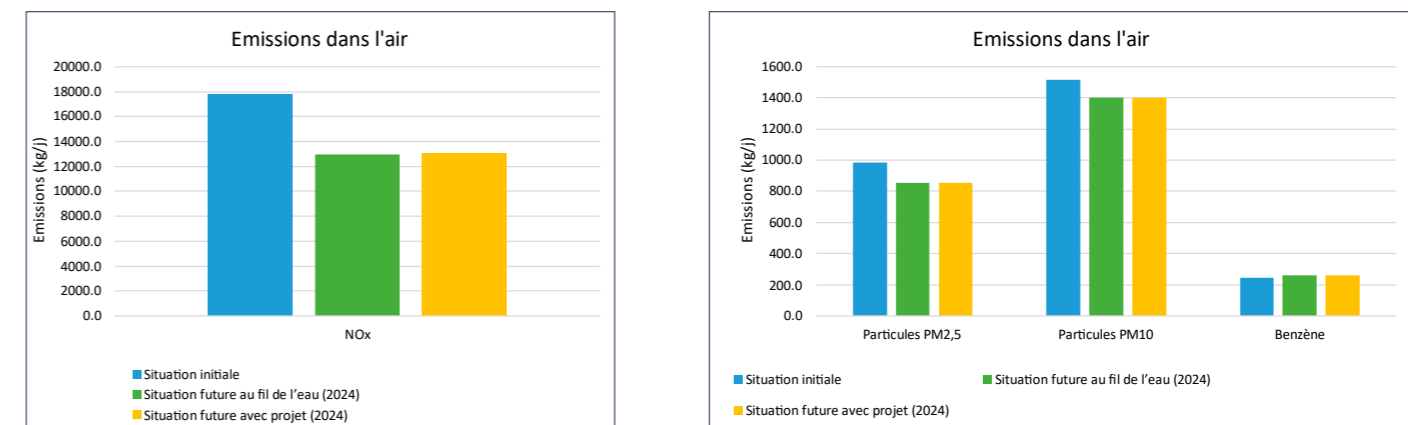


Figure 14 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène sur la ZTL

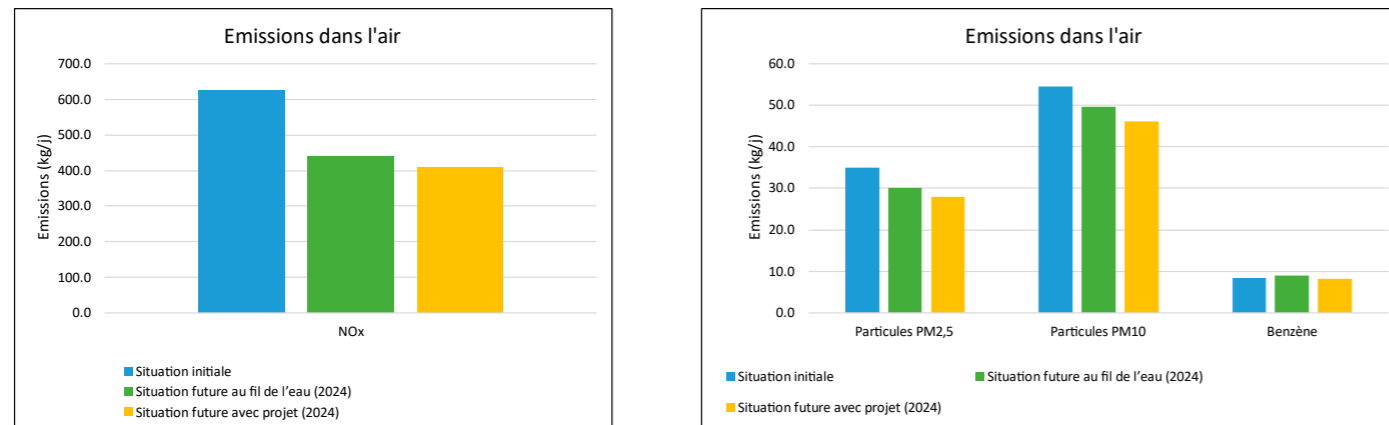
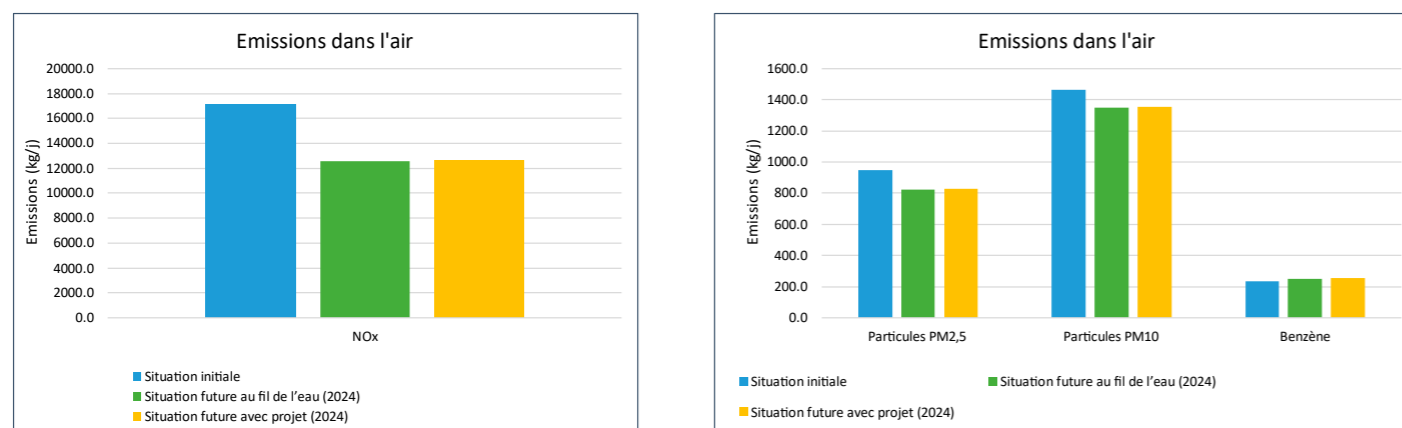


Figure 15 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène hors ZTL



A l'échelle parisienne, entre la situation initiale et la situation future « Fil de l'eau » (2024), on observe une baisse des émissions entre ces deux scénarios. Cette baisse est essentiellement influencée par l'évolution du parc automobile entre 2019 et 2024 et la mise en circulation de véhicules moins polluants, et en particulier l'augmentation de la part des véhicules électriques, ... renforcée par l'interdiction des véhicules Crit'air 4 en 2019 et 2021 dans la Zone à Faibles Emissions (ZFE).

A l'horizon futur 2024, sur l'ensemble du domaine d'étude, les émissions restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet, conformément à la variation du trafic sur le domaine d'étude. Au sein de la ZTL, les émissions diminuent quant à elles de 7,3%, conformément à la variation du trafic sur la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions restent du même ordre de grandeur. **L'impact du projet sur les émissions atmosphériques est donc négligeable en terme de bilan global des émissions sur l'ensemble de la zone d'étude. Au sein même de la ZTL, le projet a un impact positif sur les émissions atmosphériques puisqu'il entraîne une diminution de 7,3% des émissions dues au trafic routier. En dehors de la ZTL, l'impact du projet est négligeable.**

3.3.2 Cartographies

Les cartes qui suivent (Figure 16 à Figure 18) représentent les émissions en NOx pour la situation initiale, et pour les scénarios à l'horizon 2024 (état « fil de l'eau » et état « avec projet »). Pour les représentations graphiques, les NOx ont été retenus comme substance représentative de la pollution routière. La cartographie des NOx est également représentative des autres substances et montre les voies où les émissions sont les plus importantes.

Sur le domaine d'étude, les émissions les plus importantes sont observées sur le boulevard périphérique. Au sein de la ZTL, les émissions les plus importantes sont observées sur les quais, le boulevard de Sébastopol, la rue de Rivoli et sur les boulevards en bordure de la ZTL, en corrélation avec les niveaux de trafic sur ces axes.

La carte de différence d'émission (Figure 19) permet de mieux visualiser l'écart entre le scénario « fil de l'eau » et le scénario avec projet à l'horizon futur 2024. La majorité des voies au sein de la ZTL présente une diminution des émissions supérieure à 10%, conformément à la baisse attendue de trafic sur ces axes.

Parmi les voies présentant les émissions les plus élevées, les plus fortes variations sont observées sur les voies suivantes : quai Anatole France (+15%), le quai Saint Bernard (+25%), Avenue de l'opéra (-25%), Boulevard de Sébastopol (-15%).

Figure 16 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation initiale

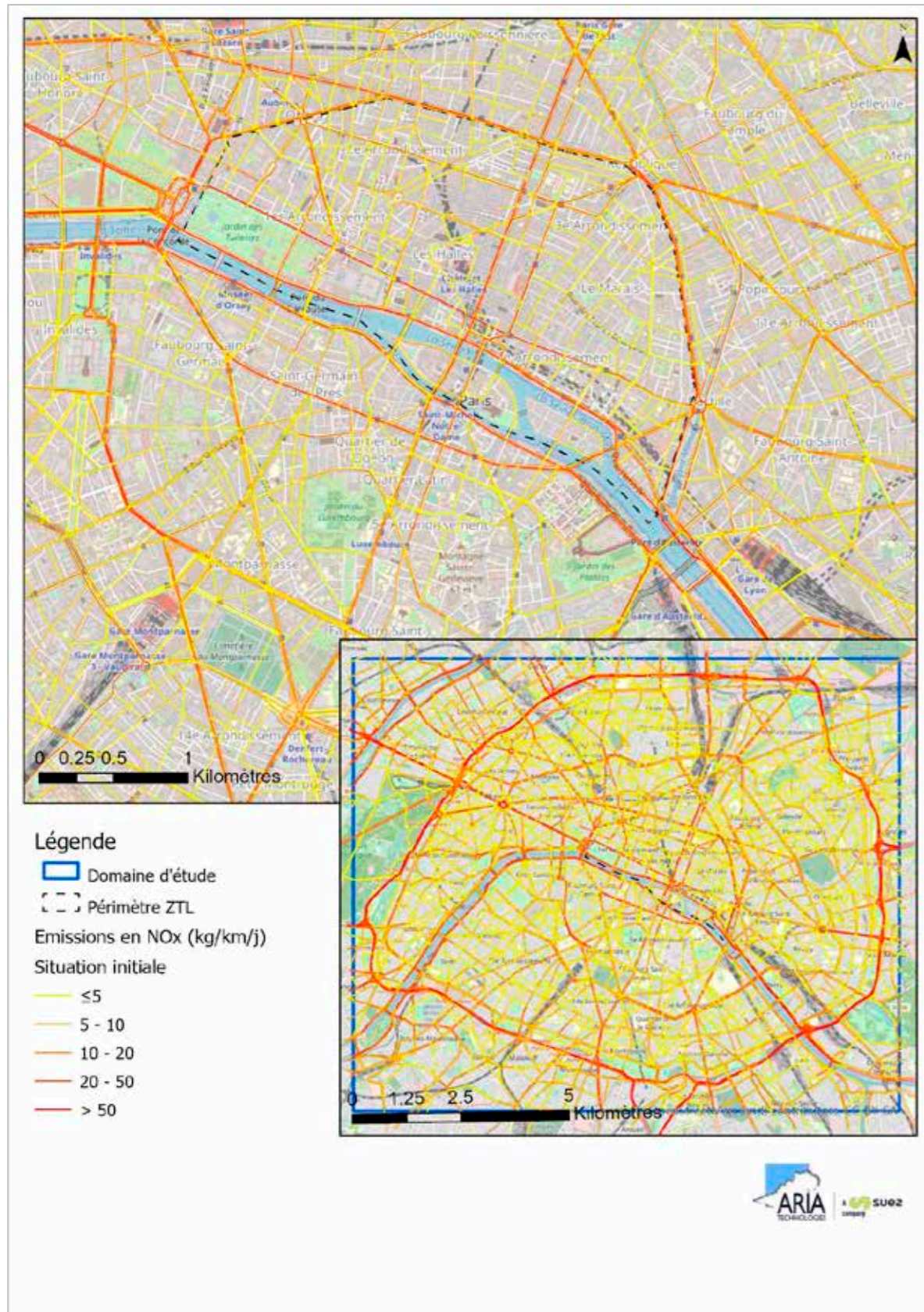


Figure 17 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation « fil de l'eau » (2024)

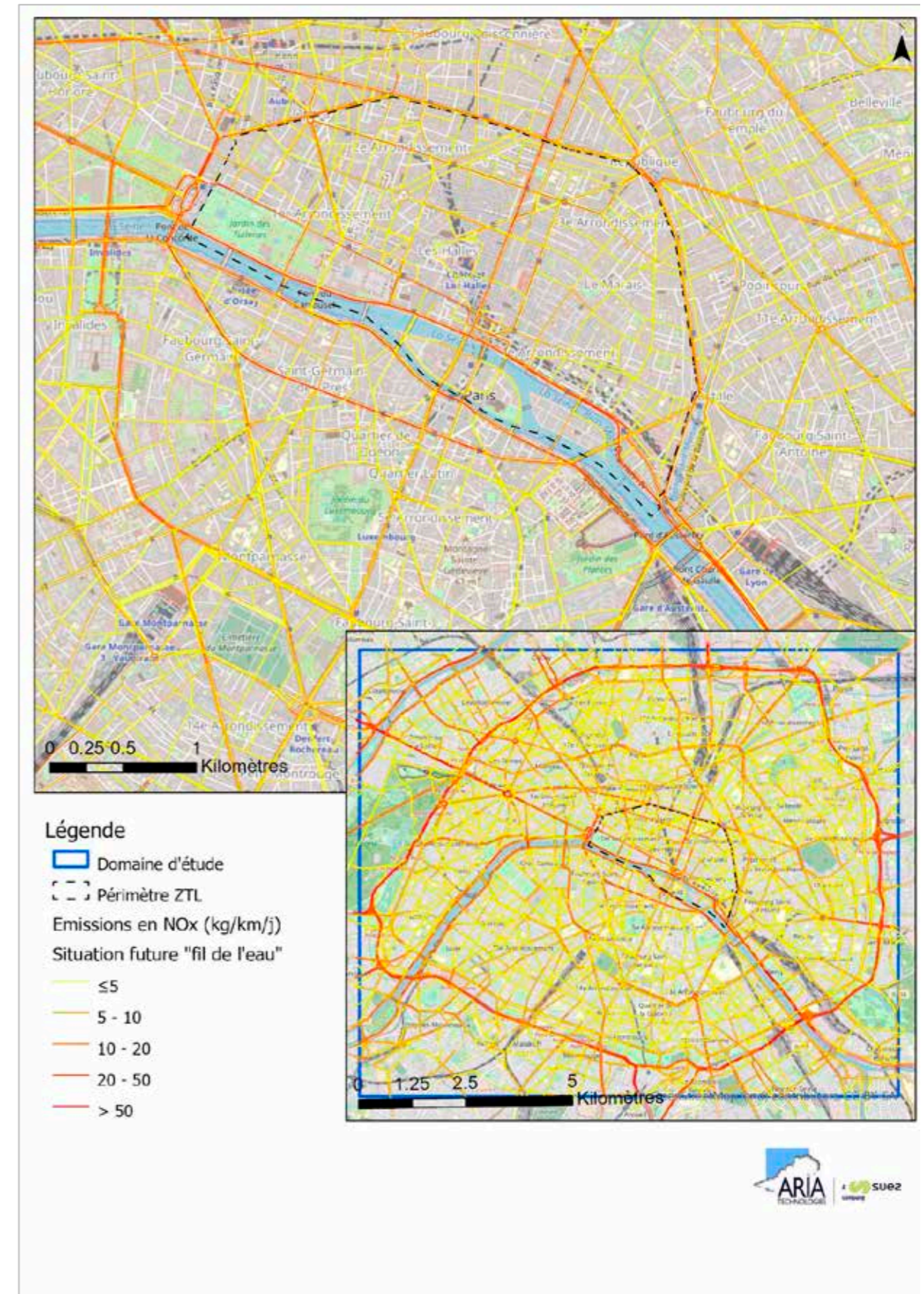


Figure 18 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation avec projet (2024)

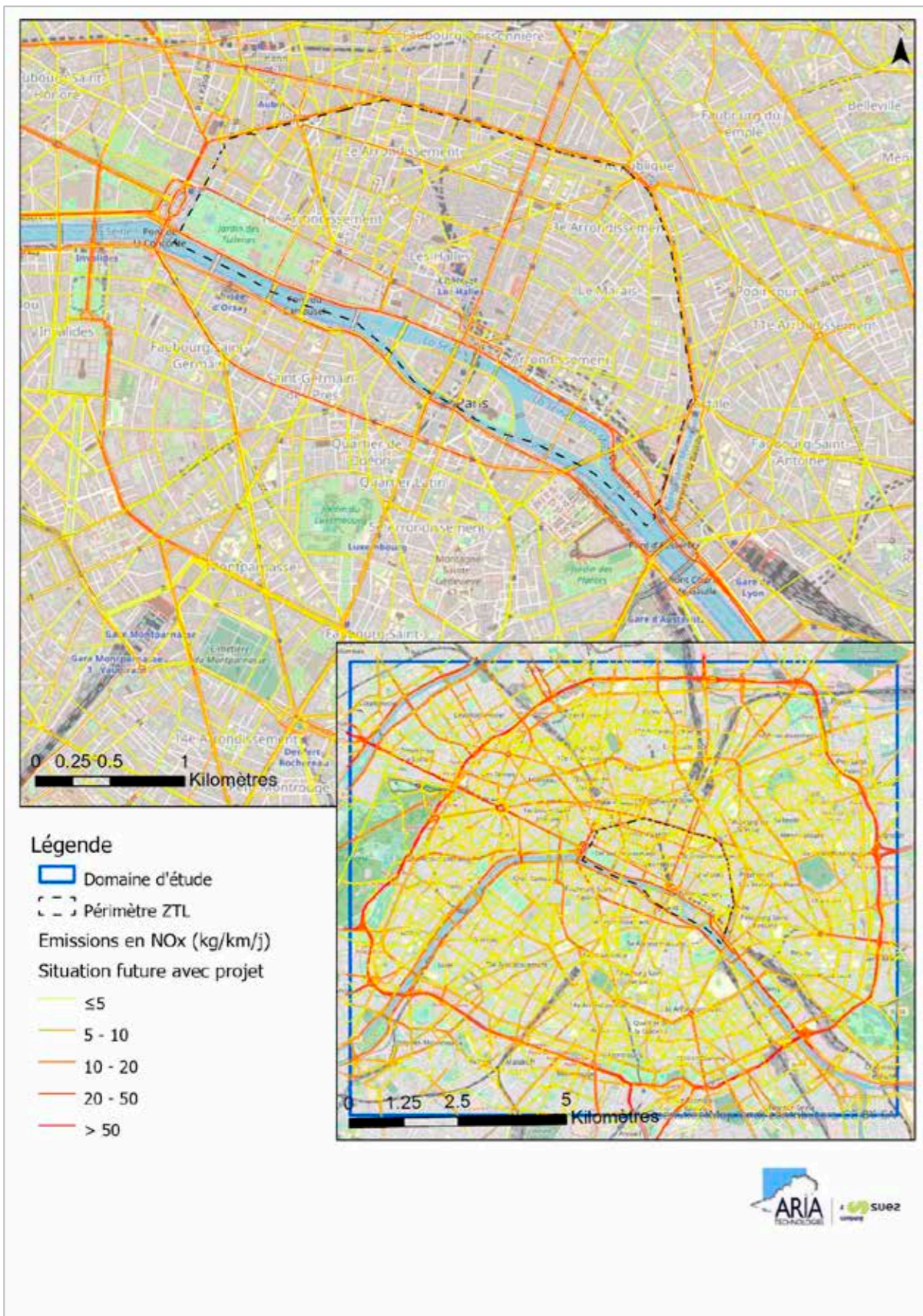
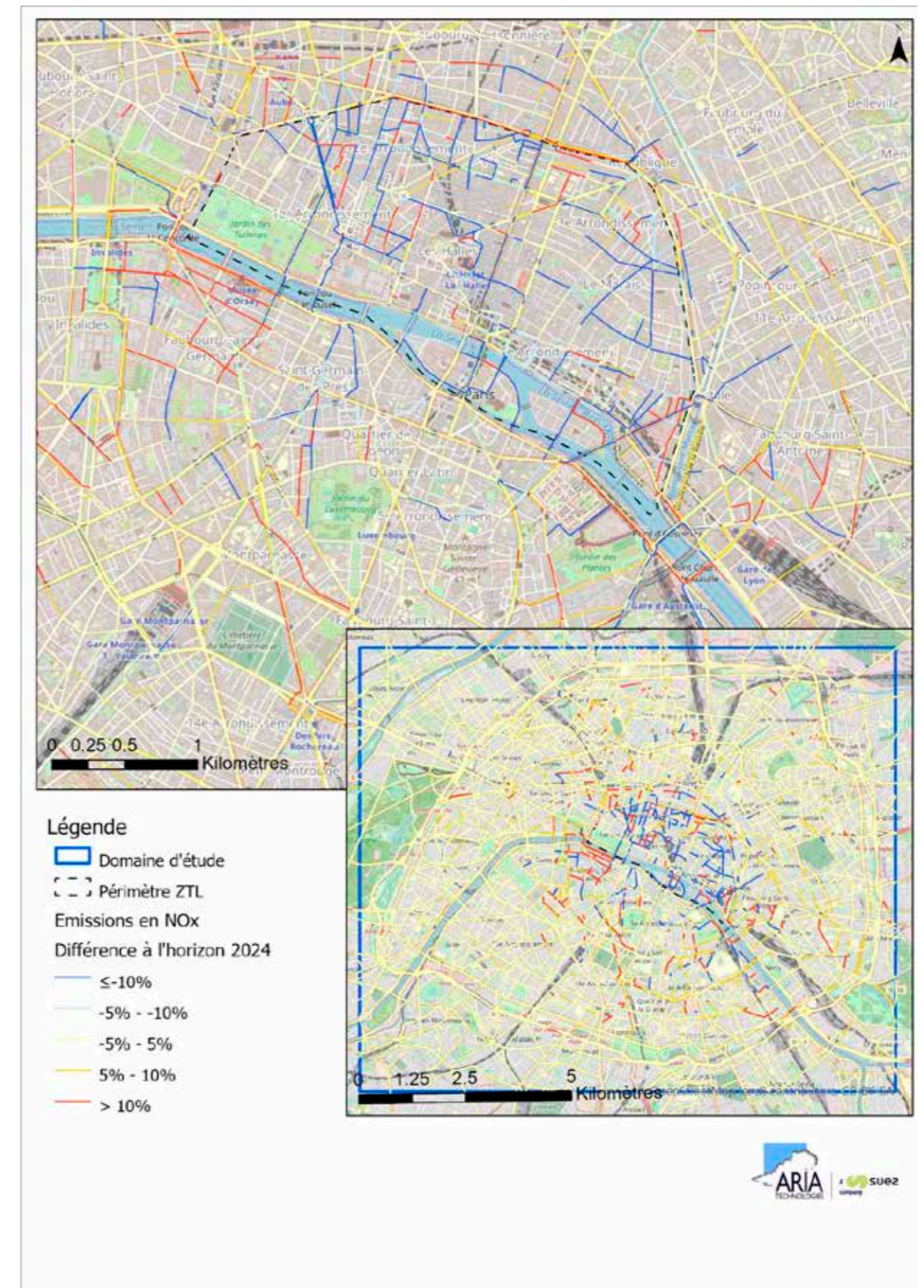


Figure 19 : différence d'émissions en NOx entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau »



Impact du projet sur les émissions :

Les variations d'émissions liées à la mise en place du projet sont conformes aux variations du trafic routier attendues. Les voies subissant une diminution des émissions sont principalement situées au sein de la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions augmentent principalement au sud de celle-ci, conformément aux variations de trafic.

4 IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR

Afin d'étudier l'impact du projet sur la qualité de l'air, des modélisations de la dispersion des polluants atmosphériques ont été réalisées permettant d'estimer les concentrations dans l'air.

4.1 METHODOLOGIE**4.1.1 Modèle de dispersion mis en œuvre pour les simulations**

Pour étudier la dispersion des émissions liées au trafic automobile dans des conditions où la modélisation gaussienne n'est pas suffisante (notamment en présence d'obstacles), le **modèle PMSS** présent dans les logiciels **ARIA Impact 3D** et **ARIA City** a été mis en œuvre. Il est fondé sur des moteurs de calcul lagrangien à vocation généraliste et utilisé dans des applications civiles et militaires. Il est utilisé par plusieurs bureaux d'études en France ainsi que par le CEA-DAM, Thalès, SAIC (Etats-Unis, pour l'armée américaine), l'INERIS et la Ville de Paris. MSS repose sur la mise en œuvre :

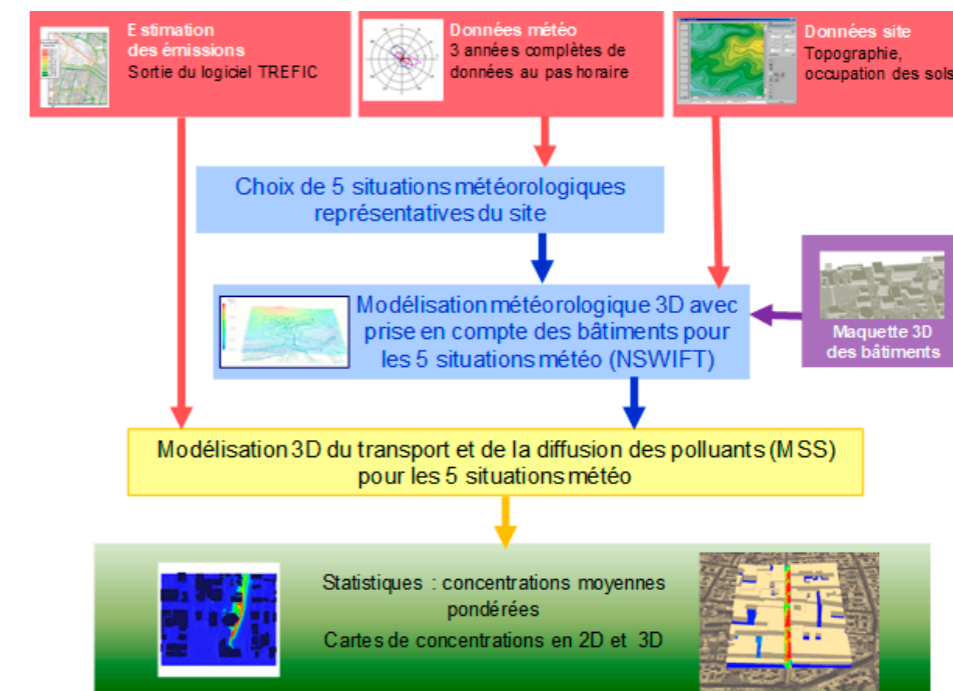
- d'un modèle de calcul de champ de vent en terrain complexe et en présence de bâti (quartier d'une ville ou site industriel) nommé SWIFT ;
- d'un modèle de dispersion : le modèle lagrangien à particules Micro-SPRAY.

PMSS a fait l'objet de nombreuses publications et d'intercomparaisons (cf. Annexe 2).

4.1.2 Présentation de la méthodologie appliquée

La Figure 20 présente la méthodologie mise en œuvre pour déterminer les concentrations dans l'air.

Figure 20 : méthodologie mise en œuvre



4.1.2.1 Etape 1 : modélisation de l'écoulement du vent

Cette étape consiste à modéliser l'écoulement du vent à l'aide du modèle SWIFT sur la zone d'étude pour chaque situation météorologique étudiée.

4.1.2.2 Etape 2 : modélisation de la dispersion des émissions

Cette étape consiste à modéliser la dispersion des polluants atmosphériques avec le modèle MSS, pour chacune des situations météorologiques étudiées.

4.1.2.3 Etape 3 : estimation des concentrations moyennes

Les résultats obtenus pour chaque situation sont ensuite pondérés d'une fréquence représentative de chaque situation afin de calculer les concentrations moyennes. Les concentrations moyennes ainsi calculées sont représentatives d'une concentration moyenne annuelle, et comparables aux valeurs réglementaires de la qualité de l'air.

4.2 DONNEES D'ENTREE POUR LES MODELISATIONS

4.2.1 Météorologie

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont : la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure, la pluviométrie, la stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est pourquoi il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques suffisamment longues et complètes, et représentatives de la climatologie du site.

4.2.1.1 Données météorologiques

Plusieurs paramètres rentrent en ligne de compte pour le choix de la station météorologique la plus représentative de la zone d'étude :

- 1. sa position géographique** : la station retenue doit être la plus proche possible de la zone d'étude et il ne doit pas exister d'obstacle majeur entre la station et la zone d'étude.
- 2. la cadence d'acquisition des données météorologiques** : Météo France possède des stations où les relevés sont faits toutes les heures et d'autres tous les jours. Pour notre étude, nous avons besoin de données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques diurnes. Il est recommandé d'utiliser des bases de données météorologiques comportant des données concernant le vent, la température et la nébulosité toutes les 3 heures pendant plusieurs années. Les stations « journalières » sont donc éliminées.
- 3. la pertinence des données météorologiques.**

Les données météorologiques retenues dans cette étude proviennent des observations Météo-France de la station **Paris-Montsouris** située à environ 4 km au sud du projet de ZTL. Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (une mesure toutes les heures) sur la période du 01/01/2019 au 31/12/2021 (3 années).

4.2.1.2 Analyse météorologique

Toutes les analyses réalisées dans cette partie (roses des vents, température, stabilité atmosphérique) sont effectuées à partir de la base de données météorologiques horaires, ce qui représente au total 26304 échéances météorologiques analysées

4.2.1.2.1 Définitions

Vent calme : les vents calmes sont des vents de vitesse nulle ou inférieure à 0,9 m/s, sans direction associée. Ils ne sont donc pas représentés sur la rose des vents.

Vent faible : les vents faibles sont des vents de vitesse inférieure à 2 m/s.

Classification des vents en fonction de leur vitesse :

Vitesse du vent	Rose des vents
$V < 0,9$ m/s	< 0,9 m/s
$0,9$ m/s $\leq V < 1,5$ m/s	1 m/s
$1,5$ m/s $\leq V < 2,5$ m/s	2 m/s
$2,5$ m/s $\leq V < 6,5$ m/s	3-6 m/s
$6,5$ m/s $\leq V < 12,5$ m/s	7-12 m/s
$V \geq 12,5$ m/s	≥ 13 m/s

4.2.1.2.2 Roses des vents

La rose des vents, en un lieu donné, est la représentation graphique des fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'une fréquence donnée fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de la direction d'où vient le vent. La Figure 21 présente la rose des vents générale pour la station Paris-Montsouris calculée à partir des données horaires sur la période 01/01/2019 au 31/12/2021.

Figure 21 : rose des vents générale 2019-2021 – Station Météo-France Paris-Montsouris

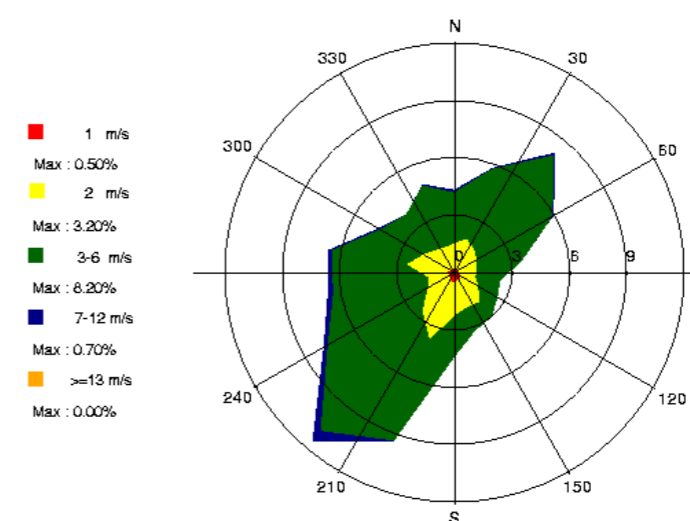


Tableau 8 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent

Classe de vitesse (m/s)	calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[	[0,9 ; 1,5[	[1,5 ; 2,5[	[2,5 ; 6,5[	[6,5 ; 12,5[	[12,5 ; ∞[
Fréquence (%)	1.0%	5.1%	27.3%	64.3%	2.3%	0.0%

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2019 au 31/12/2021), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- les roses des vents montrent trois directions privilégiées :
 - vents de secteur **nord-est** (20,2 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 20° et 60°¹¹),
 - vents de secteur **sud-ouest** (35,4 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 200° et 260°),
 - vents de secteur **ouest/nord-ouest** (20,3 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 280° et 340°).
- sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 3,1 m/s (11,2 km/h) ;
- les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s soit respectivement 10,8 km/h et 21,6 km/h ;
- les vents faibles (de vitesse inférieure ou égale à 2 m/s) représentent 6,1 % des observations dont 1,0 % de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- les vents forts (de vitesse supérieure à 7 m/s) représentent 2,3 % des observations.

4.2.1.2.3 Stabilité atmosphérique

La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Elle est déterminée à partir des données de nébulosité et de vent qui conduisent à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

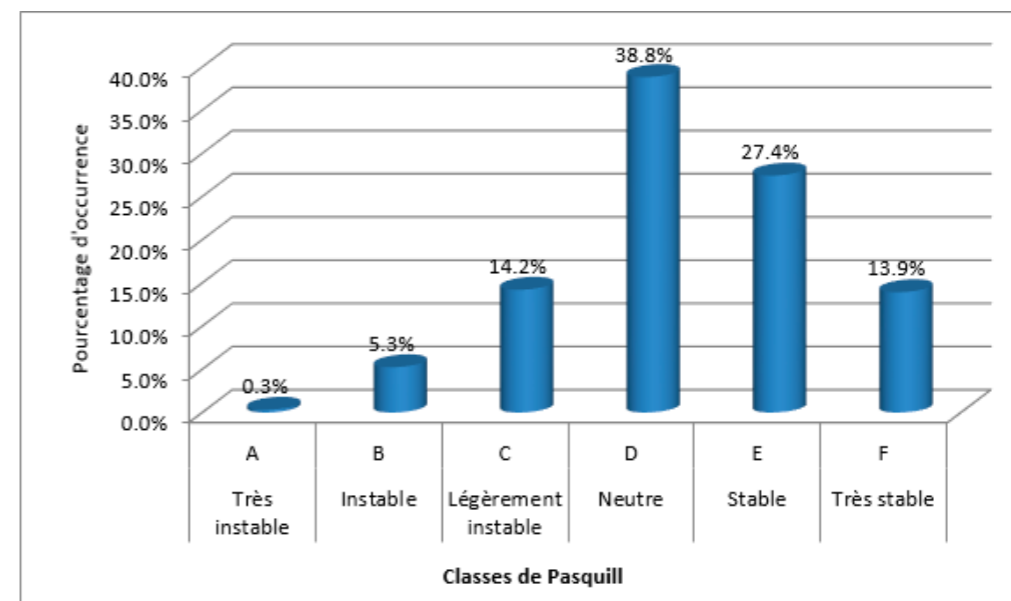
- Classe A : Très instable
- Classe B : Instable
- Classe C : Légèrement instable
- Classe D : Neutre
- Classe E : Stable
- Classe F : Très stable

¹¹ Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

Plus l'atmosphère est stable (catégories E et F), plus les conditions de dispersion sont défavorables. Ces situations freinent le déplacement des masses d'air et se retrouvent principalement par vents faibles et la nuit.

Le diagramme de la Figure 22 présente la répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique. Les conditions de dispersion sont relativement favorables puisque 58,6% des observations présentent une atmosphère instable ou neutre.

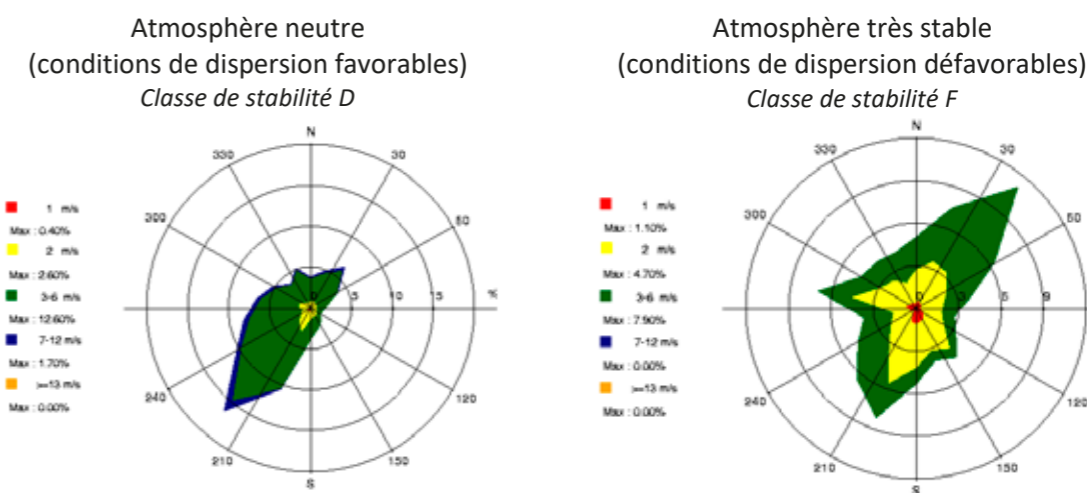
Figure 22 : répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique



Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 2,7 m/s en situation stable (donc pénalisants pour la dispersion des émissions), tandis qu'en atmosphère neutre, la vitesse moyenne est de 3,8 m/s.

Les situations d'atmosphère neutre sont représentées majoritairement par les vents de sud-ouest, tandis qu'en atmosphère très stable (vents défavorables à la dispersion) les vents viennent majoritairement du nord/nord-est avec des vents plus faibles, comme le montre la Figure 23.

Figure 23 : roses des vents par classe de stabilité

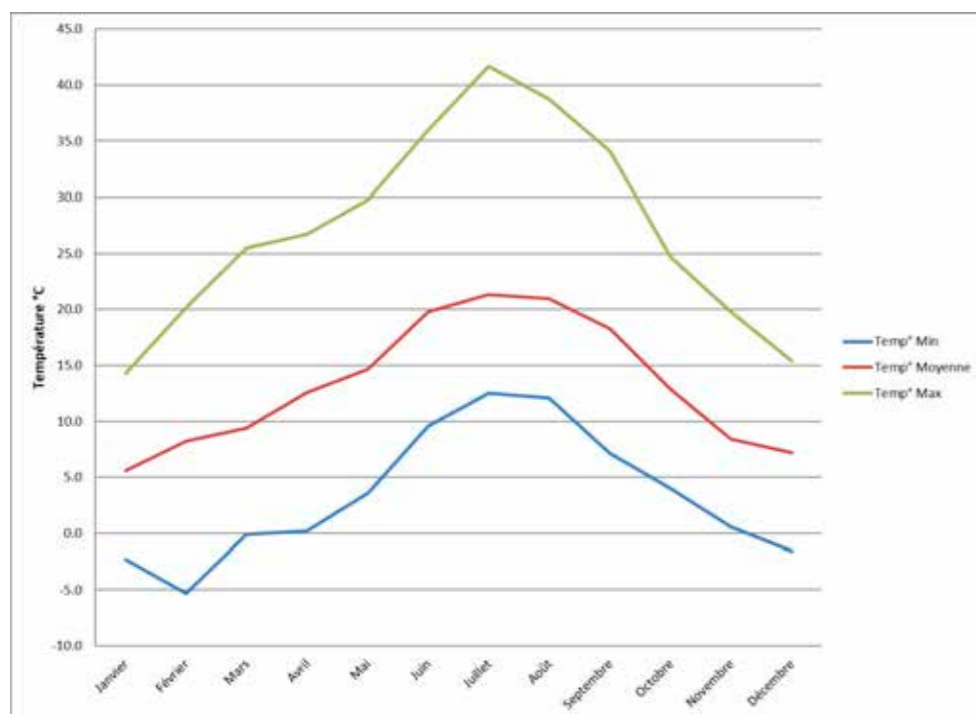


4.2.1.2.4 Température

La température de l'air, autre paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 13,3°C sur les trois années étudiées.

La Figure 24 présente les variations mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur les 3 années étudiées.

Figure 24 : variation de la température sur l'année (période du 01/01/2019 au 31/12/2021)



4.2.1.3 Choix des conditions météorologiques retenues pour les simulations

Les simulations 3D sont réalisées pour plusieurs conditions météorologiques particulières, représentatives de la climatologie du site. Les paramètres météorologiques significatifs pour l'étude de dispersion dans l'atmosphère sont :

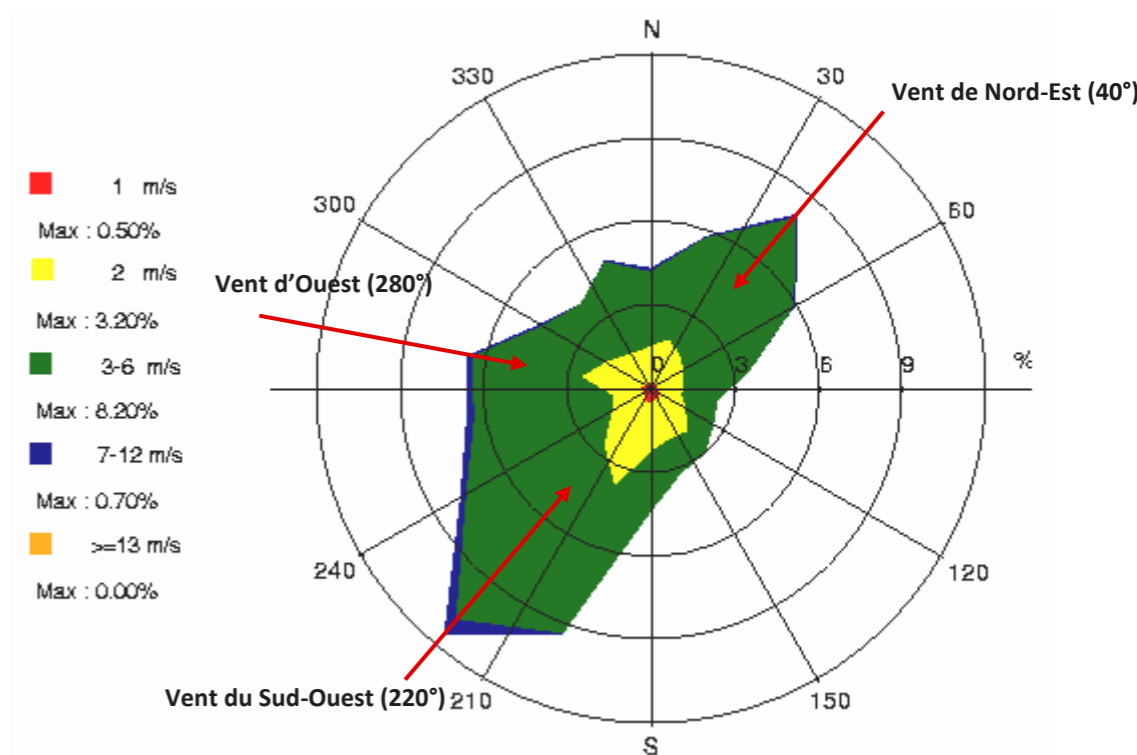
1. la vitesse et la direction du vent,
2. la stabilité atmosphérique.

Le choix des situations météorologiques à retenir pour les modélisations se base sur la rose des vents ainsi que sur les critères suivants :

- Situations favorables pour la dispersion des polluants (vent moyen, atmosphère neutre),
- Situations défavorables à la dispersion des polluants (vents faibles, atmosphère stable),
- Directions du vent majoritaires de la rose des vents.

D'après la rose des vents (cf. Figure 21), trois directions de vent sont dominantes : vents du sud-ouest, vents d'ouest/nord-ouest et vent du nord-est. Nous retiendrons donc ces directions de vent comme illustrées sur la Figure 25.

Figure 25 : directions de vent retenues pour les modélisations 3D



D'après les roses des vents par classe de stabilité (cf. Figure 23), les vents du secteur sud-ouest correspondent principalement à des vents d'atmosphère neutre, avec des vents moyens de 3,8 m/s. Les vents du nord correspondent majoritairement à des vents d'atmosphère très stable, avec des vents moyens de 2,7 m/s.

Nous retiendrons donc les situations météorologiques suivantes :

Tableau 9 : situations météorologiques retenues pour les simulations 3D

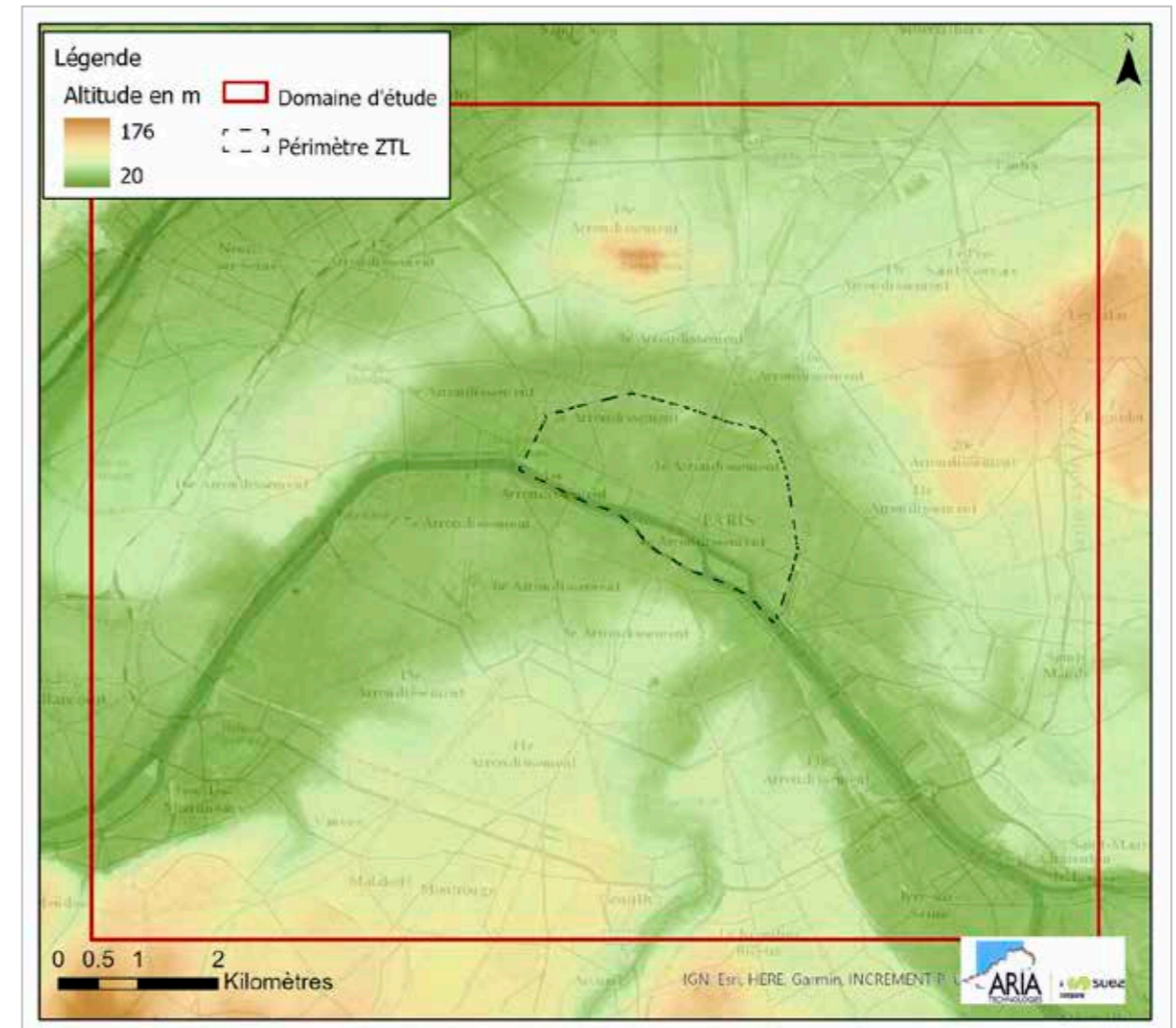
Cas	Direction	Vitesse	Classe de stabilité	Fréquence réelle	Fréquence pour calcul de la moyenne
280 5D	280°	5 m/s	D	6.7%	23.9%
220 5D	220°	5 m/s	D	12.1%	43.5%
40 2F	40°	2 m/s	F	4.3%	15.3%
280 2F	280°	2 m/s	F	1.9%	6.8%
220 2F	220°	2 m/s	F	2.9%	10.5%
				27.8%	100.0%

La température de l'air est prise égale à 13°C, température moyenne observée sur 2019-2021.

4.2.2 Topographie

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 5 mètres (RGE ALTI® de l'IGN). La Figure 26 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. L'unité est le mètre NGF (Nivellement Général de la France). L'altitude du sol varie entre 40 et 130 mètres sur la zone d'étude.

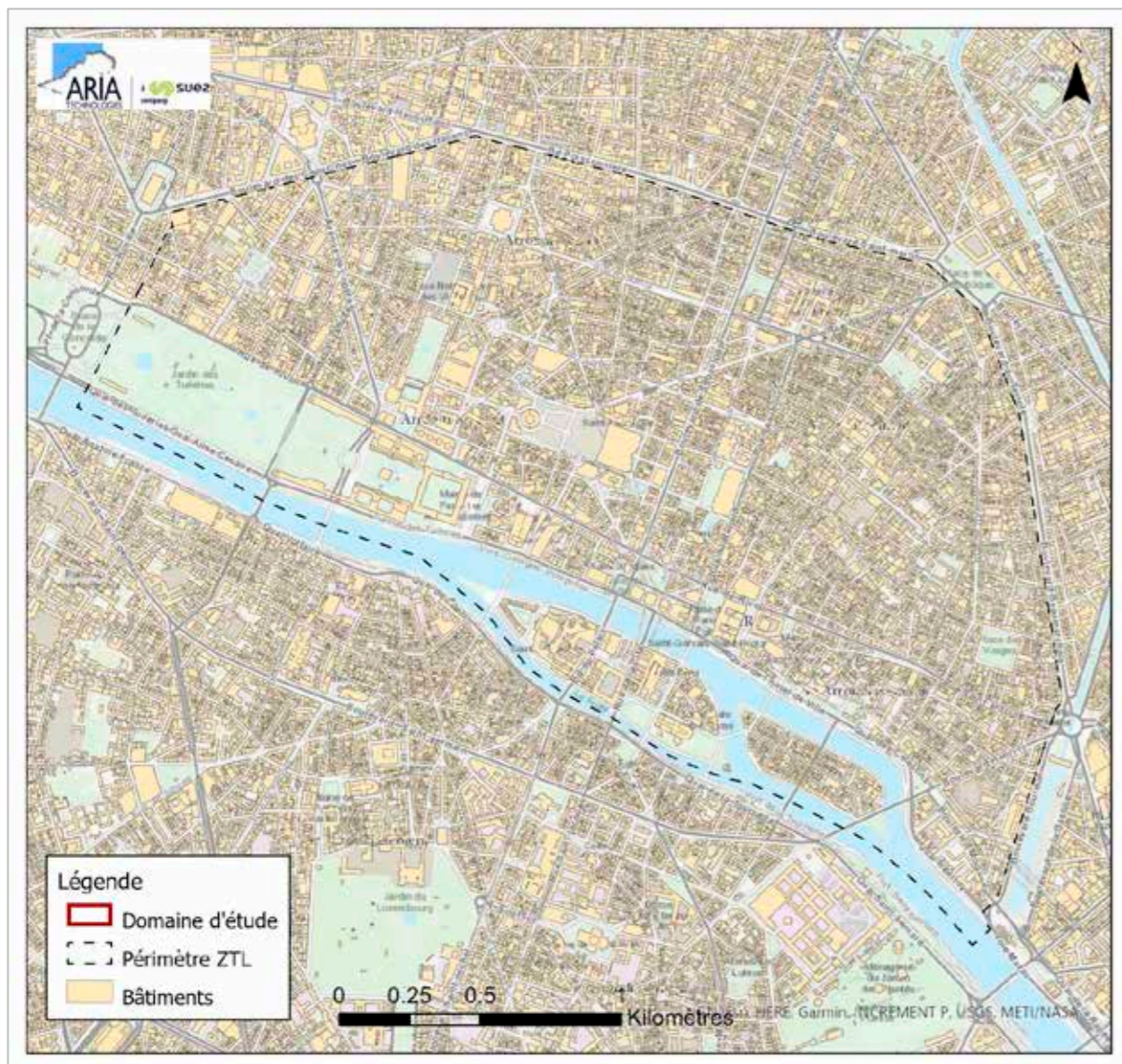
Figure 26 : topographie du domaine d'étude (source : IGN RGE ALTI® 1m)



4.2.3 Obstacles

Les bâtiments jusqu'au boulevard périphérique ont été pris en compte dans cette étude. Les données proviennent de la BD TOPO® de l'IGN. Pour un souci de visibilité, la Figure 27 ne présente les obstacles pris en compte que dans la ZTL.

Figure 27 : bâtiments dans la ZTL (source : BD TOPO® de l'IGN)



Le but étant de modéliser les obstacles présents dans la zone d'étude et pouvant influencer sur les écoulements d'air, ces obstacles ont été modélisés en fonction de leur volume et de leur hauteur. Ces bâtiments ont été pris en compte avec une résolution de 3 mètres dans le plan horizontal et avec une hauteur qui dépend de la répartition des niveaux verticaux. Pour les simulations de la dispersion des polluants, il a été défini 25 niveaux verticaux répartis entre 0 et 1060 m d'altitude. La hauteur de maille la plus petite est de 3 mètres près du sol et la plus grande maille, au niveau du plafond du domaine, atteint 260 mètres.

4.2.4 Emissions

Les émissions prises en compte dans les simulations correspondent aux émissions liées au trafic routier, calculées pour chaque scénario (cf. paragraphe 3.3). Les émissions liées au trafic routier ont été assimilées à des sources linéiques.

Les simulations sont réalisées pour les NOx, les particules fines (PM10 et PM2.5) et le benzo(a)pyrène. Les concentrations pour les autres polluants sont calculées au pro-rata des émissions : les concentrations pour les polluants gazeux sont calculées au pro-rata des émissions en NOx, les concentrations pour les métaux sont calculées au pro-rata des émissions en PM2.5 et les concentrations en 16HAP éq BaP sont calculées au pro-rata des émissions en benzo(a)pyrène.

4.3 PRESENTATION DES RESULTATS

Les concentrations dans l'air présentées dans ce rapport correspondent aux concentrations moyennes annuelles.

4.3.1 Conversion des NOx en NO₂

Les simulations sont réalisées pour les oxydes d'azote (NOx), qui regroupent le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO). Il n'existe pas de valeur réglementaire pour la santé humaine pour les oxydes d'azote, mais uniquement pour le dioxyde d'azote (NO₂).

Afin d'estimer les concentrations en NO₂, un ratio NO₂/NOx obtenu à partir des mesures des stations d'Airparif est appliqué sur les résultats exprimés en NOx. Dans cette étude, il est retenu le ratio NO₂/NOx égal à 22% correspondant à la moyenne des ratios calculés pour la période 2015-2017 sur la base des résultats mesurés au niveau des stations Airparif¹².

Ce ratio étant stable depuis 2011, on considère que ce ratio reste identique dans les scénarios à l'horizon 2024.

4.3.2 Pollution de fond

Les résultats de la modélisation tiennent compte uniquement des émissions liées au trafic routier présent dans la zone d'étude. Afin de prendre en compte les autres sources d'émission présentes sur la zone d'étude et non prises en compte dans les simulations (chauffage urbain, industries...), une pollution de fond constante sur la zone d'étude a été ajoutée aux résultats de la modélisation. Ces valeurs sont indiquées dans le Tableau 10. Pour la situation initiale, ces valeurs proviennent du bilan de la qualité de l'air réalisé par Airparif pour l'année 2021¹³ (valeurs de fond pour l'agglomération parisienne).

Pour les situations futures, pour le 1,3 butadiène, à défaut de données sur l'évolution des concentrations dans les années à venir, il a été conservé les mêmes concentrations qu'en 2019 (hypothèse très majorante). Pour l'arsenic et le nickel, les concentrations sur les dernières années sont restées stables, il a donc également été conservé les mêmes concentrations qu'en 2019.

Pour les autres substances, il a été appliqué l'évolution moyenne par an observée sur les dernières années.

Sur la base de la méthodologie développée par Airparif pour l'évaluation de l'impact de la ZFE-m¹⁴, une baisse de la pollution de fond en NO₂ de 1µg/m³ a été prise en compte suite à la mise en place du projet au sein de la ZTL : à partir de la baisse des émissions de NOx attendue au sein de la ZTL (-7,3%), une diminution relative est appliquée aux concentrations de fond sur la ZTL, pondérée par le poids des émissions du trafic routier par rapport aux émissions globales de la ZTL (56%, d'après le bilan des émissions 2018, (Airparif, 2020)). Ainsi, plus le poids des émissions liées au trafic routier est important dans les émissions globales, plus la diminution des concentrations de fond y sera importante. Cette approche est mise en œuvre uniquement pour le NO₂, polluant majoritairement local, contrairement aux particules.

¹² « Air quality in the Paris region – summary 2017 », AIRPARIF, mars 2018

¹³ <https://www.airparif.asso.fr/bilan/2022/bilan-2021-de-la-qualite-de-lair>

¹⁴ Zone à faibles émissions mobilité dans la Métropole du Grand Paris – 2^{ème} étape – juin 2021, Airparif, Décembre 2020.

Concernant le chrome, autre substance retenue dans cette étude, il n'existe pas de valeur de fond mesurée par Airparif. Aucune valeur de fond n'a été retenue pour cette substance.

Tableau 10 : valeurs de pollution de fond retenues pour l'étude

	Unité	Situation initiale	Justification	Fil de l'eau et projet (2024)	Justification
NO₂	µg/m ³	33	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	24 (23 au sein de la ZTL dans le cas du scénario avec projet)	Baisse de 6% par an
PM10	µg/m ³	20	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	17	Baisse de 4% par an
PM2.5	µg/m ³	12	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	10	Baisse de 4% par an
Benzène	µg/m ³	0.9	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.7	Baisse de 5% par an
1,3 butadiène	µg/m ³	0.26	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF (moyenne 2021)	0.26	Stable
Arsenic	ng/m ³	0.22	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.22	Stable
Nickel	ng/m ³	0.92	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.92	Stable
Benzo(a)pyrène	ng/m ³	0.14	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.08	Baisse de 12% par an

4.4 RESULTATS DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR

4.4.1 Comparaison avec les mesures in-situ

Afin de valider les modélisations, une comparaison des concentrations obtenues par modélisation et des concentrations mesurées au niveau des stations de mesure Airparif en 2019 est présentée dans les Tableau 11 à Tableau 13.

Les concentrations modélisées sont cohérentes avec les concentrations mesurées au niveau des stations Airparif :

- Les concentrations modélisées sont globalement du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées en 2019. En effet, le ratio entre les résultats de la modélisation et les valeurs mesurées est compris entre 0,8 et 1,2 correspondant à un écart inférieur à 20%.
- Au niveau de quatre stations (Paris 13^{ème}, Paris 15^{ème}, Paris 7^{ème}, Rue Bonaparte), le ratio entre les résultats de la modélisation et les valeurs mesurées est compris entre 1,2 et 1,4. Pour ces stations, le modèle est majorant par rapport aux mesures.

La comparaison des résultats du modèle de dispersion avec les valeurs mesurées sur la zone d'étude est de bonne qualité, le modèle de dispersion ayant tendance à être majorant par rapport aux mesures. Le modèle peut donc être considéré comme « calé » pour la situation initiale. Les paramétrages du modèle sont conservés pour modéliser les situations futures.

Tableau 11 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en NO2

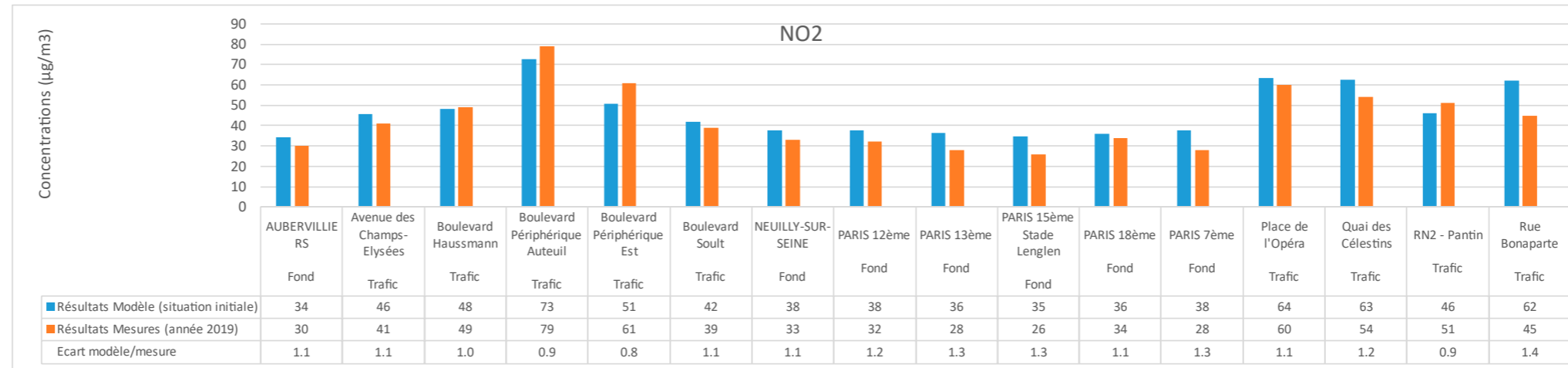


Tableau 12 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM10

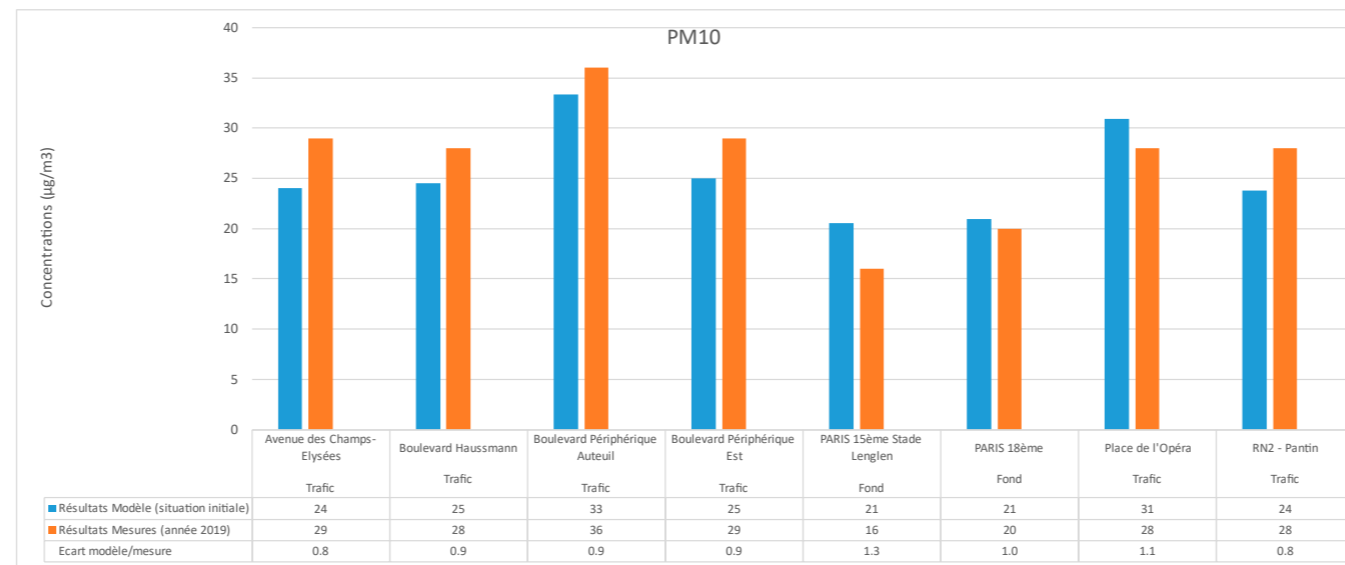
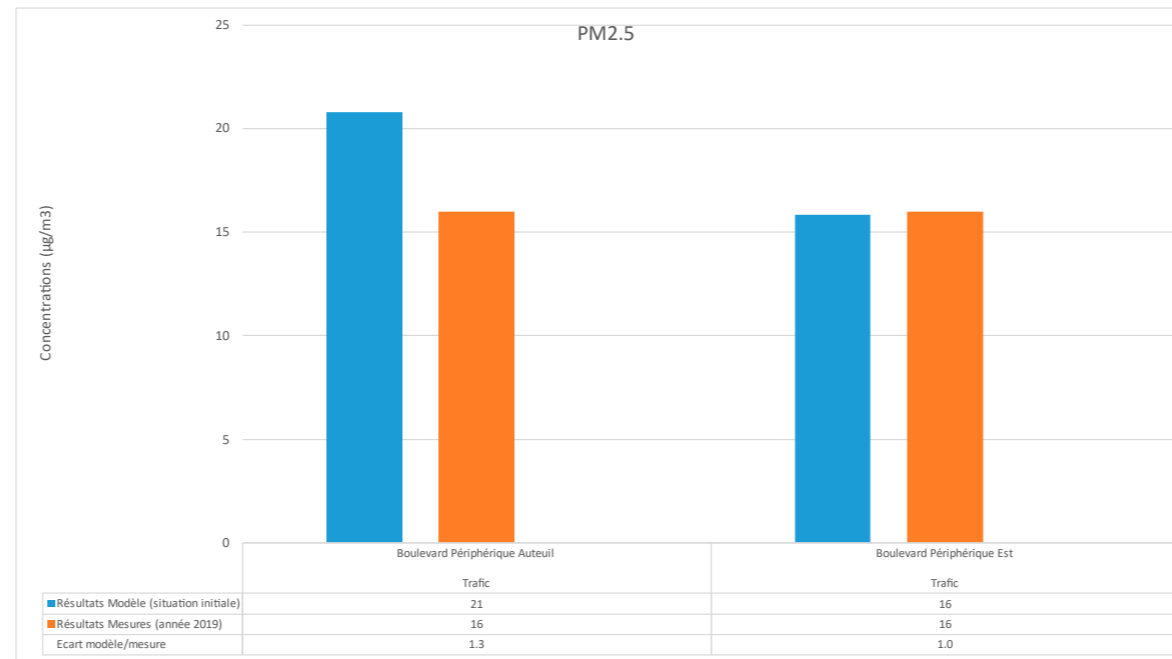


Tableau 13 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM2.5



4.4.2 Concentrations au niveau du sol – bilan sur le domaine d'étude

Les Figure 28 à Figure 30 présentent les cartographies des concentrations moyennes au sol en dioxyde d'azote pour chacun des scénarios étudiés. La Figure 32 présente la carte de différence de concentrations à l'horizon futur 2024, donnant l'impact du projet par rapport à la situation « fil de l'eau ».

Concentrations pour la situation initiale :

- La cartographie (Figure 28) montre que les concentrations en NO₂ atteignent voire dépassent la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française sur la majorité du domaine d'étude, et en particulier au niveau des voies de circulation à fort trafic (boulevard périphérique, quais et grands boulevards). A noter que la pollution de fond représente à elle seule 83% de cette valeur limite. Les recommandations OMS sont également dépassées.
- Les valeurs limites des PM10 et PM2.5 peuvent être localement dépassées sur les voies de circulation à fort trafic, tout en étant respectées au niveau des zones habitées. La pollution de fond représente à elle seule environ 50 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé sur l'ensemble du domaine pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui le dépasse à elle seule. La recommandation OMS est également dépassée.

Concentrations pour le scénario futur « fil de l'eau » à l'horizon 2024 :

- Les concentrations calculées pour la situation future « fil de l'eau » sont plus faibles que celles calculées pour la situation initiale en raison des émissions qui baissent (baisse du trafic routier, évolution du parc routier entre 2019 et 2024 et mise en circulation de véhicules moins polluants) et en raison de la pollution de fond estimée à l'horizon 2024 en baisse par rapport à la situation initiale.
- La cartographie (Figure 29) montre que les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite. La recommandation OMS est également dépassée en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul cette recommandation.
- Les valeurs limites en PM10 et PM2.5 sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5 en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul ces recommandations.

Concentrations pour le scénario futur avec projet à l'horizon 2024 :

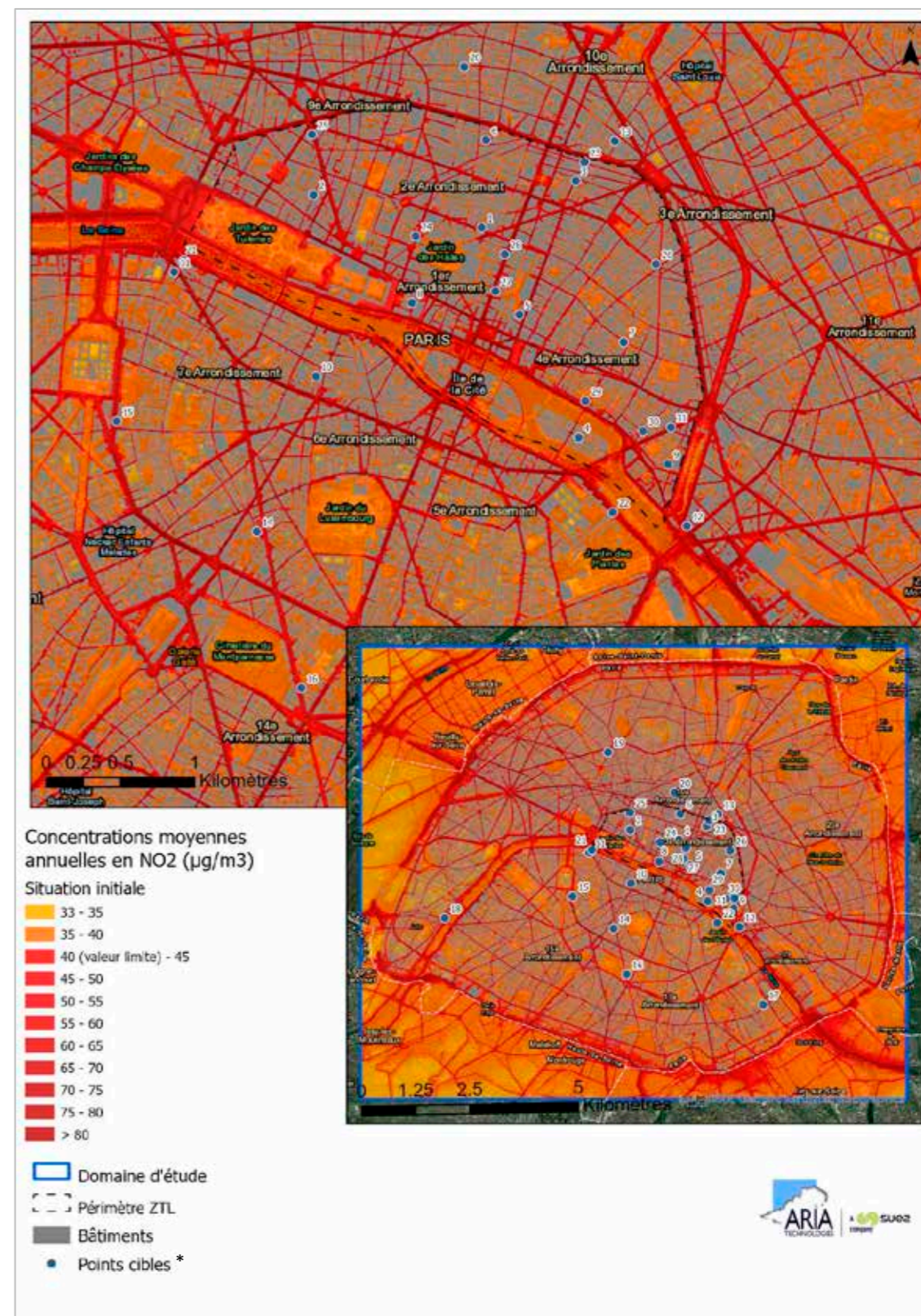
- La cartographie (Figure 30) montre que les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. La recommandation OMS est également dépassée en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul cette recommandation.
- Les valeurs limites en PM10 et PM2.5 sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5 en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul ces recommandations.

Comparaison des scénarios à l'horizon 2024 :

- La Figure 32 page 61 présente la différence de concentrations moyennes annuelles en NO₂ à l'horizon 2024 entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau ». Les reports de trafic suite à la mise en place de la ZTL entraînent localement des augmentations ou diminutions de concentrations sur les voies concernées. Conformément aux cartes de différences de trafic, la carte de différence des concentrations montre une diminution des concentrations en NO₂ sur la plupart des voies au sein de la ZTL : avenue de l'Opéra (-15% en moyenne), rue des Pyramides (-15% en moyenne), boulevard de Sébastopol (-10% en moyenne), rue du petit Musc (-20% en moyenne), boulevard Henry IV (-15% en moyenne), quai Henry IV (-5% en moyenne), quai de l'Hôtel de Ville (-7% en moyenne), rue de Bretagne (-13% en moyenne), rue de Froissart (-13% en moyenne), rue Beauregard (-10% en moyenne) ; et une augmentation sur quelques voies aux abords de la ZTL : quai Anatole France (+7% en moyenne), quai Saint-Bernard (+9% en moyenne). Le Quai Anatole France entre le Pont Royal et le Pont de la Concorde - tronçon le long duquel on observe une augmentation des concentrations en bordure sud-ouest du périmètre de la ZTL - est bordé au nord par la Seine, et au sud par un grand nombre de bâtiments non résidentiels: musées et bâtiments institutionnels. De même, le quai Saint-Bernard - en bordure sud-est de la ZTL, et le long duquel sont localisées les

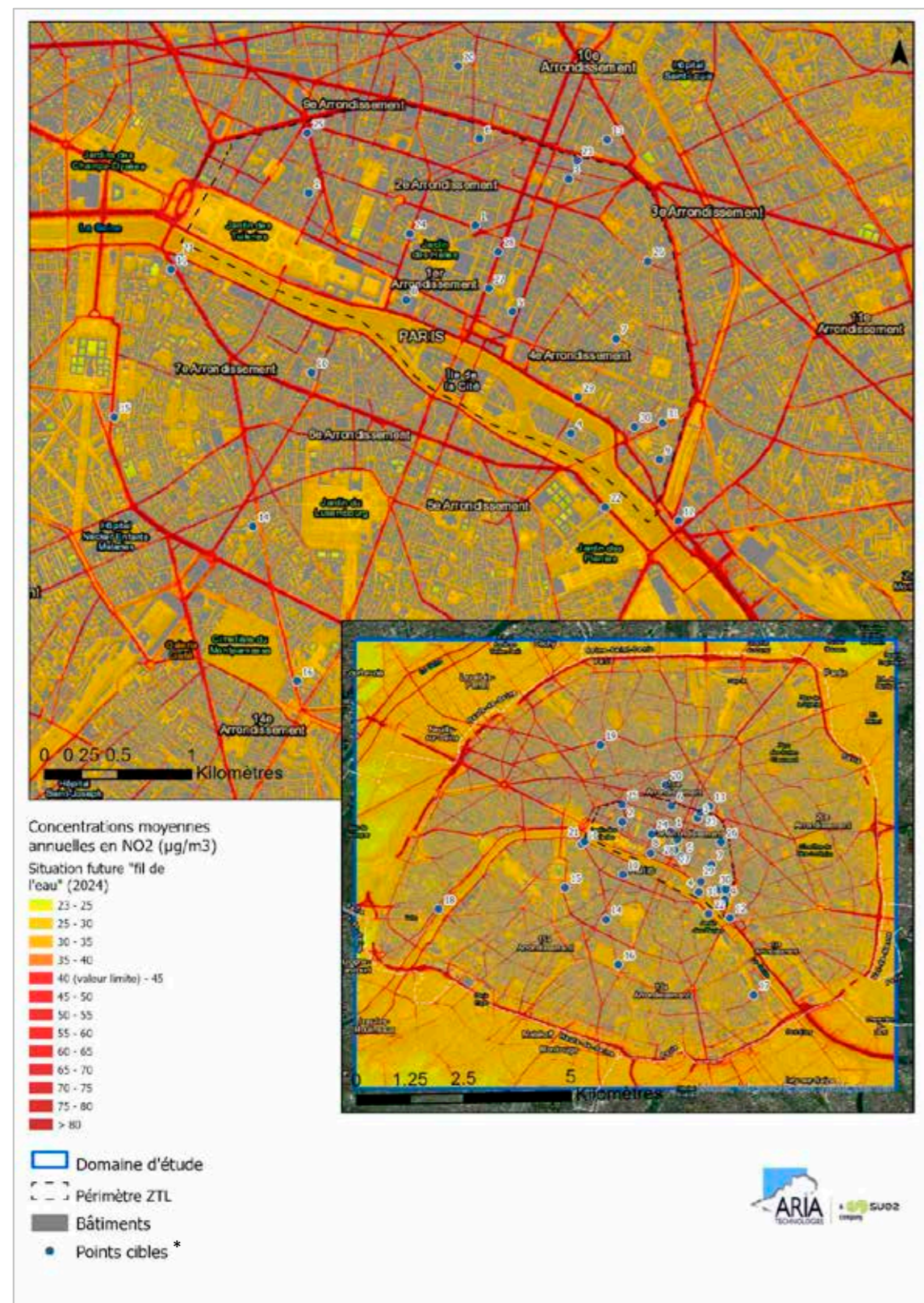
augmentations de concentrations - est bordé d'une part par la Seine et d'autre part par la Gare d'Austerlitz, le Jardin des Plantes et le Campus Pierre et Marie Curie, et non par des habitations.

Figure 28 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ au niveau du sol – situation initiale



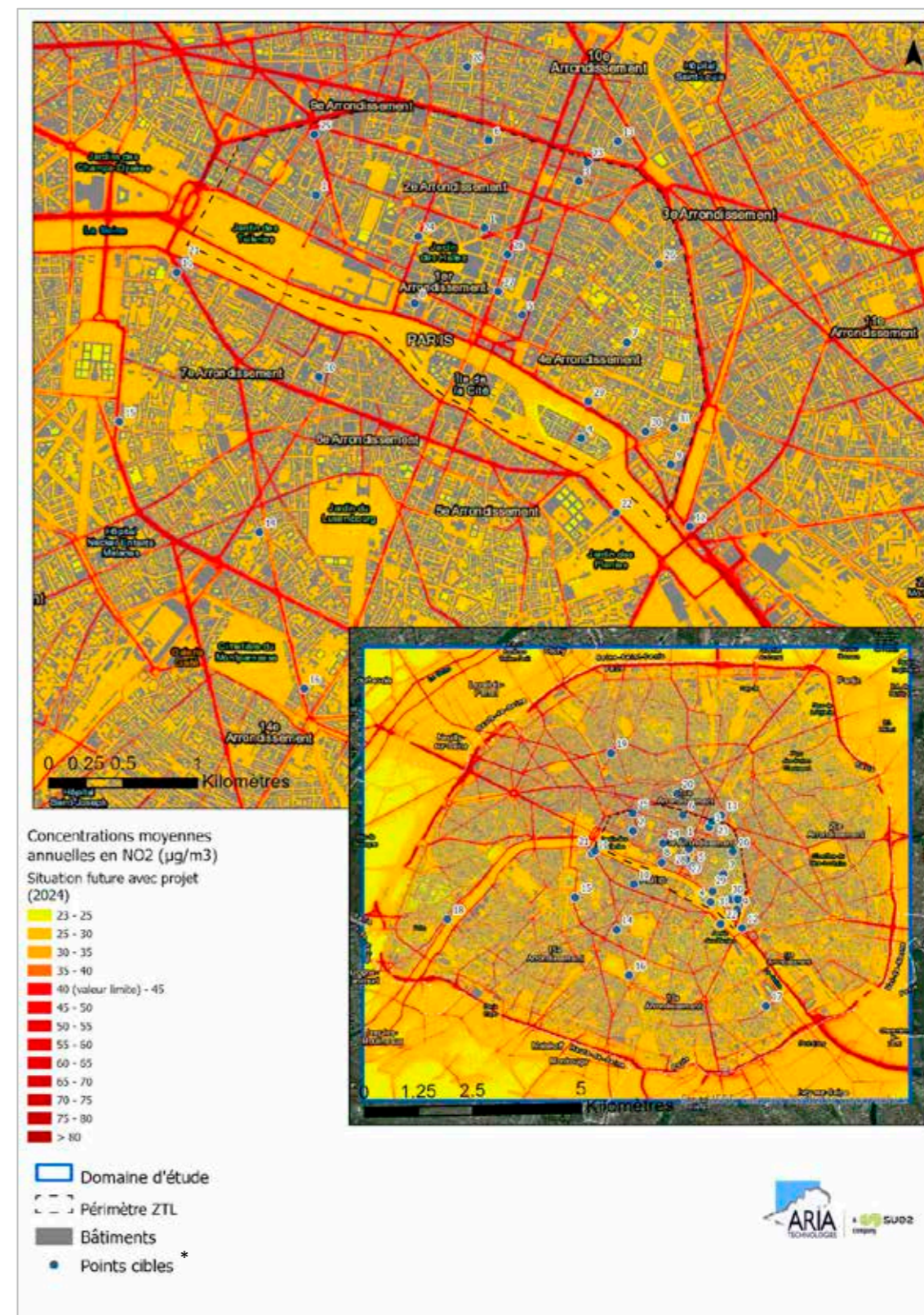
* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 29 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation future « fil de l'eau » (2024)



* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 30 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation future avec projet (2024)



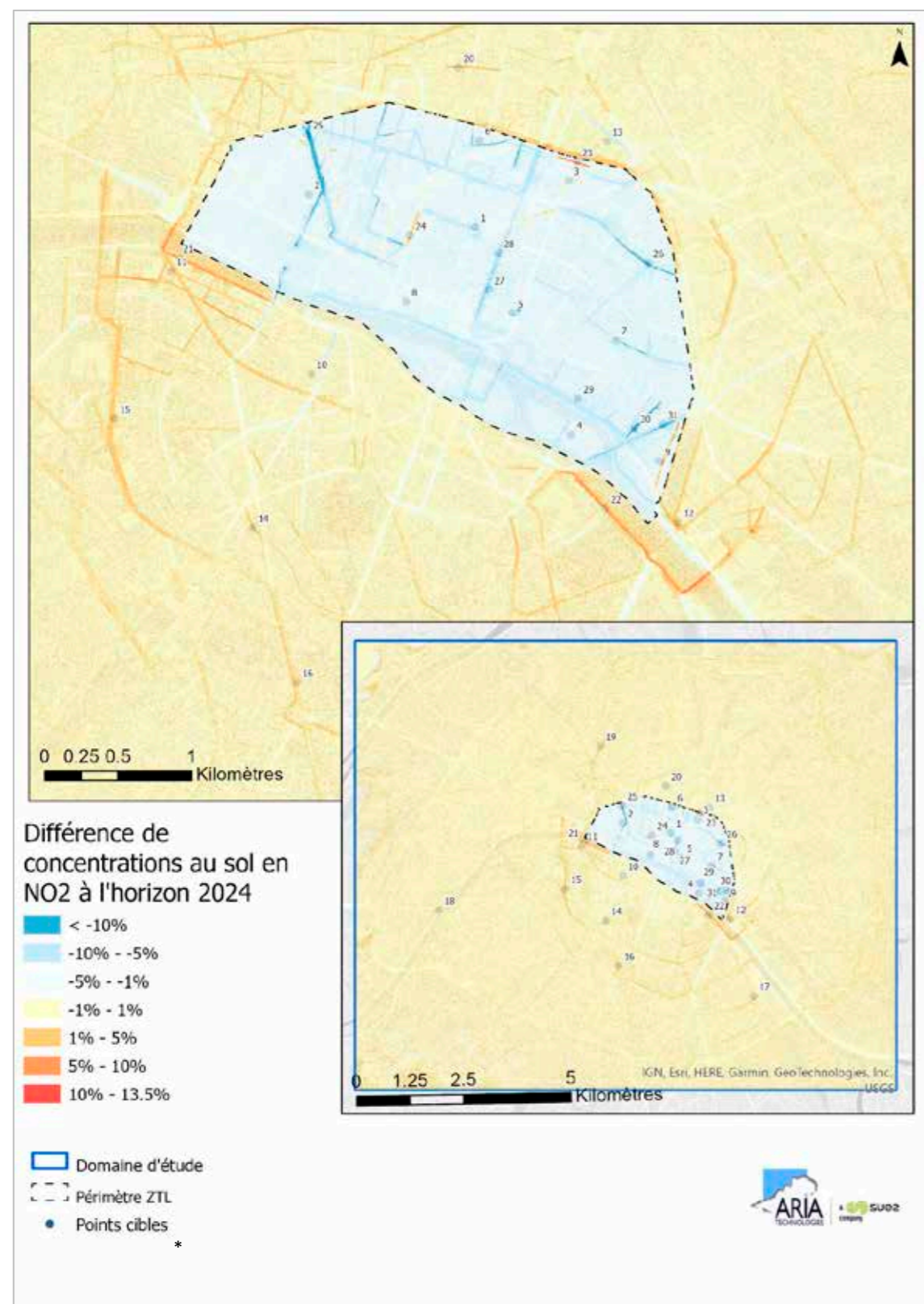
* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 31 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation initiale, fil de l'eau et future avec projet (2024) – vue 3D avenue de l'Opéra



NB : les cartographies présentées ici correspondent à une extraction au niveau du sol des concentrations obtenues par modélisation. C'est pourquoi les concentrations modélisées sur les voies de circulation en hauteur ne sont pas visualisées sur ces cartographies. Elles ont cependant bien été prises en compte dans les simulations.

Figure 32 : comparaison des concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ à l'horizon 2024 entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet

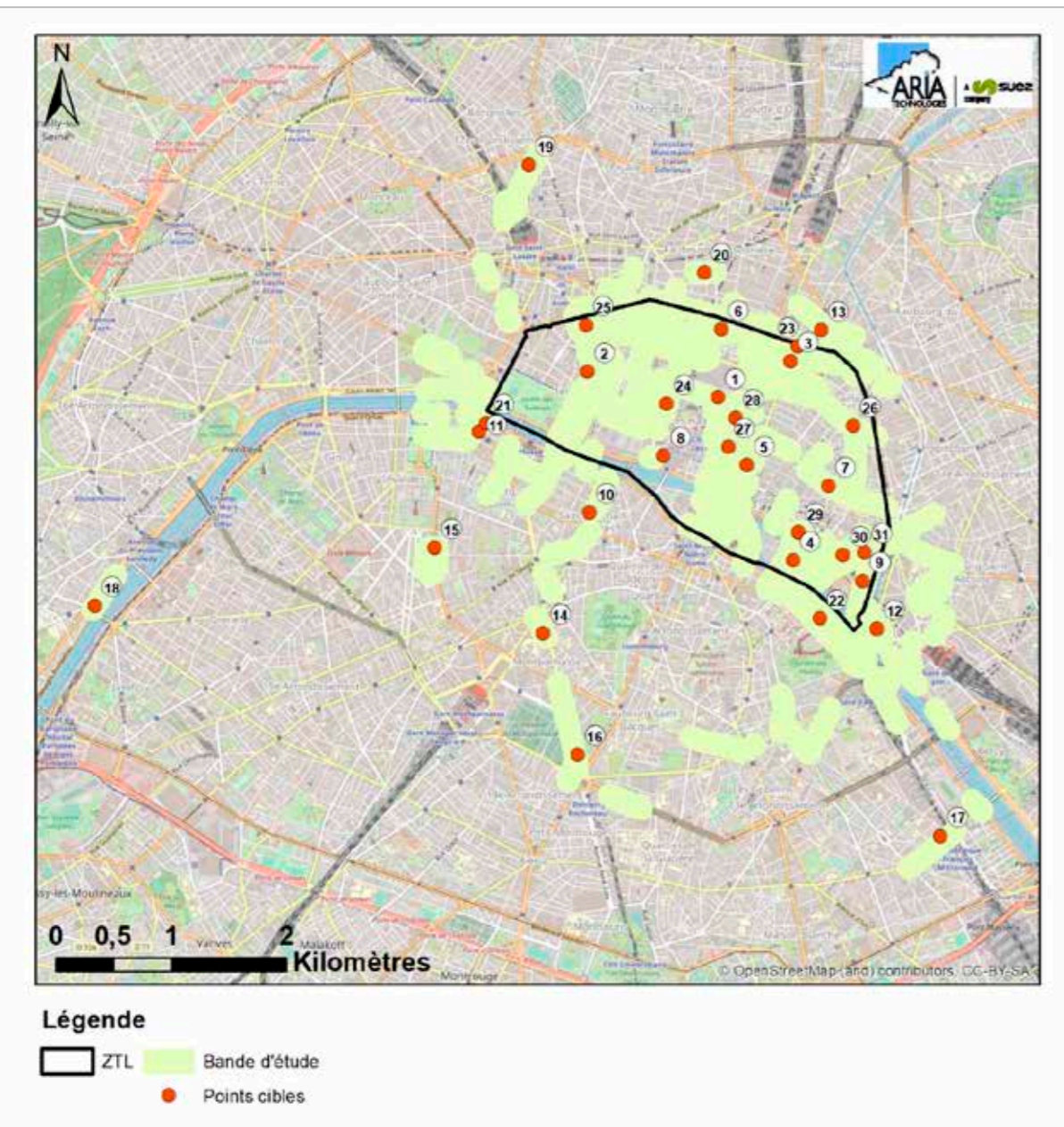


* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

4.4.3 Points d'intérêt

Les résultats sont présentés au niveau de plusieurs points d'intérêt correspondant à des lieux accueillant des personnes sensibles à la qualité de l'air et localisés dans la bande d'étude (zone intégrant les voies affectées significativement par le projet). La Figure 33 présente la localisation de ces points. Ces points numérotés de 1 à 20 et 27 à 31 ont été définis de sorte à représenter les zones impactées par la mise en place du projet. Les points 21 à 26 sont positionnés pour documenter les augmentations et les baisses de concentrations les plus importantes liées au projet de ZTL ; ils ne correspondent ni à des zones d'habitation ni à des lieux sensibles.

Figure 33 : localisation des points d'intérêt



Id	Nom
1	ECOLE ETIENNE MARCEL
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH
3	ECOLE VAUCANSON
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL
6	ECOLE BEAUREGARD
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS
8	ECOLE ARBRE SEC
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)
10	ECOLE ST BENOIT
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE
13	ECOLE LANCRY
14	COLLEGE PRIVE STANISLAS
15	COLLEGE VICTOR DURUY
16	EHPAD MARIE THERESE

Id	Nom
17	RESIDENCE SOCIALE MATISSE
18	TERRAIN DE BASKET BALL
19	ECOLE FLORENCE
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX
21	POINT IMPACT NEGATIF 1
22	POINT IMPACT NEGATIF 2
23	POINT IMPACT NEGATIF 3
24	POINT IMPACT NEGATIF 4
25	POINT IMPACT POSITIF 1
26	POINT IMPACT POSITIF 2
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF
28	CHU SEBASTOPOL
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER
30	ECOLE MASSILLON
31	CABINET MEDICAL - BOULEVARD HENRI IV

4.4.4 Concentrations au niveau du sol – bilan au niveau des points d'intérêt

Les Tableau 14 à Tableau 17 présentent au niveau des points d'intérêt retenus (localisés dans la zone intégrant les voies affectées significativement par le projet) les résultats des concentrations moyennes calculées au sol pour l'ensemble des substances et pour les trois scénarios étudiés. Les Figure 34 à Figure 39 comparent graphiquement, au niveau des points d'intérêt retenus, les résultats de concentrations moyennes pour le NO₂ et les particules fines (PM10 et PM2.5) pour les trois scénarios étudiés. Ces résultats tiennent compte de la pollution de fond (cf. paragraphe 4.3.2).

Concentrations pour la situation initiale :

- Au niveau de la plupart des points d'intérêt, les concentrations en NO₂ atteignent voire dépassent la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française, la pollution de fond représentant à elle seule 83% de cette valeur limite. Le point 12 (Hôpital de Jour Quai de la Rapée) présente les concentrations les plus élevées avec une valeur environ 2,1 fois supérieure à la valeur limite.
- Les concentrations en PM10 et PM2.5 restent inférieures aux valeurs limites au niveau de tous les points d'intérêt étudiés, mais sont supérieures aux recommandations de l'OMS. Les valeurs limites peuvent être localement dépassées sur les voies de circulation à fort trafic, tout en étant respectées au niveau des zones habitées. La pollution de fond représente à elle seule environ 50 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui le dépasse à elle seule.
- En ce qui concerne le benzène, les concentrations calculées au niveau des zones habitées sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises.
- Les valeurs cibles fixées par la réglementation française pour l'arsenic, le nickel et le benzo(a)pyrène sont respectées pour l'ensemble des points d'intérêt.
- Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour le chrome et le 1,3-butadiène.

Concentrations pour le scénario futur « fil de l'eau » à l'horizon 2024 :

- Les concentrations calculées pour la situation future « fil de l'eau » sont plus faibles que celles calculées pour la situation initiale en raison des émissions qui baissent (baisse du trafic routier, évolution du parc routier entre 2019 et 2024 et mise en circulation de véhicules moins polluants) et en raison de la pollution de fond estimée à l'horizon 2024 qui devrait baisser entre 2019 et 2024.
- Au niveau des points d'intérêt de la bande d'étude, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française au niveau des zones habitées, excepté au niveau du point 12 (« Hôpital de Jour QUAI LA RAPEE ») et du point 28 (« CHU Sebastopol »). A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite.
- Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures à la valeur limite au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif.

Concentrations pour le scénario futur avec projet à l'horizon 2024 :

- Au niveau des points d'intérêt, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française, excepté aux points 12 (« Hôpital de Jour QUAI LA RAPEE ») et du point 28 (« CHU Sebastopol »).
- Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures à la valeur limite au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif.
- En ce qui concerne le benzène, les concentrations calculées aux points d'intérêts sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises.

Comparaison des scénarios à l'horizon 2024 :

- Au niveau des points d'intérêt, à l'horizon 2024, les concentrations estimées pour le scénario avec projet restent du même ordre de grandeur que celles calculées pour la situation future « fil de l'eau ». On constate cependant une tendance à la baisse pour les points cibles situés au sein de la ZTL (baisse de l'ordre de 5% en moyenne). Cette baisse est assez faible car les diminutions importantes de concentration restent localisées sur les voies de circulation.
- Au niveau de la zone habitée la plus exposée de la ZTL, la baisse de concentrations du fait de la mise en place de la ZTL est plus significative (baisse de -11%).

Impact du projet sur la qualité de l'air :

En conclusion, le projet de ZTL a un impact faible mais néanmoins positif sur la qualité de l'air par rapport à une situation « fil de l'eau » au niveau des zones habitées dans la zone d'étude. L'impact de la ZTL reste localisé au niveau des voies de circulation et des habitations proches des axes à fort trafic avec une baisse restant inférieure à 10% au niveau de la plupart des points cibles. En bordure de la ZTL, on note une hausse des concentrations sur certaines voies et notamment au niveau des

points cibles situés à proximité immédiate de celles-ci. Cette hausse reste cependant inférieure à 10%.

Figure 34 : concentrations moyennes annuelles en NO₂ au niveau des points d'intérêt

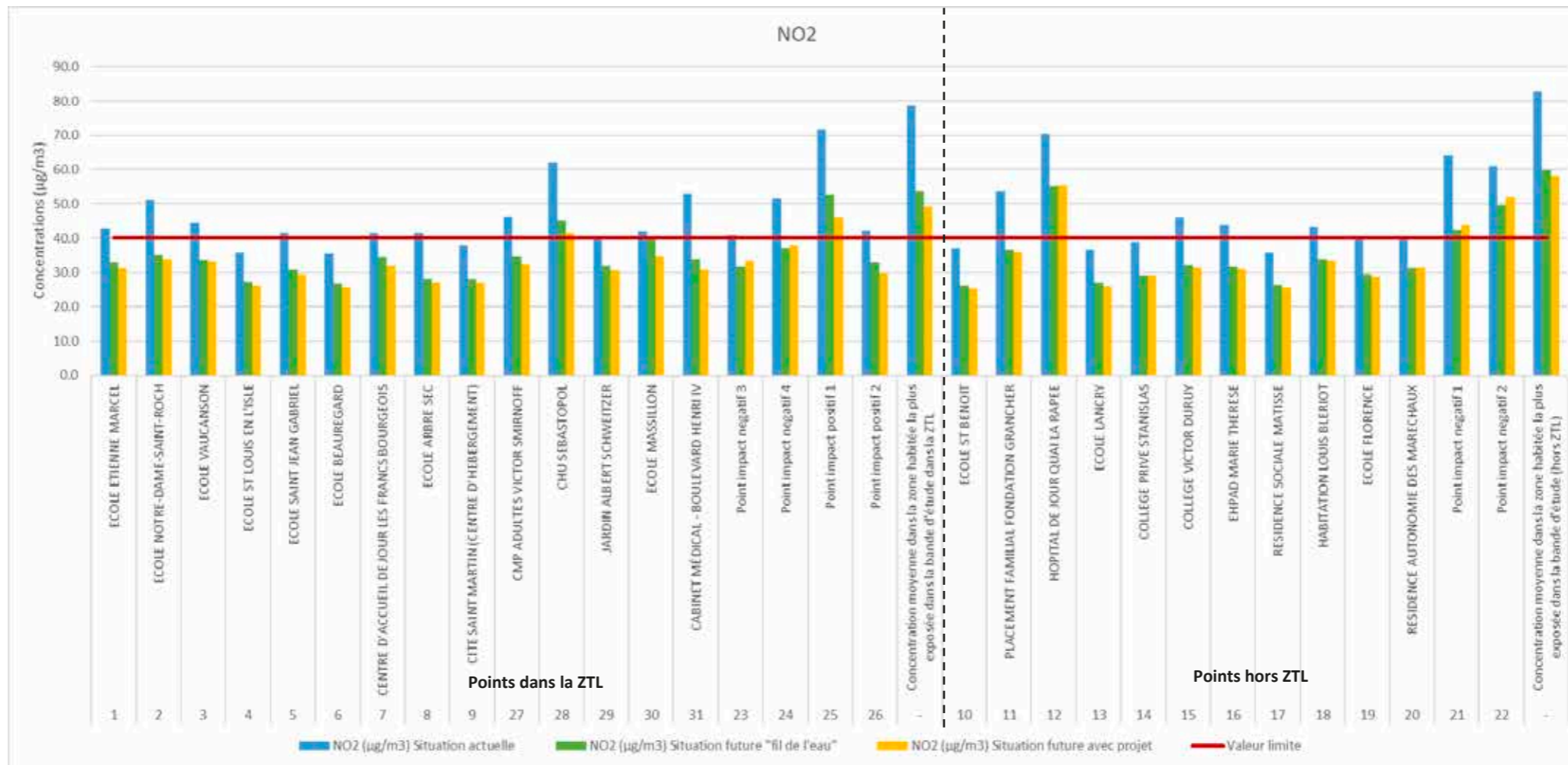


Figure 35 : concentrations moyennes annuelles en NO₂ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures

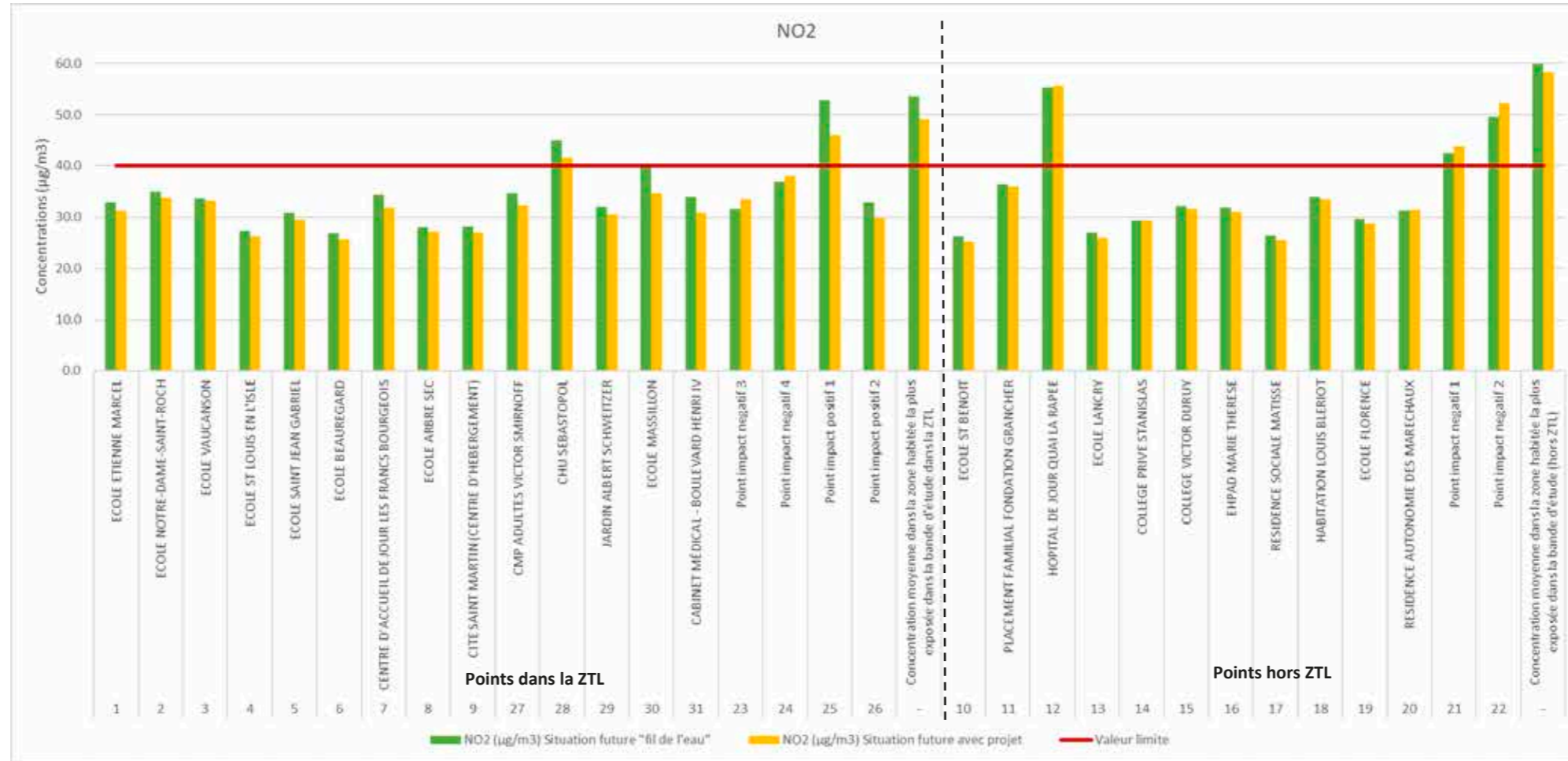


Figure 36 : concentrations moyennes annuelles en PM10 au niveau des points d'intérêt

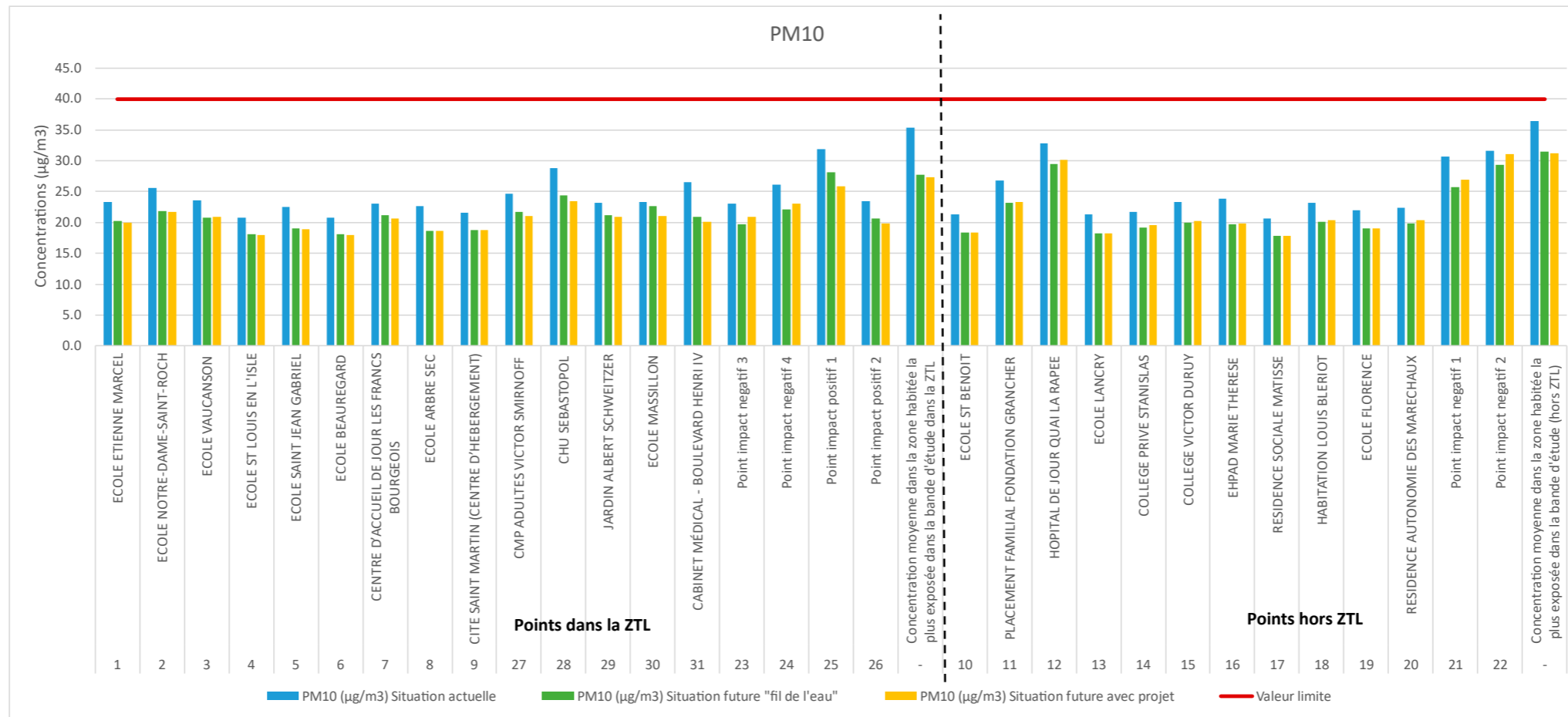


Figure 37 : concentrations moyennes annuelles en PM10 au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures

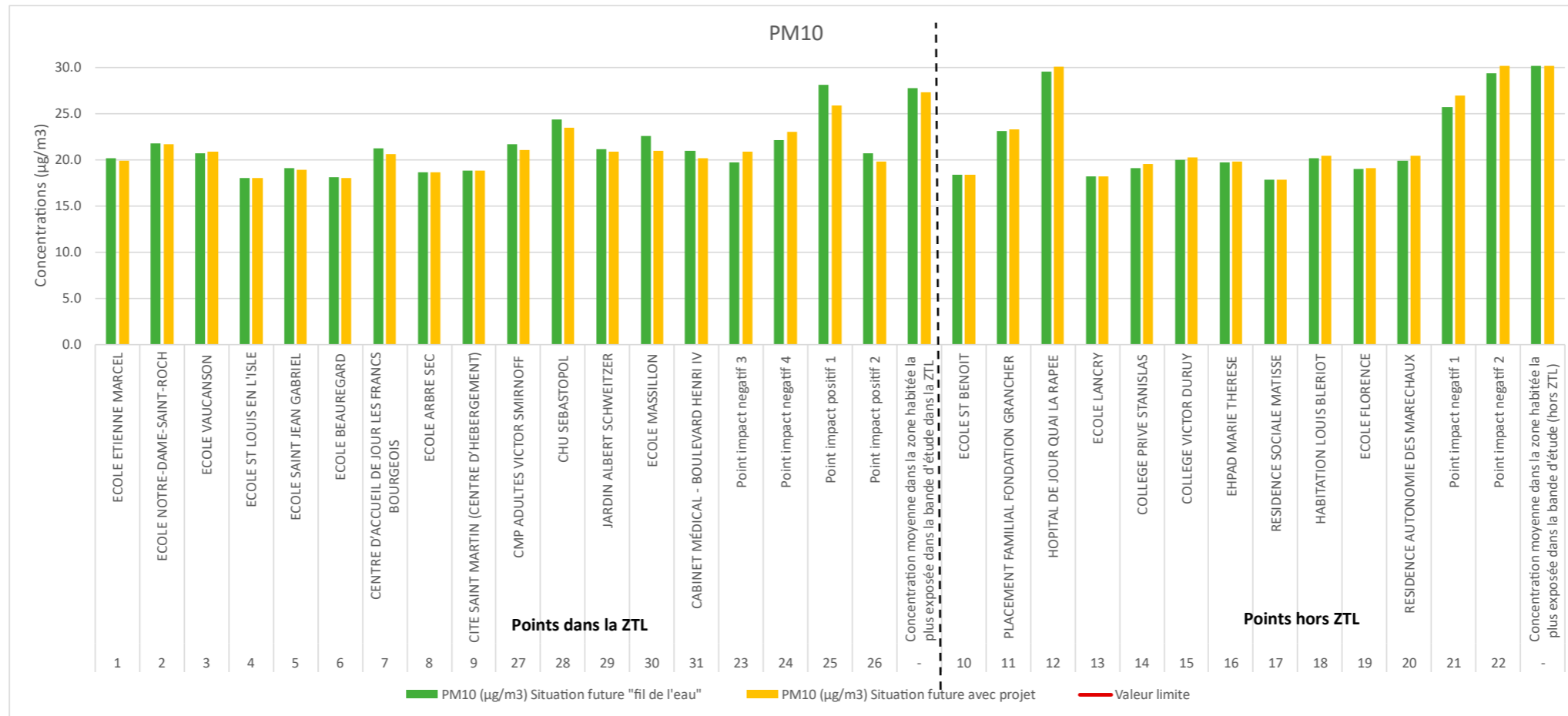


Figure 38 : concentrations moyennes annuelles en PM2.5 au niveau des points d'intérêt

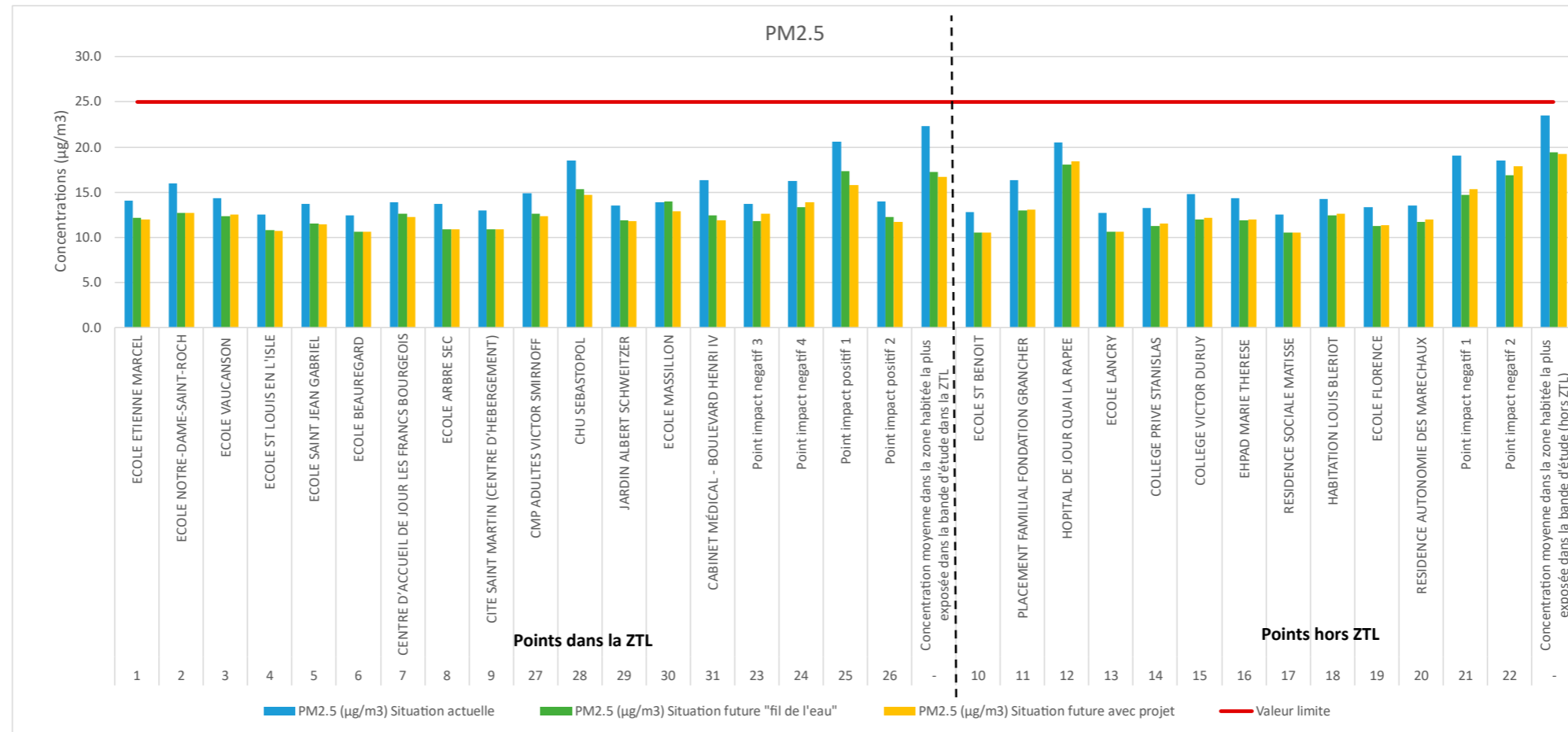


Figure 39 : concentrations moyennes annuelles en PM2.5 au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures



Tableau 14 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt - NO₂, benzène et 1,3 butadiène (en rouge : dépassement de la valeur limite)

Id	Point cible	NO ₂ (µg/m ³)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	Benzène (µg/m ³)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	1-3 butadiène (µg/m ³)		
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet
Points compris dans la ZTL												
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	42.9	33.0	31.3	-4%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	51.2	35.1	33.8	-3%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
3	ECOLE VAUCANSON	44.5	33.7	33.2	-1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	35.8	27.3	29.2	-3%	0.9	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	41.7	30.9	29.4	-4%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
6	ECOLE BEAUREGARD	35.4	26.9	25.6	-3%	0.9	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	41.5	34.4	31.8	-6%	1.0	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3
8	ECOLE ARBRE SEC	41.5	28.1	27.0	-3%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	37.9	28.1	27.0	-3%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	46.2	34.7	32.4	-6%	1.1	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3
28	CHU SEBASTOPOL	62.2	45.0	41.5	-9%	1.3	1.1	1.1	-1%	0.3	0.3	0.3
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	40.0	32.0	30.5	-4%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
30	ECOLE MASSILLON	41.9	39.7	34.7	-13%	1.0	1.0	0.9	-2%	0.3	0.3	0.3
31	CABINET MEDICAL - BOULEVARD HENRI IV	52.9	33.9	30.9	-8%	1.2	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3
23	Point impact négatif 3	40.9	33.6	33.5	5%	1.0	0.9	0.9	1%	0.3	0.3	0.3
24	Point impact négatif 4	51.6	37.0	38.0	3%	1.2	1.0	1.0	1%	0.3	0.3	0.3
25	Point impact positif 1	71.8	52.7	49.1	-17%	1.4	1.3	1.2	-2%	0.4	0.4	0.3
26	Point impact positif 2	42.3	33.0	29.8	-6%	1.0	0.9	0.8	-1%	0.3	0.3	0.3
Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL		78.0	55.5	49.1	-11%	1.5	1.3	1.2	-1%	0.4	0.4	0.4
Points hors ZTL												
10	ECOLE ST BENOIT	37.0	26.2	25.2	-3%	1.0	0.7	0.7	0%	0.3	0.3	0.3
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	53.0	36.6	36.0	-1%	1.2	1.0	1.0	0%	0.3	0.3	0.3
12	HOPITAL DE JOUR QUI LA RAPEE	70.4	55.2	55.5	1%	1.4	1.3	1.4	1%	0.4	0.4	0.4
13	ECOLE LANCRY	36.7	26.9	25.8	-3%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
14	COLLEGE PRIVE STANISLAS	38.8	29.4	29.3	0%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
15	COLLEGE VICTOR DURLUY	46.0	32.1	31.6	-1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
16	EHPAD MARIE THERESE	43.8	31.8	31.0	-2%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
17	RESIDENCE SOCIALE MATISSE	35.9	26.4	25.4	-2%	0.9	0.7	0.7	0%	0.3	0.3	0.3
18	HABITATION LOUIS BLERIOT	43.4	33.9	33.5	-1%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
19	ECOLE FLORENCE	39.8	29.6	28.7	-2%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	40.5	31.3	31.4	0%	1.0	0.8	0.9	0%	0.3	0.3	0.3
21	Point impact négatif 1	64.2	42.5	43.9	3%	1.3	1.1	1.1	1%	0.3	0.3	0.3
22	Point impact négatif 2	60.9	45.6	52.1	6%	1.3	1.2	1.3	1%	0.3	0.4	0.4
Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)		82.7	55.9	58.2	-4%	1.6	1.4	1.4	0%	0.4	0.4	0.4
Pollution de fond		33	24	24 (23 sur la ZTL)		0.9	0.7	0.7		0.26	0.26	0.26
Réglementation française : valeur limite			40				5					
Objectif de qualité			<				2					
Valeur cible			<				<					

* impact du projet = (projet - fil de l'eau)/valeur limite x 100

Tableau 15 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – PM10 et PM2.5

Id	Point cible	Concentrations moyennes annuelles			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramené à la VL en %	Concentrations moyennes annuelles			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramené à la VL en %
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet	
Points compris dans la ZTL									
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	23.4	20.2	19.9	-1%	14.1	12.2	12.0	-1%
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	25.5	21.8	21.7	0%	16.0	12.7	12.7	0%
3	ECOLE VAUCANSON	23.6	20.7	20.9	0%	14.4	12.4	12.5	1%
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	20.8	18.1	18.0	0%	12.5	10.8	10.8	0%
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	22.6	19.1	19.0	0%	13.7	11.5	11.4	0%
6	ECOLE BEAUREGARD	20.8	18.1	18.0	0%	12.5	10.6	10.6	0%
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	23.1	21.2	20.6	-2%	13.9	12.7	12.2	-2%
8	ECOLE ARBRE SEC	22.6	18.7	18.6	0%	13.7	10.9	10.9	0%
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	21.6	18.8	18.8	0%	13.0	10.9	10.9	0%
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	24.6	21.7	21.1	-2%	14.8	12.6	12.3	-1%
28	CHU SEBASTOPOL	28.7	24.4	23.5	-2%	18.5	15.4	14.7	-3%
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	23.2	21.2	20.9	-1%	13.5	11.9	11.8	-1%
30	ECOLE MASSILLON	23.3	22.6	21.0	-4%	13.9	13.9	12.9	-4%
31	CABINET MÉDICAL - BOULEVARD HENRI IV	26.5	21.0	20.2	-2%	16.4	12.4	11.9	-2%
23	Point impact négatif 3	23.0	19.8	20.9	3%	13.7	11.8	12.6	3%
24	Point impact négatif 4	26.2	22.1	23.0	2%	16.3	13.4	13.9	2%
25	Point impact positif 1	31.8	28.1	25.9	-6%	20.6	17.3	15.8	-6%
26	Point impact positif 2	23.5	20.7	19.8	-2%	14.0	12.3	11.7	-2%
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	35.3	27.8	27.3	-1%	22.3	17.3	16.7	-2%
Points hors ZTL									
10	ECOLE ST BENOIT	21.3	18.4	18.4	0%	12.8	10.5	10.5	0%
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	26.8	23.1	23.3	1%	16.3	13.0	13.1	0%
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	32.8	29.5	30.1	1%	20.5	18.0	18.4	1%
13	ECOLE LANCRY	21.3	18.2	18.2	0%	12.8	10.6	10.6	0%
14	COLLEGE PRIVE STANISLAS	21.7	19.1	19.6	1%	13.2	11.3	11.5	1%
15	COLLEGE VICTOR DURUY	23.3	20.0	20.2	1%	14.8	12.0	12.1	1%
16	EHPAD MARIE THERESE	23.9	19.8	19.9	0%	14.3	11.9	12.0	0%
17	RESIDENCE SOCIALE MATISSE	20.6	17.9	17.9	0%	12.6	10.5	10.5	0%
18	HABITATION LOUIS BLERHOT	23.2	20.1	20.4	1%	14.3	12.5	12.6	1%
19	ECOLE FLORENCE	22.0	19.0	19.1	0%	13.4	11.3	11.3	0%
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	22.3	19.9	20.4	1%	13.6	11.7	12.0	1%
21	Point impact négatif 1	30.6	25.7	27.0	3%	19.0	14.7	15.4	2%
22	Point impact négatif 2	31.6	29.3	31.0	4%	18.5	16.9	17.9	4%
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	35.3	31.5	31.2	-1%	23.5	19.4	19.2	-1%
Pollution de fond		20	17	17		12	10	10	
			Réglementation française : valeur limite	40			25		
			Objectif de qualité	30			10		
			Valeur cible	-			20		

* impact du projet = (projet – fil de l'eau)/valeur limite x 100

Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – HAPs

id	Concentrations moyennes annuelles Point cible	Benzo(a)pyrène (ng/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	16HAP 6q BaP (ng/m3)		
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet
Points compris dans la ZTL								
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.4E-01	1.6E-01	1.6E-01
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	2.3E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	3.2E-01	1.8E-01	1.8E-01
3	ECOLE VAUCANSON	2.1E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	2.7E-01	1.7E-01	1.7E-01
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	1.6E-01	9.6E-02	9.6E-02	0%	1.7E-01	1.1E-01	1.1E-01
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-01	0%	2.2E-01	1.4E-01	1.4E-01
6	ECOLE BEAUREGARD	1.5E-01	9.4E-02	9.2E-02	0%	1.6E-01	1.1E-01	1.0E-01
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	1.8E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	2.2E-01	1.7E-01	1.6E-01
8	ECOLE ARBRE SEC	1.9E-01	9.9E-02	9.9E-02	0%	2.3E-01	1.2E-01	1.2E-01
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	1.7E-01	1.0E-01	9.9E-02	0%	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	2.1E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	2.7E-01	1.8E-01	1.6E-01
28	CHU SEBASTOPOL	2.9E-01	1.8E-01	1.7E-01	-1%	4.2E-01	2.7E-01	2.5E-01
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	1.8E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.1E-01	1.6E-01	1.5E-01
30	ECOLE MASSILLON	1.9E-01	1.6E-01	1.4E-01	-2%	2.3E-01	2.2E-01	1.9E-01
31	CABINET MÉDICAL - BOULEVARD HENRI IV	2.4E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	3.3E-01	1.7E-01	1.5E-01
23	Point impact négatif 3	1.8E-01	1.2E-01	1.3E-01	1%	2.2E-01	1.5E-01	1.7E-01
24	Point impact négatif 4	2.4E-01	1.4E-01	1.5E-01	1%	3.2E-01	2.0E-01	2.2E-01
25	Point impact positif 1	3.4E-01	2.2E-01	1.9E-01	-3%	5.2E-01	3.4E-01	2.9E-01
26	Point impact positif 2	1.9E-01	1.2E-01	1.1E-01	-1%	2.3E-01	1.6E-01	1.4E-01
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	3.8E-01	2.2E-01	2.1E-01	-1%	5.9E-01	3.4E-01	3.2E-01
Points hors ZTL								
10	ECOLE ST BENOIT	1.6E-01	9.1E-02	9.0E-02	0%	1.8E-01	1.0E-01	1.0E-01
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	2.4E-01	1.4E-01	1.4E-01	0%	3.4E-01	1.9E-01	2.0E-01
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	3.3E-01	2.3E-01	2.3E-01	1%	5.0E-01	3.6E-01	3.7E-01
13	ECOLE LANCRY	1.6E-01	9.4E-02	9.3E-02	0%	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-01
14	COLLEGE PRIVE STANISLAS	1.7E-01	1.1E-01	1.1E-01	0%	2.0E-01	1.3E-01	1.4E-01
15	COLLEGE VICTOR DURUY	2.1E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.7E-01	1.5E-01	1.6E-01
16	EHPAD MARIE THERESE	2.0E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.5E-01	1.5E-01	1.5E-01
17	RESIDENCE SOCIALE MATISSE	1.5E-01	9.2E-02	9.3E-02	0%	1.7E-01	1.0E-01	1.0E-01
18	HABITATION LOUIS BLERHOT	1.9E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	2.4E-01	1.7E-01	1.8E-01
19	ECOLE FLORENCE	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-01	0%	2.1E-01	1.3E-01	1.3E-01
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	1.8E-01	1.1E-01	1.2E-01	1%	2.2E-01	1.5E-01	1.6E-01
21	Point impact négatif 1	3.0E-01	1.7E-01	1.8E-01	1%	4.5E-01	2.5E-01	2.7E-01
22	Point impact négatif 2	2.8E-01	2.0E-01	2.2E-01	2%	4.1E-01	3.1E-01	3.4E-01
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	3.9E-01	2.5E-01	2.5E-01	0%	6.2E-01	4.1E-01	4.0E-01
Pollution de fond		0.14	0.08	0.08		0.14	0.08	0.08
Réglementation française : valeur limite			-				-	
Objectif de qualité			-				-	
Valeur cible			1				-	

* impact du projet = (projet – fil de l'eau)/valeur limite x 100

5 IMPACT DU PROJET SUR LES POPULATIONS

5.1 INDICE POLLUANT/POPULATION (IPP)

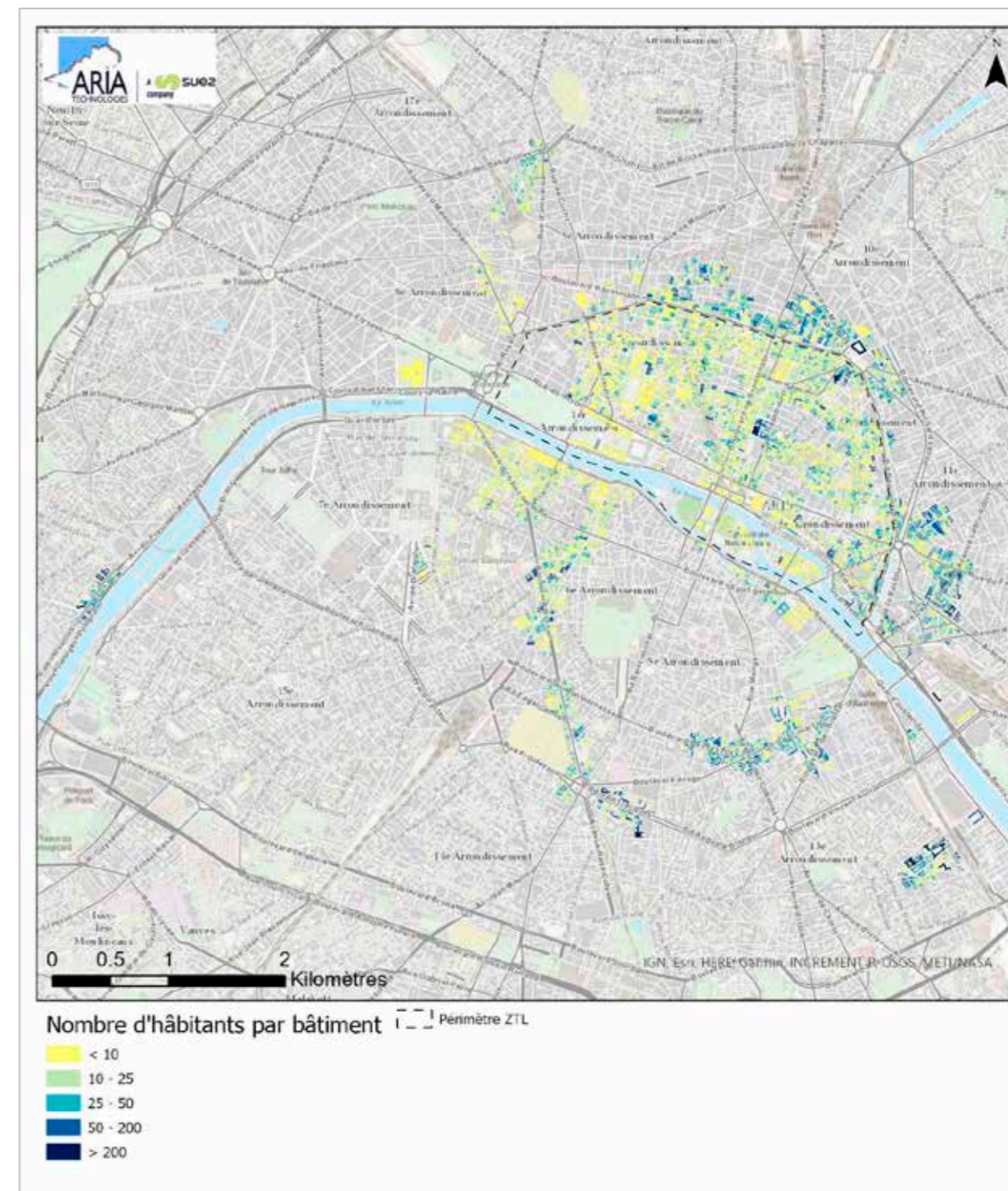
Afin d'évaluer l'impact sur la santé d'un projet d'infrastructure routière, la méthode préconisée par le guide méthodologique du Cerema de février 2019 consiste à croiser les concentrations calculées par modélisation et les données de population. Le produit "Population × Concentration" fournit ainsi un indicateur sanitaire, appelé également « Indice Pollution / Population : IPP », qui permet de comparer des scénarios entre eux. Il est calculé pour le dioxyde d'azote, conformément à la note technique du 22 février 2019, en prenant en compte toutes les sources d'émissions (trafic routier et pollution de fond).

5.1.1 Méthodologie

L'IPP est calculé de la manière suivante : à partir des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants (cf. paragraphe 4.4), la concentration moyenne est calculée par immeuble (correspondant à la concentration moyenne au sol en façade de l'immeuble) et est multipliée par la population estimée dans cet immeuble. **L'IPP a été calculé sur la bande d'étude** (cf paragraphe 2.4).

Les données de population par bâtiment habité ont été estimées à partir des données INSEE géolocalisées (année 2017, la plus récente disponible au moment de la réalisation de l'étude) et de la localisation des zones habitées. On considère que la population par immeuble reste stable entre 2017 et 2024.

Figure 40: répartition de la population par bâtiments habités (source : INSEE, 2017)



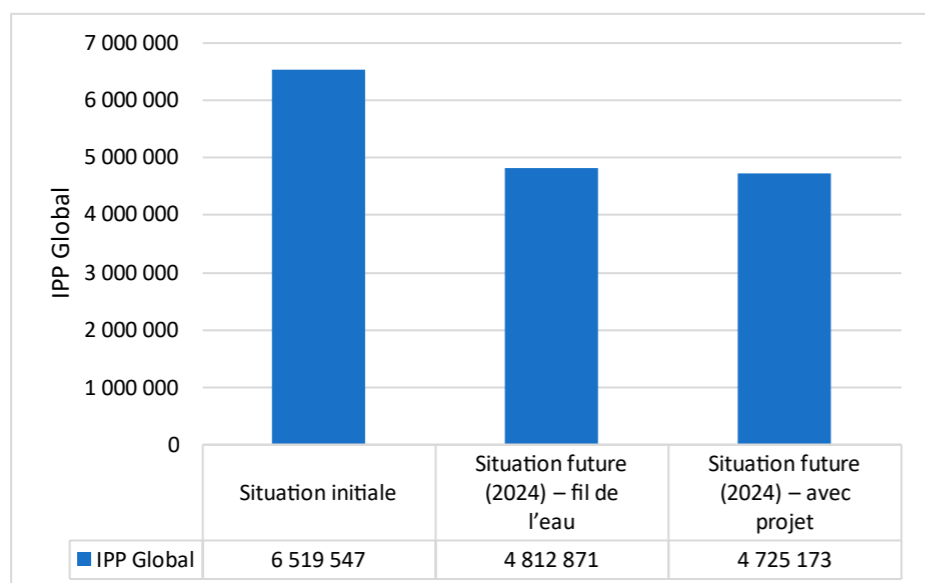
5.1.2 Résultats

5.1.2.1 Synthèse

Le calcul de l'IPP est réalisé en prenant en compte la pollution de fond. Les produits « concentration × population » les plus forts correspondent plus particulièrement aux zones où la densité de population est la plus élevée et où les concentrations moyennes calculées sont les plus importantes. Le calcul de l'IPP est réalisé sur la bande d'étude.

La Figure 41 présente l'IPP global qui correspond à la somme des IPP sur l'ensemble de la bande d'étude.

Figure 41 : IPP global pour le NO₂



Entre la situation initiale et la situation fil de l'eau à l'horizon 2024, l'IPP global baisse d'environ 27% en raison de la baisse des concentrations en NO₂, la population restant constante entre ces deux situations.

A l'horizon 2024, l'IPP global diminue légèrement entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (-2%). En effet, les variations de concentrations sont principalement localisées sur les voies de circulation et restent globalement stables au niveau des zones habitées, et le nombre d'habitants ne varie pas sur la bande d'étude.

5.1.2.2 Histogramme de distribution

Conformément à la note technique du 22 février 2019, à partir des résultats de concentrations issues du modèle de dispersion et des populations par maille obtenus pour chaque scénario, un **histogramme de distribution** par classes de valeurs de concentrations est réalisé en sommant, pour chaque plage entre deux valeurs de concentrations (les bornes de la plage), l'ensemble des populations associées à cette plage. Les plages de concentration représentées sur les histogrammes tiennent compte de la pollution de fond.

La Figure 42 présente l'histogramme de distribution concentrations/population et le Tableau 18 présente le pourcentage de la population exposée à chaque tranche de concentrations.

Figure 42 : histogramme de distribution concentration/population

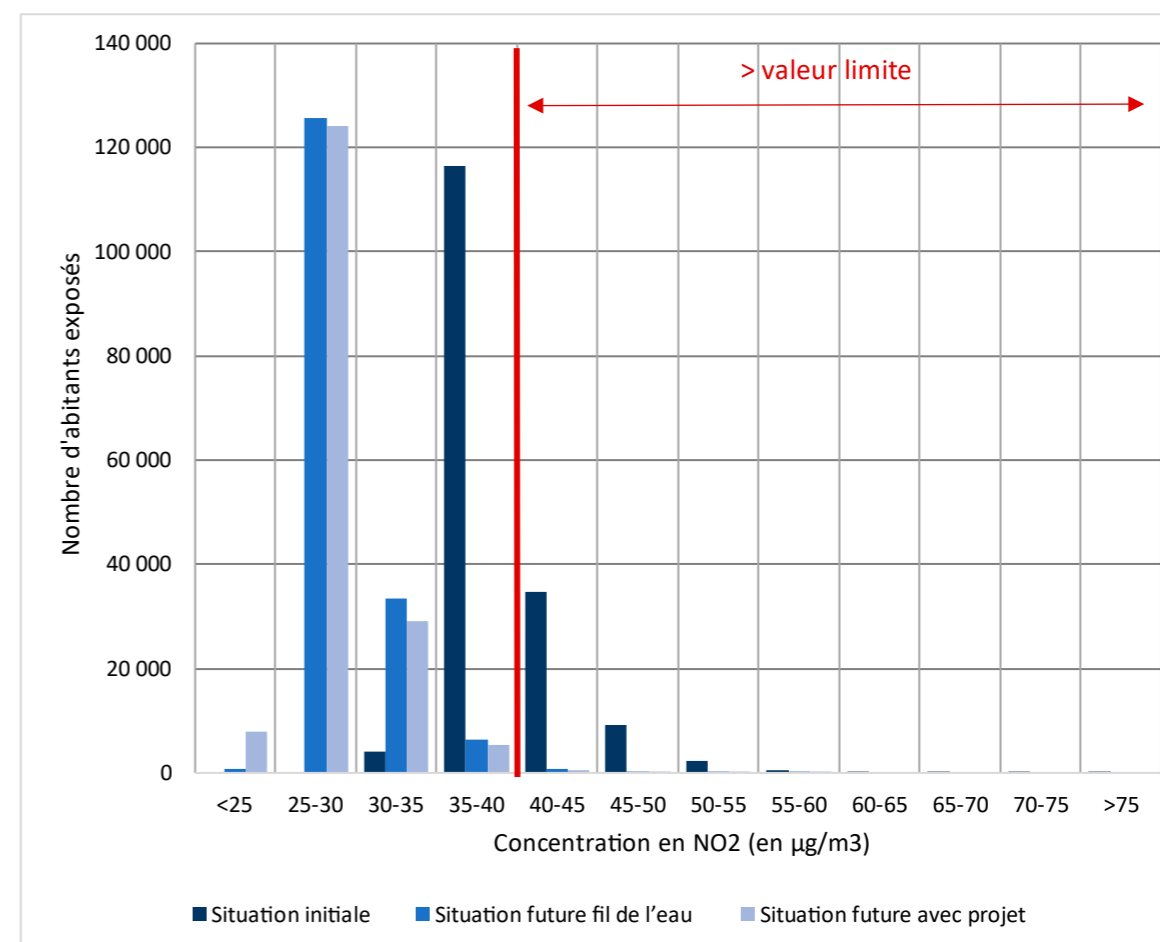


Tableau 18 : pourcentage de la population exposée à chaque tranche de concentrations

Concentration moyenne en NO ₂ (µg/m ³)	% de la population exposée			
	Classe	Situation initiale	Horizon 2024 - Situation fil de l'eau	Horizon 2024 – situation avec projet
<25		0%	0.4%	4.8%
25-30		0%	75.1%	74.2%
30-35		2.4%	20.0%	17.4%
35-40		69.6%	3.9%	3.3%
40-45		20.7%	0.5%	0.4%
45-50		5.5%	0.04%	0.03%
50-55		1.4%	0.008%	0.0003%
55-60		0.3%	0.002%	0.002%
60-65		0.04%	0%	0%
65-70		0.01%	0%	0%
70-75		0.007%	0%	0%
>75		0.000%	0%	0%

Pour la situation initiale :

- 28 % de la population dans la bande d'étude est exposée à des concentrations supérieures à la valeur limite fixée pour le NO₂ (40 µg/m³), la pollution de fond représentant à elle seule 83% de cette valeur limite ;

- 1,7 % de la population est exposée à des concentrations supérieures à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

A l'horizon 2024 :

- 99,5% des habitants sont désormais exposés à des concentrations en NO_2 inférieures à la valeur limite.
- Moins de 1% des habitants sont exposés à des concentrations supérieures à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Le projet de ZTL entraîne une légère baisse du nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les Figure 43, Figure 44 et Figure 45 présentent les cartographies des IPP pour respectivement la situation initiale, la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet. La Figure 46 présente la différence d'IPP entre la situation future au fil de l'eau et la situation future avec projet. On note une diminution de l'IPP sur plusieurs habitations au sein de la ZTL.

A l'horizon 2024, l'impact du projet est légèrement positif en comparaison avec la situation Fil de l'eau.

Figure 43 : carte IPP – situation initiale

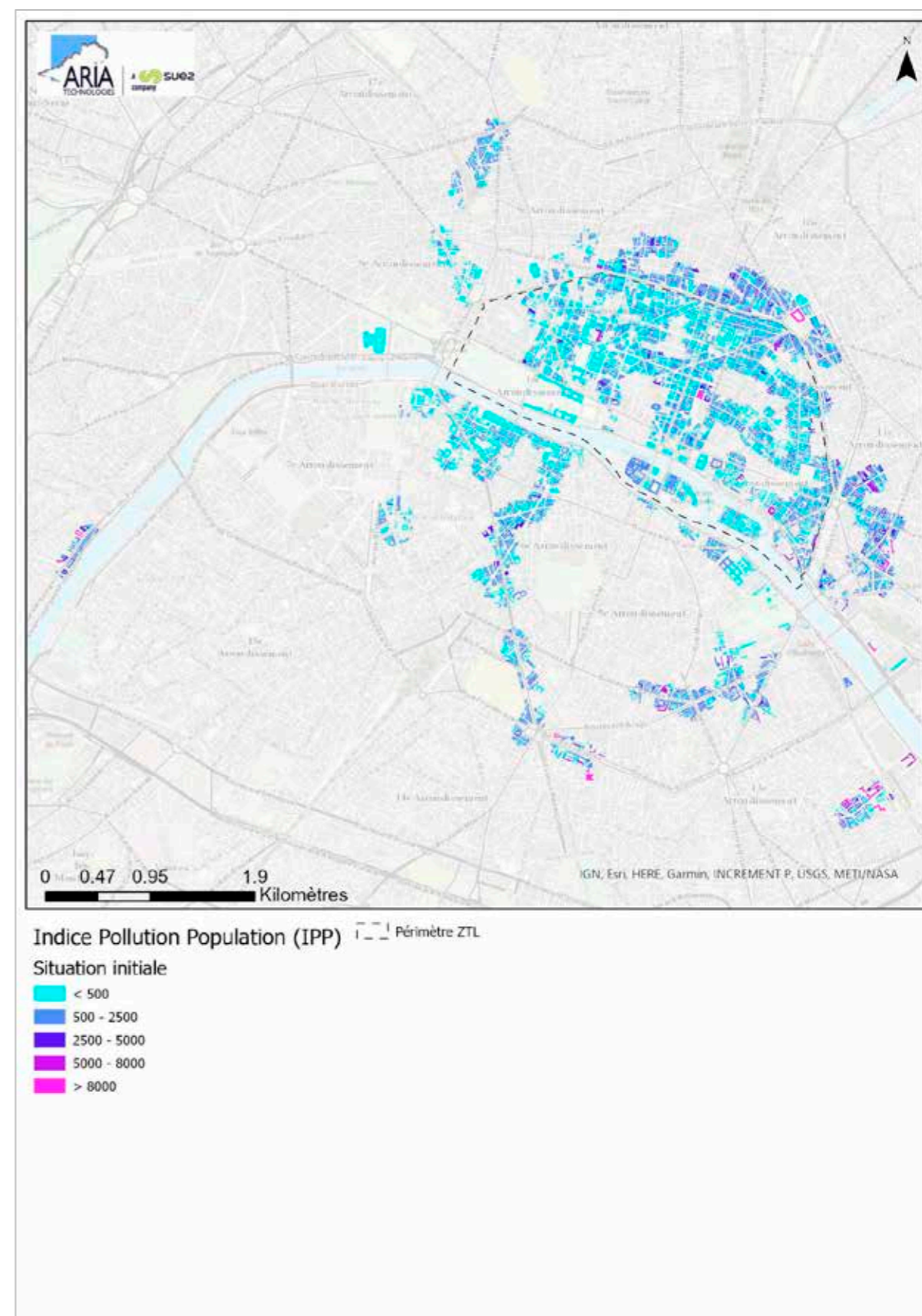
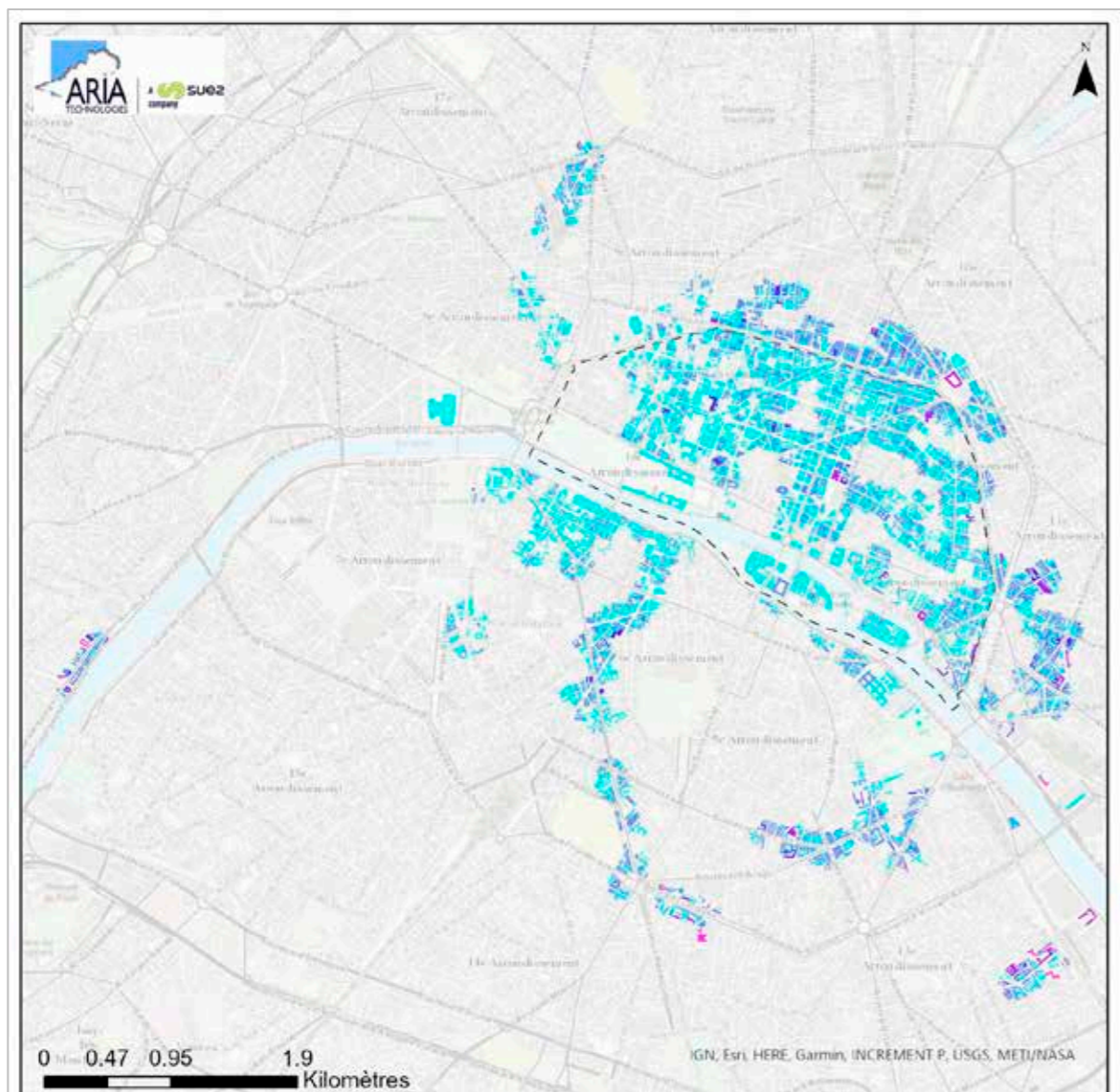


Figure 44 : carte IPP –fil de l'eau (2024)

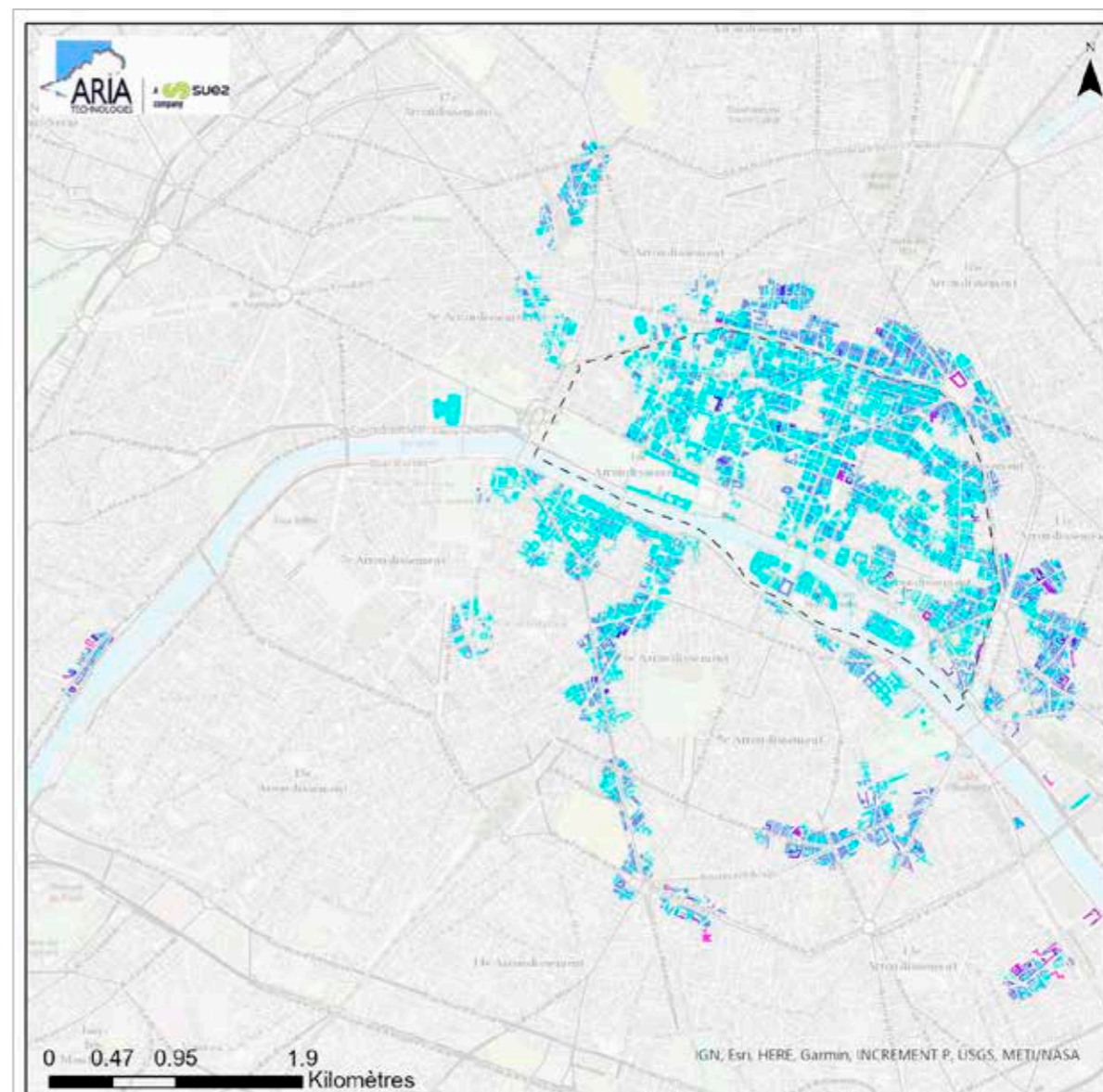


Indice Pollution Population (IPP) Périmètre ZTL

Situation "fil de l'eau"

- < 500
- 500 - 2500
- 2500 - 5000
- 5000 - 8000
- > 8000

Figure 45 : carte IPP –avec projet (2024)

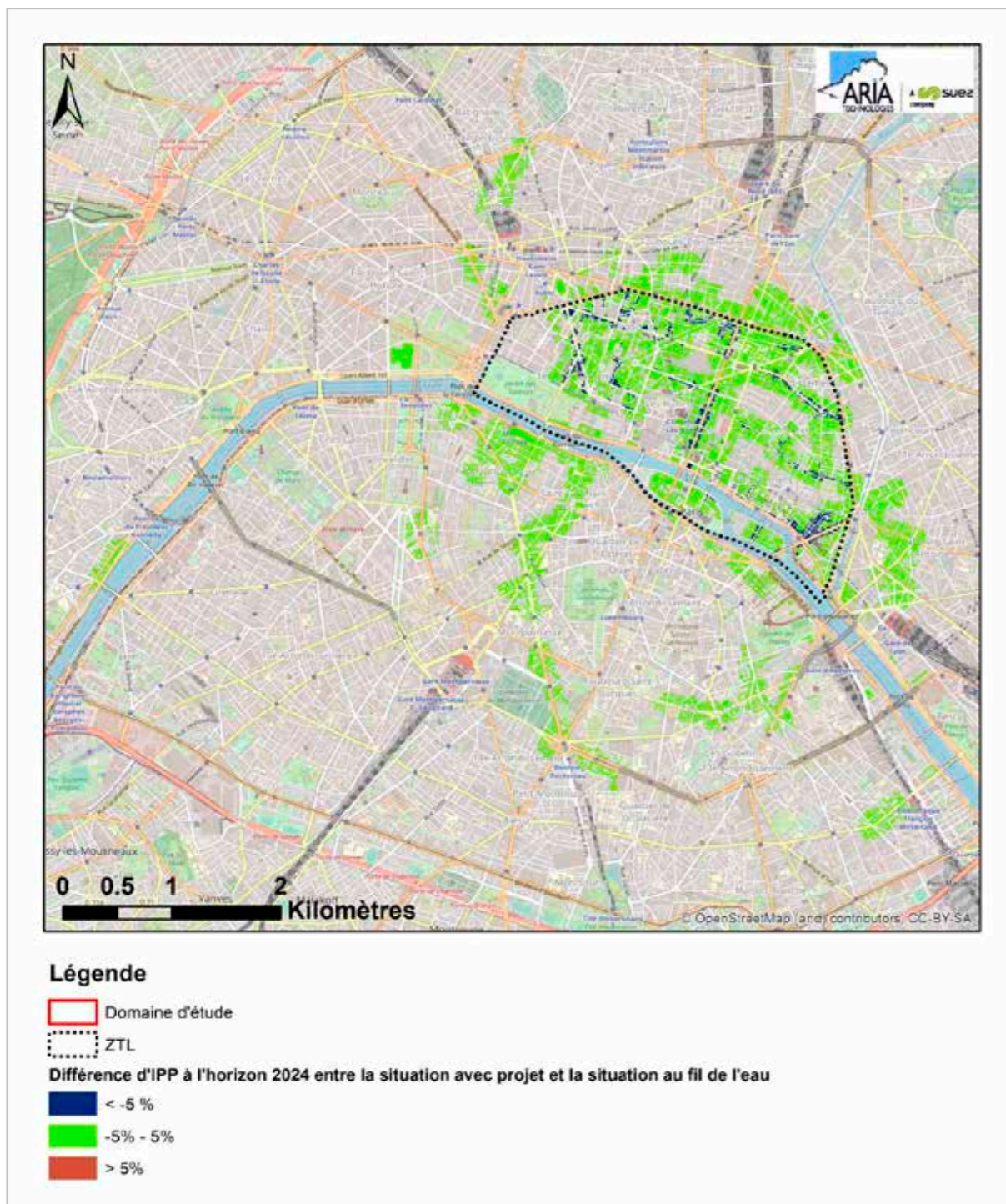


Indice Pollution Population (IPP) Périmètre ZTL

Situation avec projet

- < 500
- 500 - 2500
- 2500 - 5000
- 5000 - 8000
- > 8000

Figure 46 : carte de différence d'IPP entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (2024)



5.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée pour toutes les situations étudiées.

5.2.1 Démarche

L'évaluation est menée conformément au guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021.

Elle se déroule en quatre étapes successives :

- 1. Identification des dangers** : sélection des substances pouvant a priori avoir un impact sur la santé des populations, en fonction de critères bien précis ;
- 2. Définition des relations dose-réponse** : détermination du profil toxicologique de la substance et sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
- 3. Evaluation de l'exposition humaine** : calcul des concentrations de substances inhalées et ingérées ;
- 4. Caractérisation des risques** : calcul du risque auquel la population est susceptible d'être soumise.

5.2.2 Choix des traceurs de risque et identification des dangers

5.2.2.1 Choix des traceurs de risque

Les substances prises en compte dans l'ERS sont celles retenues dans le guide du Cerema pour les infrastructures routières pour les études Air et Santé de niveau I.

Exposition chronique	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2,5) Dioxyde d'azote Benzène 1,3-butadiène Chrome VI Nickel Arsenic 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
	Voie orale	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

* Liste des HAP prioritaires définie par l'US EPA : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

5.2.2.2 Identification des dangers

L'étape d'identification des dangers présente la toxicité des composés émis par le trafic routier. Il est rapporté les effets sur la santé et en particulier le risque cancérigène et les différentes voies d'exposition.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. **Dans le cadre de la présente évaluation de risques sanitaires, seule l'exposition chronique sera étudiée.**

A partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 20 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC et l'EPA. Le Tableau 19 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 19 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérigènes

CIRC - OMS	US EPA
1 : cancérigènes pour l'homme	A : cancérigènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)
2A : cancérigènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	B1 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme)
	B2 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)
2B : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)	C : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)
3 : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme	D : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)
4 : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal	E : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal

Tableau 20 : identification des dangers par substances

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité	
				CIRC	EPA
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10102-44-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Poussières	nd	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Benzène	71-43-2	Système sanguin et immunitaire	Inhalation	1	A
Nickel	7440-02-0	Système respiratoire, développement	Inhalation /Ingestion	2B	-
Arsenic	7440-38-2	Développement, Système nerveux, Poumons, peau	Inhalation /Ingestion	1	A
Chrome VI	7440-47-3	Système respiratoire, estomac	Inhalation /Ingestion	1	A (inh.) D (ing.)
1,3 butadiène	106-99-0	Reproduction	Inhalation	1	-
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Développement	Inhalation /Ingestion	1	A
Acénaphthène	83-32-9	Système digestive	Ingestion	3	
acénaphthylène	208-96-8	-	-		
Anthracène	120-12-7	-	Ingestion	3	
benzo(a)anthracène	56-55-3		Ingestion	2B	
benzo(a)pyrène	50-32-8	Développement	Inhalation /Ingestion	1	A
benzo(b)fluoranthène	205-99-2		Ingestion	2B	

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité	
				CIRC	EPA
benzo(g,h,i)pyrène	191-24-2		Ingestion	3	
Benzo(j) fluoranthène	205-82-3			1B	
benzo(k)fluoranthène	207-08-9		Ingestion	2B	
Chrysène	218-01-9		Ingestion	2B	
dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3		Ingestion	2A	
Fluoranthène	206-44-0	Système sanguin	Ingestion	3	
Fluorène	86-73-7	Système sanguin	Ingestion	3	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5		Ingestion	2B	
Naphtalène	91-20-3	Développement	Ingestion	2B	
Phénanthrène	85-01-8	Développement	Ingestion	3	
pyrène	129-00-0	Rein	Ingestion	3	

Le Tableau 21 présente les substances retenues et leur impact sur la santé et l'environnement.

Tableau 21 : substances retenues et impact sur la santé

Substances	Sources (parts des émissions en France, année 2018*)	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
NOx	Transports – 63 % Industrie (énergie et manufacturière) – 19 % Secteur résidentiel et tertiaire – 11 % Agriculture – 7 %	À court terme : irritations des bronches et aggravations de maladies respiratoires (asthme) À long terme : développement de maladies respiratoires ou cardiovasculaires, faible poids du nourrisson et risque accru de décès.	Les NOx participent au phénomène des pluies acides appauvrissant les milieux naturels et contribuent à la formation de l'ozone troposphérique.
PM10 et PM2.5 (particules inférieures à 10 µm et 2,5 µm)	Secteur résidentiel et tertiaire – 34 % des PM10, 53 % des PM2.5 Industrie (énergie et manufacturière) – 27 % des PM10, 19 % des PM2.5 Agriculture – 24 % des PM10, 10 % des PM2.5 Transports – 15 % des PM10, 18 % des PM2.5	Les PM10 et PM2.5 entraînent une altération de la santé respiratoire. Les PM2.5 engendrent en plus une altération de la santé cardiovasculaire. Ces particules peuvent entraîner des cancers pulmonaires et une atteinte au développement neurologique de l'enfant.	Les PM10 et PM2.5 engendrent des dégradations et salissures sur les monuments/bâtiments. Ils absorbent et diffusent la lumière limitant ainsi la visibilité.
COVNM (dont le benzène et le 1,3 butadiène)	Secteur résidentiel et tertiaire – 45 % Industrie (énergie et manufacturière) – 41 % Transports – 11 % Agriculture – 2 % Déchets – 1 %	Les effets sont divers selon les polluants et l'exposition. Ils vont de la simple gêne olfactive et une irritation, à une diminution de la capacité respiratoire et des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et nerveux. Le benzène et le 1,3 butadiène sont classés cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Les COVNM participent au phénomène des pluies acides appauvrissant les milieux naturels et contribuent à la formation de l'ozone troposphérique.
Arsenic	Industrie (énergie et manufacturière) – 49 % Secteur résidentiel et tertiaire – 22 % Transports – 27 % Agriculture – 2 %	L'arsenic provoque une irritation de l'estomac, des intestins et des poumons, une diminution de la production des globules blancs et rouges et des problèmes de peau. Il est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	L'arsenic s'accumule dans la faune et la flore et entraîne une mauvaise croissance des espèces et leur incapacité à se reproduire.
Nickel	Industrie (énergie et manufacturière) – 61 % Secteur résidentiel et tertiaire – 29 % Transports – 7 % Agriculture – 2 % Déchets – 1 %	Le nickel provoque des nausées, vomissements et vertiges. Il peut entraîner des embolies pulmonaires, de l'asthme et des problèmes cardiaques. Il est classé cancérigène possible pour l'homme par le CIRC.	Le nickel peut endommager les plantes et diminuer le taux de croissance des algues. Il peut également provoquer des cancers chez les animaux.
Chrome VI	Industrie (énergie et manufacturière) – 61 % Secteur résidentiel et tertiaire – 27 % Transports – 10 % Agriculture – 2 %	Le chrome VI peut provoquer des éruptions cutanées, des irritations nasales, des problèmes respiratoires, des ulcères et une altération du matériel génétique. Il est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Chez les animaux, le chrome VI peut provoquer des problèmes respiratoires, une capacité plus faible à lutter contre les maladies, des défauts de naissance, une infertilité ou la formation de tumeurs.
HAP (dont le benzo(a)pyrène)	Secteur résidentiel et tertiaire – 61 % Transports – 15 % Industrie (énergie et manufacturière) – 14 % Agriculture – 10 %	Selon leur nature, les HAP peuvent avoir différents effets, allant de nuisances olfactives et d'irritations à des problèmes respiratoires. Le benzo(a)pyrène est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Les HAP s'accumulent dans la faune et la flore par dépôts sur les végétaux et contamination des eaux de surface, provoquant des dysfonctionnements cellulaires.

* Données issues du rapport « Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques – Bilan des émissions en France de 1990 à 2018 », CITEPA, juin 2020.

5.2.3 Voie d'exposition retenue

L'exposition des personnes vivant au voisinage d'une source d'émission dans l'atmosphère peut se produire :

- soit directement par inhalation pour toutes les substances émises à l'atmosphère ;
- soit de façon indirecte par ingestion par le biais de retombées de particules responsables de la contamination de la chaîne alimentaire ;
- soit par contact cutané.

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition¹⁵.

Compte tenu du milieu urbain du projet, l'exposition par ingestion est négligeable. Elle ne sera donc pas retenue.

En conclusion, seule la voie d'exposition par inhalation est retenue.

5.2.4 Etude des relations dose-réponse et choix des VTRs

5.2.4.1 Définitions

La définition des relations dose-réponse consiste à recueillir dans la littérature l'ensemble des valeurs établissant une relation entre une dose d'exposition et les effets (ou probabilités d'effets) observés.

Ces relations dose-réponse regroupées sous le terme de **valeur toxicologique de référence (VTR)** permettent de caractériser deux mécanismes d'action des toxiques :

- **les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (durant toute sa vie¹⁶ et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

¹⁵ La note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

¹⁶ conventionnellement prise égale à 70 ans

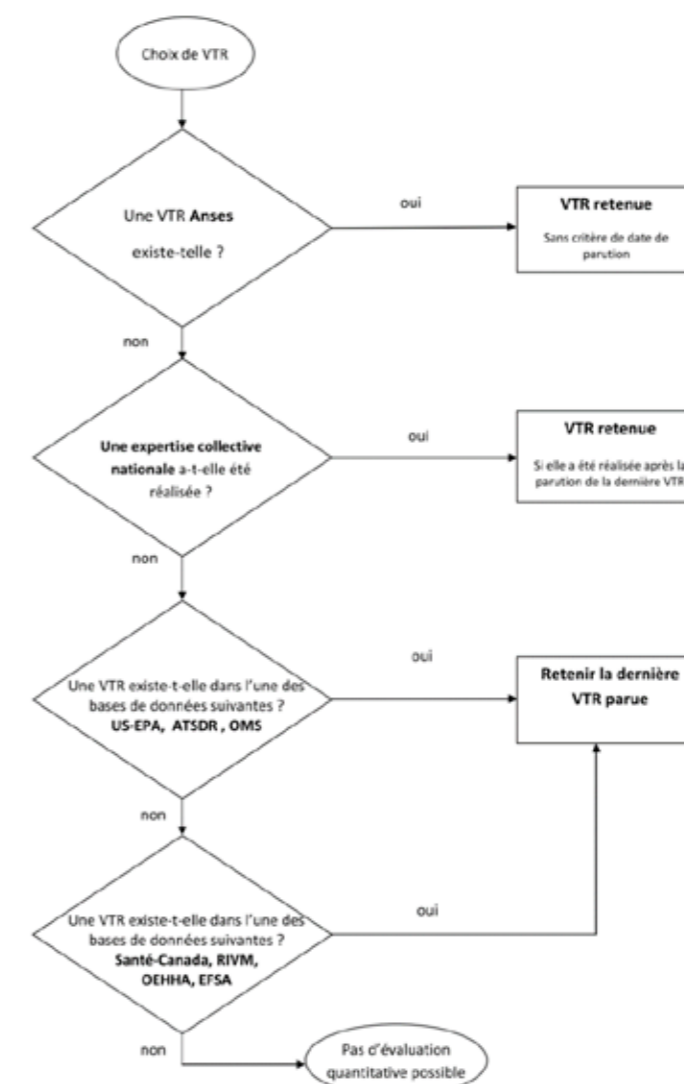
5.2.4.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Pour chaque substance sélectionnée précédemment, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été recherchées auprès des différentes instances internationales suivantes :

- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
- Environmental Protection Agency (US-EPA)
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS/IPCS)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA)
- Santé Canada (Health Canada)
- National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)
- European Food Safety Authority (EFSA)

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'Etat, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une note d'information (DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014), de sélectionner la VTR en suivant le logigramme de la Figure 47 lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition. Nous appliquerons ces modalités dans le choix des VTR dans le présent rapport.

Figure 47 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)



5.2.4.3 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

A partir des VTR disponibles pour la voie respiratoire dans la littérature consultée, les Tableau 24 et Tableau 25 résumant les VTR retenues pour cette étude.

NO₂, poussières (PM₁₀, PM_{2,5}) : la littérature ne fournit pas de VTR pour ces substances, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la note d'information de la DGS (octobre 2014), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Ces substances ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Seules les concentrations dans l'air sont comparées aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Le Tableau 23 présente les valeurs guides retenues pour les poussières (PM₁₀, PM_{2,5}), et le NO₂ en l'absence de VTR.

Chrome : pour l'exposition par inhalation, le chrome a été assimilé à du chrome VI, sa forme la plus toxique.

HAP :

- **pour le risque sans seuil lié aux HAP (risque cancérigène)**, il existe une VTR par inhalation uniquement pour le B(a)P. C'est en effet sur le BaP que portent les données toxicologiques les plus importantes. Pour les HAP classés cancérigènes par le CIRC ou l'US-EPA, à l'exclusion du naphthalène, l'INERIS¹⁷ conseille d'utiliser l'approche substance par substance. Cette approche consiste à appliquer les FET (facteurs d'équivalences toxiques qui expriment la toxicité de chaque HAP par rapport à celle du BaP) sur les doses d'exposition calculées par inhalation pour chaque HAP, puis d'utiliser l'Excès de Risque Unitaire (ERU) par inhalation disponible pour le benzo(a)pyrène pour l'évaluation du risque sanitaire. Les FET retenus dans ce rapport sont ceux proposés par l'INERIS (Tableau 22).

Tableau 22 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérigènes

HAP	FET INERIS
Acénaphène	0,001
Acénaphthylène	0,001
Anthracène	0,01
Benz[a]anthracène	0,1
Benzo[a]pyrène	1
Benzo[b]fluoranthène	0,1
Benzo[g,h,i]perylène	0,01
Benzo[k]fluoranthène	0,1
Benzo[j]fluoranthène	0
Chrysène	0,01
Dibenz[a,h]anthracène	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0,1
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

- **pour le risque à seuil lié aux HAP**, seul le B(a)P possède une VTR.

¹⁷ INERIS. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges. Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : valeurs toxicologiques de référence (VTR). Rapport final. 18 décembre 2003. 64p., INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177.doc

Tableau 23 : valeurs guides pour les risques chroniques

Composé	Voie d'exposition	Valeurs guides	Source et Date	Organe cible / Effets critiques	Type d'étude
NO ₂	Inhalation	10 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM ₁₀	Inhalation	15 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM _{2.5}	Inhalation	5 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme

Tableau 24 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR		Référence	Justification du choix
Benzène	Inhalation	Système immunitaire	-	10	µg/m ³	ANSES 2008	VTR ANSES prioritaire
1,3 butadiène	Inhalation	Atrophie ovarienne	-	2	µg/m ³	ANSES 2021	VTR ANSES prioritaire
Arsenic	Inhalation	Système nerveux	Diminution des fonctions intellectuelles	0.015	µg/m ³	OEHHA 2008	Choix INERIS (2010)
Nickel	Inhalation	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	0.23	µg/m ³	TCEQ 2011	Choix ANSES (2015)
Chrome VI	Inhalation	Système respiratoire	Modification de la lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	0.03	µg/m ³	OMS/CICAD 2013	Choix INERIS (2017)
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Développement	Augmentation de la mortalité embryonnaire fœtale	2.10 ⁻³	µg/m ³	US-EPA 2017	Choix INERIS (2018)

Tableau 25 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	Effet observé	ERU		Référence	Justification du choix
Benzène	Inhalation	Augmentation de l'incidence des leucémies	2,6.10 ⁻⁵	(µg/m ³) ⁻¹	ANSES 2014	VTR ANSES prioritaire
1,3 butadiène	Inhalation	Leucémie	3,0.10 ⁻⁵	(µg/m ³) ⁻¹	US-EPA 2002	Choix INERIS (2019)
Arsenic	Inhalation	-	1,5.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	TCEQ 2012	Choix ANSES (2015)
Nickel	Inhalation	-	1,7.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	TCEQ 2011	Choix ANSES (2015)
Chrome VI	Inhalation	Augmentation du risque de cancer pulmonaire	0,04	(µg/m ³) ⁻¹	OMS-IPCS 2013	Choix ANSES (2015)
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Apparition de tumeurs respiratoires	6.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	US-EPA 2017	Choix INERIS (2018)

5.2.5 Evaluation de l'exposition humaine

L'étude de dispersion (cf. chapitre 4) a permis d'estimer les concentrations dans l'air pour les trois situations (situation initiale, situation « fil de l'eau » à l'horizon 2024 et situation avec projet à l'horizon 2024). Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations.

5.2.5.1 Scénarios d'exposition retenus

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée pour six scénarios d'exposition, présentés dans le tableau suivant. Conformément au guide INERIS¹⁸, les scénarios ont été adaptés aux populations potentiellement exposées dans le contexte d'étude.

Tableau 26 : récapitulatif des scénarios d'exposition retenus

Scénario d'exposition	Durée d'exposition		Concentration pour l'exposition par inhalation
Scénario « Résident dans la ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « Résident hors ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL
Scénario « Impact négatif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations augmentent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « Impact positif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations diminuent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « écolier dans la ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « écolier hors ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°15)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL

A noter qu'en l'absence de données sur les concentrations à l'intérieur des logements, la population est supposée être exposée à la concentration atmosphérique calculée par modélisation aussi bien en extérieur qu'en intérieur.

¹⁸ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, deuxième édition de septembre 2021.

5.2.5.2 Résultats de la modélisation retenus pour l'ERS

Les Tableau 28 et Tableau 29 présentent les concentrations qui seront utilisées pour le calcul des doses d'exposition par inhalation pour chaque scénario d'exposition. A noter que ces concentrations tiennent compte de la pollution de fond. Les valeurs de niveau de fond retenu sont rappelées ci-dessous. Pour plus de détail, le lecteur peut se référer au Tableau 10 du paragraphe 4.3.2.

Tableau 27 : hypothèse pour la pollution de fond (fond urbain Paris) retenue

	Unité	Situation initiale	Horizon 2024 - Fil de l'eau et projet
NO₂	µg/m ³	33	24 (23 dans la ZTL)
PM10	µg/m ³	20	17
PM2,5	µg/m ³	12	10
Benzène	µg/m ³	0.9	0.7
1,3 butadiène	µg/m ³	0.26	0.26
Arsenic	ng/m ³	0.22	0.22
Nickel	ng/m ³	0.92	0.92
Benzo(a)pyrène	ng/m ³	0.14	0.08

Tableau 28 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL

Points d'intérêt concernés	Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant*			
	Situation	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL			Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2 : Ecole Notre-Dame-Saint-Roch)		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO₂	µg/m ³	78.6	53.5	49.1	51.2	35.1	33.8
PM10	µg/m ³	35.3	27.8	27.3	25.5	21.8	21.7
PM2.5	µg/m ³	22.3	17.3	16.7	16.0	12.7	12.7
Benzène	µg/m ³	1.5	1.3	1.2	1.1	0.9	0.9
Arsenic	µg/m ³	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m ³	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.4E-04	9.4E-04	9.4E-04
BAP	µg/m ³	3.8E-04	2.2E-04	2.1E-04	2.3E-04	1.3E-04	1.3E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m ³	5.9E-04	3.4E-04	3.2E-04	3.2E-04	1.8E-04	1.8E-04
Chrome	µg/m ³	1.4E-04	1.1E-04	1.0E-04	5.2E-05	4.2E-05	4.2E-05
1,3 butadiène	µg/m ³	3.8E-01	3.7E-01	3.5E-01	3.0E-01	3.0E-01	3.0E-01

*il est considéré 10% du temps passé à l'école et 90% au domicile, correspondant à la zone habitée la plus exposée dans la ZTL

Tableau 29 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL

Points d'intérêt concernés		Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant*		
		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL			Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°15 : Collège Victor Duruy)		
Situation		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	82.7	59.9	58.2	46.0	32.1	31.6
PM10	µg/m3	36.3	31.5	31.2	23.3	20.0	20.2
PM2.5	µg/m3	23.5	19.4	19.2	14.8	12.0	12.1
Benzène	µg/m3	1.6	1.4	1.4	1.1	0.9	0.9
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.8E-04	9.7E-04	9.7E-04	9.3E-04	9.3E-04	9.3E-04
BAP	µg/m3	3.9E-04	2.5E-04	2.5E-04	2.1E-04	1.2E-04	1.2E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	6.2E-04	4.1E-04	4.0E-04	2.7E-04	1.5E-04	1.6E-04
Chrome	µg/m3	1.5E-04	1.5E-04	1.4E-04	3.7E-05	3.1E-05	3.3E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.9E-01	3.9E-01	3.9E-01	3.0E-01	2.9E-01	2.9E-01

*il est considéré 10% du temps passé à l'école et 90% au domicile, correspondant à la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL

Tableau 30 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »

Points d'intérêt concernés		Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
		Point impact négatif 2 (point d'intérêt n°22)			Point impact positif 1 (point d'intérêt n°25)		
Situation		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	60.9	49.6	52.1	71.8	52.7	46.1
PM10	µg/m3	31.6	29.3	31.0	31.8	28.1	25.9
PM2.5	µg/m3	18.5	16.9	17.9	20.6	17.3	15.8
Benzène	µg/m3	1.3	1.2	1.3	1.5	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.5E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.5E-04
BAP	µg/m3	2.8E-04	2.0E-04	2.2E-04	3.4E-04	2.2E-04	1.9E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	4.1E-04	3.1E-04	3.4E-04	5.2E-04	3.4E-04	2.9E-04
Chrome	µg/m3	8.6E-05	1.1E-04	1.2E-04	1.1E-04	1.1E-04	9.0E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.4E-01	3.5E-01	3.6E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.4E-01

5.2.5.3 Doses d'exposition

Pour une exposition par inhalation, la dose d'exposition par inhalation correspond à la concentration moyenne inhalée (CI) et est calculée de la manière suivante :

$$CI = \frac{\sum Ci \times ti}{T}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : concentration de polluant dans l'air au lieu i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ti/T : Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci

Afin de garder un caractère majorant, un **scénario maximaliste** est retenu en première approche, pour l'exposition par inhalation, à savoir :

- Pour les populations résidentes, et les enfants :
 - en l'absence de données sur le temps passé par ces personnes sur la zone d'étude et en dehors, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les enfants et les résidents séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur la zone d'étude.
 - il n'est pas tenu compte de la protection apportée par les habitations vis-à-vis de l'exposition.

La fraction d'exposition ti à la concentration Ci varie selon les scénarios étudiés (cf. paragraphe 5.2.5).

Les Tableau 31 et Tableau 32 présentent les concentrations inhalées (CI) estimées pour chaque scénario, calculées à partir des concentrations moyennes dans l'air (cf. paragraphe 5.2.5.2) et des scénarios d'exposition retenus (cf. paragraphe 5.2.5.1). Elles tiennent compte de la pollution de fond.

Tableau 31 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL

Situation		Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	78.6	53.5	49.1	75.8	51.7	47.6
PM10	µg/m3	35.3	27.8	27.3	34.3	27.2	26.8
PM2.5	µg/m3	22.3	17.3	16.7	21.7	16.8	16.3
Benzène	µg/m3	1.5	1.3	1.2	1.5	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04
BAP	µg/m3	3.8E-04	2.2E-04	2.1E-04	3.6E-04	2.1E-04	2.0E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	5.9E-04	3.4E-04	3.2E-04	5.6E-04	3.3E-04	3.1E-04
Chrome	µg/m3	1.4E-04	1.1E-04	1.0E-04	1.3E-04	1.1E-04	9.7E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.8E-01	3.7E-01	3.5E-01	3.8E-01	3.6E-01	3.5E-01

Tableau 32 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL

Situation		Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	82.7	59.9	58.2	79.0	57.2	55.5
PM10	µg/m3	36.3	31.5	31.2	35.0	30.3	30.1
PM2.5	µg/m3	23.5	19.4	19.2	22.6	18.7	18.5
Benzène	µg/m3	1.6	1.4	1.4	1.5	1.4	1.4
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04
Nickel	µg/m3	9.8E-04	9.7E-04	9.7E-04	9.7E-04	9.7E-04	9.7E-04
BAP	µg/m3	3.9E-04	2.5E-04	2.5E-04	3.8E-04	2.4E-04	2.4E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	6.2E-04	4.1E-04	4.0E-04	5.9E-04	3.8E-04	3.8E-04
Chrome	µg/m3	1.5E-04	1.5E-04	1.4E-04	1.4E-04	1.3E-04	1.3E-04
1,3 butadiène	µg/m3	3.9E-01	3.9E-01	3.9E-01	3.8E-01	3.8E-01	3.8E-01

Tableau 33 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »

Situation		Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	60.9	49.6	52.1	71.8	52.7	46.1
PM10	µg/m3	31.6	29.3	31.0	31.8	28.1	25.9
PM2.5	µg/m3	18.5	16.9	17.9	20.6	17.3	15.8
Benzène	µg/m3	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.5E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.5E-04
BAP	µg/m3	2.8E-04	2.0E-04	2.2E-04	3.4E-04	2.2E-04	1.9E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	4.1E-04	3.1E-04	3.4E-04	5.2E-04	3.4E-04	2.9E-04
Chrome	µg/m3	8.6E-05	1.1E-04	1.2E-04	1.1E-04	1.1E-04	9.0E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.4E-01	3.5E-01	3.6E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.4E-01

5.2.5.4 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Le NO₂ et les poussières (PM10 et PM2,5) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées seront simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Les Figure 48 à Figure 50 présentent les concentrations inhalées estimées pour chaque scénario d'exposition en comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour l'exposition chronique (exposition annuelle).

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations inhalées sont supérieures aux recommandations de l'OMS quel que soit le scénario d'exposition étudié, aussi bien pour la situation initiale qu'à l'horizon 2024. Ces dépassements sont dus à la pollution de fond (33 µg/m³ et 24 µg/m³ aux horizons 2019 et 2024 respectivement) qui dépasse à elle seule la nouvelle recommandation OMS égale à 10 µg/m³.

Pour les particules (PM10 et PM2,5), les concentrations inhalées sont également supérieures aux recommandations de l'OMS pour les mêmes raisons : les valeurs de pollution de fond retenues à l'horizon 2019 (20 µg/m³ pour les PM10 et 12 µg/m³ pour les PM2.5) et à l'horizon 2024 (17 µg/m³ pour les PM10 et 10 µg/m³ pour les PM2.5) dépassent à elles seules les recommandations OMS (15 pour les PM10 et 5 µg/m³ pour les PM2.5).

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers **présents dans la ZTL** (scénario résident et écolier dans la ZTL), l'impact du projet est faible mais positif : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour les PM10 et PM2.5 (diminution inférieure à 5%), et diminuent de 8% pour le NO₂. A noter que toute baisse des concentrations inhalées a un effet potentiellement positif sur la santé.
- Pour les résidents et écoliers présents dans la bande d'étude **en dehors de la ZTL** (scénario résident et écolier hors ZTL), l'impact du projet est négligeable : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances (diminution inférieure à 3%).
- dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des concentrations inhalées inférieure à 10%.
- dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des concentrations inhalées de 10%.

Figure 48 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour le NO₂

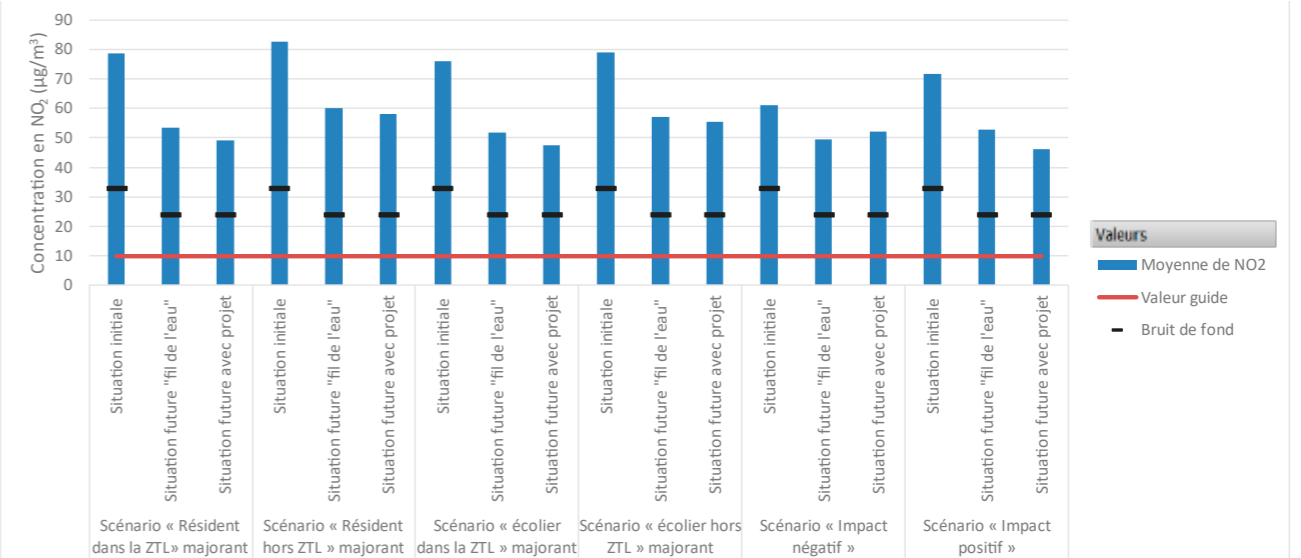


Figure 49 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM10

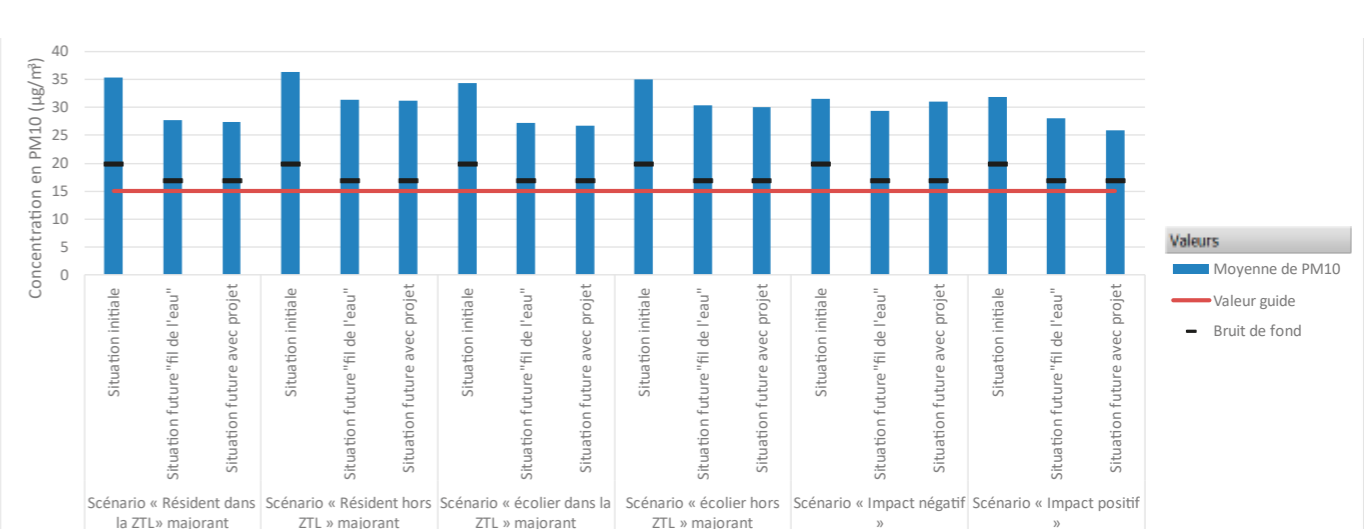
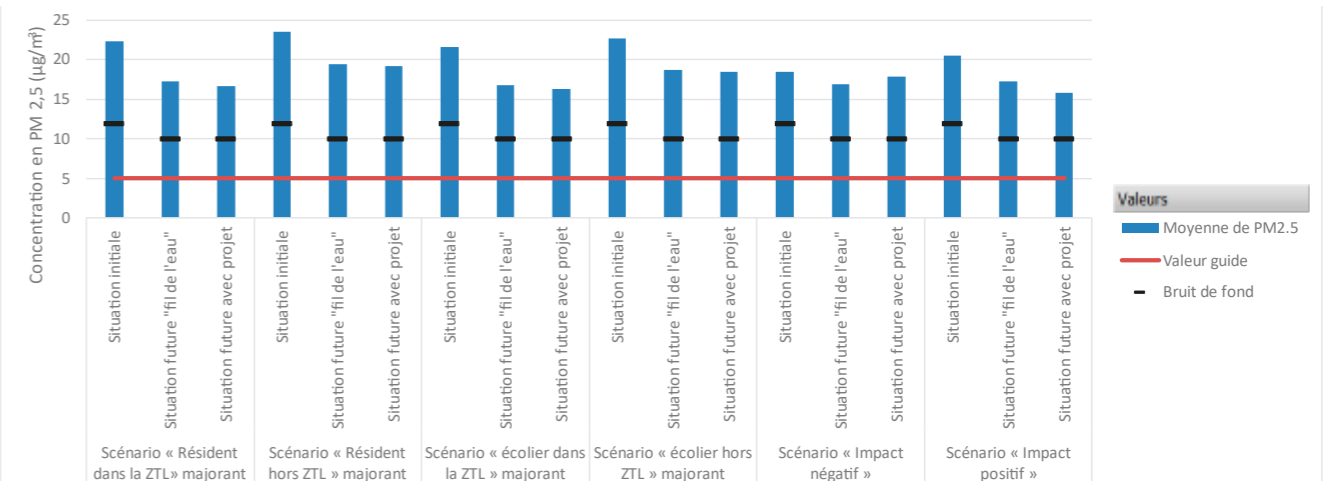


Figure 50 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM2.5



5.2.6 Caractérisation des risques

La caractérisation des risques est la dernière étape de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Elle consiste à confronter les concentrations ou doses auxquelles les populations sont exposées et les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sont évalués pour un individu.

5.2.6.1 Méthodologie

La caractérisation des risques étant établie à partir des valeurs toxicologiques de référence, elle se distingue, de la même façon que les VTR pour les composés à effet à seuil et pour les composés à effet sans seuil.

5.2.6.1.1 Substances à effets à seuil

Pour les polluants à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), il s'agit de calculer les quotients de danger (QD) qui sont le rapport entre les concentrations (CI, Concentration moyenne Inhalée) attendues dans l'environnement et la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) (Concentration ou Dose de Référence).

Le quotient de danger est donc le suivant :

$$QD = \frac{CI}{VTR_{AS,inh}}$$

où : QD : Quotient de danger

CI : Concentration moyenne inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$VTR_{AS,inh}$: Valeur Toxicologique de Référence à seuil par ingestion (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{jour}$)

En termes d'interprétation, lorsque ce quotient est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

5.2.6.1.2 Substances à effets sans seuil

Pour les polluants cancérigènes génotoxiques et donc considérés sans seuil d'effet, le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu.

L'excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire (ERU) vie entière (conventionnellement 70 ans) par la concentration atmosphérique inhalée (CI) pour l'inhalation rapportée à la durée d'exposition vis-à-vis de la durée de vie (prise conventionnellement à 70 ans).

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

$$ERI = \sum CI_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,inh}$$

où : ERI : Excès de Risque Individuel

$VTR_{SS,inh}$ =ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation (ERU_i en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.

CI_i : Concentration inhalée pour la période d'exposition i (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

T_i : durée de la période d'exposition i (années)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années).

L'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. **La durée d'exposition T_i est variable selon les scénarios d'exposition retenus (cf. paragraphe 5.2.5.1).**

En termes d'interprétation, l'ERI représente la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet néfaste chez un individu exposé pendant toute sa vie aux concentrations/doses du composé cancérigène, par rapport à un sujet non exposé.

Le niveau de risque cancérigène peut être comparé au risque de 1 pour 100 000 (ou 10^{-5}), niveau repère, qualifié « d'acceptable », par différentes instances internationales.

L'acceptabilité des risques évalués s'apprécie ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais il existe plusieurs valeurs de seuils pouvant servir de référence :

- aux USA, la valeur de 10^{-6} est considérée comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel. La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention.
- en France, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire reprend dans la circulaire du 8 février 2007 ce seuil de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité des niveaux de risque dans la gestion des sols pollués.
- ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air ;
- c'est également le seuil indiqué dans le guide INERIS de 2013 mis à jour en 2021 et dans la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

5.2.6.1.3 Risque global

Pour tenir compte de l'exposition conjointe à plusieurs composés, l'InVS (2000), repris par l'INERIS (2013), recommande d'estimer le risque sanitaire global en sommant les risques de la façon suivante :

- pour les composés à effet à seuil : la somme doit être réalisée pour ceux dont la toxicité est identique en termes de mécanisme d'action et d'organe cible. Pratiquement, tous les composés ayant la même cible organique ont été regroupés car les données sur les mécanismes d'action des composés ne sont pas toujours connues ;
- pour les composés à effet sans seuil : la somme de tous les ERI doit être réalisée, quel que soit le type de cancer et l'organe touché, de façon à apprécier le risque cancérigène global.

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques, l'INERIS recommande de comparer les indicateurs de risque aux repères suivants¹⁹ :

- les QD sont comparés à 1 ;
- les ERI sont comparés à 10^{-5} .

¹⁹ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, août 2013

5.2.6.2 Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil

Les Quotients de Danger (QD) sont calculés pour les traceurs de risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Le détail des quotients de danger est disponible en Annexe 3.

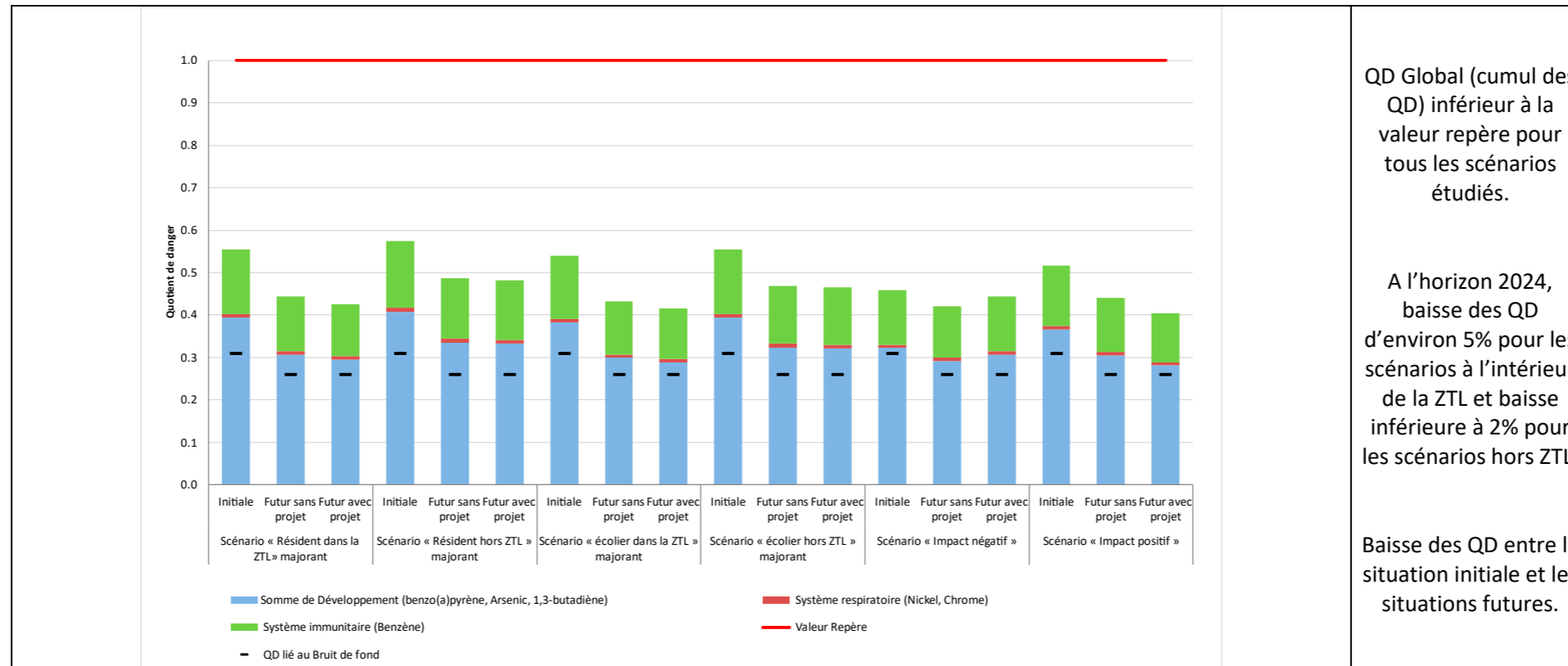
Pour tous les traceurs de risque à seuil, le QD est inférieur à la valeur repère égale à 1.

La Figure 51 présente les quotients de danger par scénario d'exposition sommés par organe cible et cumulés. Les sommes des Quotients de Danger calculées par organe cible sont également toutes inférieures à la valeur repère égale à 1 quel que soit le scénario étudié.

A l'horizon 2024 :

- **Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse des Quotients de Danger (environ -5%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une légère baisse des Quotients de Danger (inférieure à 2%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Quotients de Danger inférieure à 5%.**
- **Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Quotients de Danger légèrement supérieure à 10%.**

Figure 51 : Quotients de Danger par scénario d'exposition



5.2.6.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Les Excès de Risque Individuel sont calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Le détail des ERI est disponible en Annexe 3.

Les Excès de Risque Individuel calculés pour chaque traceur du risque pris individuellement sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT) pour toutes les substances exceptées pour le benzène et ce, pour toutes les situations (initiale et futures). Il est important de noter que pour le benzène, la teneur en fond retenue ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2019 et $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024) entraîne à elle seule un ERI d'au maximum $1,0.10^{-5}$ en 2019 et $7,8.10^{-6}$ en 2024 pour une durée d'exposition de 30 ans (scénario résident) à la pollution de fond, dépassant la valeur repère de 1.10^{-5} pour la situation initiale.

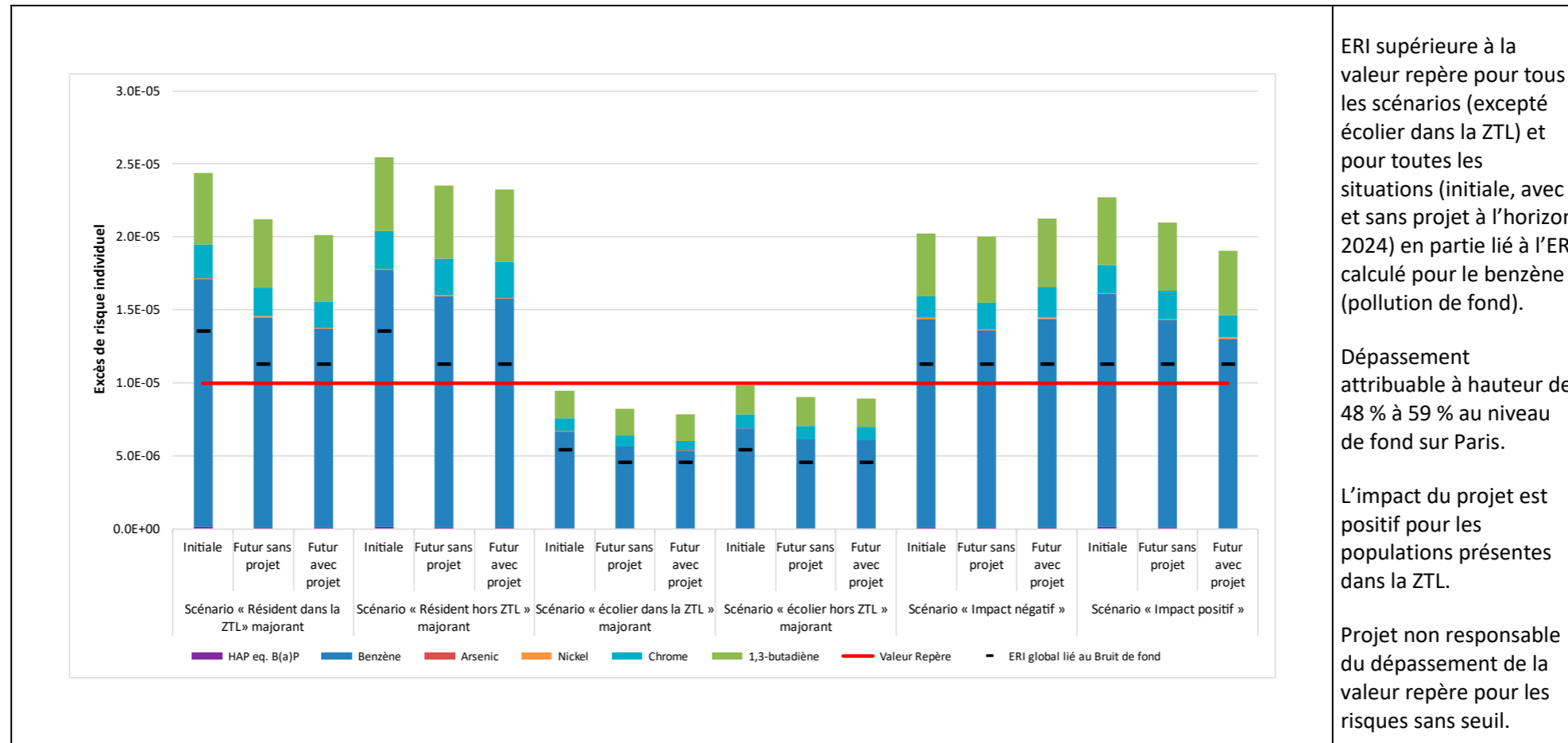
La Figure 52 présente les ERI cumulés par scénario d'exposition (ERI Global). L'ERI Global est supérieur à la valeur repère pour tous les scénarios d'exposition étudiés excepté le scénario écolier, et quel que soit l'horizon. Ce dépassement est en partie lié à la pollution de fond sur Paris qui représente environ 44% à 58% des ERI globaux calculés, le reste étant dû au trafic important présent dans la zone d'étude.

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse (environ 5%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse plus faible (environ 1%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Excès de Risque Individuel de 6%.
- Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Excès de Risque Individuel légèrement supérieure à 9%.

Le projet a donc un impact positif sur l'exposition des habitants et donc sur leur santé, bien que la valeur repère pour les risques sans seuil soit toujours dépassée, en raison d'une pollution de fond qui reste importante vis-à-vis des valeurs sanitaires.

Figure 52 : Excès de Risque Individuel par scénario d'exposition



5.2.6.4 Incertitudes

5.2.6.4.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Facteurs pris en compte dans l'ERS

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances considérées comme traceurs de risque dans cette étude.

Exposition par voie cutanée non considérée

Il n'existe pas de VTR spécifique à cette voie d'exposition. De plus, la transposition à partir des VTR pour les voies respiratoire et orale n'est pas recommandée (note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014). Cette sous-estimation n'a pas forcément d'impact sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, étant donné que l'absorption des polluants par voie cutanée est négligeable devant l'absorption par voies respiratoire et/ou digestive (surface d'échange plus importante et transferts facilités).

5.2.6.4.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie pour estimer les risques sanitaires potentiels emploie, par nature, les principes de précaution et est par défaut conservatrice.

Estimation des émissions

Les émissions ont été quantifiées à partir des données de trafic mises à disposition et des facteurs d'émissions les plus récents disponibles (COPERT V).

Durée d'exposition

En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24). Cette hypothèse est majorante puisque les personnes ne seront pas exposées en permanence car elles sont amenées à se déplacer pour des raisons personnelles (congés, loisirs) et professionnelles.

Pénétration des polluants dans les habitats

Il est posé l'hypothèse que les polluants ont un taux de pénétration dans les habitats de 100 %, ce qui est une hypothèse majorante.

5.2.6.4.3 Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable

Constance des paramètres

Toutes les données utilisées (émissions, dispersion, transferts, exposition) sont supposées rester constantes pendant les années d'exposition futures étudiées.

Interactions des polluants

En absence de connaissances scientifiques suffisantes sur les interactions des polluants les uns par rapport aux autres et des conditions d'interactions en eux, il a été considéré que les polluants qui avaient la même cible organique et le même mécanisme d'action cumulaient leurs risques. En réalité, les polluants peuvent également avoir des effets antagonistes (dans ce cas nous aurions majoré les risques) ou synergiques (dans ce cas nous aurions minimisé les risques).

6 SYNTHÈSE

La Ville de Paris envisage la création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) restreignant le transit à travers le centre de Paris (75) afin d'améliorer les déplacements des piétons, transports en commun, vélos et de certaines catégories d'usagers (véhicules de police, de secours, d'intérêt général, taxis et VTC, artisans, résidents et professionnels domiciliés dans la zone, visiteurs, etc.).

Dans le cadre de ce projet, la Ville de Paris a mandaté ARIA Technologies - au sein d'un groupement piloté par OGI - pour la réalisation du volet « Air et Santé » au sens de la note méthodologique « Air et Santé ».

Le volet « Air et Santé » suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios sont modélisés :

- la situation « initiale » ;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL.

Impact du projet sur la Qualité de l'air

Bilan des émissions de polluants dans l'air

Entre la situation initiale et la situation future « Fil de l'eau » (2024), on observe une baisse des émissions. Cette baisse est essentiellement influencée par l'évolution du trafic routier entre les deux scénarios, l'évolution du parc automobile entre 2019 et 2024 (mise en circulation de véhicules moins polluants, augmentation de la part des véhicules électriques, ...) et elle est renforcée par l'interdiction des véhicules Crit'air 4 dans la Zone à Faibles Emissions (ZFE) entre 2019 et 2021.

A l'horizon futur 2024, les émissions restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet, conformément à la variation du trafic sur le domaine d'étude. Au sein de la ZTL, les émissions diminuent quant à elles de 7,3%, conformément à la variation du trafic sur la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions restent du même ordre de grandeur. Quelques axes voient leurs émissions augmenter de façon modérée, en lien avec les reports de trafic. Parmi les voies présentant les émissions les plus élevées, les plus fortes variations sont observées sur les voies suivantes : quai Anatole France (+15%), le quai Saint Bernard (+25%), Avenue de l'opéra (-25%), Boulevard de Sébastopol (-15%).

L'impact du projet sur les émissions atmosphériques est donc négligeable en terme de bilan global des émissions sur l'ensemble de la zone d'étude. Au sein même de la ZTL, le projet a un impact positif

sur les émissions atmosphériques puisqu'il entraîne une diminution de 7,3% des émissions dues au trafic routier. En dehors de la ZTL, l'impact du projet est négligeable.

Estimation des concentrations dans l'air

Les concentrations dans l'air imputables au trafic routier ont été estimées par une modélisation de la dispersion des émissions pour les trois scénarios (situation initiale, situation « fil de l'eau » et situation avec projet). Compte-tenu du contexte urbain dense, il a été choisi de réaliser une modélisation 3D de la dispersion atmosphérique prenant en compte l'influence des bâtiments.

A l'horizon 2024, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française au niveau des zones habitées. Les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. Les recommandations OMS sont également dépassées. A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite.

Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures aux valeurs limites au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les valeurs limites sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5.

Au niveau des points d'intérêt, à l'horizon 2024, les concentrations estimées pour le scénario avec projet restent du même ordre de grandeur que celles calculées pour la situation future « fil de l'eau ». On constate cependant une tendance à la baisse pour les points cibles situés au sein de la ZTL (baisse de l'ordre de 5% en moyenne). Cette baisse est assez faible car les diminutions importantes de concentration restent localisées sur les voies de circulation. Au niveau de la zone habitée la plus exposée de la ZTL, la baisse de concentrations du fait de la mise en place de la ZTL est plus significative (baisse de -11%).

Le projet de ZTL a un impact faible mais néanmoins positif sur la qualité de l'air par rapport à une situation « fil de l'eau » au niveau des zones habitées déjà présentes dans la zone d'étude. L'impact de la ZTL reste localisé au niveau des voies de circulation et des habitations proches des axes à fort trafic avec une baisse restant inférieure à 10%.

Impact du projet sur les populations

Indice Pollution Population (IPP)

L'indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des habitants de la bande d'étude à la pollution atmosphérique induite par le projet et par les voies impactées par celui-ci.

A l'horizon 2024, l'IPP global diminue légèrement entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (-2%). En effet, les variations de concentrations sont principalement localisées sur les voies de circulation et restent globalement stables au niveau des zones habitées, et le nombre d'habitants ne varie pas sur la bande d'étude.

A l'horizon 2024, moins de 1% de la population est exposé à des concentrations en NO₂ supérieure à la valeur limite. Le projet de ZTL entraîne une légère baisse du nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 30 µg/m³.

A l'horizon 2024, l'impact du projet sur l'IPP est légèrement positif en comparaison avec la situation Fil de l'eau.

Evaluation des risques sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires a été menée conformément à la note technique TRET1833075N du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 et au guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021.

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée pour quatre scénarios d'exposition :

Scénario d'exposition	Durée d'exposition		Concentration pour l'exposition par inhalation
Scénario « Résident hors ZTL » majorant	100% du temps (7j/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL
Scénario « Résident dans la ZTL » majorant	100% du temps (7j/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « écolier hors ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°15)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL
Scénario « écolier dans la ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL

A noter qu'en l'absence de données sur les concentrations à l'intérieur des logements, la population est supposée être exposée à la concentration atmosphérique calculée par modélisation aussi bien en extérieur qu'en intérieur.

Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Le NO₂ et les poussières (PM10 et PM2,5) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées sont simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations sont supérieures aux recommandations de l'OMS quel que soit le scénario d'exposition étudié, aussi bien pour la situation initiale qu'à l'horizon 2024. Ces dépassements sont dus à la pollution de fond qui dépasse à elle seule la nouvelle recommandation OMS égale à 10 µg/m³.

Pour les particules (PM10 et PM2,5), les concentrations inhalées sont également supérieures aux recommandations de l'OMS pour les mêmes raisons : les valeurs de pollution de fond retenues à l'horizon 2024 dépassent à elles seules les recommandations OMS (15 µg/m³ pour les PM10 et 5 µg/m³ pour les PM2,5).

A l'horizon 2024 :

- pour les habitants et les enfants **présents dans la ZTL** (scénario résident et écolier dans la ZTL), l'impact du projet est faible mais positif : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour les PM10 et PM2.5 (diminution inférieure à 5%), et diminuent de 8% pour le NO₂. A noter que toute baisse des concentrations inhalées a un effet potentiellement positif sur la santé.
- pour les habitants et les enfants **présents dans la bande d'étude en dehors de la ZTL** (scénario résident et écolier hors ZTL), l'impact du projet est négligeable : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances (diminution inférieure à 3%).
- dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des concentrations inhalées inférieure à 10%.
- dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des concentrations inhalées de 10%.

Caractérisation des risques

Les risques sanitaires calculés pour les substances à seuil d'effet sont faibles vis-à-vis de la valeur repère.

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers **dans la ZTL**, le projet de ZTL entraîne une baisse des Quotients de Danger (environ -5%) par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude **en dehors de la ZTL**, le projet de ZTL entraîne une légère baisse des Quotients de Danger (inférieure à 2%) par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Quotients de Danger inférieure à 5%.
- Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Quotients de Danger légèrement supérieure à 10%.

Les risques sanitaires pour les substances sans seuil prises individuellement sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10⁻⁵ (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT) pour toutes les substances exceptées pour le benzène et ce, pour toutes les situations (initiale et futures). Il est important de noter que pour le benzène et pour une durée d'exposition de 30 ans, la teneur de fond retenue pour la situation initiale conduit à elle seule à un ERI dépassant la valeur repère de 1.10⁻⁵.

L'ERI Global est supérieur à la valeur repère pour tous les scénarios d'exposition étudiés, et quel que soit l'horizon. Ce dépassement est en partie lié à la pollution de fond sur Paris qui représente environ 48% à 59% des ERI globaux calculés, le reste étant dû au trafic important présent dans la zone d'étude.

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse (environ 5%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse plus faible (environ 1%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Excès de Risque Individuel de 6%.
- Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Excès de Risque Individuel légèrement supérieure à 9%.

Le projet a donc un impact positif sur l'exposition des habitants au sein de la ZTL et donc sur leur santé, bien que la valeur repère pour les risques sans seuil soit toujours dépassée en raison d'une pollution de fond qui reste importante vis-à-vis des recommandations.

ANNEXES

Annexe 1 : Généralités sur la pollution atmosphérique

Définition

La directive du 30 décembre 1996 sur la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie donne la définition suivante de la pollution atmosphérique :

"La pollution atmosphérique est l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre la santé humaine en danger, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives."

La directive européenne n°96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996 donne les définitions de termes souvent utilisés dans le domaine de la qualité de l'air :

- ↪ **Air ambiant** : L'air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail.
- ↪ **Polluant** : Toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Origine de la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est d'origine très diverse. Elle peut provenir des industries, des activités domestiques ou encore du trafic routier. Il existe plusieurs types de pollution atmosphérique :

La pollution urbaine

Elle affecte principalement la santé humaine. En effet, l'exposition à plusieurs substances indésirables simultanément augmente leurs effets nocifs. La pollution urbaine détériore aussi les bâtiments par corrosion et salissure.

La pollution à l'échelle régionale

Les pluies acides : Elles sont dues à la formation d'acides nitriques et sulfuriques formés par combinaison de pluie et d'oxydes d'azote et de soufre. Ces polluants proviennent des rejets en zones urbaines. Les pluies acides sont l'une des causes du dépérissement des lacs et des forêts (par les dépôts acides, secs et humides).

La pollution photochimique ou smog

Elle provient principalement des véhicules. Les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les carbonés organiques volatils sont à l'origine de la formation de l'ozone troposphérique (basse altitude) et du PAN (Peroxyacétylnitrate). Il y a formation de brouillard ou smog lorsque les concentrations en ozone ("mauvais ozone") dans l'air ambiant sont élevées.

La pollution à l'échelle planétaire

La destruction de la couche d'ozone : La disparition progressive de la couche d'ozone stratosphérique (à haute altitude) provient de l'action du chlore et du brome gazeux issu des activités domestiques. En s'amointrissant, la couche d'ozone, appelée "bon ozone", pourrait engendrer des pathologies telles que des cancers de la peau, car les radiations U.V. ne sont plus filtrées par la couche.

La modification de l'effet de serre : L'effet de serre est causé par l'accumulation de certains gaz, ce qui entraîne un échauffement de l'atmosphère. Ce phénomène est naturel, mais une accumulation trop grande de ces gaz pourrait entraîner des modifications climatiques importantes.

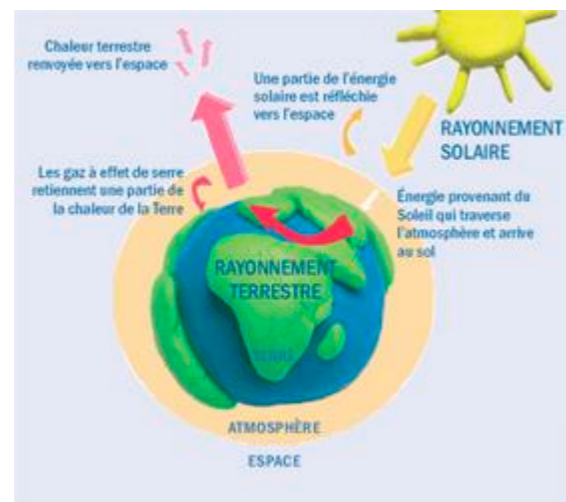
Principaux phénomènes

L'effet de serre

L'effet de serre naturel, qui permet à la Terre d'être habitable, est accru par certains gaz émis par les activités humaines, dits gaz à effet de serre (GES). Le réchauffement climatique observé à l'échelle de la planète en est la conséquence. Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal représentant des gaz à effet de serre, mais il n'est pas le seul : on peut aussi citer par exemple le méthane (CH₄) ou le protoxyde d'azote (N₂O).

Contrairement aux gaz à effet de serre, la pollution dans l'air a un effet local direct sur la santé et sur l'environnement. En France, elle est surveillée par des associations indépendantes comme AIRPARIF. Les principaux polluants qui posent problème en région parisienne sont le dioxyde d'azote, les particules et l'ozone.

Figure 53 : phénomène « l'effet de serre » (source : AIRPARIF)



La pollution photochimique

La pollution photochimique désigne un mélange complexe de polluants formés chimiquement dans l'air, sous l'effet du rayonnement solaire, à partir de composés précurseurs émis par des sources naturelles et les activités humaines (oxydes d'azote (NO_x), composés organiques volatils (COV), monoxyde de carbone (CO)). Le principal polluant photochimique est l'ozone (O₃).

La production photochimique résulte de la dissociation du dioxyde d'azote (PM10) par le rayonnement ultraviolet, cette réaction constituant la principale source d'oxygène atomique (O) dans les basses couches de l'atmosphère :



l'oxygène atomique se combinant à l'oxygène moléculaire (O₂) pour former l'ozone :



et la production d'ozone étant toutefois limitée par sa réaction sur le monoxyde d'azote :



La production d'ozone est donc très dépendante de l'ensoleillement, et des conditions météorologiques, de sorte que la production des polluants photochimiques est favorisée au printemps ou en été. Le cycle photochimique chimique de formation et de destruction de l'ozone présente un caractère non linéaire d'où sa complexité. En effet une abondance des émissions des oxydes d'azote (NO_x), précurseurs d'ozone, peut nuire à l'accumulation d'O₃, et la pollution photochimique peut se manifester plus amplement loin des émissions de précurseurs. En milieu urbain, où les émissions de (NO_x) sont importantes du fait du trafic automobile et des foyers de combustion, l'ozone formé sur

place peut être rapidement détruit. Ceci explique que les taux maxima de pollution sont généralement mesurés en zones périurbaines ou rurales sous le vent des panaches urbains.

L'acidification

La pollution acide (ou pluies acides) est liée aux polluants acides (SO₂, NO_x, NH₃, HCl, HF) émis par les activités humaines qui retombent en partie à proximité des sources, mais aussi à des centaines, voire des milliers de kilomètres de leurs sources émettrices. Ces polluants retombent sous forme de retombées sèches ou humides. Pendant le transport, ces polluants se transforment. SO₂ et NO_x se transforment en sulfates (SO₄²⁻) et en nitrates (NO₃²⁻) dans le cas où l'atmosphère est sèche, ainsi qu'en acide sulfurique (H₂SO₄) et en acide nitrique (HNO₃) dans le cas où l'atmosphère est humide.

Les phénomènes de pollution acide à grande échelle ont été mis en évidence par l'acidification des eaux des lacs Scandinaves et Canadiens. Le pH des eaux est devenu acide entraînant des modifications importantes de la faune piscicole. Certaines pluies ont un pH compris entre 3 et 4 alors que l'eau pure a un pH de 5,6.

Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.

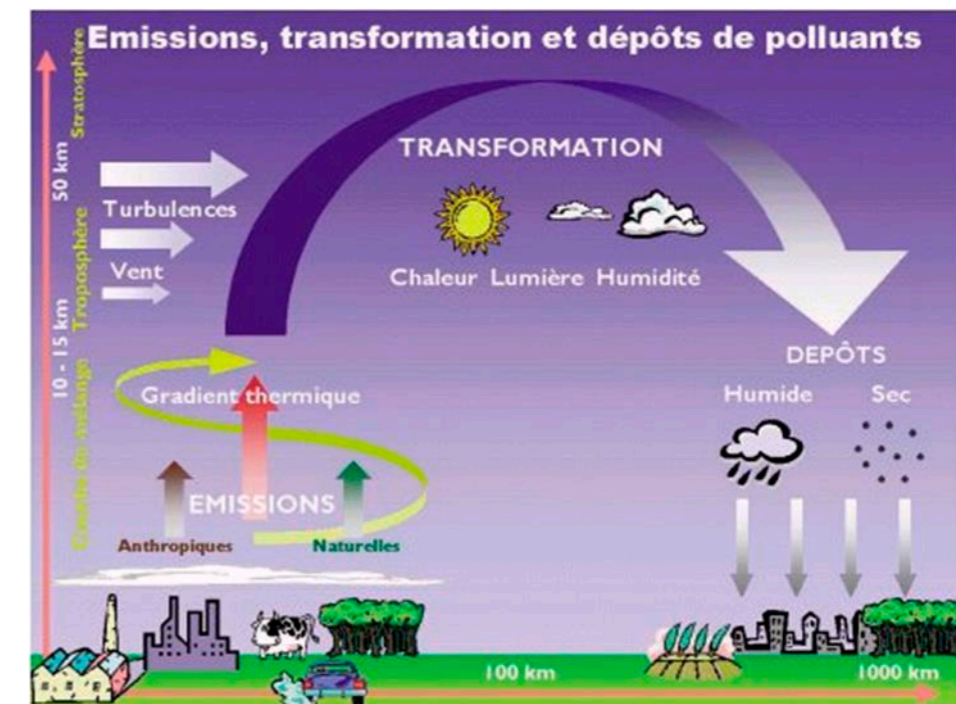


Figure 54 : phénomène d'acidification (source : CITEPA)

La dispersion des polluants atmosphériques

Les concentrations, en polluant dans l'atmosphère, peuvent fluctuer dans le temps et dans l'espace suivant :

- ↪ l'**intensité des émissions** des différentes activités qui varie dans le temps : en hiver le chauffage est important, le trafic routier est quasiment nul la nuit...
- ↪ la **topographie locale** qui peut favoriser ou non le déplacement des masses d'air,
- ↪ les **conditions météorologiques** : les vents forts peuvent entraîner un rabattement du panache des cheminées, les vents calmes limitent la dispersion des polluants,
- ↪ la **structure thermique de l'atmosphère** : une inversion thermique de température (ci-contre) limite la dispersion des polluants.



La topographie locale

La topographie d'un site peut influencer la circulation des masses d'air. Par exemple, les rues canyon, les bords de mer et les vallées peuvent modifier la dispersion des polluants.

Le littoral : la nuit, les masses d'air ne se déplacent pas dans le même sens que de jour. En effet, durant la journée la brise de mer ramène les polluants sur les côtes. Mais de nuit, ce phénomène s'inverse car le sol se refroidit plus vite que la mer. La pollution est alors envoyée sur la mer.



Le jour : brise de mer

La nuit : brise de terre

Les vallées : les masses d'air ne se déplacent pas dans le même sens de jour et de nuit. En effet, le jour l'air s'échauffe sur les pentes et crée un courant qui remonte la vallée. Les polluants se dispersent rapidement. Mais de nuit, ce phénomène s'inverse : l'air froid s'écoule le long des pentes et s'accumule au fond de la vallée, tout en la descendant. La pollution évacuée dans la journée est alors ramenée dans la vallée la nuit.

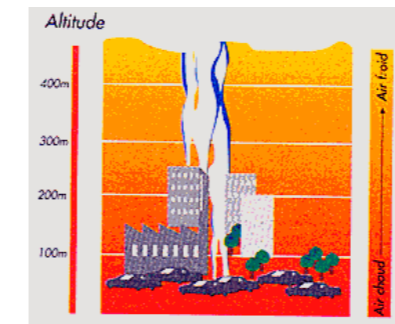


Le jour : brise montante

La nuit : brise descendante

La structure thermique de l'atmosphère

La structure thermique verticale de la troposphère peut varier suivant les jours et les heures.



En **situation normale de diffusion**, la température diminue avec l'altitude. La structure thermique de l'atmosphère ne freine pas la diffusion des polluants.

Parfois, à partir d'une certaine hauteur, la température peut augmenter avec l'altitude. Il y a alors **inversion thermique** : une couche d'air chaud se trouve au-dessus d'une couche d'air plus froid. L'air pollué, qui se disperse vers le haut en situation normale de diffusion, est alors bloqué par cette couche d'air plus chaud qui agit comme un couvercle thermique.

Ce phénomène contribue à la pollution locale et peut conduire à la formation de dôme urbain de pollution. Il se rencontre lors de conditions météorologiques particulières :

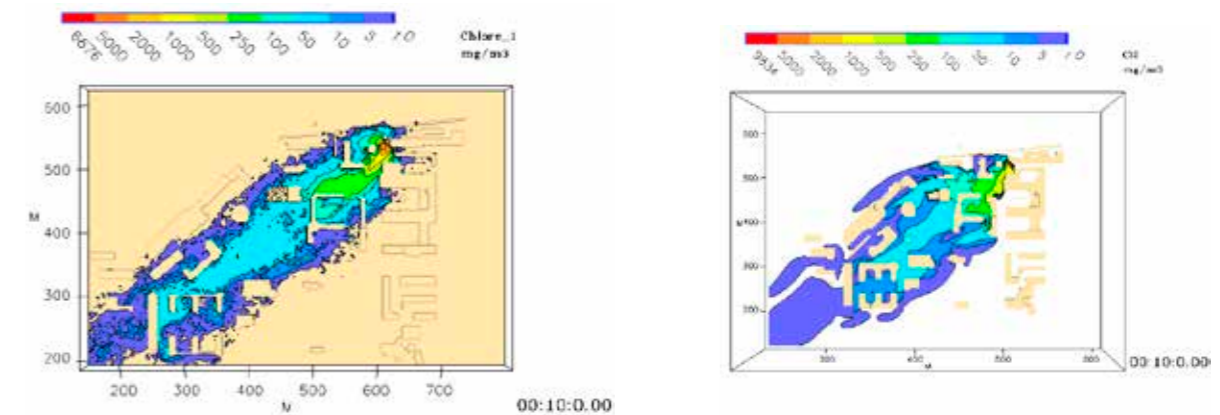
- en début de matinée, suite à une nuit dégagée et sans vent,
- en hiver, lors de conditions anticycloniques.



Annexe 2 : Description du modèle MSS

Validation du modèle MSS

MSS a été appliqué dans diverses configurations complexes, telles que des scénarii d'accidents et de modélisation de l'impact d'une installation industrielle sur le long terme (jusqu'à plusieurs années). Les simulations en cas d'accidents ont été également réalisées avec le code CFD Mercure. Ces comparaisons ont montré que les résultats 3D numériques étaient tout à fait comparables, pour des temps de calcul de MSS bien inférieurs à ceux de MERCURE (cf. article page suivante).

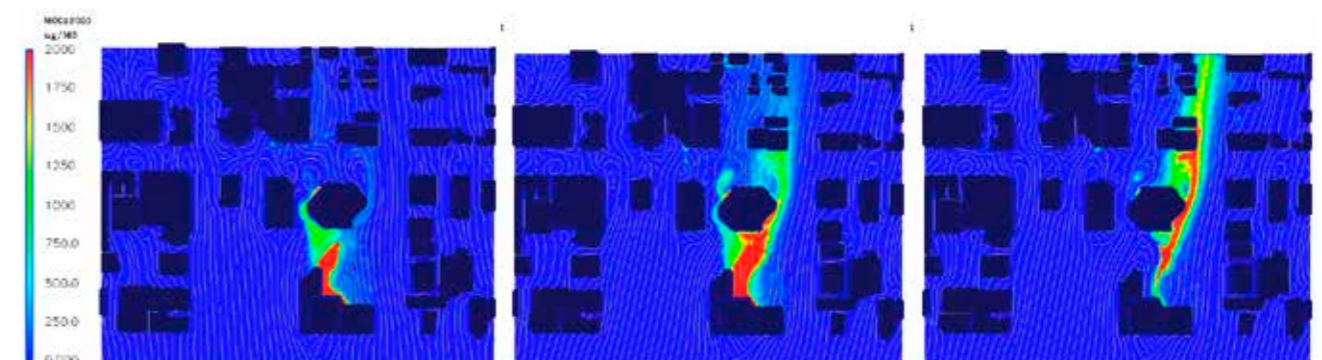


Exemple de résultats – Concentration en chlore à 2 m – t = 10 min (MSS à gauche et MERCURE à droite)

Des validations du modèle PMSS ont été réalisées à l'aide de campagnes de mesures effectuées en soufflerie et en milieu urbain réel. Certains de ces cas de validation sont présentés ci-dessous.

- Le projet EMU est une simulation de l'émission de scalaires passifs en atmosphère neutre, réalisée au laboratoire EnFlo de l'Université anglaise de Surrey. Il est constitué de plusieurs expériences (formes et nombre de bâtiments divers, données météorologiques et d'émission distinctes).
- URBAN 2000 fut une campagne de mesures menée par des chercheurs américains à Salt Lake City en Octobre 2000. Le Département de l'Energie (US-DOE), le DOD, la DTRA, et des laboratoires gouvernementaux anglais et américains se sont réunis afin de mener à bien ce gigantesque projet. L'ensemble des données et des résultats est accessible sur <http://urban.llnl.gov/>.
- La campagne MUST a également été financée par la DTRA. Elle constitue une expérience intermédiaire entre la soufflerie et un terrain urbain réel puisque les bâtiments ont été simulés par des containers.

Figure 55 : lignes de courant et concentration en SF6 à 4h10, 4h20 et 4h30



**THREE-DIMENSIONAL SIMULATIONS OF POLLUTANTS ATMOSPHERIC DISPERSION
AROUND THE BUILDINGS OF INDUSTRIAL SITES AND URBAN AREAS
COMPARISON OF MERCURE CFD APPROACH
WITH MICRO-SWIFT-SPRAY SIMPLIFIED APPROACH**

Patrick ARMAND¹, Julien COMMANAY², Maxime NIBART², Armand ALBERGEL², Pascal ACHIM¹

¹ Commissariat à l'Energie Atomique

Département Analyse, Surveillance, Environnement – Service Radioanalyse, Chimie, Environnement
91 680 Bruyères-le-Châtel – France

² ARIA Technologies – 17, route de la Reine – 92 517 Boulogne-Billancourt CEDEX – France

ABSTRACT

Usual Gaussian models appear of limited relevance when simulating the dispersion of pollutants on industrial sites or in the urban atmospheric environment. On the other hand, a full 3D CFD approach is a powerful way of investigation but requires enormous CPU resources. The Micro-SWIFT-SPRAY modeling system represents an alternative rapid response capability to simulate the flow field and the dispersion processes at the micro-scale. MSS has been applied in various complex configurations including either accidental short duration or chronic long term impact releases. The simulations in case of an accident have also been carried out with MERCURE full CFD code. While the 3D numerical results are quite comparable, MSS computation times are much lower than MERCURE ones. As demonstrated in the paper, MSS objective of having '90% of the solution for less than 10% of the CPU' is even greatly surpassed.

1. INTRODUCTION

Small as well as large industries are now committed to produce impact assessment studies for their facilities. This is a requirement made by the National and European regulations and meeting the societal concerns. The impact assessment relates to the normal operation or hypothetical accidents in the installations. In both cases, the studies aim at evaluating the dispersion of atmospheric releases (gases and particles) and their impact on the health of the workers and populations around the facilities.

In the frame of regulatory studies, the dispersion of radiological or chemical pollutants is usually computed using Gaussian plume or puff models, the advantages of which are to be easy to handle with and give a quick answer. On the other hand, these models appear very limited when simulating the pollutants dispersion in the urban environment or around the buildings of the industrial sites. The 3D on meshes solving of the equations is necessary to get realistic results of the pollutants spatiotemporal distribution and exposure consequences.

At the micro-scale, dispersion around obstacles needs a CFD model well adapted for the planetary boundary layer, like MERCURE code. It is an interesting way of investigation, although requiring heavy computational resources, especially for two important applications: emergency response or preparedness, long term impact around a source near the ground. That is why Micro-SWIFT-SPRAY modeling system is being developed as an alternative quick response capability to simulate the flow field and dispersion processes at the micro-scale in the presence of obstacles.

In the following, MSS, and more briefly, MERCURE codes are presented. MSS has been used in numerous and various complicated configurations with either accidental releases of toxic materials or chronic long term releases from the stacks of facilities. Some examples are commented in the paper. In the accidental situations, the 3D computations have been done with MSS and MERCURE in order to compare the results and evaluate MSS solution. In the conclusion, MSS multiple use and potential promising developments are discussed.

2. DESCRIPTION OF MICRO-SWIFT-SPRAY (MSS)

Micro-SWIFT-SPRAY (MSS) is a recent modeling system developed as an alternative approach where CFD codes would need heavy computational resources. It is tagged as '90% of the solution for less than 10% of the CPU'. MSS allows an exact representation of buildings, directly generated by a GIS (as .shp files).

Micro-SWIFT is an analytically modified interpolator over complex terrain and gives the micro-scale quick solution to the flow problem. A 3D mass consistent wind field is generated by following the steps below.

- According to meteorological data, a first guess of the mean flow is computed through customisable interpolation using all available and relevant data (inside or outside the target domain).

- This first guess is modified by creating analytical zones where the flow takes account of buildings, these being isolated or not (Röckle, 1990 or Kaplan and Dinar, 1996). An example of zones attached to a rectangular obstacle is shown on Figure 1.
- Finally, the flow is adjusted to satisfy the continuity equation and impermeability on the ground and building walls. Turbulence is diagnostically deduced considering the distance to the nearest obstacle as a mixing length and using the value of the wind field local shear.

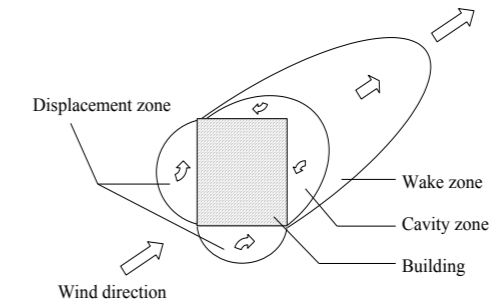


Figure 1. Top view of an isolated building and its attached zones.

Micro-SPRAY is a Lagrangian particle dispersion model directly derived from the SPRAY code (Tinarelli *et al.*, 1994, 1998), able to take into account the presence of obstacles. The dispersion of an airborne pollutant is simulated following the movement of a large number of fictitious particles, each representing a part of the emitted mass from sources of general shapes. This movement is obtained applying an equation of motion where the particle velocity is split into two components: a mean one or 'transport-component' defined by the local wind reconstructed by Micro-SWIFT, and a stochastic one, simulating the dispersion and reproducing the atmospheric turbulence. The stochastic component of the particle motion is obtained applying the scheme developed by Thomson (Thomson, 1987).

3. DESCRIPTION OF MERCURE

MERCURE software has been developed by EDF (French Electricity Company) on the basis of ESTET CFD code. Many validation exercises of MERCURE have been performed through systematic comparisons with experimental data and output of other 3D codes. It has also played a major role in several European Projects with the objective to get site measurements of the dynamic and physical parameters corresponding to several releases (Thorney Island experiments 1982 and 1984, German propane release 1990, FLADIS project 1994). MERCURE results compared reasonably well with the collected measurements.

MERCURE / ESTET fully solves Navier-Stokes equations (for averaged quantities if the flow is turbulent) by the fractional step method in finite differences and finite elements, on two- or three-dimensional domains, in transient or permanent regimes. Structured monoblock meshes are created with cartesian, polar-cylindrical or non-orthogonal curved coordinates. ESTET uses a semi-offset gate for the velocity and pressure variables.

MERCURE was fitted to the planetary boundary layer, using the virtual potential temperature as the thermal variable for the energy balance equation or other features making atmospheric releases easier to deal with.

4. SIMULATIONS OF AN ACCIDENTAL RELEASE

A case study was carried out using both MSS and MERCURE codes. The simulation relates to a hypothetical accidental release of a chemical among the buildings on an industrial site. The meteorological and release conditions are realistic. The studied accident is a reference one for possible emergency situations on this site.

4.1. Input conditions

Meteorological condition

The atmosphere is very stable (F class in Pasquill-Gifford formalism). The north-east wind has a module of 2 m.s⁻¹ (at 10 m above the ground). This common situation is disadvantageous for the pollutants dispersion.

Atmospheric releases

Cylinders of pressurized liquid chlorine are kept in stock on the site. The accident consists in the formation of a chlorine plume due to a breach in a cylinder. A diphasic flow occurs with a quick evaporation of the liquid phase.

The source term is calculated with the ATRCOD module developed by ARIA Technologies. The mass flow rate varies with time and takes into account the chlorine vapor and liquid phases.

Toxicological reference values

In France, 'toxicological reference values' are given by the INERIS (*Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels*) for chemicals. The values are concentrations, combined with exposure durations, (1) under which no irreversible effects on human health were observed or (2) leading to the death of a fraction (1 or 5%) of exposed people. In an accident, the atmospheric concentration C is not constant with time t; it is the common practice to calculate the dose $D = \int C^n(t) dt$ (for chlorine, n is 2.3). Introducing toxicological values in this formula, one obtains the 'irreversible effects' and 'death' doses. The actual doses are then compared to the noxious doses to determine the sanitary impact of the accident.

4.2. Computations conditions

Meshing

MSS calculation domain is a 645 m x 426 m x 250 m parallelepiped. The horizontal meshing is regular with a 3 m mesh size. The vertical meshing is refined near the ground level (28 levels, minimum size of 1.5 m).

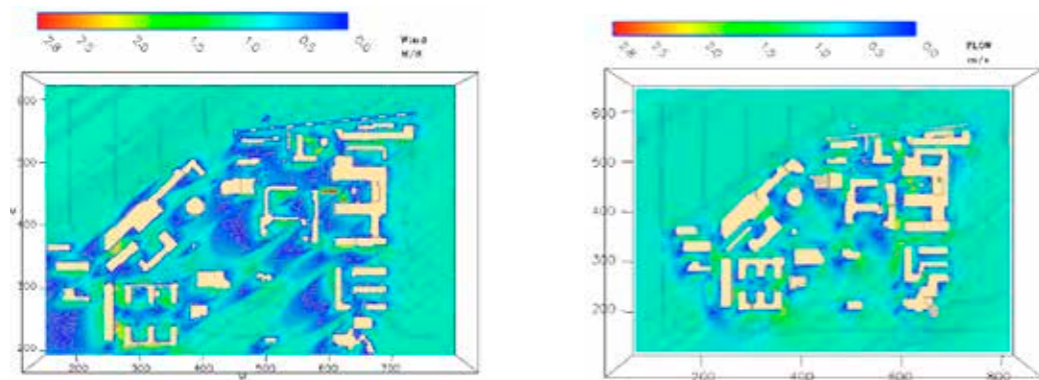
MERCURE calculation domain is slightly larger. The horizontal meshing is refined near the release location with minimum and average mesh sizes of 0.5 and 5 m. The vertical meshing is refined near the ground level (33 levels, minimum size of 0.5 m).

Numerical parameters

The simulated duration is 10 minutes in order to limit MERCURE computation time. In Micro-SPRAY, 250 particles are emitted at each time step of 1 s. In MERCURE, the time step is constant and equal to 1 s.

4.3. Wind fields results

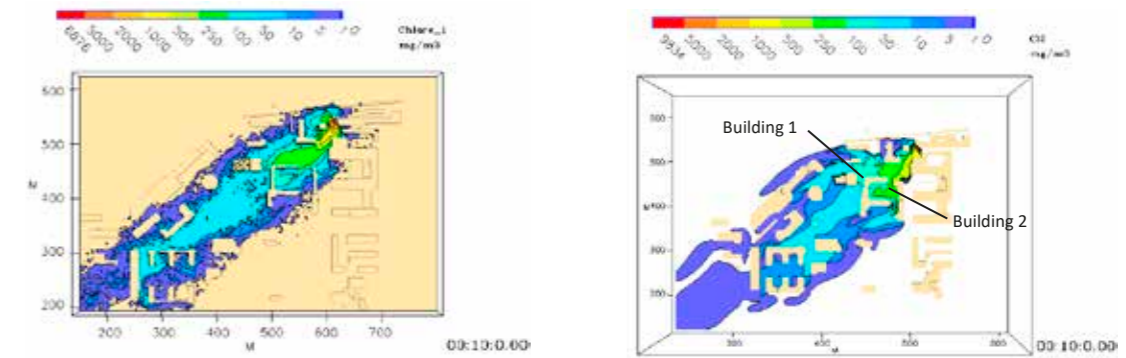
Figures 2a and 2b present the wind module and the streamlines, at 2 m above the ground level, simulated by MSS and MERCURE respectively. These figures illustrate the global behavior of the air masses around the buildings, the acceleration, deceleration or recirculation zones around the obstacles. The zones with low wind speeds are a bit larger according to MSS than for MERCURE. Close to a complex 'three-shaped' building, MSS indicates a high speed region corresponding to a canyon in MSS modeling of the buildings.



Figures 2a and 2b. Wind module and streamlines at 2 m (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.4. Concentrations results

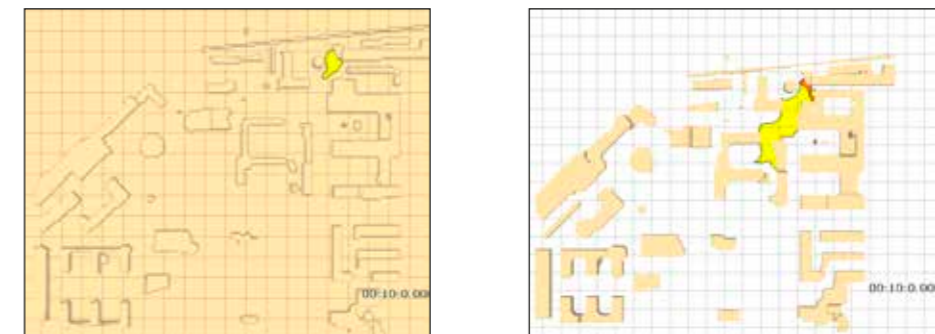
Figures 3a and 3b present sections, near the ground, of the concentration field, issued from respectively MSS and MERCURE. The figures show the close configurations of the plumes with similar extents of the coloured areas. Chlorine plume is advected a bit more southerly by MERCURE and farther by MSS while remaining more confined in the vicinity of the release and being slightly larger along with MERCURE. The difference is due to the method of taking the obstacles into account. While MSS doesn't consider the global effect of the buildings on the wind field, MERCURE channels the flow between the buildings denoted 1 and 2 on figure 3b. Moreover, turbulence modeling is different in the two models which influences the pollutants dispersion.



Figures 3a and 3b. Chlorine concentration at 2 m – t = 10 min (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.5 Doses results

Figures 4a and 4b show the 'irreversible health effects' and 'death' zones as computed respectively by MSS and MERCURE. The lethal dose is obtained nowhere along with MSS while it is reached up to a maximum distance of 28 m with MERCURE. The irreversible effects dose is located close to the release, up to 32 m, according to MSS while it extends to 125 m for MERCURE. The shape and the extent of the doses contours are more dissimilar than the concentrations contours. This is explained by the doses calculation in which the concentrations are raised to the power 2.3 with the consequence to amplify the small discrepancies between the models. It is worth noticing the accident impact is restricted to a small area directly near the release point.



Figures 4a and 4b. 'Irreversible effects' and 'death' zones (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.6. Computation times

Table 1 indicates the computation times for the 10 minutes simulations on one processor Intel® Xeon® 3.2 GHz with 3.2 Go RAM. While the 3D numerical results obtained with MSS and MERCURE are comparable, MSS computation times are much lower than MERCURE ones.

Table 1. MSS and MERCURE computation times.

	MSS	MERCURE	Ratio
Wind	40 s	28 560 s	0.1%
Dispersion	600 s	57 120 s	1.1%
Total	640 s	85 680 s	0.7%

5. LONG TERM IMPACT ASSESSMENT

For many industrial chronic atmospheric releases, a long term assessment is required. The local authorities demand to compute values as air concentration or soil deposition in terms of annual mean averages and other statistical figures as centils. These studies are generally carried out with simple Gaussian approaches doing the assumption not to take account of buildings effects or using empirical and not very accurate downwash formulations. Facing the more and more severe regulations, especially for VOC and for other releases going through low stacks, better solutions are necessary and provided by MSS. To perform a long term assessment, the model must be driven typically with five years of hourly meteorological data. This requirement is not compatible with full CFD CPU times as MERCURE and a fast algorithm is necessary.

The following application illustrates the VOC impact around an important car factory. Figure 5a shows how the plumes are affected by the wakes produced by the factory buildings. Figure 5b corresponding to the same computation with Pasquill-Gifford Gaussian approach shows that the impact is actually underestimated at the close vicinity of the plant while it is overestimated far from the buildings.

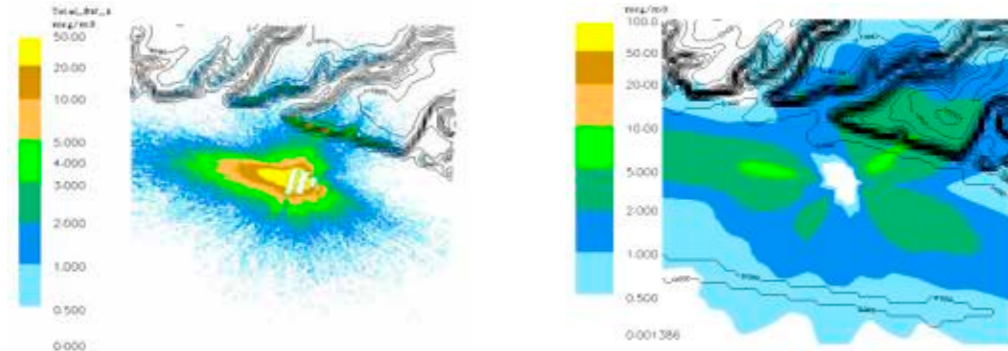


Figure 5a and 5b. Impact assessment using respectively MSS and Pasquill-Gifford Gaussian approach.

6. CONCLUSIONS

Gaussian plume or puff models have important limitations when used in the frame of dispersion and impact assessment studies for industrial sites or urban environment. On the other hand, a full CFD approach is very demanding in CPU resources. Micro-SWIFT-SPRAY modeling system, still under development, represents a promising compromise to quickly simulate the 3D flow field and the dispersion processes at the micro-scale. Some examples of MSS computations are given and discussed in the paper.

Concerning chronic releases, MSS has been used to do statistical descriptions of the atmospheric dispersion based on numerous calculations (typically with five years of hourly meteorological data) in a limited time.

Concerning accidental releases, 3D simulations with MSS and MERCURE CFD code have been carried out for the same occupied by buildings site in identical meteorological conditions. Wind fields, concentrations and doses results are comparable with minor explained discrepancies. While 3D numerical results are similar, MSS computation times are much lower than MERCURE ones. In this application, MSS goal of '90% of the solution for less than 10% of the CPU' is greatly reached.

Other MSS comparisons with CFD numerical results and wind tunnel or in field experimental data also give satisfaction. The implementation of MSS in operational tools such as the new version of HPAC (US-DOD) has now been completed successfully.

Finally, it is foreseen to use MSS in 'real time' or 'near real time' conditions in the framework of emergency response or preparedness to accidental or malevolent dispersal events. This would suppose the development of a parallel version of MSS modeling system.

8. REFERENCES

- Kaplan, H., and Dinard, N. 1996. A Lagrangian dispersion model for calculating concentration distribution within a built-up domain. *Atmos. Environ.* 30 (24), 4197-4207.
- Röckle, R. 1990. Bestimmung der Strömungsverhältnisse im Bereich komplexer Bebauungsstrukturen. PhD Thesis, Darmstadt, Germany.
- Thomson, D.J. 1987. Criteria for the selection of stochastic models of particle trajectories in turbulent flows. *J. Fluid Mech.* 180, 529-556.
- Tinarelli, G., Anfossi, D., Bider, M., Ferrero, E., Trini Castelli, S. 1998. A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY. Some case studies. *Proceedings of the 23rd CCMS-NATO Meeting, Varna.* Kluwer Academic. 28 September - 2 October 1998. 499-507.
- Tinarelli, G., Anfossi, D., Brusasca, G., Ferrero, E., Giostra, U., Morselli, M.G., Moussafir, J., Tampieri, F., Trombetti F. 1994. Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill. *J. Applied Meteorology* 33 (6), 744-756.

Références PMSS

2020

- ❖ **"JRIL special sonic anemometer study: A first comparison of building wakes measurements with different levels of numerical modelling approaches"**
 - **Carissimo B., Trini Castelli S., Tinarelli G.**
 - *Journal of Atmospheric Environment* - 2020.
- ❖ **"Simulation of a de,se gas chlorine release with a Lagrangian particle dispersion model (LPDM)"**
 - **Gomez F., Ribstein B., Makké L., Armand P., Moussafir J., Nibart M.**
 - *Journal of Atmospheric Environment* - 2020.

2019

- ❖ **"Assessment of the Sensitivity to the input Conditions with a Lagrangian particle Dispersion Model in the UDINEE Project"**
 - **Trini Castelli S., Tinarelli G.**
 - *Journal of Boundary-Layer Meteorology* - 2019.

2018

- ❖ **"An accurate and ultrafast method for estimating three-dimensional radiological dose rate fields from arbitrary atmospheric radionuclide distributions"**
 - **Xinpeng Li, Wei Xiong, Xiaofeng Xu, Sida Sun, Xintuan Yang, Qijie Zhang, Maxime Nibart, Armand Albergel, Sheng Fang.**
 - *Journal of Atmospheric Environment* - 2018.
- ❖ **"Validation of a Lagrangian particle dispersion model with wind tunnel and field experiments in urban environment"**
 - **Trini Castelli S., Armand P., Tinarelli G., Duchenne C., Nibart M.**
 - *Journal of Boundary-Layer Meteorology* - 2019.

2017

- ❖ **"Comparison of atmospheric modelling systems simulating the flow, turbulence and dispersion at the microscale within obstacles"**
 - **Trini Castelli S., Tinarelli G., Reisin T. G.**
 - *Journal of Environ Fluid Mech* - 2017.

2016

- ❖ **"FLOW AND DISPERSION MODELLING IN A COMPLEX URBAN DISTRICT TAKING ACCOUNT OF THE UNDERGROUND ROADS CONNECTIONS"**
 - **Nibart M., Armand P., Duchenne C., Olry C., Albergel A., Moussafir J., Oldrini O.**
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

❖ **“DEVELOPMENT OF THE PARALLEL VERSION OF A CFD – RANS FLOW MODEL ADAPTED TO THE FAST RESPONSE IN BUILT-UP ENVIRONMENTS”.**

- *O. Oldrini , M. Nibart , P. Armand , J. Moussafir and C. Duchenne.*
- 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

❖ **“A SENSITIVITY ANALYSIS FOR A LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL IN EMERGENCY-RESPONSE TEST CASES”.**

- *Tinarelli G. , Nibart M., Armand P., Castelli S. T.*
- 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

❖ **“VALIDATION OF A LPDM AGAINST THE CUTE EXPERIMENTS OF THE COST ES1006 ACTION – COMPARISON OF THE RESULTS OBTAINED WITH THE DIAGNOSTIC AND RANS VERSIONS OF THE MODELS”.**

- *Duchenne C., Armand P. , Nibart M. , Hergault V.*
- 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

❖ **“EMERGENCIES – A MODELING AND DECISION-SUPPORT PROJECT FOR THE GREAT PARIS IN CASE OF AN ACCIDENTAL OR MALICIOUS CBRN-E DISPERSION”.**

- *O. Oldrini , S. Perdriel , M. Nibart , P. Armand , C. Duchenne and J. Moussafir.*
- 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

2014❖ **“INTRODUCTION OF MOMENTUM EQUATIONS IN MICRO-SWIFT”.**

- *O. OLDRINI , M. NIBART , P. ARMAND , C. OLRy , J. MOUSSAFIR, A. ALBERGEL.*
- 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.

❖ **“EVALUATION OF LOCAL-SCALE MODELS FOR ACCIDENTAL RELEASES IN BUILT ENVIRONMENTS – RESULTS OF THE “MICHELSTADT EXERCISE” IN COST ACTION ES1006”.**

- *Baumann-Stanzer K. , Leitl B. , Trini Castelli S. , Milliez C.M. , Berbekar E. , Rakai A. , Fuka V. , Hellsten A7 , Petrov A. , Efthimiou G9 , Andronopoulos S., Tinarelli G., Tavares R., Armand P. , Gariazzo C. and all COST ES1006 Members.*
- 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.

❖ **“COUPLING BETWEEN PMSS AND CONTAM: THE INDOOR / OUTDOOR CONTAMINANT TRANSFER OF A HAZARDOUS RELEASE”.**

- *C. Bonan , M. Nibart , P. Armand , A. Albergel , C. Olry.*
- 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.

2013❖ **“COST ACTION ES1006. EVALUATION, IMPROVEMENT AND GUIDANCE FOR THE USE OF LOCAL-SCALE EMERGENCY PREDICTION AND RESPONSE TOOLS FOR AIRBORNE HAZARDS IN BUILT ENVIRONMENTS.”**▪ *Leitl B., Trini Castelli S., Baumann-Stanzer K., Reisin T.G., Barmpas F., Moussafir J., Franke J., Balczon M., Arman P, Andronopoulos S.*

- 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN

❖ **“CHEMICAL REACTIONS AT STREET SCALE USING A LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL (LPDM)”**

- *Kaplan H., Olry C., Moussafir J. , Oldrini O. , Mahé F., Albergel A.*
- 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN.

❖ **“DEVELOPMENT AND APPLICATION OF RETRO-SPRAY: A BACKWARD ATMOSPHERIC TRANSPORT AND DISPERSION MODEL AT THE REGIONAL AND URBAN SCALE.”**

- *Armand P., Olry C., Albergel A., Duchenne C., Moussafir J.*
- 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN.

❖ **“MULTISCALE BUILD-UP AREA INTEGRATION IN PARALLEL SWIFT”.**

- *Oldrini O. , Nibart M., Armand P., Olry C., Moussafir J., Albergel A*
- 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes”. Madrid, SPAIN.

❖ **“AIRCITY: A VERY HIGH-RESOLUTION 3D ATMOSPHERIC DISPERSION MODELING SYSTEM FOR PARIS”**

- *Moussafir J, Olry C, Nibart M., Albergel A., Armand P., Duchenne C., Mahé F., Thobois L, Le Loaëc S., Oldrini O.*
- 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN

2011❖ **“DEVELOPMENT OF PMSS, THE PARALLEL VERSION OF MICRO-SWIFT-SPRAY”**

- *Oldrini O., Olry C., Moussafir J., Armand P., Duchenne C.*
- 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE

❖ **“NUMERICAL MODELLING OF MICROORGANISMS DISPERSION IN URBAN AREA: APPLICATION TO LEGIONELLA”**

- *Frédéric Tognet, Cyrille Turmeau, Ti L. Ha, Eric Tarnaud, Laurence Rouil, Bertrand Bessagnet, Enric Robine, Yannick Morel*
- 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

❖ **“THE INDOOR / OUTDOOR POLLUTANT TRANSFER OF A HAZARDOUS RELEASE: APPLICATION TO A PARISIAN RAILWAY STATION”**

- *Maxime NIBART, Patrick ARMAND, Christophe OLRy, Christophe DUCHENNE and Armand ALBERGEL*
- 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

❖ **“APPLICATION OF PMSS, THE PARALLEL VERSION OF MSS TO THE MICRO-METEOROLOGICAL FLOW FIELD AND DELETERIOUS DISPERSION INSIDE AN EXTENDED SIMULATION DOMAIN COVERING THE WHOLE PARIS AREA”**

- *Christophe Duchenne, Patrick Armand, Olivier Oldrini, Christophe Olry, Jacques Moussafir*
- 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

❖ **“SIMULATION WITH MICRO-SPRAY AND POST-PROCESSOR SPRAYSHINE OF THE IRRADIATION DUE TO A RADIOACTIVE PLUME AND ITS DEPOSITION ON ALL ACCESSIBLE SURFACES IN THE URBAN ENVIRONMENT”**

- *Armand P., Olry C., Oldrini O., Carrère J., Duchenne C., Albergel A.*
- 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

2010

❖ **SIMULATION OF SO₂ EPISODES EXCEEDING EU REGULATIONS IN THE INDUSTRIAL AREA OF LE HAVRE WITH THE MM5, SWIFT AND SPRAY MODELS**

- *S. Perdriel, J. Moussafir, C. Dérognat, J. Cortinovic*
- 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Paris, FRANCE.

❖ **“RECENT PHYSICAL MODELLING DEVELOPMENTS IN A LAGRANGIAN MODELLING SYSTEM FOR EMERGENCY RESPONSE PURPOSES”**

- *Armand P., Olry C., Moussafir J., Albergel A., Oldrini O.*
- 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.

❖ **“APPLICATION OF THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) MODEL TO PHOTOCATALYTIC COATING SIMULATIONS”**

- *Olry C., Moussafir J., Castanier P., Tinarelli G., Fourcault O., Plassais A.*
- 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.

❖ **“APPLICATION OF THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) MODEL TO LONG-TERM REGULATORY SIMULATIONS OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL PLANTS”**

- *Moussafir J., Olry C., Castanier P., Tinarelli G., Perdriel S.*
- 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.

2008

❖ **“3D SIMULATION OF THE DISPERSION IN THE URBAN ENVIRONMENT IN CASE OF AN EXPLOSION USING TESATEX PRE-PROCESSOR AND MICRO-SWIFT-SPRAY MODELLING SYSTEM”**

- *Armand P., Olry C., Albergel A., Duchenne C.*
- 12th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Cavtat, Croatia.

2005

❖ **“AN EVALUATION OF THREE DIAGNOSTIC WIND MODELS (CALMET, MCSCIPUF, AND SWIFT) WITH WIND DATA FROM THE DIPOLE PRIDE 26 FIELD EXPERIMENTS” (SWIFT MODEL)**

- *Cox R.M., Sontowski J. and Dougherty C.M.*
- Meteorological Applications, vol. 12, Issue 4, p.329-341, pp 329-341

2004

❖ **“LAGRANGIAN PARTICLE MODELS”**

- *Anfossi D., Physick W*
- Chapter 11 of Air Quality Modeling - Theories, Methodologies, Computational Techniques, and Available Databases and Software. Published by The EnviroComp Institute and the Air & Waste Management Association

❖ **“EVALUATION OF A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL (SPRAY) TO ASSESS ENVIRONMENTAL IMPACT OF AN INDUSTRIAL FACILITY IN COMPLEX TERRAIN”**

- *GARIAZZO C., PELLICIONI A., BUGLIOLO M.P., SCALISI G.*
- WATER AIR AND SOIL POLLUTION, 155, 137-158

❖ **MICRO-SWIFT-SPRAY (MSS) A NEW MODELING SYSTEM FOR THE SIMULATION OF DISPERSION AT MICROSCALE, GENERAL DESCRIPTION AND VALIDATION”**

- *Tinarelli G, Brusasca G, Oldrini O, Anfossi D, Trini Castelli S, Moussafir J*
- Proc. Of the 27th CCMS-NATO meeting. Banff CANADA

❖ **“A NEW OPERATIONAL APPROACH TO DEAL WITH DISPERSION AROUND OBSTACLES : THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) SOFTWARE SUITE”**

- *Moussafir J., Oldrini O., Tinarelli G, Sontowski J, Dougherty C.*
- 9th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Garmisch, GERMANY

❖ **“MESOSCALE DISPERSION OF XENON ALONG THE RHONE VALLEY IN FRANCE – RESULTS OF A MODELLING SYSTEM CHAINING ADAS, MMS, MINERVE AND SPRAY”**

- *Armand P., Achim P., Commanay J., Chevallaz-Perrier R., Moussafir J, Moon D., Albergel*
- 9th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Garmisch, GERMANY

2003

❖ **“EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF TWO DIFFERENT HEATING SCENARIOS IN URBAN AREA”**

- *Trini Castelli S., Anfossi D., Ferrero E*
- Int. J. Environment and Pollution, 20, 207-217.

❖ **TURBULENCE FIELDS FOR ATMOSPHERIC DISPERSION MODELS IN HORIZONTALLY NON-HOMOGENEOUS CONDITIONS”**

- *Ferrero E., Trini Castelli S., Anfossi D.*
- Atmospheric Environment, 37, 2305-2315

❖ **"ATMOSPHERIC DISPERSION IN NON-HOMOGENEOUS CONDITIONS – SIMULATION OF A WIND TUNNEL TRACER EXPERIMENT"**

- *Trini Castelli S., Ferrero E., Anfossi D.*
- Proceedings of PHYSMOD2003: International Workshop on Physical Modelling of Flow and Dispersion Phenomena. Prato, Italy.

❖ **"AIR QUALITY INTEGRATED ASSESSMENT IN TURIN URBAN AREA USING ATMOSPHERIC TRANSPORT AND DISPERSION MODELS"**

- *Calori G., De Maria R., M. Clemente, F. Lollobrigida, S. Finardi, G. Tinarelli*
- 4th International Conference on Urban Air Quality Measurement, Modelling and Management. Prague, CZECH REPUBLIC.

2002❖ **DOSE PROTECTION USING DISPERSION MODELS**

- *Breznik B., Boznar M., Mlakar P., Tinarelli G*
- 8th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Sofia, BULGARIA

❖ **INTEGRATED AIR QUALITY ASSESSMENT OF AN ALPINE REGION: EVALUATION OF THE MONT BLANC TUNNEL RE-OPENING EFFECTS"**

- *Finardi S., Brusasca G., Calori G., Nanni A., Tinarelli G., Agnesod G., Pession G., Zublena M.*
- 8th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes, 404-408. Sofia, BULGARIA

❖ **"TURBULENCE STATISTICS ESTIMATION AND DISPERSION SIMULATION SCENARIOS IN URBAN ENVIRONMENT"**

- *Trini Castelli S., Ferrero E., Anfossi D.*
- Proceedings of 8th Workshop on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Sofia, BULGARIA.

❖ **"LAGRANGIAN STOCHASTIC DISPERSION MODELLING FOR THE SIMULATION OF THE RELEASE OF CONTAMINANTS FROM TALL AND LOW SOURCES"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Jacodino de Campos C., Roberti D.R., Sansigolo Kerr A.*
- Meteorologische Zeitschrift, 11, 89-97

❖ **"INTEGRATED ASSESSMENT OF TRAFFIC IMPACT IN AN ALPINE REGION"**

- *Nanni A., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Silibello C., Tinarelli G., Zublena M., Agnesod G., Pession G., Savoye M.*
- Seventh Highway & Urban Pollution Symposium. Barcelona, SPAIN.

2001❖ **"Study of the transport and diffusion process in the PBL using the RAMS and SPRAY models: application to the TRACT experiment"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"APPLICATION OF A MODEL SYSTEM FOR THE STUDY OF TRANSPORT AND DIFFUSION IN COMPLEX TERRAIN TO THE TRACT EXPERIMENT"**

- *Carvalho J., Anfossi D., Trini Castelli S., Degrazia G.A.*
- Atmospheric Environment, 36, 1147-1161

❖ **"METODOLOGIE INTEGRATE PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AREE AD ALTA URBANIZZAZIONE"**

- *Cuffini S., Pavone F., Anfossi D., Nanni A., Tinarelli G.*
- Proceedings of the congress "Arie di città". Bologna, ITALY

❖ **"ASSESSMENT OF POLLUTION IMPACT OVER TURIN SUBURBAN AREA USING INTEGRATED METHODS"**

- *Tinarelli G., Alessandrini S., D. Anfossi, F. Pavone, S. Cuffini*
- Proceedings of the 25th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. Louvaine la Neuve, BELGIUM.

❖ **"LAGRANGIAN PARTICLE SIMULATION OF AN EPA WIND TUNNEL TRACER EXPERIMENT IN A SCHEMATIC TWO-DIMENSIONAL VALLEY"**

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN URBAN STABLE BOUNDARY LAYER"**

- *Ferrero E., D. Anfossi, G. Tinarelli*
- Int. J. Environment and Pollution, 16 (1-6), 1-8.

❖ **"IN SITU DIAGNOSTIC OR NESTED PROGNOSTIC METEOROLOGICAL MODELS TO DRIVE DISPERSION SIMULATIONS IN COMPLEX AREA: A COMPARISON IN A REAL APPLICATION"**

- *Finardi S., Tinarelli G., Nanni A., Anfossi D., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"A DISPERSION STUDY OF THE AEROSOL EMITTED BY FERTILIZER PLANTS IN THE REGION OF SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Carvalho J., Trini Castelli S.*
- Int. J. Environment and Pollution, 16, 251-263

❖ **"ANALYSIS OF THE MIDDLE RANGE TRANSPORT OF THE AEROSOL FROM CUBATÃO BY MEANS OF A MODELLING SYSTEM FOR COMPLEX TERRAIN"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Jonas Da Costa Carvalho, Finardi S., Trini Castelli S.*
- Proceedings of the 7th international conference on harmonization within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes, 405-409. Belgirate, ITALY.

❖ **"COMPARISON OF A GAUSSIAN (ISC3) AND A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL (SPRAY) FOR REGULATORY APPLICATIONS IN FLAT AND COMPLEX TERRAIN SITES REPRESENTATIVE OF TYPICAL ITALIAN LANDSCAPE"**

- *Brusasca G., Carboni G., Finardi S., Sanavio D., Tinarelli G., Toppetti A.*
- 7th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Belgirate, ITALY.

❖ **"AN EVALUATION OF THREE DIAGNOSTIC WIND MODELS WITH DATA FROM FIELD EXPERIMENTS OF THE DEFENSE THREAT REDUCTION AGENCY" (SWIFT MODEL)**

- *Sontowski J., Cox R.M., Dougherty C.M., Heard P.*
- Presented at the 5th Annual Workshop on Transport and Dispersion Modeling, George Mason University, 18-19

2000❖ **"ESTIMATION OF THE LAGRANGIAN STRUCTURE FUNCTION CONSTANT C0 FROM SURFACE LAYER WIND DATA"**

- *Anfossi D., G. Degrazia, E. Ferrero, S.E. Gryning, M.G. Morselli, S. Trini Castelli*
- *Boundary-Layer Meteorology*, 95, 249-270.

❖ **"SHORT REVIEW OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS FOR THE SIMULATION OF THE ATMOSPHERIC POLLUTANT DISPERSION"**

- *Anfossi D.*
- *Hybrid Methods in Engineering*, 2, 261-279

❖ **"ESTIMATION OF KOLMOGOROV CONSTANT C0 FROM SONIC ANEMOMETER MEASUREMENTS IN THE ATMOSPHERIC SURFACE LAYER"**

- *Anfossi D., G. Degrazia, E. Ferrero, S.E. Gryning, M.G. Morselli, S. Trini Castelli*
- *Air Pollution Modelling and its Applications XIII*, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, 631-639. New York, USA

❖ **"SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA CAMADA LIMITE PLANETARIA UTILIZANDO UM SISTEMA DE MODELOS"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Trini Castelli S*
- *Ciencia e Natura*, Volume Especial 2000, 9-43.

❖ **"INTERCOMPARISON OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS BASED ON TWO DIFFERENT PDF'S"**

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Tamiazzo M.*
- *Int. J. Environment and Pollution*, 14, 225-234

❖ **"INVESTIGATION OF INHALABLE AEROSOL DISPERSION AT CUBATÃO BY MEANS OF A MODELLING SYSTEM FOR COMPLEX TERRAIN"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Trini Castelli S., Nascimento S.*
- *Hybrid Methods in Engineering*, 2, 389-407

❖ **"A NEW HIGH PERFORMANCE VERSION OF THE LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL SPRAY, SOME CASE STUDIES"**

- *Tinarelli G., D.Anfossi, M. Bider, E.Ferrero, S. Trini Castelli*
- *Air Pollution Modelling and its Applications XIII*, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, 499-507. New York, USA

❖ **"COMPARISON OF ATMOSPHERIC TRANSPORT CALCULATIONS OVER COMPLEX TERRAIN USING A MOBILE PROFILING SYSTEM AND RAWINSONDES" (SWIFT MODEL)**

- *Cox R.M., Cogan J., Sontovski J., Dougherty C.M., Fry R.N., Smith T.J.*
- *Meteorological Applications Vol 7*, pp 285-295, Royal Meteorological Society

❖ **"IN SITU DIAGNOSTIC OR NESTED PROGNOSTIC METEOROLOGICAL MODELS TO DRIVE DISPERSION SIMULATIONS IN COMPLEX AREA: A COMPARISON IN A REAL APPLICATION (SWIFT MODEL)**

- *Finardi S., Tinarelli G., Nanni A., Anfossi D., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Millenium NATO/CCMS Meeting. Boulder, Colorado, USA

1999❖ **"SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN URBAN STABLE BOUNDARY LAYER"**

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G.*
- 6th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rouen, FRANCE.

❖ **"A DISPERSION STUDY OF THE AEROSOL EMITTED BY FERTILIZER PLANTS IN THE REGION OF SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Carvalho J., Trini Castelli S.*
- 6th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rouen, France.

❖ **"A PROTOTYPE INTEGRATED SYSTEM OF MODELS SIMULATING ACCIDENTAL RELEASES AND ATMOSPHERIC DISPERSION IN A TOPOGRAPHICALLY COMPLEX AREA"**

- *Anfossi D., Bellasio R., Bianconi R., Bider M., Canepa E., Modesti F., Mosca S., Ratto C., Tinarelli G., Trini Castelli S.*
- 4th International Congress "Energy, Environment and Technological Innovation". Rome, ITALY.

❖ **"LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS APPLIED TO URBAN ATMOSPHERIC DISPERSION"**

- *Ferrero E., Tamiazzo M., Anfossi D., Tinarelli G.*
- 4th International Congress "Energy, Environment and Technological Innovation". Rome, ITALY.

❖ **"SIMULATION OF COPENHAGEN TRACER DIFFUSION EXPERIMENT BY MEANS OF A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL"**

- *Carvalho J., G. Degrazia, D.Anfossi, S. Trini Castelli*
- *Hybrid Methods in Engineering*, 1, 309-327

❖ **"ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AEROSOL IMPACT ON SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Aparecida Do Nascimento S.*
- 2nd International Conference - Urban Air Quality. Madrid, SPAIN.

1998❖ **"A NEW HIGH PERFORMANCE VERSION OF THE LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL SPRAY, SOME CASE STUDIES"**

- *Tinarelli G., Anfossi D., Bider M., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Preprints of the 23rd CCMS-NATO meeting, Varna, 343-350. DEMETRA publications.

❖ **"MODELLISTICA DI DIFFUSIONE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI"**

- *Bacci P., Brusasca G., Morselli M.G., Negri A., Tinarelli G.*
- Rimini, ITALY.

- ❖ **"SENSITIVITY ANALYSIS OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS FOR CBL WITH DIFFERENT PDF'S AND TURBULENCE PARAMETERIZATIONS".**
 - *Ferrero E., D. Anfossi*
 - Air Pollution Modelling and its Applications XII, S.E. Gryning and N. Chaumerliac eds., Plenum Press.
- ❖ **"COMPARISON OF PDFS, CLOSURES SCHEMES AND TURBULENCE PARAMETERIZATIONS IN LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS"**
 - *Ferrero E., D. Anfossi*
 - Int. J. Environment and Pollution, 9, 384-410
- ❖ **"CONFRONTO TRA MODELLI STOCASTICI LAGRANGIANI DI DISPERSIONE NELLO STRATO LIMITE CONVETTIVO BASATI SU DIVERSE PDF"**
 - *Anfossi D., Trini Castelli S., Ferrero E., Brusasca G., Tinarelli G.*
 - Convegno di Meccanica Stocastica. Lampedusa, ITALY
- ❖ **"INTERCOMPARISON OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS BASED ON TWO DIFFERENT PDF'S"**
 - *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Tamiazzo M.*
 - 5th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rhodes, GREECE.
- ❖ **"THE ROLE OF WIND FIELD, MIXING HEIGHT AND HORIZONTAL DIFFUSION INVESTIGATED THROUGH TWO LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**
 - *Desiato F., Anfossi D., Trini Castelli S., Ferrero E., Tinarelli G.*
 - Atmospheric Environment, 32, 4157-4165.
- ❖ **"ESTIMATION OF THE KOLMOGOROV CONSTANT C0 FROM CLASSICAL STATISTICAL DIFFUSION THEORY"**
 - *Degrazia G., D.Anfossi.*
 - Atmospheric Environment, 32, 3611-3614. Pergamon Press. Oxford, UK.
- ❖ **"A LAGRANGIAN DECORRELATION TIME SCALE FOR NON-HOMOGENEOUS TURBULENCE"**
 - *Degrazia G., Anfossi D., Fraga de Campos Velho H., Ferrero E.*
 - Boundary-Layer Meteorology, 86, 525-534.
- ❖ **"EVALUATION OF DIFFERENT WIND FIELD MODELING TECHNIQUES FOR WIND ENERGY APPLICATIONS OVER COMPLEX TOPOGRAPHY" (SWIFT MODEL)**
 - *Finardi S., Tinarelli G., Faggian P., Trini Castelli S., Brusasca G.*
 - Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, pp 283-294
- ❖ **"WIND AND DIFFUSION MODELING FOR COMPLEX TERRAIN" (SWIFT MODEL)**
 - *Cox R., Sontowski J., Fry R., Dougherty C., Smith T.*
 - Journal of Applied Meteorology, 37, pp 996-1009
(For us, this is a keystone paper, because it is the first publication in an important civilian peer reviewed journal about the work done since 1993 for the US-DOD. It is co-signed by the US Defense Special Weapons Agency - DSWA).

1997

- ❖ **"TRANSALP 1989 EXPERIMENTAL CAMPAIGN - PART II: SIMULATION OF A TRACER EXPERIMENT WITH LAGRANGIAN PARTICLE MODELS."**

- *Anfossi D., F. Desiato, G. Tinarelli, G. Brusasca, E. Ferrero, D. Sacchetti*
- Atmospheric Environment, 32, 7, 1157-1166.
- ❖ **"INTERCOMPARISON OF 3-D TURBULENCE PARAMETERIZATION FOR DISPERSION MODELS IN COMPLEX TERRAIN DERIVED FROM A CIRCULATION MODEL"**
 - *Trini Castelli S., Anfossi D.*
 - Nuovo Cimento, 20 C, 287-313, Editrice Compositori. Bologna, ITALY.
- ❖ **"LA MODELLISTICA DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA"**
 - *Brusasca G.*
 - Giornate di Studio "Progettare la qualità dell'aria". Lipari, ITALY.
- ❖ **"GLOBAL EVALUATION OF THE ACTIVITY OF TOXIC AND HAZARDOUS WASTE LANDFILLS USING MONITORING AND MODELING INTEGRATED SYSTEM" PROC. OF 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE "AIR POLLUTION"**
 - *Pacitti, M. P. Mensio, G. Brusasca, G. Tinarelli, G. Genon, F. Marchese, G. Nobile, G. Malvasi*
 - Proc. Of 5th international conference "Air Pollution 1997" - Air Pollution V, modelling, monitoring and management, 517-526, Computational Mechanics Publications. Bologna, ITALY.
- ❖ **"SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN CONVECTIVE BOUNDARY LAYER: COMPARISON BETWEEN TWO LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**
 - *Ferrero E., D.Anfossi, G. Brusasca, G. Tinarelli, Alessandrini S., S. Trini Castelli*
 - Int. J. Environment and Pollution, 8, 315-323
- ❖ **"AN INTERCOMPARISON OF TWO TURBULENCE CLOSURE SCHEMES AND FOUR PARAMETERIZATIONS FOR STOCHASTIC DISPERSION MODELS"**
 - *Ferrero E., D.Anfossi, G. Tinarelli, S. Trini Castelli*
 - Nuovo Cimento, 20 C, 315-329, Editrice Compositori. Bologna, ITALY
- ❖ **"MODELLISTICA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO PRODOTTO DA IMPIANTI INDUSTRIALI IN CONDIZIONI METEO-DIFFUSIVE COMPLESSE"**
 - *Bacci P., Brusasca G., Morselli M.G.*
 - SIDISA – Simposio internazionale di ingegneria sanitaria ambientale. Revello, ITALY.
- ❖ **"INTEGRAZIONE DI UN SISTEMA DI SUPERVISIONE AMBIENTALE NEL SISTEMA INFORMATIVO DELLA CENTRALE TERMoeLETTRICA DI FUSINA"**
 - *Stefani A., Brusasca G., Grigolon E., Martinelli U., Marzorati A.*
 - Atti del 97° convegno AEI – 65-70. Baveno, ITALY
- ❖ **"A SIMPLIFIED VERSION OF THE CORRECT BOUNDARY CONDITIONS FOR SKEWED TURBULENCE IN LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**
 - *Anfossi D., E. Ferrero, G. Tinarelli, S. Alessandrini.*
 - Atmospheric Environment, 31, 2, 301-308.

Annexe 3 : Résultats détaillés des calculs de risque (QD et ERI)

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES SUBSTANCES À SEUIL

Le Tableau 34 présente les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs de risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues.

Tableau 34 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios résident et écolier

Organe /Système cible	Substance	Voie d'exposition	VTR (µg/m3)	Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant		
				Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Développement	benzo(a)pyrène	Inhalation	2.0E-03	2.0E-01	1.3E-01	1.2E-01	1.9E-01	1.1E-01	1.0E-01	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01	1.8E-01	1.0E-01	9.9E-02
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	1.0E+01	1.6E-01	1.4E-01	1.4E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.2E-01	1.5E-01	1.4E-01	1.4E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.2E-01
Développement	Arsenic	Inhalation	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02
Système respiratoire	Nickel	Inhalation	2.3E-01	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03
Système respiratoire	Chrome	Inhalation	3.0E-02	5.0E-03	4.8E-03	4.7E-03	4.5E-03	3.7E-03	3.4E-03	4.6E-03	4.5E-03	4.4E-03	4.2E-03	3.5E-03	3.2E-03
Développement	1,3-butadiène	Inhalation	2.0E+00	2.0E-01	1.9E-01	1.9E-01	1.9E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.9E-01	1.9E-01	1.9E-01	1.9E-01	1.8E-01	1.7E-01
Quotient de Danger Global				5.7E-01	4.9E-01	4.8E-01	5.5E-01	4.4E-01	4.2E-01	5.6E-01	4.7E-01	4.6E-01	5.4E-01	4.3E-01	4.2E-01

Tableau 35 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios « impact négatif » et « impact positif »

Organe /Système cible	Substance	Voie d'exposition	VTR (µg/m3)	Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
				Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Développement	benzo(a)pyrène	Inhalation	2.0E-03	1.4E-01	1.0E-01	1.1E-01	1.7E-01	1.1E-01	9.4E-02
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	1.0E+01	1.3E-01	1.2E-01	1.3E-01	1.4E-01	1.3E-01	1.2E-01
Développement	Arsenic	Inhalation	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02
Système respiratoire	Nickel	Inhalation	2.3E-01	4.1E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.1E-03
Système respiratoire	Chrome	Inhalation	3.0E-02	2.8E-03	3.6E-03	4.1E-03	3.7E-03	3.8E-03	3.0E-03
Développement	1,3-butadiène	Inhalation	2.0E+00	1.7E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.7E-01
Quotient de Danger Global				4.6E-01	4.2E-01	4.4E-01	5.2E-01	4.4E-01	4.0E-01

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES SUBSTANCES SANS SEUIL

Le Tableau 36 présente les Excès de Risque Individuel calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) pour l'exposition par voie respiratoire et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Les ERI sont classés par ordre décroissant. Afin d'apprécier le risque cancérigène global, le tableau présente également l'excès de risque individuel global (obtenu en additionnant les excès de risque individuel de chaque substance).

Tableau 36 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant		
			Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Benzène	Inhalation	2.60E-05	1.8E-05	1.6E-05	1.6E-05	1.7E-05	1.4E-05	1.4E-05	6.8E-06	6.1E-06	6.0E-06	6.6E-06	5.6E-06	5.3E-06
1,3-butadiène	Inhalation	3.00E-05	5.0E-06	5.0E-06	5.0E-06	4.9E-06	4.7E-06	4.5E-06	2.0E-06	1.9E-06	1.9E-06	1.9E-06	1.8E-06	1.79E-06
Chrome	Inhalation	4.00E-02	2.6E-06	2.5E-06	2.4E-06	2.3E-06	1.9E-06	1.8E-06	9.5E-07	9.2E-07	9.0E-07	8.6E-07	7.2E-07	6.64E-07
Nickel	Inhalation	1.70E-04	7.1E-08	7.1E-08	7.1E-08	7.1E-08	7.0E-08	7.0E-08	2.8E-08	2.8E-08	2.8E-08	2.8E-08	2.8E-08	2.8E-08
HAP eq. B(a)P	Inhalation	6.00E-04	1.6E-07	1.0E-07	1.0E-07	1.5E-07	8.8E-08	8.3E-08	6.0E-08	3.9E-08	3.9E-08	5.8E-08	3.4E-08	3.2E-08
Arsenic	Inhalation	1.50E-04	1.5E-08	1.5E-08	1.5E-08	1.5E-08	1.4E-08	1.4E-08	5.8E-09	5.8E-09	5.8E-09	5.8E-09	5.8E-09	5.8E-09
ERI Global			2.5E-05	2.4E-05	2.3E-05	2.4E-05	2.1E-05	2.0E-05	9.8E-06	9.0E-06	8.9E-06	9.5E-06	8.2E-06	7.8E-06

Tableau 37 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
			Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Benzène	Inhalation	2.60E-05	1.4E-05	1.4E-05	1.4E-05	1.6E-05	1.4E-05	1.3E-05
1,3-butadiène	Inhalation	3.00E-05	4.29E-06	4.52E-06	4.69E-06	4.66E-06	4.67E-06	4.41E-06
Chrome	Inhalation	4.00E-02	1.46E-06	1.83E-06	2.09E-06	1.92E-06	1.93E-06	1.54E-06
Nickel	Inhalation	1.70E-04	6.9E-08	7.0E-08	7.0E-08	7.0E-08	7.0E-08	6.9E-08
HAP eq. B(a)P	Inhalation	6.00E-04	1.1E-07	8.0E-08	8.9E-08	1.3E-07	8.7E-08	7.4E-08
Arsenic	Inhalation	1.50E-04	1.4E-08	1.4E-08	1.5E-08	1.4E-08	1.4E-08	1.4E-08
ERI Global			2.0E-05	2.0E-05	2.1E-05	2.3E-05	2.1E-05	1.9E-05



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.2.a Annexe 3 :
Étude Bruit – CAP HORN

III.2.b Annexe 4 :
Étude déplacements
et stationnement – ETC



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 3 :
Étude Bruit – CAP HORN

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.2.a

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 3 :
Étude Bruit – CAP HORN

ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE DE LA ZONE À TRAFIC LIMITÉ (ZTL)

Etude Bruit

Donneur d'ordre	Maître d'ouvrage	Ville de Paris
	Mandataire du groupement	OGI

Indice	Le	Rédigé par	Vérifié par
01	31/03/2023	Jean-Fabien BARON	Aurélié BASTIDE
02	14/04/2023	Jean-Fabien BARON	Aurélié BASTIDE
03	24/04/2023	Jean-Fabien BARON	Aurélié BASTIDE
04	04/08/2023	Jean-Fabien BARON	Aurélié BASTIDE
05	25/09/2023	Jean-FabienBARON	/

Ce document « ztl_etude_bruit_etat_initial_fil_de_leau_projet_04 », comporte 76 pages, y compris page de garde

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
1.1	PRESENTATION	4
1.2	OBJET DU RAPPORT	4
1.3	REPERAGE DU SITE	5
2	NORMES ET REGLEMENTATION	6
2.1	NORMES APPLICABLES	6
2.2	REGLEMENTATION LIEE AU BRUIT	6
2.3	L'ARRETE DU 5 MAI 1995	6
2.4	DIRECTIVE 2002/49/CE DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL	9
2.5	REGLEMENTATION LIEE AUX VIBRATIONS	10
3	DEFINITIONS	11
4	METHODOLOGIE	12
4.1	PREAMBULE	12
4.2	METHODOLOGIE POUR LA REALISATION DES MESURES ACOUSTIQUES	12
4.3	PRESENTATION DE LA MODELISATION	12
4.4	DONNEES D'ENTREES	13
4.5	METHODOLOGIE POUR L'EXPOSITION AU BRUIT	15
5	MESURAGES ACOUSTIQUES	16
5.1	CONDITIONS DE MESURAGES	16
5.2	MATERIEL DE MESURE	16
5.3	LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	19
5.4	RESULTATS DES MESURES	22
6	MODELISATION SONORE DE L'ETAT INITIAL	24
6.1	VALIDATION DU MODELE	24
6.2	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL – ÉTAT INITIAL	25
6.3	CARTES DE BRUIT DES ZONES COMPLEMENTAIRES – ÉTAT INITIAL	28
6.4	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL - ÉTAT INITIAL	31

6.5	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT INITIAL	32
7	MODELISATION SONORE DE L'ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »	35
7.1	PRESENTATION	35
7.2	METHODOLOGIE	35
7.3	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL – ÉTAT « FIL DE L'EAU »	35
7.4	CARTES DE BRUIT DES ZONES COMPLEMENTAIRES – ÉTAT « FIL DE L'EAU »	38
7.5	CARTE DE COMPARAISON : L'ÉTAT « FIL DE L'EAU » PAR RAPPORT A L'ÉTAT INITIAL	42
7.6	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL - ÉTAT « FIL DE L'EAU »	47
7.7	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »	50
8	MODELISATION DE L'ÉTAT PROJETÉ	53
8.1	PRESENTATION	53
8.2	METHODOLOGIE	53
8.3	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL – ÉTAT AVEC PROJET	53
8.4	CARTE DE COMPARAISON : L'ÉTAT AVEC PROJET PAR RAPPORT A L'ÉTAT « FIL DE L'EAU »	60
8.5	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL - ÉTAT AVEC PROJET	66
8.6	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT FUTUR AVEC PROJET	68
9	CONCLUSIONS	71
10	ANNEXE 1 - CARTES DES MESURAGES ACOUSTIQUES « ZOOMÉES »	73
11	ANNEXE 2 – DONNEES D'ENTREES	75
11.1	COMPOSITION DU TRAFIC PARISIEN	75
11.2	VITESSES	75
11.3	ROUTES PAVEES	76

1 INTRODUCTION

1.1 Présentation

La Ville de Paris a pour projet de mettre en place une zone de trafic limité (ZTL) dans le secteur Paris Centre restreignant le trafic de transit à travers le périmètre suivant : Paris Centre Rive droite, quais hauts inclus et les Iles Saint-Louis et de la Cité incluses (1^{er} au 4^{ème} arrondissements de Paris).

L'objectif de ce projet est d'apaiser l'espace public et la circulation automobile dans Paris Centre, d'améliorer et fluidifier les déplacements des piétons, des transports en commun et des vélos, de libérer de l'espace pour d'autres usages que la circulation automobile, notamment la végétalisation.

Ce projet impliquera une modification potentielle de l'environnement sonore dans et à proximité du périmètre. Le projet parisien vise une mise en œuvre de la Zone à Trafic Limité à horizon 2024.

1.2 Objet du rapport

Le but de cette étude est d'évaluer l'impact sonore, avant et après ce projet, sur les populations, qu'elles soient dans la zone du projet ou en périphérie du site.

1.3 Repérage du site

La figure ci-dessous extraite de Google Maps illustre la position du périmètre de la zone à trafic limité (ZTL).



Image Google Maps – Périmètre du projet ZTL

2 NORMES ET REGLEMENTATION

2.1 Normes applicables

NF S 31 130 (Décembre 2008) : Acoustique - Cartographie du bruit en milieu extérieur - Élaboration des cartes et représentation graphique

NF S 31 085 (Novembre 2002) : Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier

2.2 Réglementation liée au bruit

- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- Circulaire n° 97-110 du 12/12/97 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national ;
- Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil, du 25 Juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement ;
- Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres ;
- Arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transport et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- Les arrêtés du 18 mars 2002 et du 22 mai 2006 relatifs aux émissions sonores des engins de chantiers en application de la directive européenne 2000/14/CE ;
- Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires) ;
- Loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit ;
- Arrêté préfectoral de Paris du 03/04/89 ;
- Directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments ;
- Arrêté n° 01-16855 du 29 octobre 2001 réglementant à Paris les activités bruyantes ;
- Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement
- Le Règlement de Voirie datant de 2015.

2.3 L'arrêté du 5 mai 1995

2.3.1 Champ d'application

Une limitation de l'impact sonore de la transformation ou modification d'infrastructures routières est imposée dans le cas où ladite transformation ou modification est considérée comme significative au sens du décret n°95-22 du janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres.

Extrait du décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres :

Art. 2. - Est considérée comme significative, au sens de l'article 1er, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs autres que ceux mentionnés à l'article 3 et telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains mentionnées à l'article 4, serait supérieure de plus de 2 dB (A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou cette transformation.

Art. 3. - Ne constituent pas une modification ou une transformation significative, au sens de l'article 1er:
1o Les travaux d'entretien, de réparation, d'électrification ou de renouvellement des infrastructures ferroviaires;
2o Les travaux de renforcement des chaussées, d'entretien ou de réparation des voies routières;
3o Les aménagements ponctuels des voies routières ou des carrefours non dénivelés.

Dans le cas où une augmentation de plus de 2 dB(A) en façade des bâtiments (habitations ou établissements sensibles existants) serait estimée après travaux, l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières impose des seuils de niveaux sonores à ne pas dépasser après travaux, dépendant :

- de l'état initial de l'ambiance sonore environnante ;
- du type d'aménagement : infrastructure nouvelle ou transformation significative.

Dans le cas de la présente étude, aucune infrastructure nouvelle n'est créée. Il y aura quelques adaptations de circulations, telles que des inversions de sens de circulation, des contre-sens de bus, etc., et une circulation sur l'ensemble des axes routiers de la zone réduite.

Extrait de l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières :

Article 3

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante au sens des articles 2 et 3 du décret susvisé relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues à l'article 2 du présent arrêté, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- dans le cas contraire, la contribution sonore, après travaux, ne doit pas dépasser la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

2.3.2 Prise en compte de l'ambiance sonore pré-existante

Les zones d'ambiance sonore modérée sont définies dans l'arrêté du 5 mai 1995. Le tableau suivant définit les trois types de zones d'ambiance sonore :

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources)		Type de zone
L _{Aeq} (6h-22h)	L _{Aeq} (22h-6h)	
< 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée
≥ 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée de nuit
≥ 65 dB(A)	≥ 60 dB(A)	Non modérée

Remarque : Le bruit ambiant existant avant travaux correspond au niveau sonore tenant compte de toutes les sources de bruit à l'état initial. Le bruit ambiant est la donnée que mesure un sonomètre sans distinction des différentes sources de bruit. Le niveau sonore que l'on considère est relevé, que ce soit par mesurage ou calcul de modélisation, à 2 m des façades des bâtiments voisins.

2.3.3 Seuils à respecter en cas de transformation significative

Le tableau ci-dessous présente les seuils en question à respecter en cas de transformation significative d'infrastructure existante vis-à-vis des bâtiments d'habitations ou des établissements sensibles :

Période diurne (6h-22h)

Zone d'ambiance sonore préexistante	Contribution sonore de l'infrastructure avant travaux	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	Contribution initiale
	> 65 dB(A)	65 dB(A)
Modérée de nuit	Indifférente ⁽¹⁾	65 dB(A)
Non modérée	Indifférente ⁽¹⁾	65 dB(A)

⁽¹⁾En zones d'ambiance modérées de nuit et non modérées, la contribution sonore admissible après travaux ne dépend pas de la contribution avant travaux en période diurne.

Période nocturne (22h-6h)

Zone d'ambiance sonore préexistante	Contribution sonore de l'infrastructure avant travaux	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Modérée	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution initiale
	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Modérée de nuit	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution initiale
	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Non modérée	Indifférente ⁽¹⁾	60 dB(A)

⁽¹⁾ En zones d'ambiance non modérées, la contribution sonore admissible après travaux ne dépend pas de la contribution avant travaux en période nocturne.

En cas de dépassement du niveau ambiant de 2 dB(A) après modification des infrastructures, les seuils ci-dessus devront alors être appliqués. Les seuils en question imposent une limite de contribution sonore des voies routières à l'état futur, c'est-à-dire le bruit particulier généré par celles-ci, indépendamment des autres sources de bruit.

En d'autres termes, les seuils à appliquer dépendent à la fois du niveau ambiant mesuré, tenant compte de toutes les sources de bruit environnantes, mais aussi des infrastructures elles-mêmes.

Pour une **modification significative** sur infrastructure initialement située en **zone d'ambiance sonore modérée**, les niveaux sonores en façade des bâtiments voisins doivent respecter les seuils suivants :

- Si LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) après travaux ;
- Si LAeq (22h-6h) ≤ 55 dB(A) à l'état initial : LAeq (22h-6h) ≤ 55 dB(A) après travaux ;
- Si 60 dB(A) < LAeq (6h-22h) ≤ 65 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ [contribution initiale] après travaux ;
- Si 55 dB(A) < LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ [contribution initiale] après travaux.

2.3.4 Lien avec le Projet ZTL

Le projet ZTL ne comprend pas la création de nouvelles infrastructures et ne modifie pas les infrastructures existantes.

Il modifie cependant l'exploitation de la circulation routière (restriction du trafic de transit), et est donc susceptible de modifier localement la répartition des trafics et donc le bruit ambiant. A ce titre, la présente étude prend en compte l'arrêté du 10 mai 1995 et étudie localement l'impact du projet sur les immeubles d'habitations et sur les établissements sensibles afin d'assurer de son caractère non significatif au regard de cet arrêté.

2.4 Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement a pour objectif de définir une approche commune à tous les Etats membres de l'Union européenne visant à éviter, prévenir ou réduire les effets nuisibles de l'exposition au bruit dans l'environnement. A cette fin, elle prescrit la mise en œuvre, dans chaque Etat membre, des orientations suivantes :

- Déterminer l'exposition au bruit dans l'environnement à l'aide d'une cartographie du bruit et estimer les populations exposées (élaboration des cartes stratégiques de bruit « CSB »),
- Evaluer l'exposition au bruit :
 - Avec les indicateurs Lden (Day Evening Night Level) et Ln (Night Level) à une hauteur de 4 mètres,
 - Le nombre de population par zones de 5 dB(A) à partir de Lden=55 dB(A) et Ln=50 dB(A),
 - L'utilisation de la méthode de calcul NMPB-2008 (CNOSSOS-EU possible également),
- Garantir l'information du public concernant le bruit dans l'environnement et ses effets,
- Adopter des plans d'actions visant à prévenir et réduire le bruit dans l'environnement, et à préserver la qualité de l'environnement sonore lorsqu'elle est satisfaisante (notion de zone calme).

2.5 Réglementation liée aux vibrations

- Circulaire du Ministère de l'Environnement du 23/7/1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées
- Norme 2631/1 (1997) Evaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – Partie 1 spécification générale
- Norme 2631/2 (2000) Evaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – Partie 2 vibration dans les bâtiments (1 Hz à 80 Hz).

3 DEFINITIONS

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A " court ", $L_{Aeq,t}$:

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps " court ". Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole t. Le L_{Aeq} court est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage.

Note : Dans notre cas d'étude la durée d'intégration t = 1 seconde.

Échelle de perception de niveaux sonores courants

Ambiance sonore	Niveau sonore en dB(A)
Campagne calme	30 dB(A)
Cour intérieure	40 dB(A)
Rue calme	50 dB(A)
Rue animée	60 dB(A)
Grand boulevard, rue très passante	70 dB(A)
Boulevard périphérique, chantier	80 dB(A)
Klaxon, autoroute à 10 m	90 dB(A)
Marteau piqueur, concert de rock, discothèque	> 100 dB(A)

Classement sonore des voies

Le classement sonore des infrastructures routières et les secteurs affectés par le bruit de part et d'autre des infrastructures sont définis dans l'arrêté du 23 juillet 2013 par le tableau suivant :

NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE L_{Aeq} (6 heures-22 heures) en dB(A)	NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE L_{Aeq} (22 heures-6 heures) en dB(A)	CATÉGORIE de l'infrastructure	LARGEUR MAXIMALE DES SECTEURS affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure (1)
$L > 81$	$L > 76$	1	$d = 300$ m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	2	$d = 250$ m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	3	$d = 100$ m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	4	$d = 30$ m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	5	$d = 10$ m

Extrait de l'arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

«**Lden**» (indicateur de bruit jour-soir-nuit), l'indicateur de bruit associé globalement à la gêne

«**Lday**» (indicateur de bruit période diurne (6h – 22h)), l'indicateur de bruit associé à la gêne pendant la période diurne

«**Lnight**» (indicateur de bruit période nocturne (22h - 6h)), l'indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil

«**Valeur limite**», une valeur de Lden ou Lnight, déterminée par l'État membre, dont le dépassement amène les autorités compétentes à envisager ou à faire appliquer des mesures de réduction du bruit; les valeurs limites peuvent varier en fonction du type de bruit (bruit du trafic routier, ferroviaire ou aérien, bruit industriel, etc.), de l'environnement, et de la sensibilité au bruit des populations; elles peuvent aussi différer pour les situations existantes et pour les situations nouvelles (changement de situation dû à un élément nouveau concernant la source de bruit ou l'utilisation de l'environnement);

4 METHODOLOGIE

4.1 Préambule

Afin de déterminer les effets du projet sur le bruit, trois scénarios ont été modélisés :

- la situation initiale, représentative de la période récente pré-Covid, 2017 ;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL.

Une campagne de mesurages acoustiques a été réalisée en amont des modélisations, permettant le calage du modèle utilisé.

La situation sonore initiale est déterminée grâce à une modélisation acoustique et à une cartographie des résultats.

Les états futurs avec et sans projet (Etat Fil de l'eau et Etat futur avec Projet) sont également modélisés et les résultats de ces modélisations acoustiques cartographiés.

4.2 Méthodologie pour la réalisation des mesures acoustiques

Les mesurages acoustiques ont été réalisés en juin 2022.

Les emplacements des points de mesures ont été déterminés, en considérant plusieurs paramètres :

- Les reports de trafic, identifiés via les modélisations des données de trafic routier et la comparaison entre l'état initial et l'état futur du projet.
- Les bâtiments les plus « sensibles », liées à leurs usages. Les écoles, les habitations, les hôtels, etc.
- La répartition des points de mesurages sur toute la zone d'étude : périmètre ZTL, les voies à proximité de la ZTL, la zone d'étude étendue en proximité de la ZTL.

En prenant en compte ces critères, et la réalisation de comptages routiers temporaires pendant la période des mesurages acoustiques, il a été réalisé deux types de mesurages :

- Des mesurages « fixes » réalisés sur une durée de 1 à 2 jours, à deux mètres de la façade des bâtiments. Ces mesurages ont été effectués en façades d'établissements publics (écoles et collèges), d'établissements privés (hôtels) et d'immeubles d'habitations. La hauteur du point varie selon la disponibilité des établissements d'accueil (entre 3 et 8m).
- Les mesurages « mobiles » réalisés sur une durée de deux fois 30min, pour mesurer le niveau sonore en période jour (entre 17h et 19h) et en période nuit (entre 00h et 02h). Ils sont effectués sur le trottoir à deux mètres de la façade des bâtiments et à 1,50 mètre de hauteur. Ces points de mesures permettent d'enrichir l'état initial.

D'autres points de mesure ont été réalisés par Bruitparif sur une plus longue durée, avec des capteurs permanents (des mesures du niveau sonore tout au long de l'année 2022), ou temporaires (pendant le mois de juin 2022).

4.3 Présentation de la modélisation

La validation du modèle est réalisée en comparant les niveaux sonores issus des mesurages in-situ 2022 et de la modélisation issus des comptages de trafic partiel de 2022 (réalisés exclusivement aux mêmes périodes et aux mêmes localisations que les mesurages acoustiques). Les récepteurs utilisés dans la modélisation sont placés aux mêmes implantations et aux mêmes hauteurs que les mesures acoustiques.

Le modèle validé est ensuite mis en œuvre pour modéliser le bruit routier aux différents horizons de l'étude.

Pour la situation initiale, les données les plus pertinentes disponibles au lancement de l'étude ont été utilisées¹. L'état sonore initial est basé sur les données de trafic de l'année 2017 (cas de base AIMSUN pour le trafic) et l'enquête plaques 2019.

L'état sonore futur Fil de l'eau (sans projet) et l'état sonore futur avec Projet ZTL sont basés sur les projections de trafic calculées par AIMSUN à l'horizon 2025.

Les cartographies suivantes présentent l'état sonore initial du site étudié, ainsi que les états futurs sans le projet, puis avec le projet. Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

Ces modélisations, cartographies sonores et expositions du bruit ont été réalisées à l'aide du logiciel de Brüel et Kjaer, PREDICTOR Version V2022.12 et selon la méthode NMPB 2008.

Les indicateurs calculés pour le scénario avec Projet ZTL sont comparés avec la situation initiale, et avec la situation Fil de l'Eau, proche dans le temps de la situation actuelle.

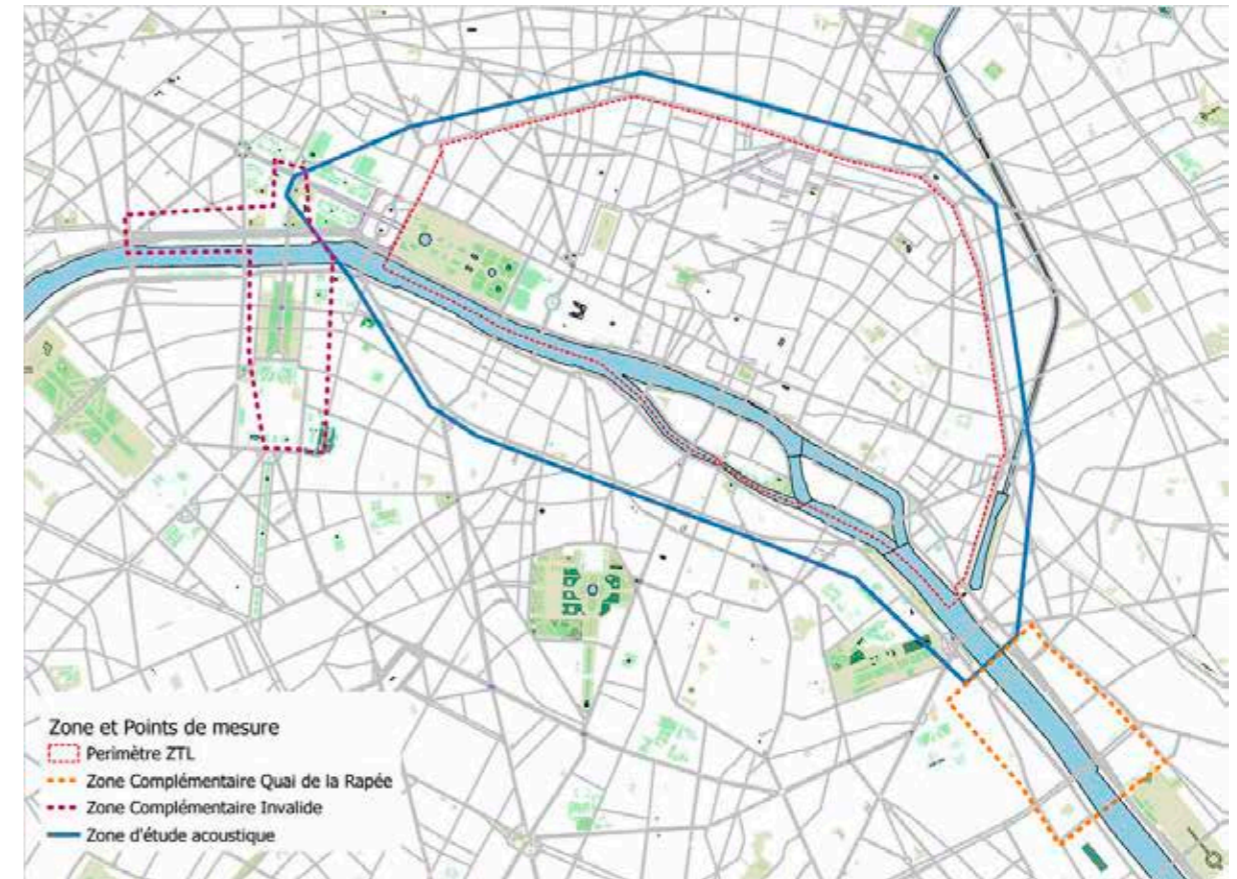
4.4 Données d'entrées

Le débit de véhicules doit être connu pour chaque voie et pour chaque période (jour et nuit). Cette donnée d'entrée a été obtenue à partir de l'étude de trafic routier du bureau d'études AIMSUN, fournissant les volumes horaires HPM (heure de pointe du matin) et HPS (heure de pointe du soir) pour chaque axe routier.

La différence entre les données de trafic de l'état futur fil de l'eau et de l'état futur avec projet, nous permet d'identifier les reports du trafic routier hors ZTL (de plus de 50% d'augmentation de trafic et plus de 100 véhicules par heure). Ces conditions sont plus contraignantes que les seuils liés à l'arrêté du 5 mai 1995, dont l'augmentation de 2 dB est équivalente à +58% et plus 300 véhicules par heure.

Suite à cette analyse, nous avons délimité le périmètre de l'étude Bruit, qui est étendu par rapport au périmètre ZTL, pour inclure les reports de trafic. Nous avons surtout élargi le périmètre d'étude de Bruit au sud de la ZTL pour intégrer les voies jusqu'au boulevard Saint Germain.

Il persiste deux zones, aux extrémités du périmètre de la Zone à Trafic Limité (ZTL), avec des flux de trafic significatifs, mais non visibles sur les reports calculés sur la base de +50% d'augmentation de trafic et +100v/heure. Une extension de l'étude consacrée à ces tronçons et aux voies avoisinantes a été réalisée afin de quantifier l'impact du projet dans ces deux zones.



Carte des différentes zones d'étude

Les données en HPM et HPS ont ensuite été extrapolées en nombres moyens de véhicules par heure sur les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h), sur la base de l'analyse de données de comptages² de véhicules.

La répartition du trafic selon le type de véhicules et les vitesses des véhicules ont été fournies par la Ville de Paris (voir en Annexe 2).

Remarque :

Dans l'étude d'impact, il n'était pas possible de produire les cartes de bruit pour 2022 sur la base des mesures réalisées pendant la campagne car :

- Nous ne disposons pas des données de trafic Jour/Nuit pour l'année complète 2022, sur les points de mesure. La campagne de comptage était ponctuelle.
- Les données de mesure des trafics sont localisées sur certains tronçons de rue. Or réaliser les cartes de bruit nécessite de disposer des données de trafic Jour et Nuit pour tous les brins du réseau de trafic routier.

¹ Au lancement de l'étude début 2022, le caractère représentatif de l'année à venir n'était pas établi.

² Données de comptages de véhicules issus de capteurs permanents, produites par la Direction de la Voirie et des Déplacements.

4.5 Méthodologie pour l'exposition au bruit

Les calculs d'exposition au bruit des populations sont réalisés selon la méthode NMPB-2008.

Le paramétrage des récepteurs est le même quelle que soit la méthode de calcul. Ce paramétrage nous permet de créer des récepteurs tous les 5 mètres des façades à une hauteur de 4 mètres. Les récepteurs sont placés à 0.1 mètre de la façade et la réflexion de la façade en question n'est pas pris en compte.

Les données de population et de logement sont issues de « DensiBati2016 ».

5 MESURAGES ACOUSTIQUES

5.1 Conditions de mesurages

Les mesures de caractérisation sonore des routes dans et à proximité du périmètre du projet ont été réalisées en plusieurs campagnes de mesures fixes et mobiles :

- Du lundi 30 mai au mercredi 01 juin 2022, mesures fixes au nord-ouest de la ZTL,
- Du mercredi 01 juin au vendredi 03 juin 2022, mesures fixes au nord-est de la ZTL,
- Du lundi 06 juin au mercredi 08 juin 2022, mesures fixes au sud-est de la ZTL,
- Du mercredi 08 juin au vendredi 10 juin 2022, mesures fixes au sud-ouest de la ZTL,
- Du lundi 30 mai au vendredi 03 juin 2022, de 17h00 à 19h00 et de 00h00 à 02h00, pour la caractérisation sonore des axes routiers en période diurne et nocturne, par des mesures mobiles,
- Du lundi 06 juin au vendredi 10 juin 2022, de 17h00 à 19h00 et de 00h00 à 02h00, pour la caractérisation sonore des axes routiers en période diurne et nocturne, par des mesures mobiles,

Les mesurages ont été réalisés par le bureau d'étude CAP HORN SOLUTIONS.

Les mesures des capteurs temporaires de Bruitparif ont été réalisées du 06 juin au 07 juillet 2022.

Les résultats des mesurages sont exprimés à l'aide de l'indicateur suivant :

- $L_{Aeq(T)}$: Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A " court ",

Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole « T ». Le L_{Aeq} court est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage. Dans notre cas d'étude la durée d'intégration $t = 1$ seconde.

Les conditions météorologiques en termes de précipitations et de vitesse de vent étaient suffisamment clémentes pour ne pas perturber les mesures. Quelques pluies ont cependant eu lieu entre le 8 au 9 juin, n'impactant que faiblement les mesures du 8 au 10 juin.

5.2 Matériel de mesure

5.2.1 01dB 10669

- ✓ Sonomètre intégrateur homologué, analyseur en temps réel, de classe 1, marque 01dB, type DUO n°10669, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, Leq court, multispectre, bâtiment
 - Microphone de classe 1, marque GRAS type 40CD, n°154528
 - Constat de vérification conforme au certificat n° LNE-21674-REV.4, en date du 16/04/2021
 - Logiciel de traitement de données 01dB dB-Trait
- ✓ Calibreur 01dB Cal 21
 - Calibreur de classe 1, marque 01dB, type CAL 21, n° 34 924 036
 - Constat de vérification n° CE-DTE-L-20-PVE-78374 du 27/07/2020
 - Délivrant 94 dB à 1000 Hz

5.2.2 01dB 10155

- ✓ Sonomètre intégrateur homologué, analyseur en temps réel, de classe 1, marque 01dB, type DUO n°10155, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, Leq court, multispectre
 - Microphone de classe 1, marque GRAS type 40CD, n°367420
 - Constat de vérification conforme au certificat n° LNE-21674-REV.4, en date du 23/06/2021
 - Date de la prochaine vérification périodique (date limite de validité) : 23/06/2023
 - Logiciel de traitement de données 01dB dB-Trait

- ✓ Calibreur NORSONIC
 - Calibreur de classe 1 NORSONIC type 1251 n° 27092
 - Constat de vérification n° CV-DTE-L-20-PVE-79745 du 07/10/2020
 - Délivrant 114 dB à 1000 Hz.

5.2.3 NORSONIC Nor150 - 15030488

- ✓ Sonomètre intégrateur homologué, analyseur en temps réel, de classe 1, marque NORSONIC, type Nor150 n°15030488, conforme à la norme NF EN 61672 et disposant des fonctions suivantes : sonomètre, Leq court, multispectre, bâtiment
 - Microphone de marque Norsonic type Nor1225, n°285576
 - Préamplificateur ½ pouce, marque Norsonic type Nor1209, n°21594
 - Constat de vérification n° 4712147981 du 24/02/2020
 - Logiciel de traitement de données NORSONIC : NorReview et Nor850
- ✓ Calibreur Norsonic - Nor1255
 - Calibreur de classe 1, marque Norsonic, type Nor1255, n° 125525013
 - Constat de vérification n° Cal 022-2017-8344 du 24/02/2020
 - Délivrant 114 dB à 1000 Hz

5.2.4 NORSONIC Nor150 - 15030487

- ✓ Sonomètre intégrateur homologué, analyseur en temps réel, de classe 1, marque NORSONIC, type Nor150 n°15030487, conforme à la norme NF EN 61672 et disposant des fonctions suivantes : sonomètre, Leq court, multispectre, bâtiment
 - Microphone de marque Norsonic type Nor1225, n°305312
 - Préamplificateur ½ pouce, marque Norsonic type Nor1209, n°21616
 - Constat de vérification n° 4712145703 du 24/01/2020
 - Logiciel de traitement de données NORSONIC : NorReview et Nor850
- ✓ Calibreur Norsonic - Nor1255
 - Calibreur de classe 1, marque Norsonic, type Nor1255, n° 125525013
 - Constat de vérification n° Cal 022-2017-8344 du 24/02/2020
 - Délivrant 114 dB à 1000 Hz

5.2.5 CESVA 225914

- ✓ Sonomètre intégrateur, analyseur en temps réel, de classe 1, marque CESVA, type SC310 n°T225914, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, surveillance d'environnement, Leq court
 - Préampli CESVA, type PA13, n° 2314
 - Microphone de classe 1, marque CESVA type C-130, n°11249
 - Auto-vérification annuelle

5.2.6 CESVA 225915

- ✓ Sonomètre intégrateur, analyseur en temps réel, de classe 1, marque CESVA, type SC310 n°T225915, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, surveillance d'environnement, Leq court
 - Préampli CESVA, type PA13, n° 1625
 - Microphone de classe 1, marque CESVA type C-130, n°11193
 - Auto-vérification annuelle

5.2.7 CESVA 236131

- ✓ Sonomètre intégrateur, analyseur en temps réel, de classe 1, marque CESVA, type SC310 n°T236131, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, surveillance d'environnement, Leq court
 - Préampli CESVA, type PA13, n° 3507
 - Microphone de classe 1, marque CESVA type C-130, n°11904
 - Auto-vérification annuelle

5.2.8 CESVA 236126

- ✓ Sonomètre intégrateur, analyseur en temps réel, de classe 1, marque CESVA, type SC310 n°T236126, disposant des fonctions suivantes : sonomètre, surveillance d'environnement, Leq court
 - Préampli CESVA, type PA13, n° 3502
 - Microphone de classe 1, marque CESVA type C-130, n°11910
 - Auto-vérification annuelle

5.2.9 CESVA 246180

- ✓ Capteur de bruit, précision d'un sonomètre de classe 1, marque CESVA, type TA120 n° T246180, disposant des fonctions suivantes : surveillance d'environnement, LAeq court, Kit intempéries, Configuration du capteur à distance, Mise à jour automatique du firmware
 - Le kit extérieur TK120
 - Capteur de précision de classe 1, selon la norme 61672-1
 - Auto-vérification annuelle

5.2.10 CESVA 243747

- ✓ Capteur de bruit, précision d'un sonomètre de classe 1, marque CESVA, type TA120 n° T243747, disposant des fonctions suivantes : surveillance d'environnement, LAeq court, Kit intempéries, Configuration du capteur à distance, Mise à jour automatique du firmware
 - Le kit extérieur TK120
 - Capteur de précision de classe 1, selon la norme 61672-1.
 - Auto-vérification annuelle

5.2.11 Logiciels de traitement des données

Logiciels de traitement des données 01dB dB-Trait, NorReview et NoisePlatform.

Les deux premiers logiciels permettent d'extraire le LAeq court des sonomètres, en pondérant les Leq court mesurés.

5.2.12 Données Bruitparif

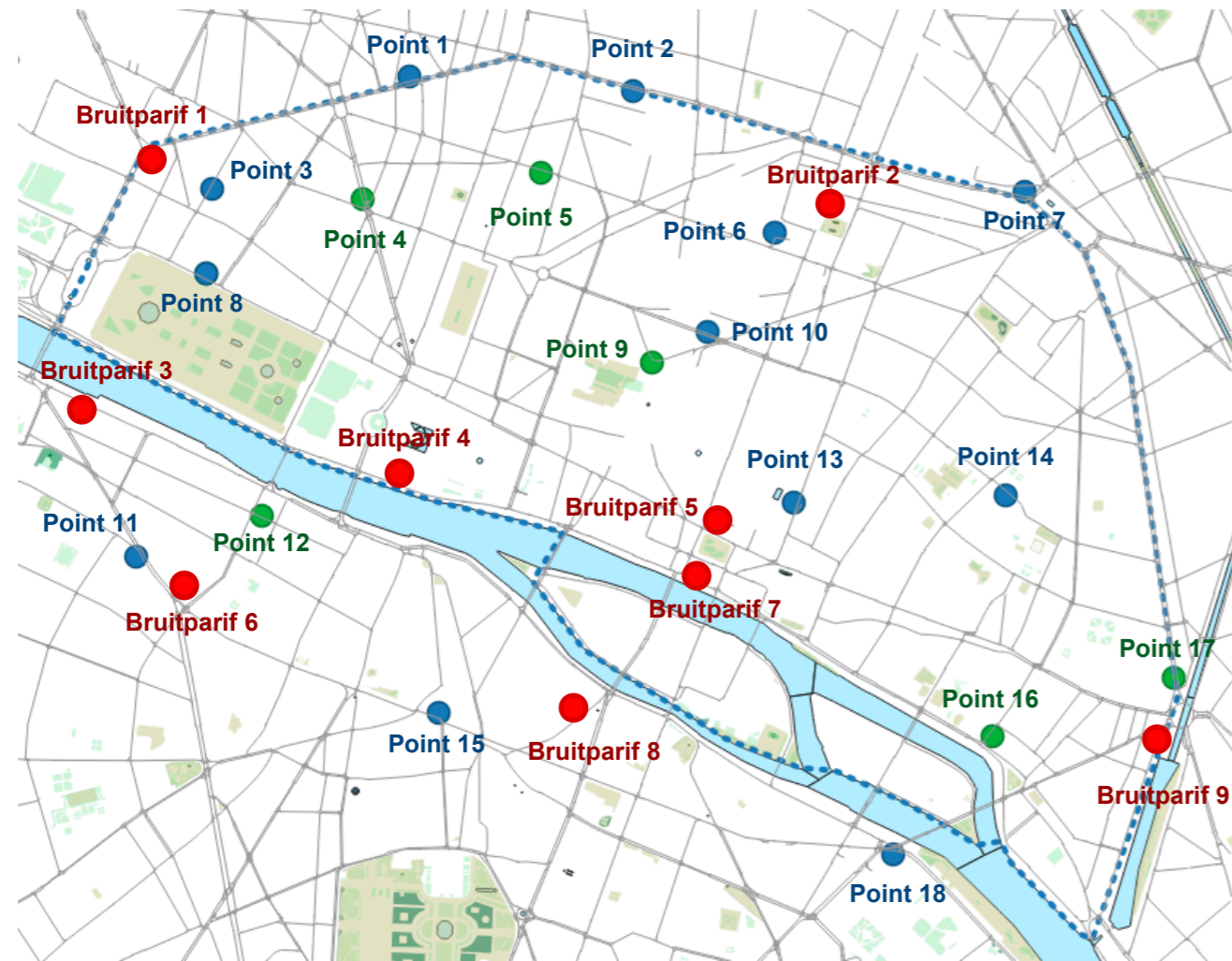
Données mesurées par les capteurs de Bruitparif, récupérés via le site : <https://rumeur.bruitparif.fr/>

Sonomètres de classe 1, marque 01dB.

5.3 Localisation des points de mesures

La figure ci-dessous récapitule les positions des points de mesures

● Point fixe ● : Point mobile ● : Point de Bruitparif



Les mesures de caractérisation sonore du projet ont été réalisées à une hauteur de 1,5m pour les mesures mobiles et à une hauteur variable pour les mesures fixes (3 à 8m). Elles ont été réalisées aux emplacements indiqués ci-dessus.

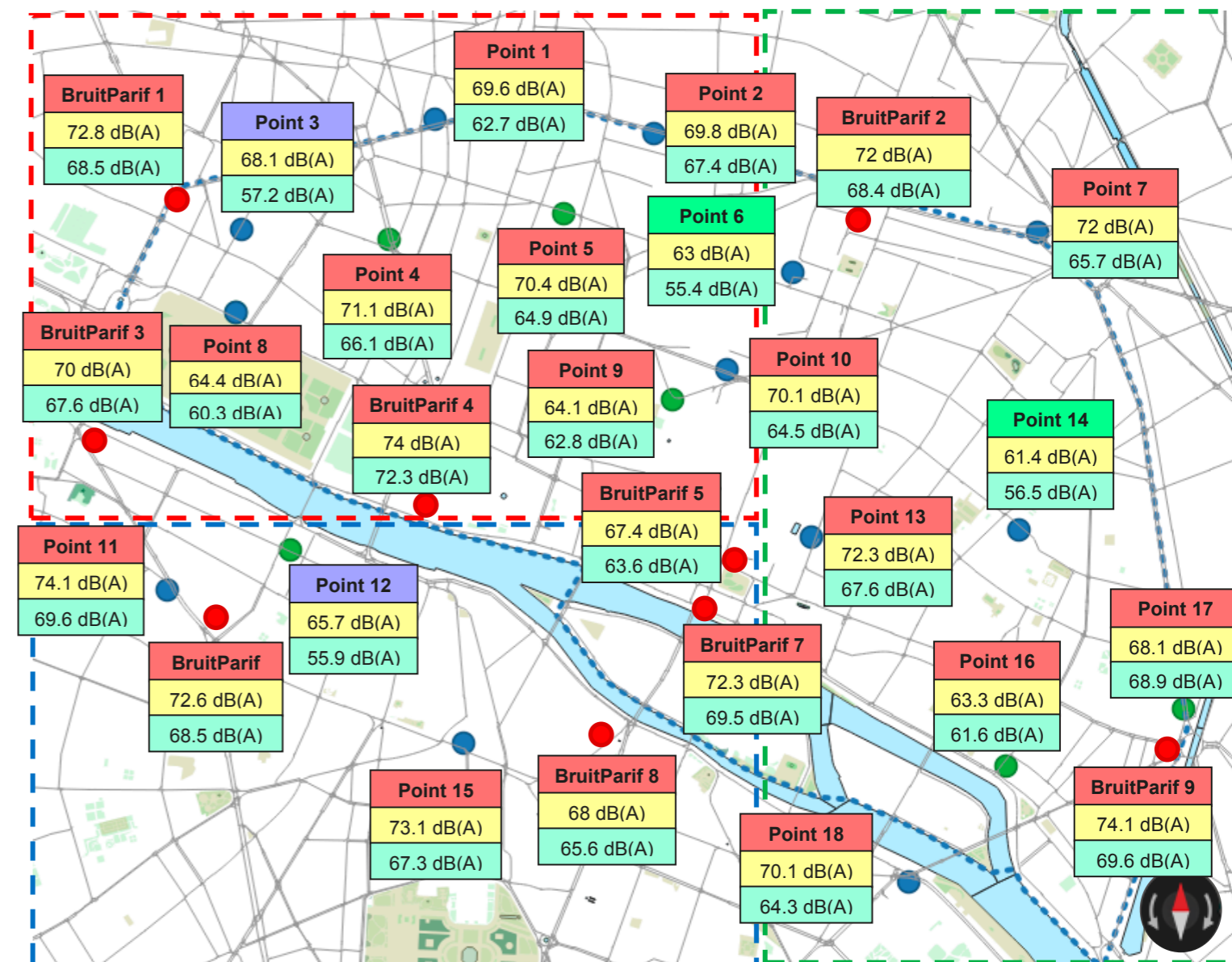
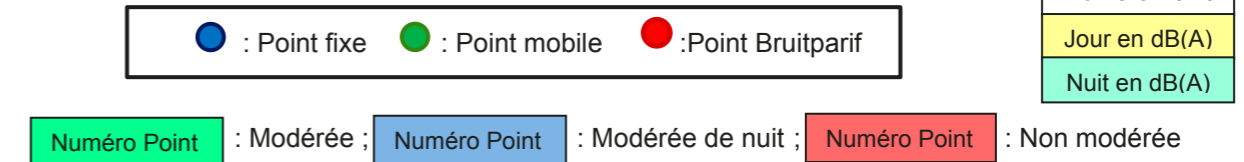
Ce tableau reprend aussi les valeurs mesurées et le type de zone selon l'arrêté du 5 mai 1995 de chaque mesure.

Points	Type de mesure	Lieu	L _{jour} (6h-22h) en dB(A)	L _{nuit} (22h-6h) en dB(A)	Type de zone selon l'arrêté du 5 mai 1995
1	Fixe	38 Bd des Italiens, 75009 Paris Façade d'un établissement privé	69,6	62,7	Non modérée
2	Fixe	21 Bd Poissonnière, 75002 Paris Façade d'un établissement privé	69,8	67,4	Non modérée
3	Fixe	28 Rue Cambon, 75001 Paris Façade d'une école	68,1	57,2	Modérée nuit
4	Mobile	39 Avenue de l'Opera, 75002 Paris Façade d'un hôtel	71,1	66,1	Non modérée
5	Mobile	Place de la Bourse Façade d'un établissement privé	70,4	64,9	Non modérée
6	Fixe	221 Rue Saint-Denis, 75002 Paris Façade d'une école	63	55,4	Modérée
7	Fixe	2 Bd Saint-Martin, 75010 Paris Façade d'un hôtel	72	65,7	Non modérée
8	Mobile	238 Rue de Rivoli, 75001 Paris Façade d'un hôtel	64,4	60,3	Non modérée
9	Mobile	10 Rue Montmartre, 75001 Paris Façade d'une église	64,1	62,8	Non modérée
10	Fixe	20 Rue Étienne Marcel, 75002 Paris Façade d'une école	70,1	64,5	Non modérée
11	Fixe	217 Bd Saint-Germain, 75007 Paris Façade d'un site expositions	74,1	69,6	Non modérée
12	Mobile	35 Rue de Lille, 75007 Paris Façade d'une librairie	65,7	55,9	Modérée nuit
13	Fixe	27-21 Rue du Renard, 75004 Paris Façade d'un institut de langue	72,3	67,6	Non modérée
14	Fixe	16 Rue de la Perle, 75003 Paris Façade d'une garderie	61,4	56,5	Modérée
15	Fixe	148 Bd Saint-Germain, 75006 Paris Façade d'un hôtel	73,1	67,3	Non modérée
16	Mobile	6 Rue Saint-Paul, 75004 Paris	63,3	61,6	Non modérée

17	Mobile	9 Bd Beaumarchais, 75004 Paris Façade d'un logement	68,1	68,9	Non modérée
18	Fixe	27 Quai Saint-Bernard, 75005 Paris Façade d'un établissement privé	70,1	64,3	Non modérée
Bruitparif 1	Ponctuel	22 Rue Royale, 75008 Paris Candélabre	72,8	68,5	Non modérée
Bruitparif 2	Permanent	102 Bd de Sébastopol, 75003 Paris Candélabre	72	68,4	Non modérée
Bruitparif 3	Permanent	21 Quai Anatole France, 75007 Paris Candélabre	70	67,6	Non modérée
Bruitparif 4	Ponctuel	6 Quai François Mitterrand, 75001 Paris Candélabre	74	72,3	Non modérée
Bruitparif 5	Permanent	88 rue de Rivoli, 75004 Paris Candélabre	67,4	63,6	Non modérée
Bruitparif 6	Permanent	246 Bd Saint-Germain, 75007 Paris Candélabre	72,6	68,5	Non modérée
Bruitparif 7	Permanent	12 Quai de Gesvres, 75004 Paris Candélabre	72,3	69,5	Non modérée
Bruitparif 8	Permanent	4 Place Saint-Michel, 75006 Paris Candélabre	68	65,6	Non modérée
Bruitparif 9	Permanent	3 place de la Bastille, 75004 Paris Candélabre	70,5	66,9	Non modérée

5.4 Résultats des mesures

Les figures ci-dessous récapitulent les niveaux sonores mesurés en périodes diurne et nocturne en chaque point, selon les légendes suivantes :



Les traits en pointillé représentent les zones zoomées, disponibles en annexe (en rouge : Nord-Ouest ; en vert : Est ; Bleu : Sud-Ouest).

Tous les axes routiers sont en zone non modérée pour les périodes jour et nuit, sauf les points 6 et 14 qui sont en zone modérée et les points 3 et 12 qui sont en zone modérée nuit (voir détail en Annexe). Ces quatre zones sont desservies par des voies à sens unique, limitées à 30 km/h. nous avons donc un trafic routier faible.

Au point de mesure n°17, le niveau sonore nocturne est supérieur à la période diurne. Cela est dû à un trafic routier plus élevé en période nocturne (00h-1h, le 09/06/22 : 638 véhicules) qu'en période diurne (17h-18h, le 08/06/22 : 327 véhicules). Ces données sont obtenues via les comptages routiers réalisés durant la même période que les mesures acoustiques.

6 MODELISATION SONORE DE L'ETAT INITIAL

Cette modélisation acoustique permet d'évaluer le niveau sonore à l'état initial en tout point du site, notamment en dehors des zones de mesures.

6.1 Validation du modèle

Avant de modéliser l'état sonore initial, nous avons procédé à la validation du modèle. Pour cela, nous avons réalisé une modélisation basée sur les comptages de trafic 2022. Ces comptages ont été réalisés aux mêmes périodes et aux mêmes localisations que les mesurages in-situ du mois de juin 2022. Les récepteurs utilisés dans la modélisation sont placés aux mêmes implantations et aux mêmes hauteurs que les mesures acoustiques.

Nous avons ensuite effectué une comparaison entre les niveaux sonores issus des mesurages in-situ et ceux issus de la modélisation basée sur les comptages de trafic, pour réaliser le recalage du modèle

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus.

TABLEAU : Mesures bruit 2022 / Calculs issus des données trafics 2022								
Point		Résultat du modèle Predictor avec les comptage routier 2022 à hauteur de mesure		Mesure acoustique 2022		Différence entre modèle et mesure		Commentaires
Description	Hauteur en m	Day	Night	L day	L night	L day	L night	
217 Bd Saint-Germain	6	71,1	68,2	74,1	69,6	3	1,4	
21-27 Rue du Renard	5	71	68,1	72,3	67,6	1,3	0,5	
2 Bd Saint Martin	8	67,5	64,6	72	65,7	4,5	1,1	Activité humaines
20 Rue Etienne Marcel	8	66,6	63,7	70,1	64,5	3,5	0,8	Activité humaines
221 Rue Saint Denis	4	58,8	56	63	55,4	4,2	0,6	Activité humaines
21 Bd Poissonnière	6	69,8	66,9	69,8	67,4	0	0,5	
38 Bd des Italiens	4	67,4	64,5	69,6	62,7	2,2	1,8	
28 rue Cambon	5	65,5	62,6	68,1	57,2	2,6	5,4	Activité humaines
148 Bd Saint-Germain	4	68,1	65,2	73,1	67,3	5	2,1	Activité humaines
6 quai François Mitterrand	4	70,4	66,7	74	72,3	3,6	5,6	
246 Bd Saint-Germain	4	69,4	66,5	72,6	68,5	3,2	2	Activité humaines
22 Rue Royale	4	69,2	66,3	71,8	68,5	2,6	2,2	
12 Quai de Gesvres	4	69	66,1	72,3	69,5	3,3	3,4	Congestion
88 Rue de Rivoli	4	62,8	59,9	67,4	63,6	4,6	3,7	Activité humaines (square)
102 Bd de Sébastopol	4	65,1	62,1	72	68,4	6,9	6,3	Activité humaines (square)
21 Quai Anatole France	4	71,8	68,9	70	67,6	1,8	1,3	

Remarques :

Dans la modélisation de validation, seuls les tronçons qui ont été mesurés sont pris en compte. Les autres tronçons de route aux alentours ne sont pas calculés, ce qui peut conduire à des niveaux sonores plus faibles lorsque plusieurs axes routiers à fort trafic se croisent. Également, les mesures in-situ sont impactées par l'activité humaine, alors que la modélisation du trafic routier ne prend en compte que le trafic routier et aucun autre type de bruit.

En acoustique de l'environnement, des écarts entre mesures et calculs, qui sont dû aux incertitudes et aux estimations faites pour les données d'entrée, sont généralement acceptables à +/- 2 dB(A).

Le tableau ci-dessus montre que pour la période nocturne, les données issues du modèle et des mesures sont cohérentes pour 68% d'entre elles. Pour la période jour, il y a plus de disparités. Ceci peut s'expliquer par les points suivants :

- Par le fait que le modèle issu des trafics ne prend pas en compte les bruits des autres axes routiers (calcul basé sur le tronçon de route étudié) ;
- Par le fait que dans les mesures in-situ, on enregistre également la vie du site urbain (personnes dans les rues, terrasses des cafés/restaurants, école, squares, activités des magasins, klaxons, etc).









- Par le fait que les mesures in-situ longue durée peuvent être influencées par les phénomènes météorologiques (pluie ou vent). Par exemple, pour les mesures quai F. Mitterrand, les filtrages des perturbations météo n'ont pas été réalisés, or nous savons que sur la période de mesures, il y a eu des périodes de pluie et de vent.

Le modèle complet du site d'étude de la ZTL avec toutes les routes, permettra de réduire l'écart entre les mesures et le modèle et de se rapprocher du niveau sonore du trafic routier. De ce fait, nous considérons le modèle validé sur la base des hypothèses présentées en Annexe 2.

6.2 Cartes de bruit dans et à proximité de la ZTL – État initial

Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

Légende * :

	$L_{Aeq} < 45 \text{ dB(A)}$
	$45 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 50 \text{ dB(A)}$
	$50 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 55 \text{ dB(A)}$
	$55 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 60 \text{ dB(A)}$
	$60 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 65 \text{ dB(A)}$
	$65 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 70 \text{ dB(A)}$
	$70 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$
	$L_{Aeq} \geq 75 \text{ dB(A)}$

* Norme NF S 31-130



Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

6.3 Cartes de bruit des zones complémentaires – État initial

Les zones complémentaires ont été étudiées, car elles ont été identifiées dans l'étude de trafic, et sont soumises à des reports de trafic. Cependant, ces reports sont largement inférieurs aux seuils de définition de l'étude bruit (pour rappel : augmentation de trafic de plus de 50% et plus de 100 véhicules par heure).

6.3.1 Zone des Invalides

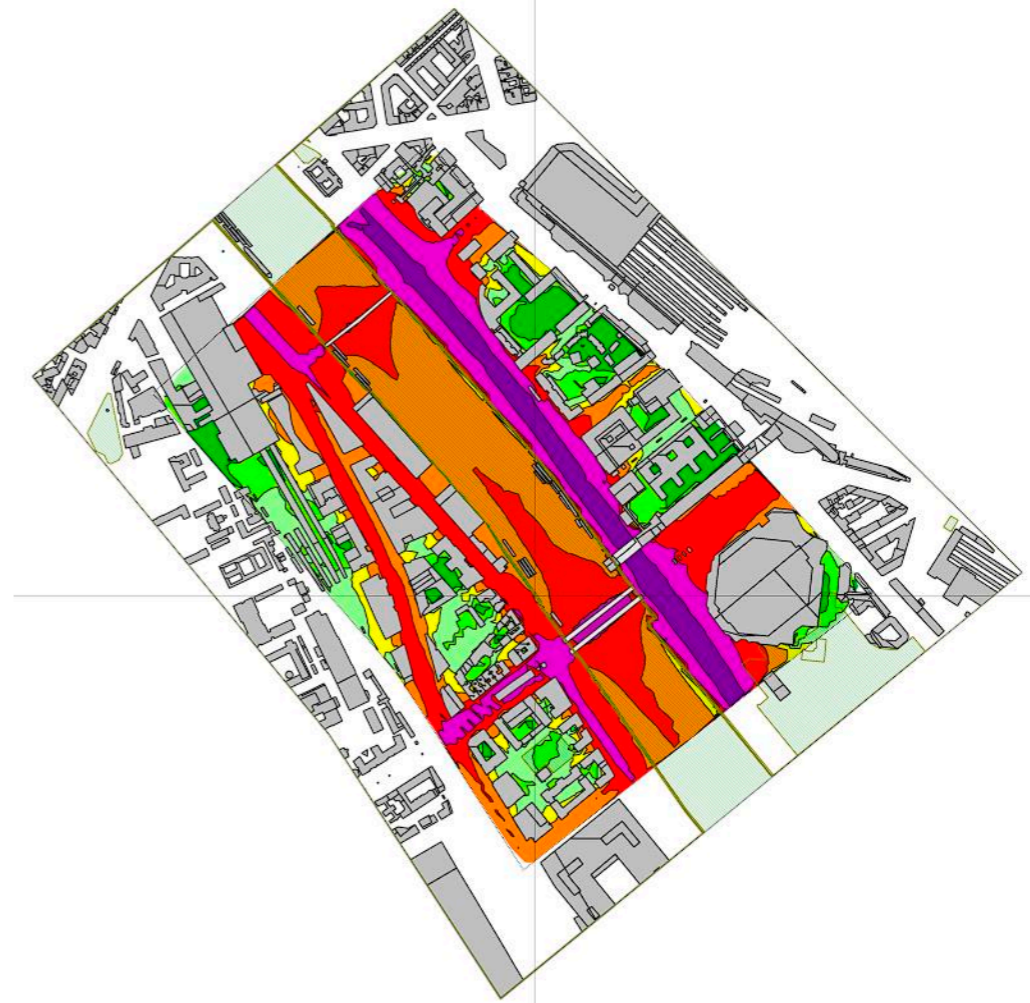


Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)

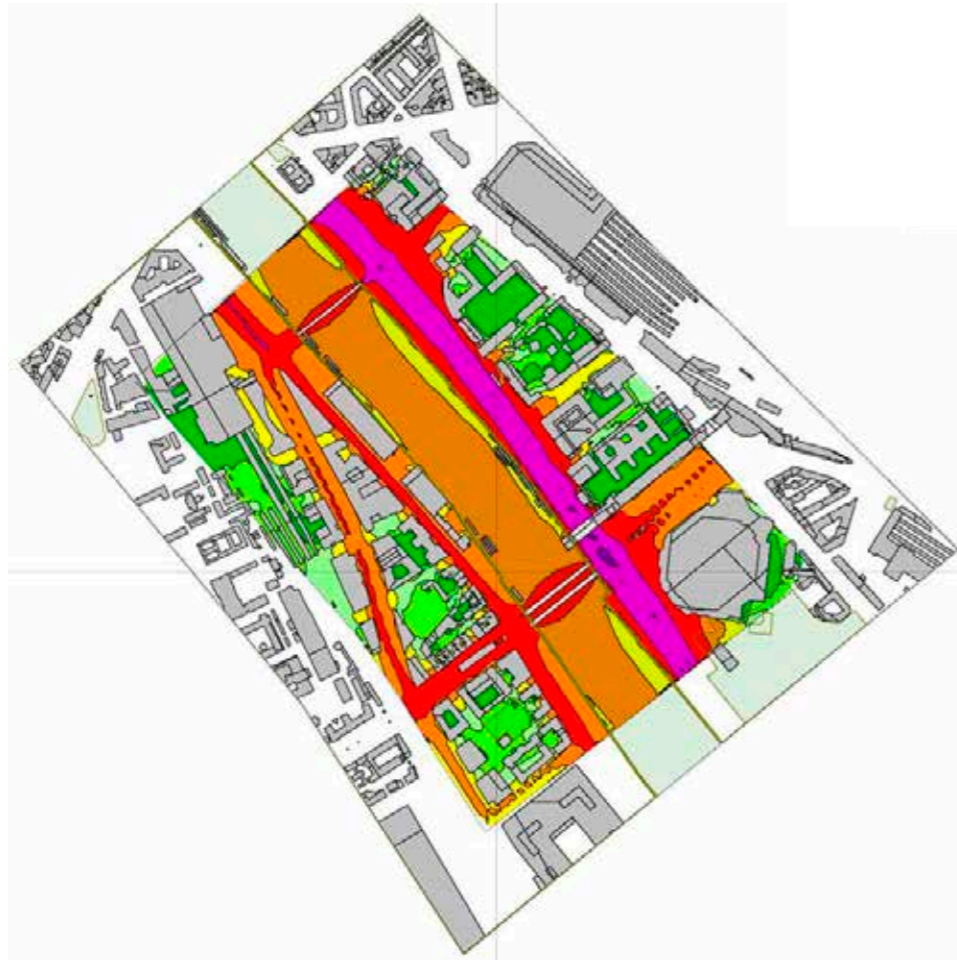


Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

6.3.2 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

6.4 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL - État initial

L'évaluation par cartographies sonores de l'état initial du site établies à partir des données de trafics routiers met en évidence une ambiance sonore non modérée en période jour et en période nuit pour les principaux axes routiers de la ZTL. On observe en revanche des ambiances modérées ou modérées de nuit sur les rues plus éloignées des axes importants.

Les principaux axes routiers, les plus bruyants, dont l'ambiance sonore est non modérée de jour (en violet) et de nuit sont :

Dans la ZTL :

- Les quais de Paris dans la ZTL,
- La rue de Rivoli,
- Le Boulevard de Sébastopol,

Hors ZTL :

- Les Grands Boulevards,
- La rue Royale,
- La place de la Concorde,
- Le Boulevard Saint Germain,
- Le Boulevard de la Bastille,
- La place de la Bastille,
- La place de la République,
- Quai de la Rapée (Zone Bercy),
- Quai de Bercy (Zone Bercy),
- Quai d'Orsay (Zone des Invalides),
- Cours-la-Reine (Zone des Invalides),
- Avenue Winston Churchill (Zone des Invalides),
- Avenue des Champs-Élysées (Zone des Invalides).
- Le Boulevard Bourdon.

Les espaces les plus calmes vis-à-vis du trafic routier restent majoritairement les cours intérieures des habitations, les jardins publics, les parcs et les zones piétonnières (Les Halles de Paris, etc.).

6.5 Populations exposées au bruit - État initial

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposée au bruit dans l'état initial, selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

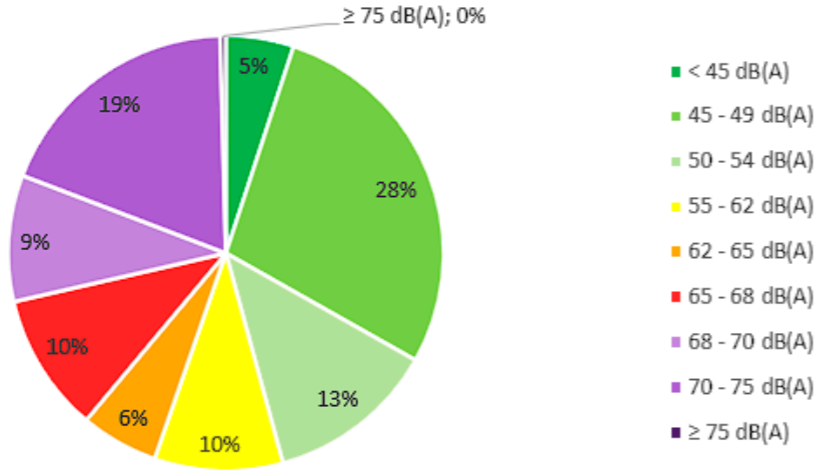
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A), et en incorporant les valeurs limites Lden et Ln.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL (c'est-à-dire la ZTL élargie jusqu'au boulevard Saint Germain), ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

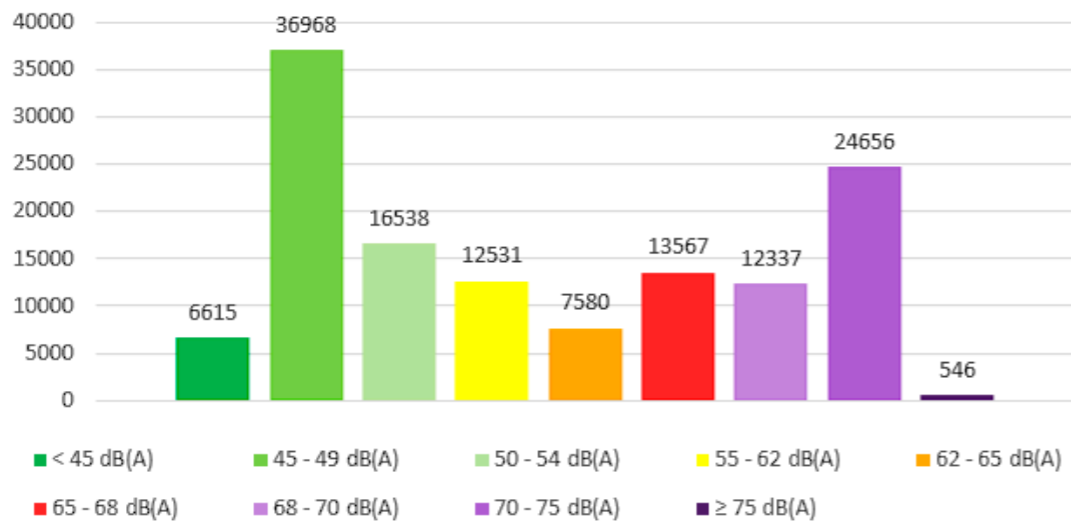
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

Pourcentage de population exposées au Bruit - Période Lden

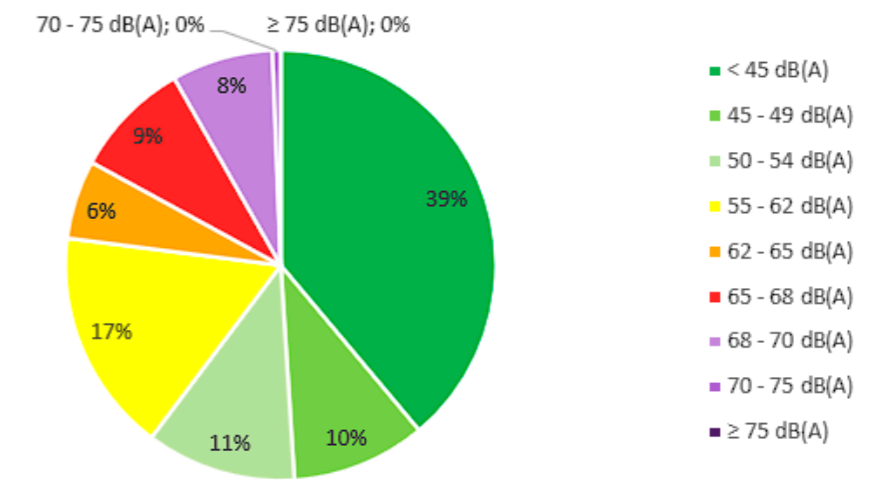


Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden

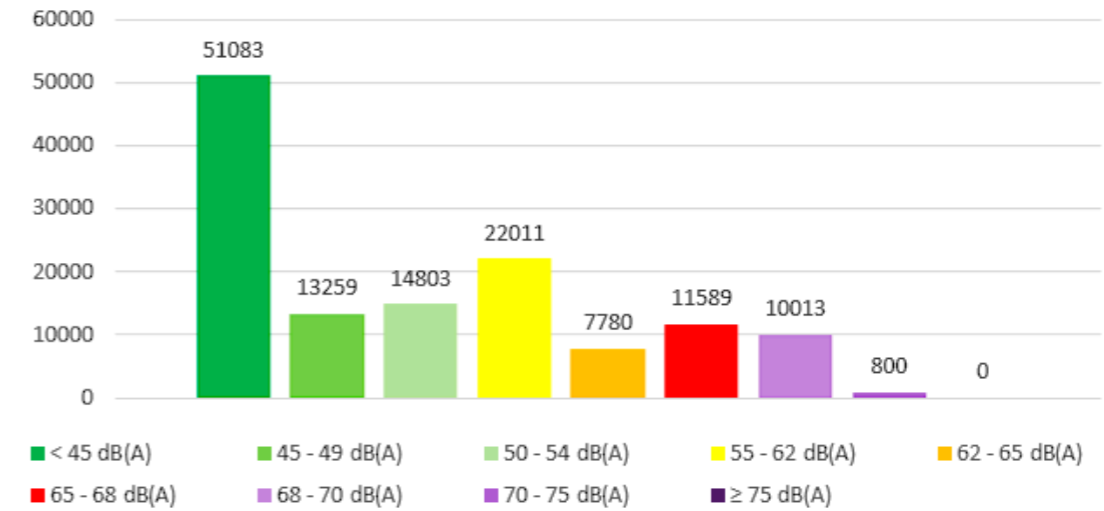


Nous constatons que 5% de la population du périmètre de l'étude Bruit ZTL est exposée à des niveaux sonores inférieurs à 45 dB(A) et 28% de la population du périmètre de l'étude Bruit ZTL est exposée à des niveaux sonores supérieurs à 68 dB(A), la valeur limite de la période Lden, soit 37 539 personnes.

Pourcentage de population exposées au Bruit - Période Ln (22h - 6h)



Nombre de personne exposées au Bruit - Période Ln (22h - 6h)



Les données graphiques montrent que 23% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, soit environ 30 182 personnes, est exposée à un niveau sonore supérieur à 62 dB(A), la valeur limite de la période Ln (période nocturne).

7 MODELISATION SONORE DE L'ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »

7.1 Présentation

Le scénario « Fil de l'eau » prend en compte l'évolution du trafic routier engendrée par les projets d'aménagement réalisés ou prévus à l'horizon 2024 dans la région parisienne, à l'exception du projet de la ZTL, et la baisse globale de la demande de trafic à cet horizon.

7.2 Méthodologie









La situation sonore de l'état fil de l'eau est déterminée sur la base des données de trafic routier modélisées pour le scénario fil de l'eau. Les autres paramètres des modèles réalisés dans le cadre de l'état initial restent inchangés.

7.3 Cartes de Bruit dans et à proximité de la ZTL – État « Fil de l'eau »

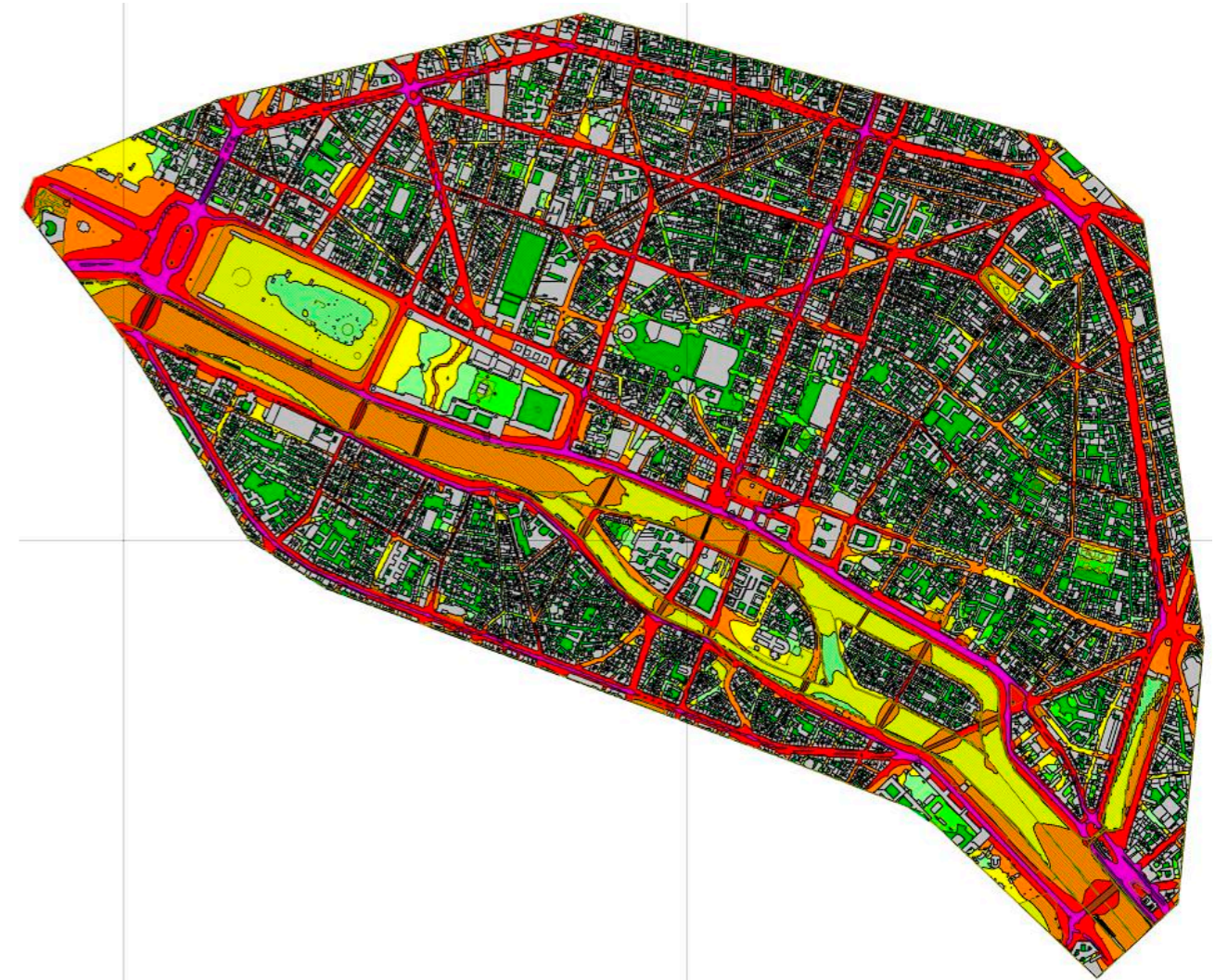
Les cartographies suivantes présentent l'état sonore du scénario « Fil de l'eau ». Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

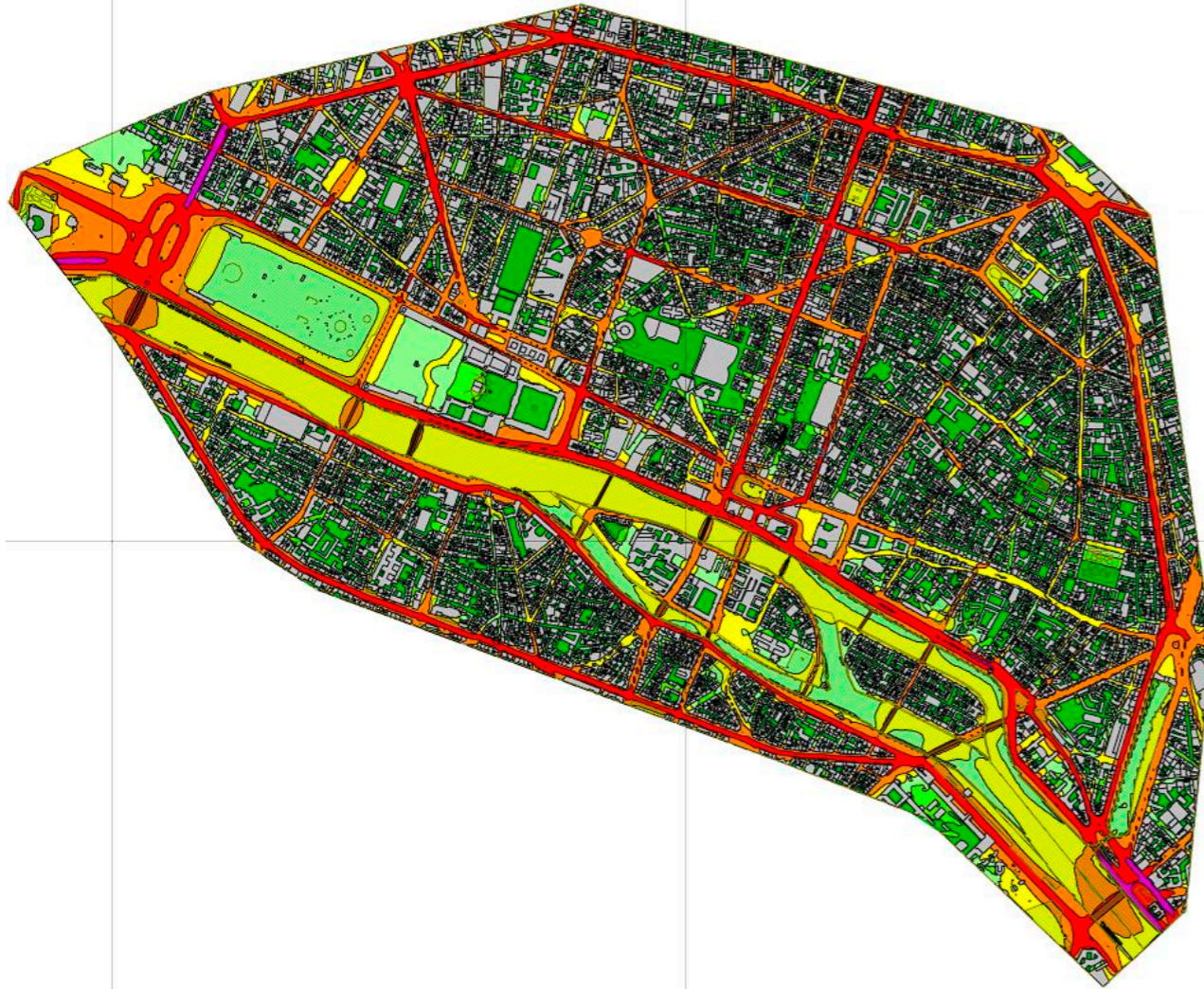
Légende * :

	$L_{Aeq} < 45 \text{ dB(A)}$
	$45 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 50 \text{ dB(A)}$
	$50 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 55 \text{ dB(A)}$
	$55 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 60 \text{ dB(A)}$
	$60 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 65 \text{ dB(A)}$
	$65 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 70 \text{ dB(A)}$
	$70 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$
	$L_{Aeq} \geq 75 \text{ dB(A)}$

* Norme NF S 31-130



Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

7.4 Cartes de bruit des zones complémentaires – État « Fil de l'eau »

7.4.1 Zone des Invalides

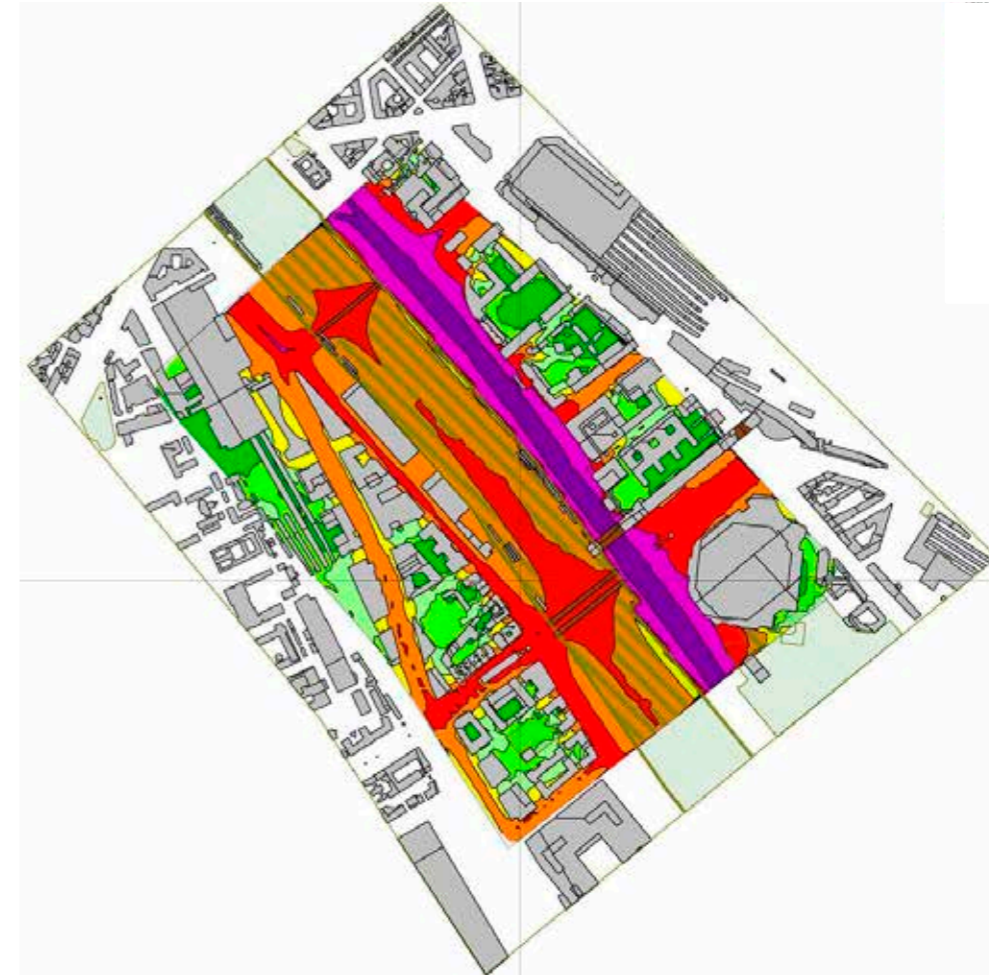


Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)

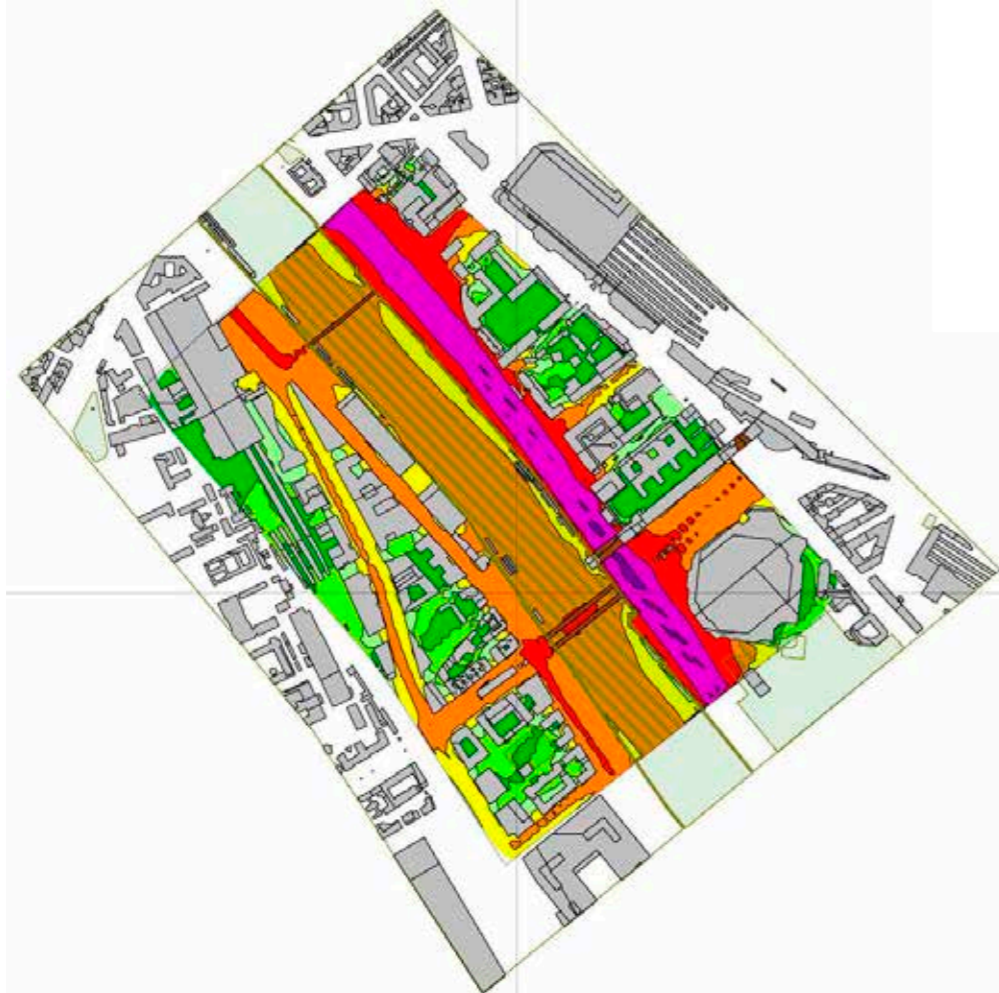


Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

7.4.2 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)



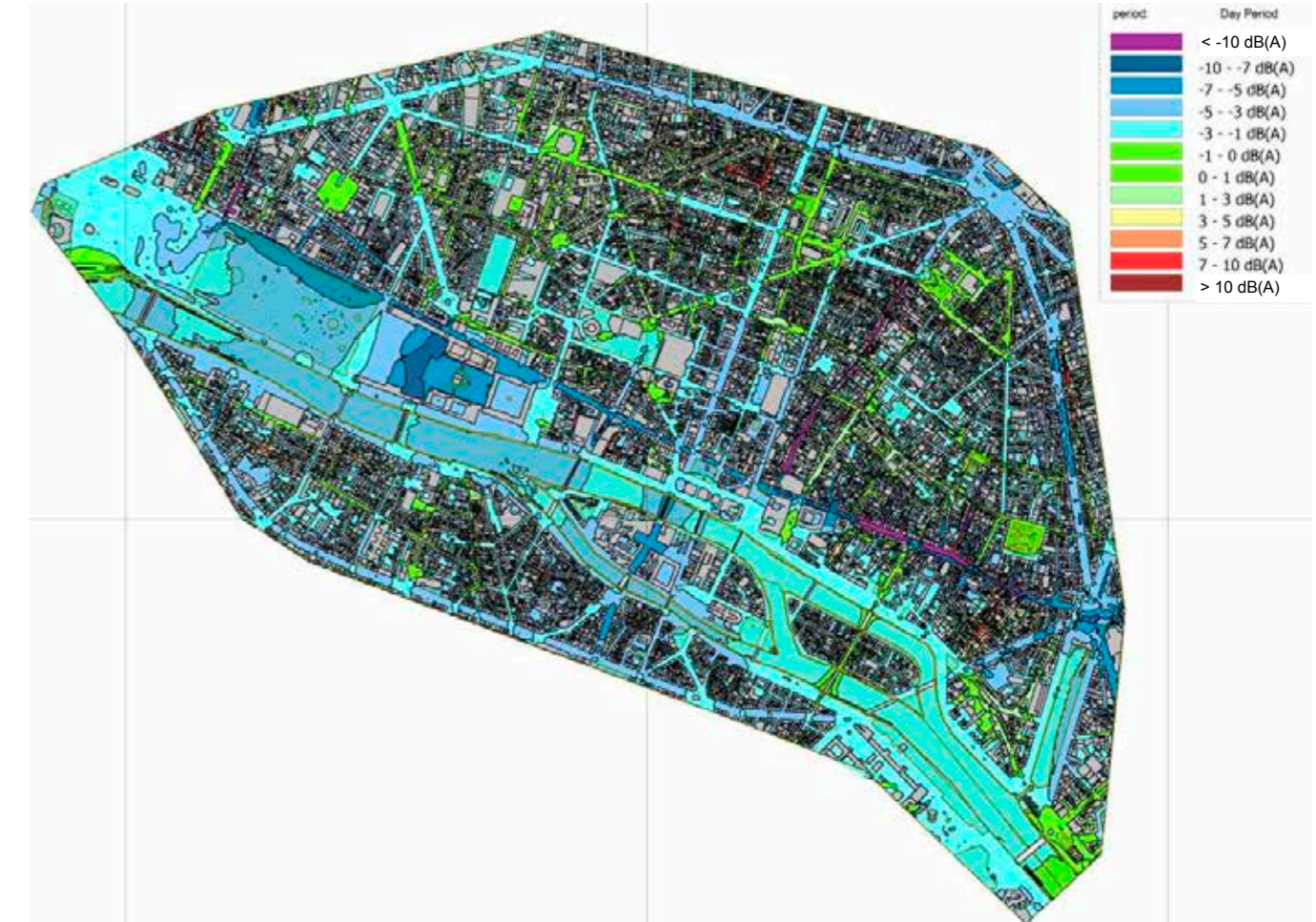
Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

7.5 Carte de comparaison : l'état « Fil de l'eau » par rapport à l'état initial

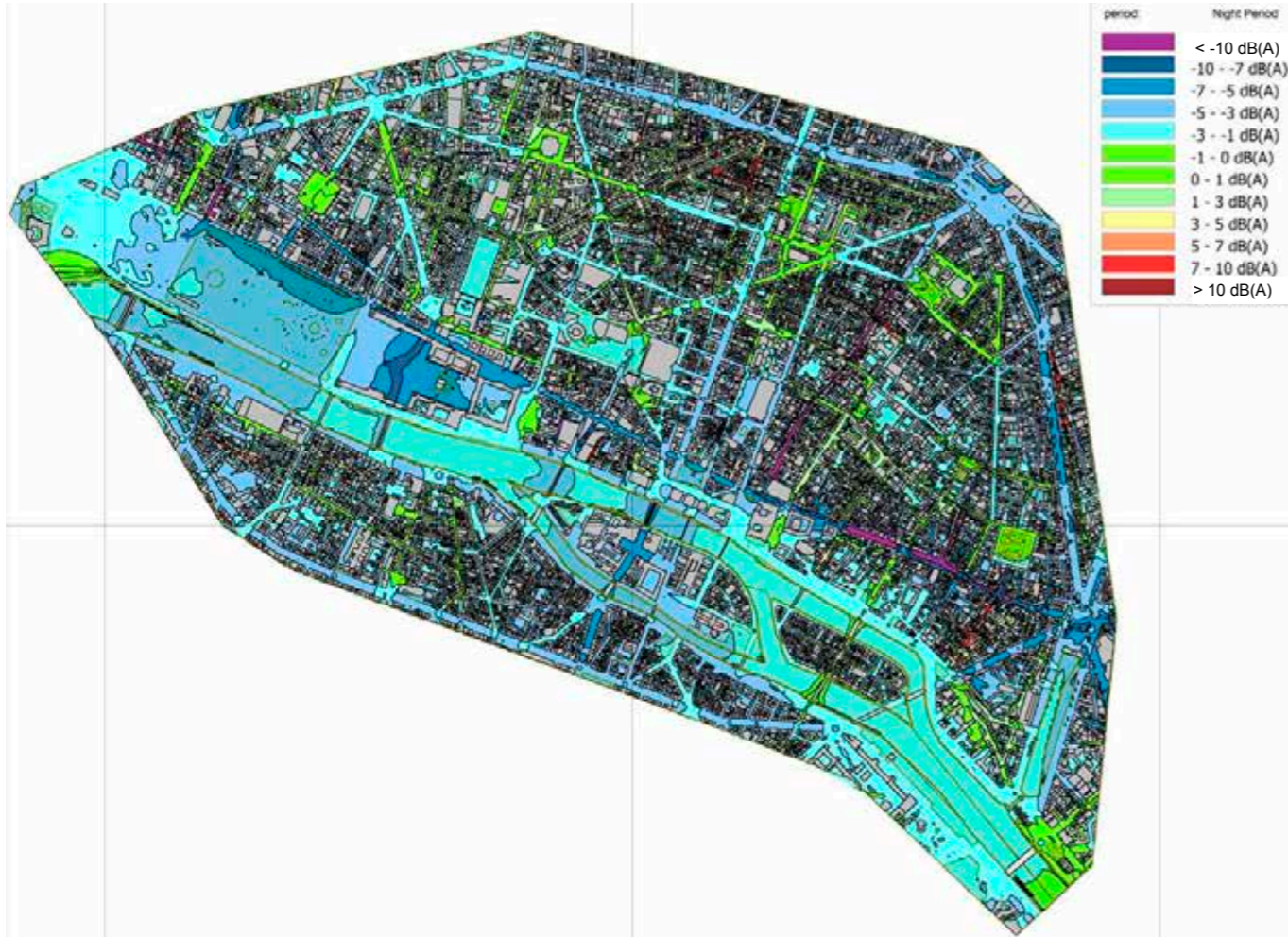
7.5.1 Présentation

Une fonctionnalité de Predictor permet de réaliser des cartes de différences de niveaux sonores entre les états calculés précédemment. Cela permet de visualiser l'évolution des niveaux sonores entre les cartes de bruit.

7.5.2 ZTL



Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)

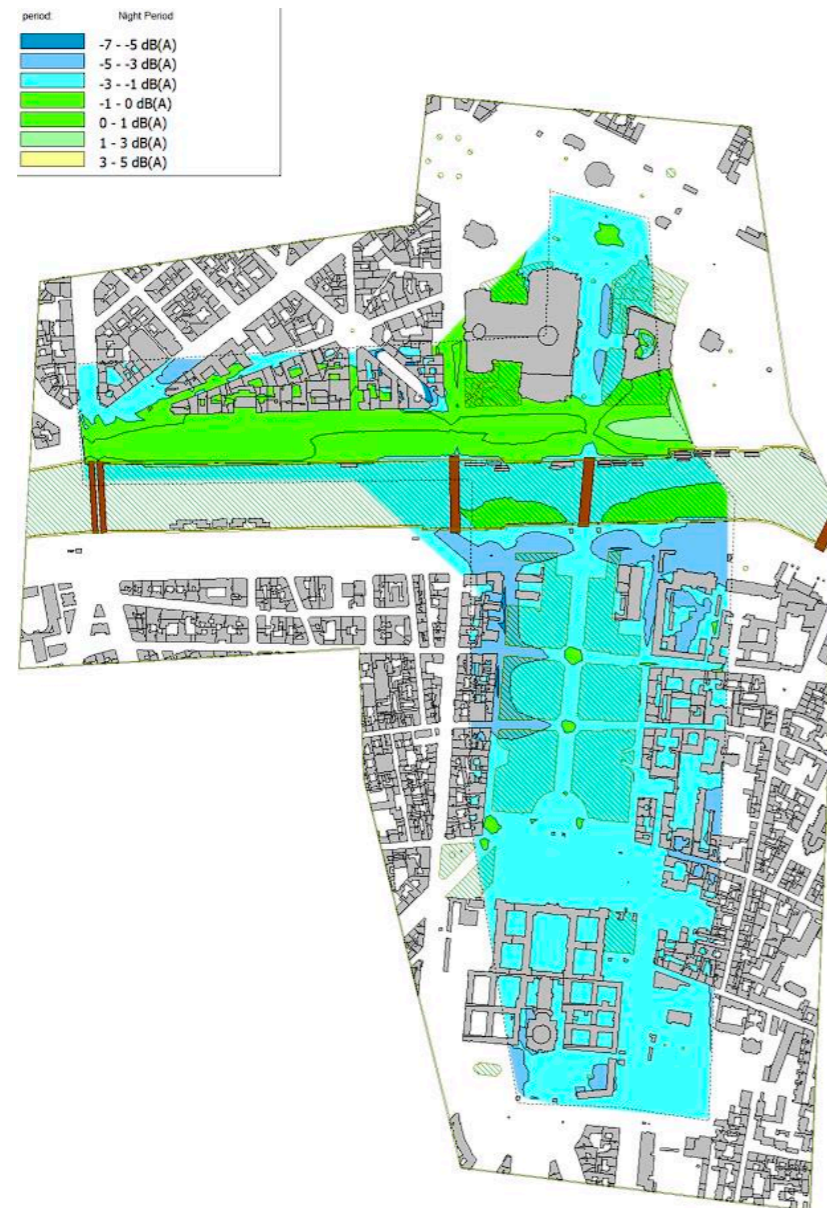


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

7.5.3 Zone des Invalides

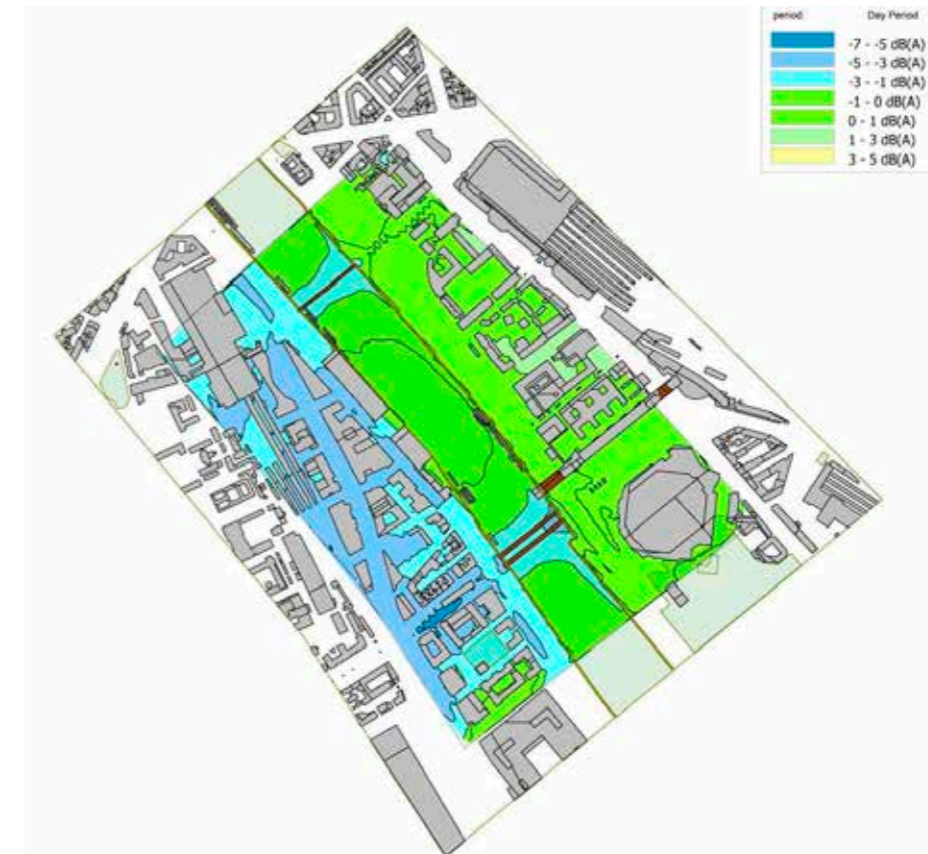


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)

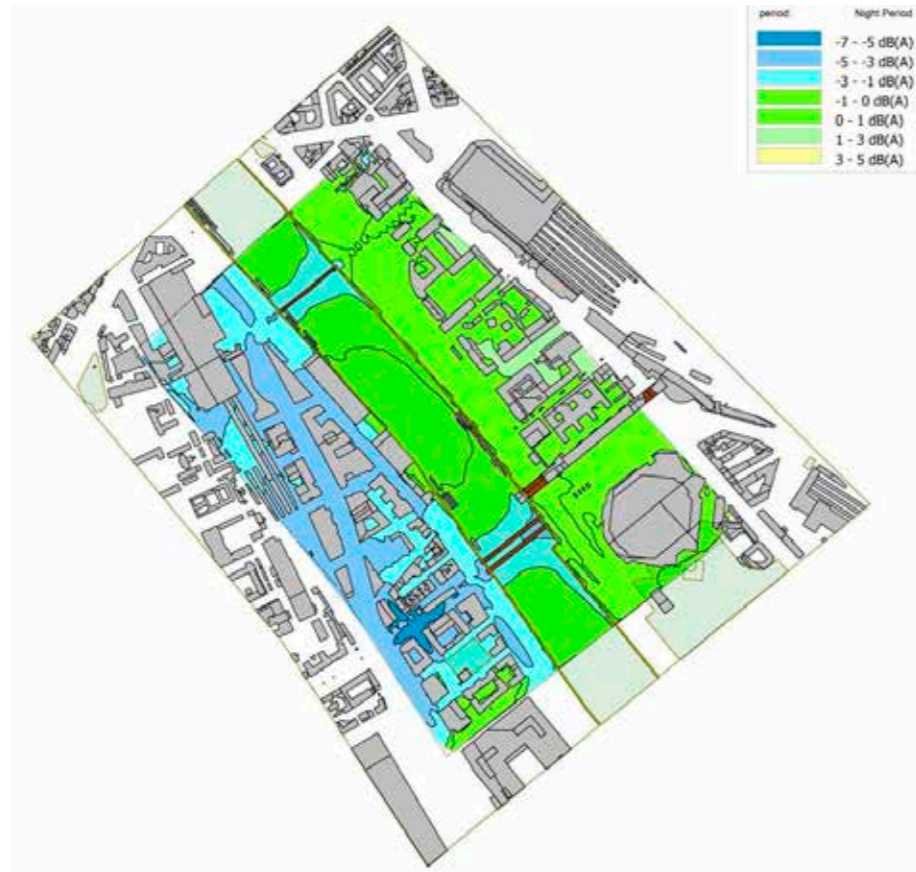


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

7.5.4 Zone Bercy



Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

7.6 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL - État « Fil de l'eau »

On observe globalement des diminutions des niveaux sonores (de -3 à -7 dB(A)) sur les principaux axes de la ZTL, par rapport à l'état initial, dues aux aménagements réalisés ou prévus dans la période 2017-2024, et à la baisse globale de la demande de trafic sur la période et de la vitesse maximale à Paris (30 km/h depuis le 30 août 2021).

7.6.1 ZTL

Pour certaines petites rues de quartier, le niveau sonore augmente ou diminue radicalement entre l'état Fil de l'eau et l'état initial. Le modèle utilisé pour les simulations de trafic n'a pas le même niveau de détail que celui utilisé pour l'étude acoustique. Sur certains tronçons locaux, il n'y a pas de trafic affecté en raison de la méthode de modélisation du trafic (définition des points d'origine et d'attraction). Par ailleurs, l'étude de trafic peut prévoir un passage privilégié par une rue, mais en réalité les usagers se répartiront naturellement dans les différentes rues du quartier. Ceci est notamment le cas pour les rues :

- Rue Thorel
- Rue Chénier
- Rue Alexandrie

- Rue Boissy d'Anglas
- Rue St Florentin
- Rue de l'arbre sec
- Rue Bertin Poirée
- Rue du Temple
- Rue de Sévigné
- Rue Amelot
- Rue de l'Université

Ces tronçons de voies ne sont pas exploitables dans le cadre de l'étude acoustique. Elles ne seront donc pas prises en compte dans les analyses de ce rapport.

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau ».

- Rue de Rivoli (jusqu'à 61 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)
- Rue Saint-Antoine (jusqu'à 62 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)
- Rue de Solferino (jusqu'à 60 dB(A) en période jour et 56 dB(A) en période nuit)
- Place du Carrousel (jusqu'à 61 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)
- Place de la Bastille vers rue de Lyon ((jusqu'à 64 dB(A) en période jour)
- Rue de Richelieu (jusqu'à 63 dB(A) en période jour)
- Rue Croix des Petits Champs (Jour)
- Rue Saint-Honoré (Jour)
- Rue Lagrange (Jour)
- Rue des Saints-Pères (jusqu'à 56 dB(A) en période nuit)
- Rue Mazarine (jusqu'à 59 dB(A) en période nuit)
- Rue de Turenne (nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue aux Ours (65 dB(A) en période jour)
- Rue des Archives (67 dB(A) en période jour)
- Rue de Cléry (jusqu'à 66 dB(A) en période jour et 63 dB(A) en période nuit)
- Rue de Bretagne (66 dB(A) en période jour)
- Rue Perrée (61 dB(A) en période nuit)
- Rue Notre Dame de Nazareth (61 dB(A) en période nuit)

Pour la plupart, ce sont des petites rues.

7.6.2 Zone Invalides

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue Fabert (58 dB(A) en période nuit)
- Rue de l'université (63 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)

- Rue Saint Dominique (62 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)
- Rue Constantine (63 dB(A) en période jour)
- Rue de Grenelle (63 dB(A) en période jour et 60 dB(A) en période nuit)
- Rue François 1^{er} (60 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)

7.6.3 Zone Bercy

On observe que certaines routes qui étaient en zone non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Avenue Pierre Mendés-France (63 dB(A) en période jour)
- Avenue de France (63 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue Raymond Aron (66 dB(A) en période jour)
- Rue Villiot (61 dB(A) en période nuit).

7.7 Populations exposées au bruit - État futur « Fil de l'eau »

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposée au bruit de l'état futur « Fil de l'eau », selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

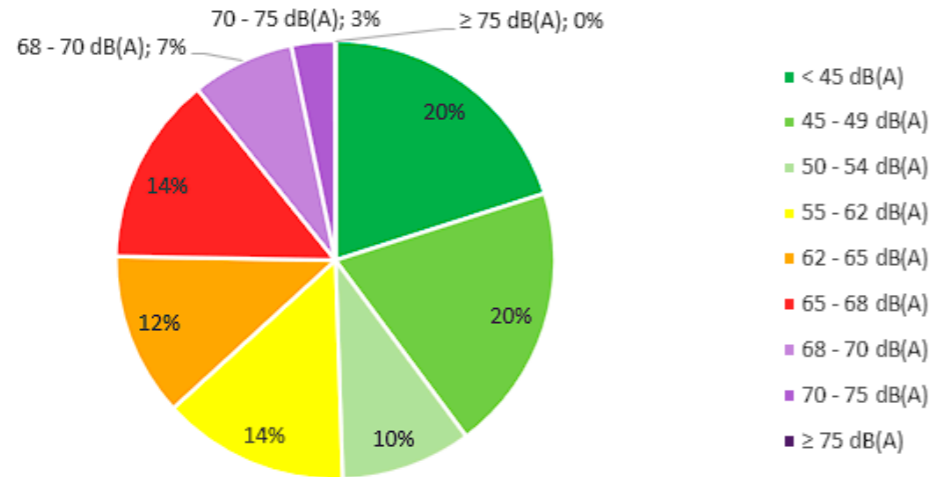
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A), et en incorporant les valeurs limites Lden et Ln.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL, ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

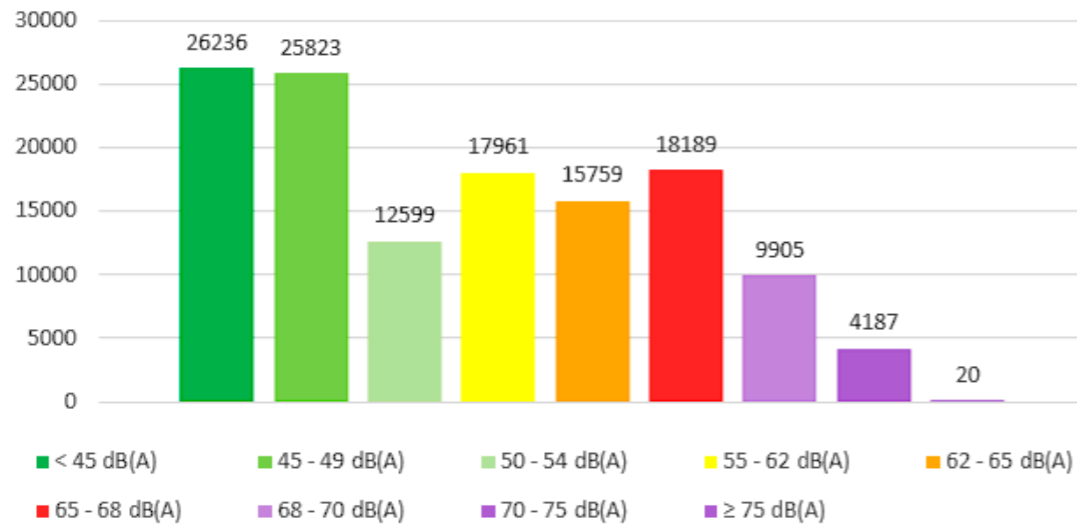
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Lden

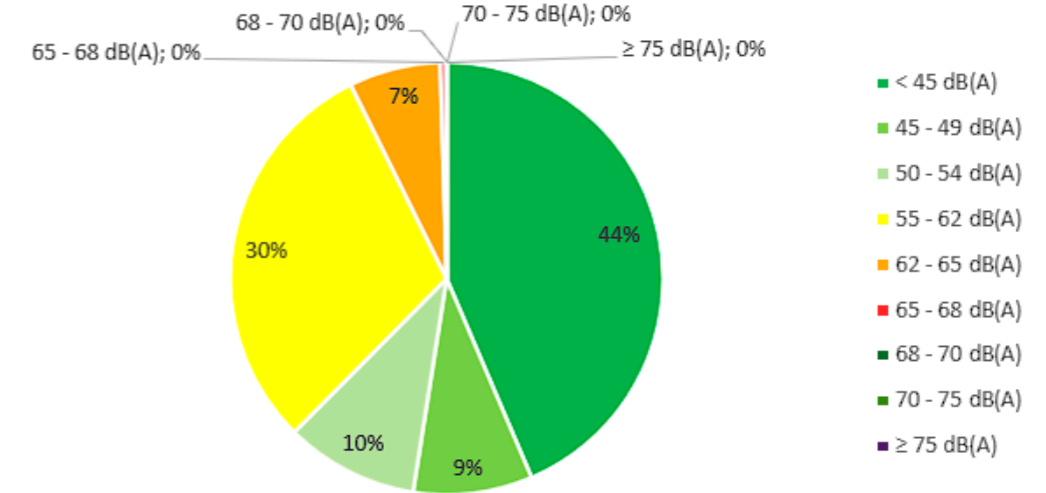


Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden

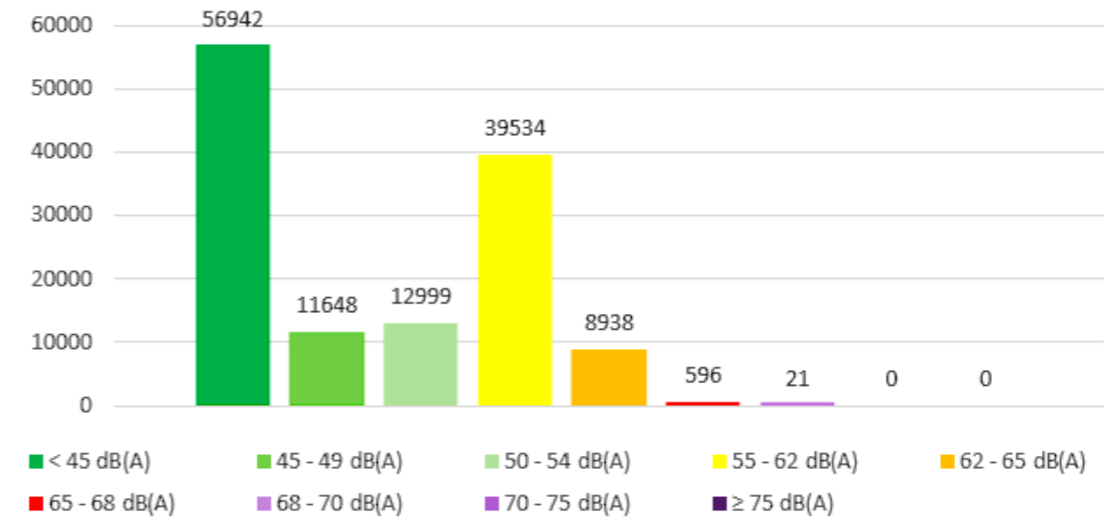


On observe qu'environ 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau supérieur à la valeur limite de la période Lden (68 dB(A)), soit 14 112 personnes.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Ln (22h - 6h)



Nombre de personne exposées au Bruit - Période Ln (22h - 6h)



On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), soit 9 555 personnes.

8 MODELISATION DE L'ÉTAT PROJETÉ

8.1 Présentation

Le scénario projeté prend en compte l'évolution du trafic routier engendrée par les projets d'aménagement réalisés ou prévus à l'horizon 2024 dans la région parisienne, y compris l'impact du projet de la ZTL, et la baisse globale de la demande de trafic à cet horizon.

8.2 Méthodologie

La situation sonore de l'état projeté est déterminée sur la base des données de trafic routier modélisées pour le scénario projeté. Les autres paramètres des modèles réalisés dans le cadre de l'état initial restent inchangés.









8.3 Cartes de bruit dans et à proximité de la ZTL – État avec projet

8.3.1 Présentation

Les cartographies suivantes présentent l'état sonore du scénario projeté. Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

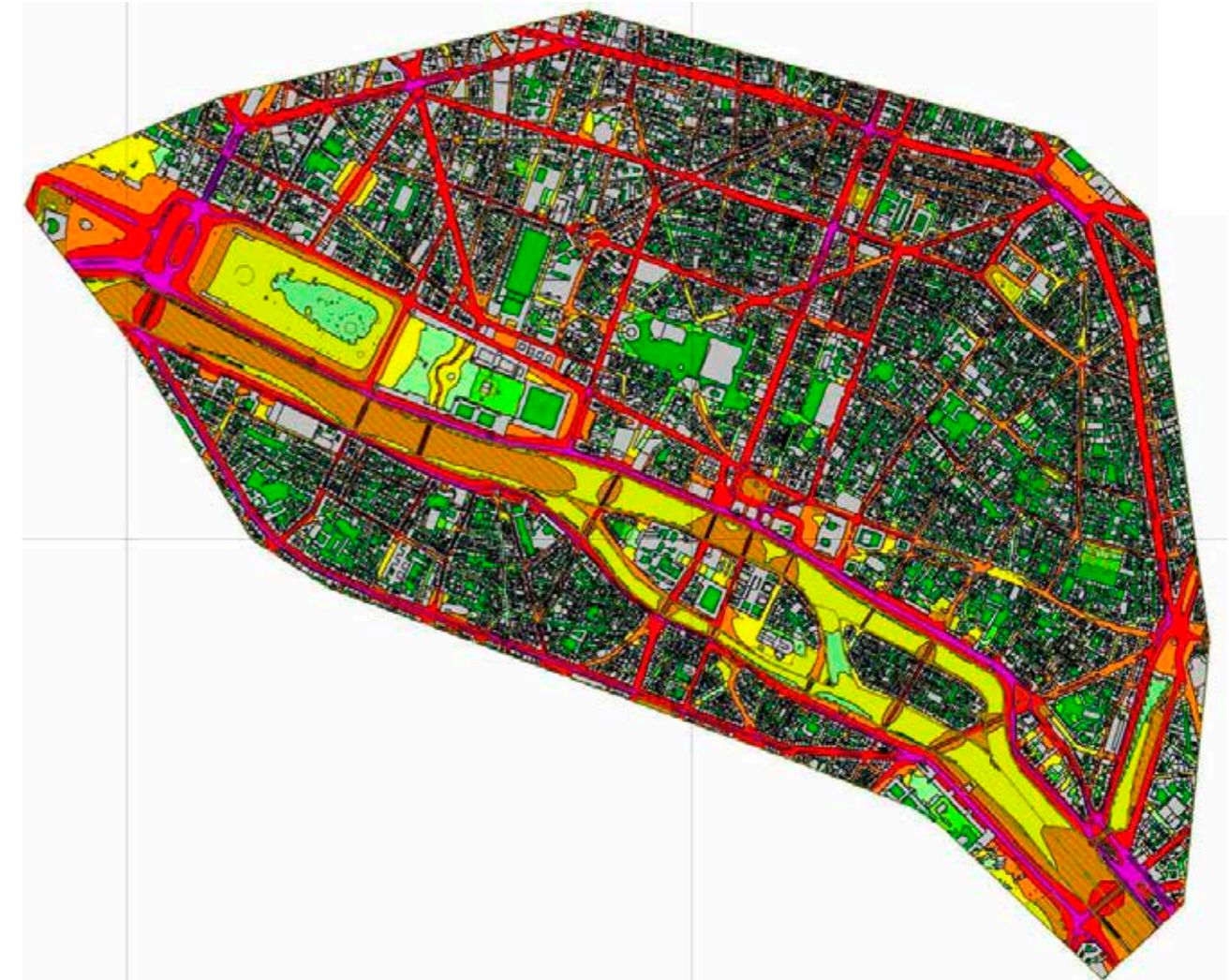
Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

Légende * :

	$L_{Aeq} < 45 \text{ dB(A)}$
	$45 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 50 \text{ dB(A)}$
	$50 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 55 \text{ dB(A)}$
	$55 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 60 \text{ dB(A)}$
	$60 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 65 \text{ dB(A)}$
	$65 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 70 \text{ dB(A)}$
	$70 \text{ dB(A)} \leq L_{Aeq} < 75 \text{ dB(A)}$
	$L_{Aeq} \geq 75 \text{ dB(A)}$

* Norme NF S 31-130

8.3.2 ZTL



Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

8.3.3 Zone des Invalides

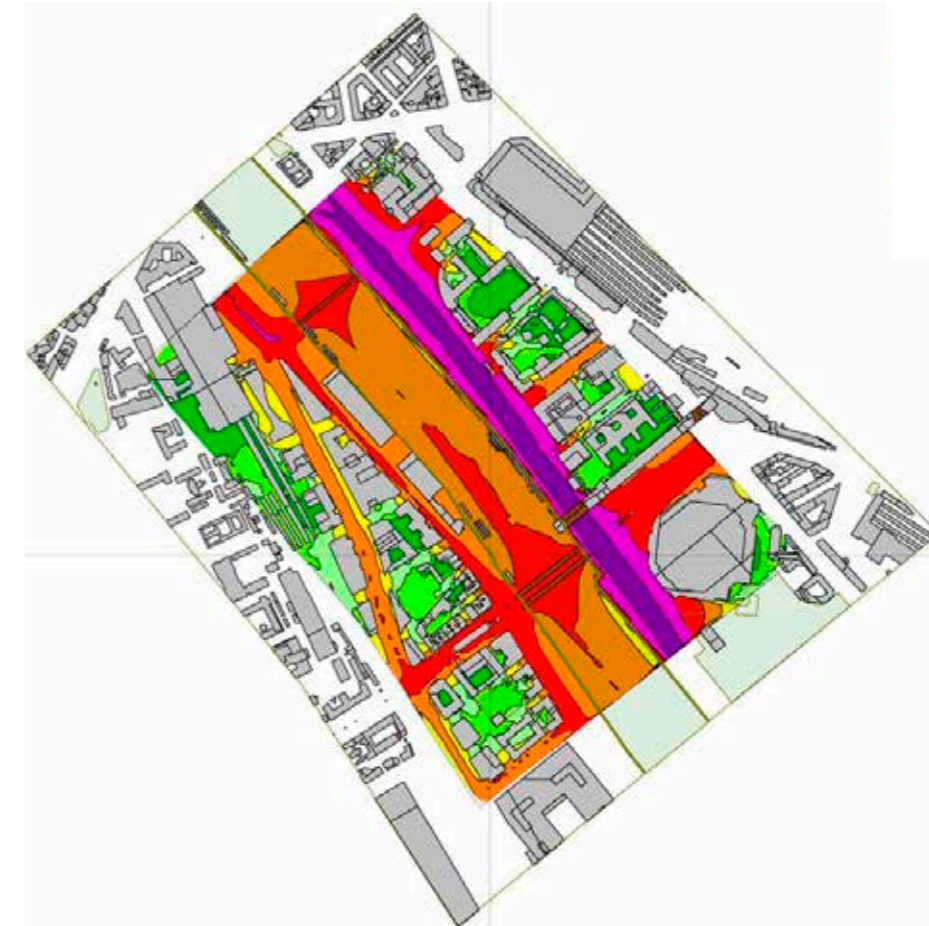


Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)

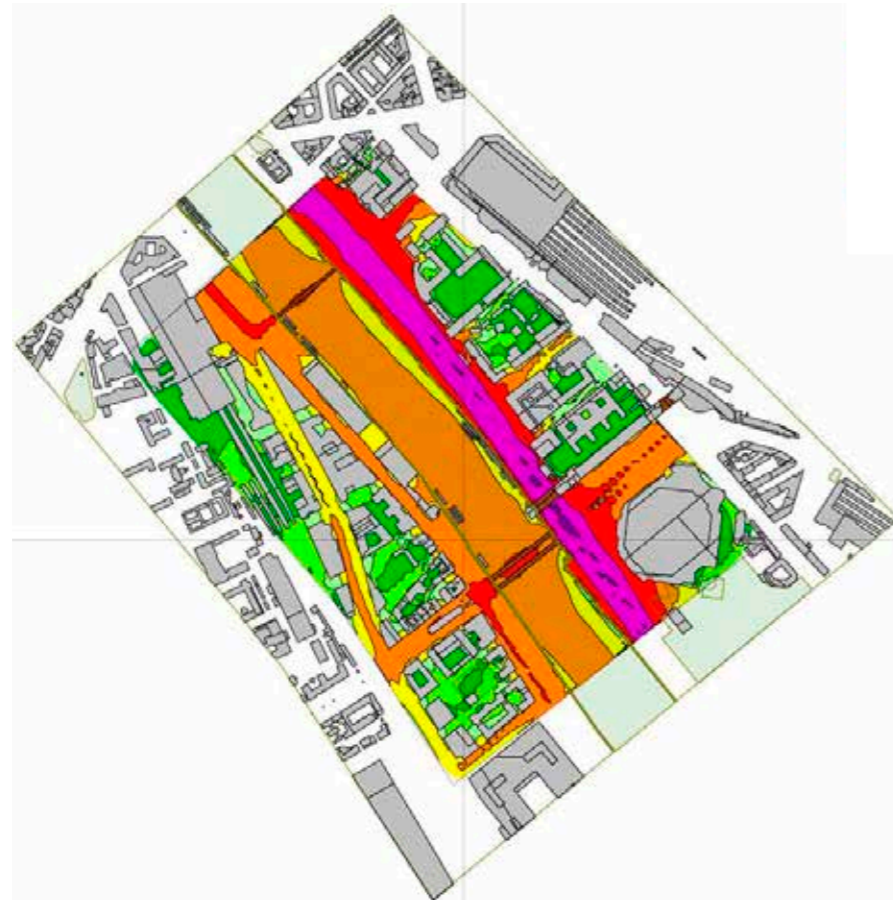


Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

8.3.4 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)



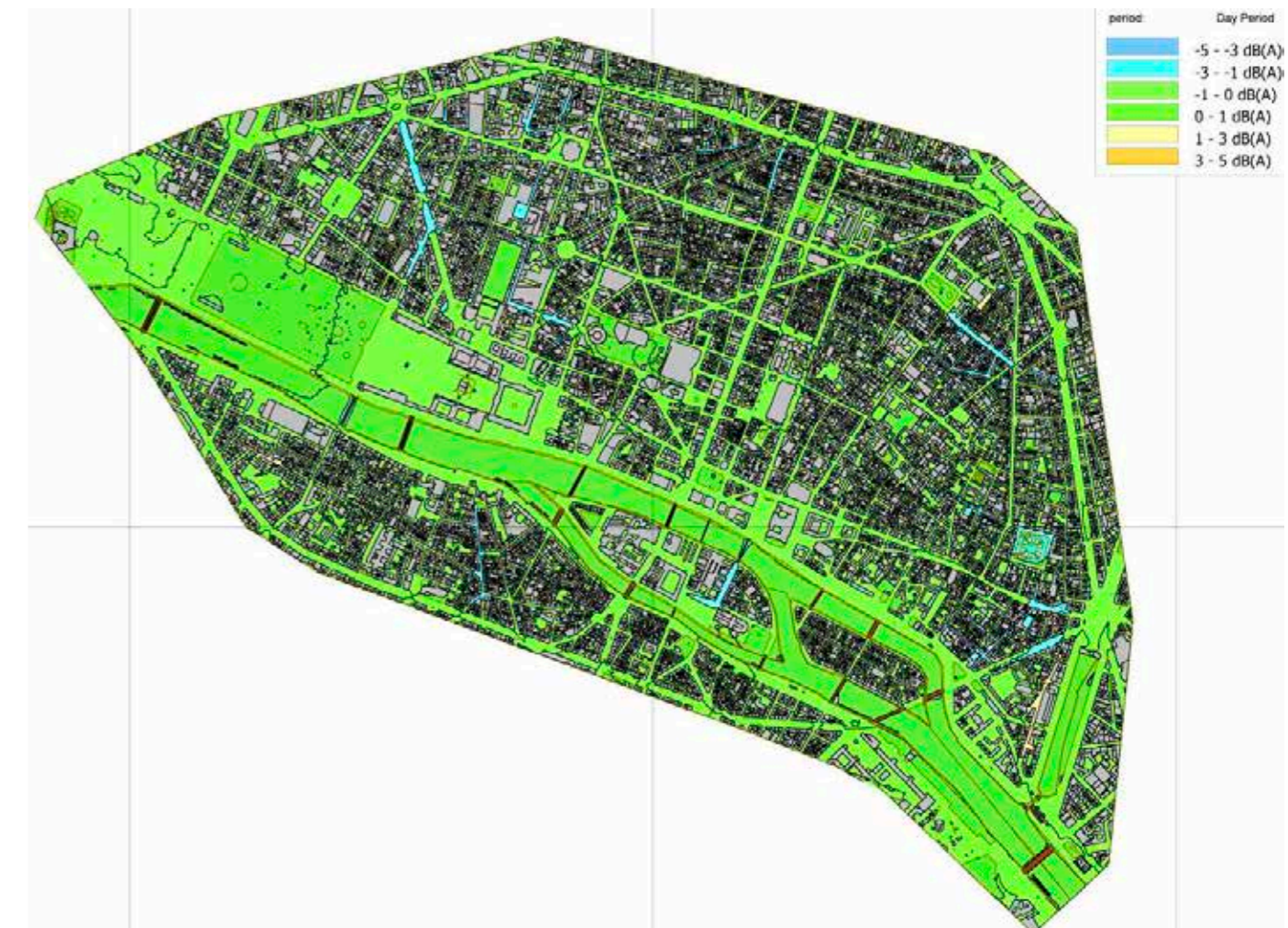
Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

8.4 Carte de comparaison : l'état avec projet par rapport à l'état « Fil de l'eau »

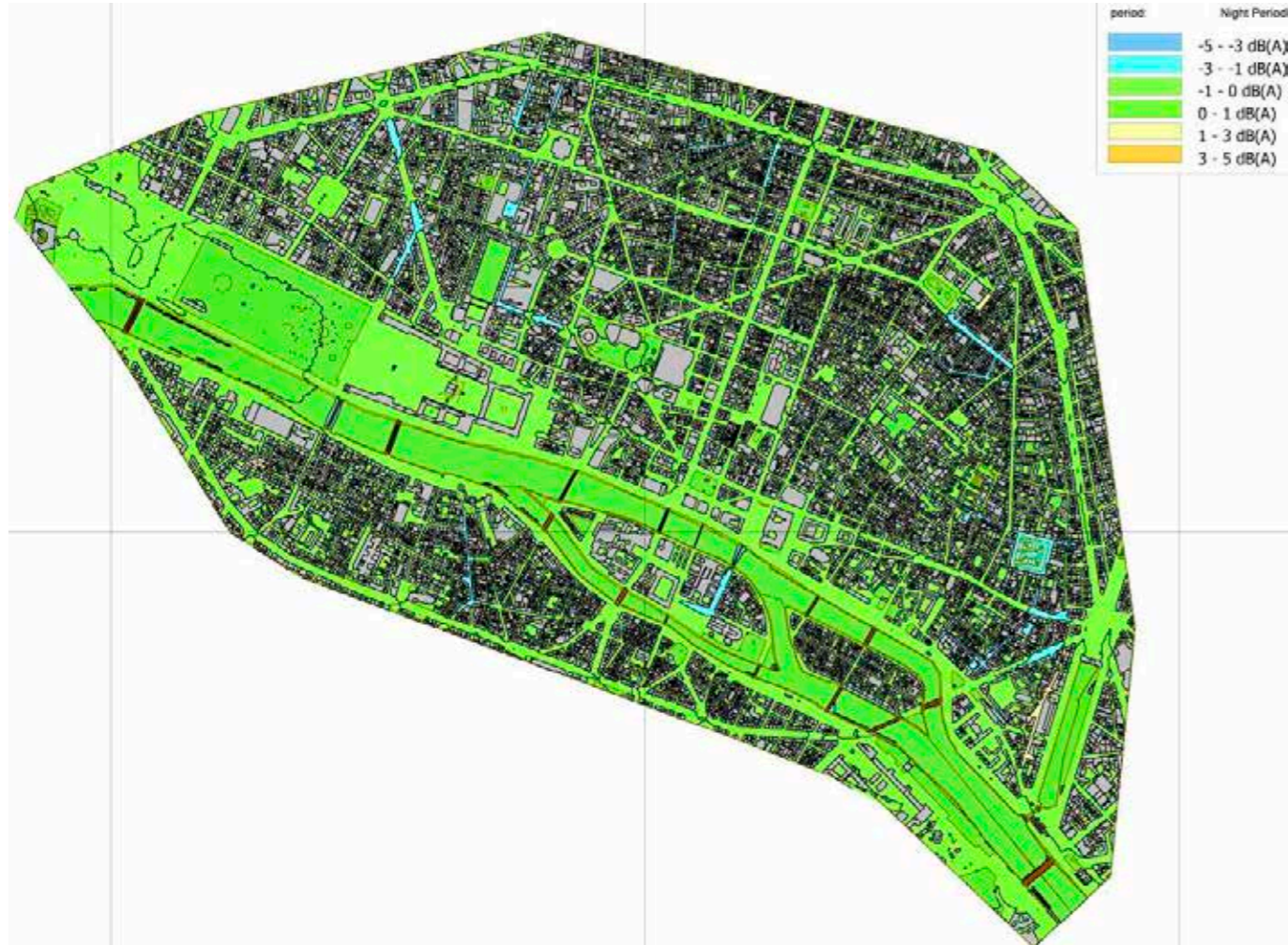
La différence entre les cartographies sonores de l'état projeté par rapport à l'état initial sont relativement similaires à celles de l'état futur « Fil de l'eau » par rapport à l'état initial.

Nous nous intéressons donc à la comparaison entre les cartes de bruit de l'état projeté par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

8.4.1 ZTL



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

8.4.2 Zone des Invalides

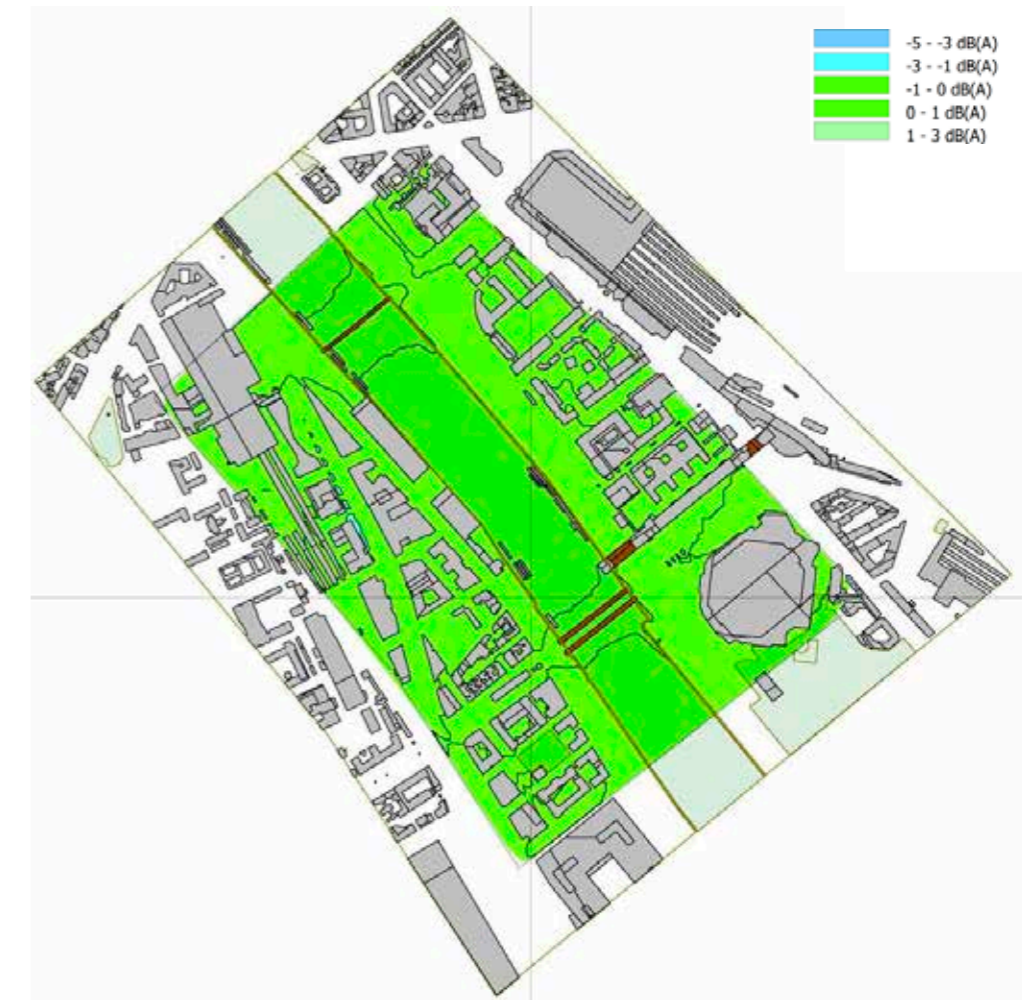


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)

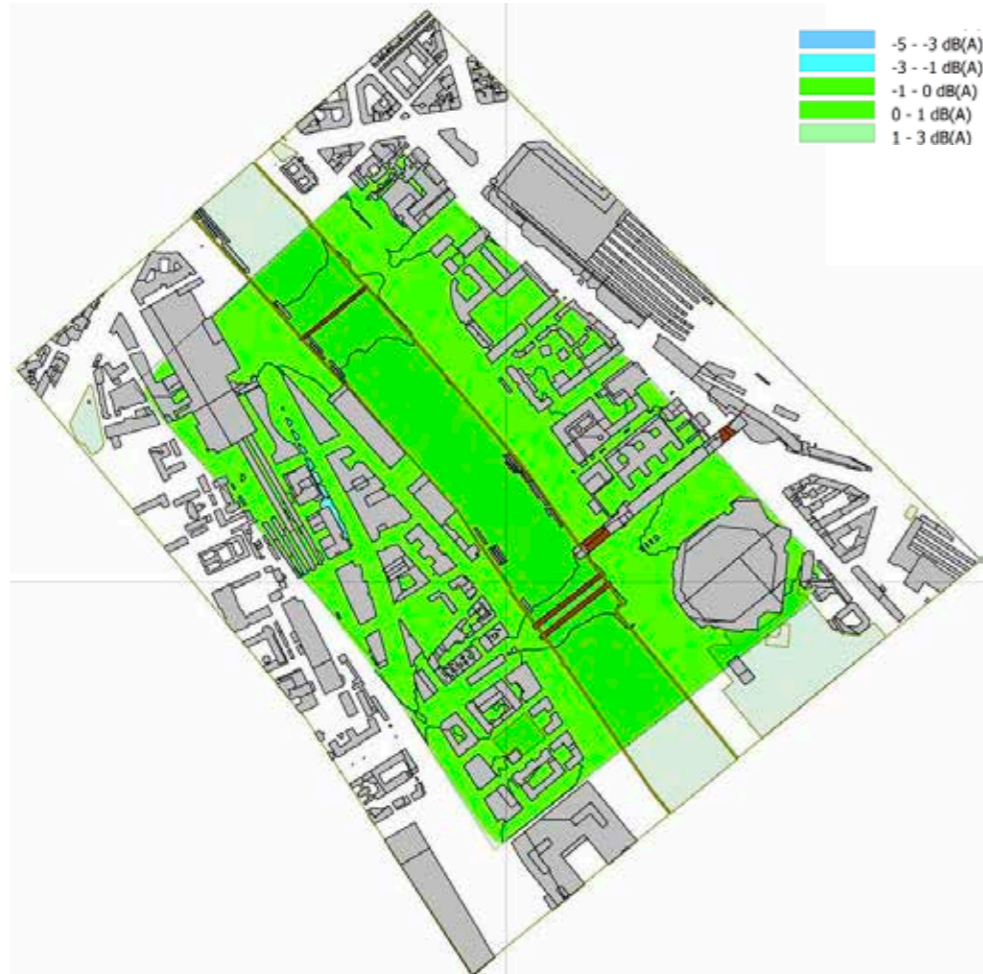


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

8.4.3 Zone Bercy



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

8.5 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL - État avec projet

Nous constatons que les niveaux sonores de l'état future avec projet par rapport à l'état future « Fil de l'eau » sont en baisse sur la Zone ZTL, avec des baisses de 2-3 dB(A) dans certaines rues :

- Avenue de l'Opéra
- Rue du Colonel Driant
- Rue de Richelieu
- Rue de Seine
- Rue Saint Denis
- Rue d'Arcole
- Boulevard Henri IV
- Rue de Bretagne

Pour repère, une baisse de 3 dB(A) correspond à une diminution de 50 % de l'intensité sonore du trafic.

A l'inverse, nous observons une légère augmentation du niveau sonore (inférieure à 3 dB(A)) dans la rue de l'Arsenal et dans la rue de Picardie.

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

- Rue Richelieu (64 dB(A) en période jour)
- Boulevard Henri IV (jusqu'à 63 dB(A) en période Jour)
- Rue de Bretagne (63 dB(A) en période jour)
- Rue Saint Denis (jusqu'à 57 dB(A) en période nuit)
- Rue Francs Bourgeois (59 dB(A) en période nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en zone modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

Rue Meslay (61 dB(A) en période nuit)

L'étude de trafic met en évidence des baisses significatives de trafic (en PPM ou PPS selon les cas), sur certains axes routiers :

- Quai de la rive droite
- Boulevard Sébastopol
- Quai des Célestins
- Quai Henri IV
- Rue Réaumur
- Avenue de l'Opéra

Cette baisse de trafic se traduit par une faible diminution du niveau de bruit (évolution entre 0 et -1 dB(A)), car nous travaillons avec les trafics PPM et PPS pour les convertir en données en période jour et nuit. Donc si une seule des 2 valeurs PPM ou PPS diminue, ceci ne se répercute pas nécessairement sur le niveau sonore ambiant de la rue.

De la même manière, l'étude de trafic met en évidence des augmentations significatives de trafic (en PPM ou PPS selon les cas), sur certains axes routiers :

- Boulevard des Invalides
- Les rues Richelieu / Drouot / République
- Boulevard Saint germain
- Pont Charles de gaulle
- Quai Anatole France
- Pont de la Concorde
- Quai Saint Bernard.

Cette hausse de trafic se traduit par une faible augmentation du niveau de bruit (évolution entre 0 et +1 dB(A)).

Pour la zone Invalides :

Il y a peu d'évolutions entre l'état futur « Fil de l'eau » et l'état projeté. Nous avons un écart inférieur à 1dB(A) sur toute la zone entre les deux états.

Pour Bercy :

Il y a peu d'évolutions entre l'état futur « Fil de l'eau » et l'état projeté. Nous avons un écart inférieur à 1dB(A) sur toute la zone entre les deux états.

Sauf sur l'avenue Pierre Mendés-France, où nous avons une baisse de 2dB(A) du niveau de bruit.

L'étude de trafic a fait ressortir des augmentations de trafic localement dans le secteur Bercy, Mais ces augmentations de trafic n'impactent pas de manière significative les niveaux sonores, car nous travaillons avec les trafics PPM et PPS pour les convertir en données en période jour et nuit. Donc si une seule des 2 valeurs PPM ou PPS diminue, ceci ne se répercute pas nécessairement sur le niveau sonore ambiant de la rue.

8.6 Populations exposées au bruit - État futur avec projet

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposé au bruit de l'état projeté, selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

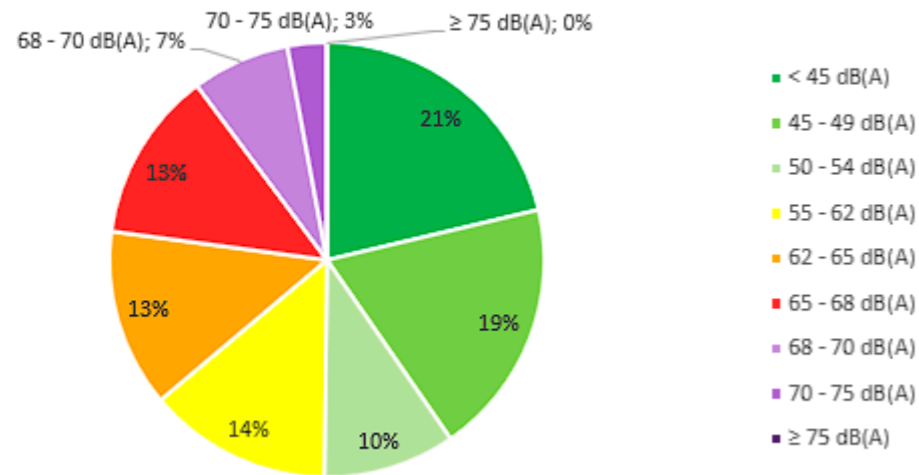
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A) et en incorporant les valeurs limites.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL, ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

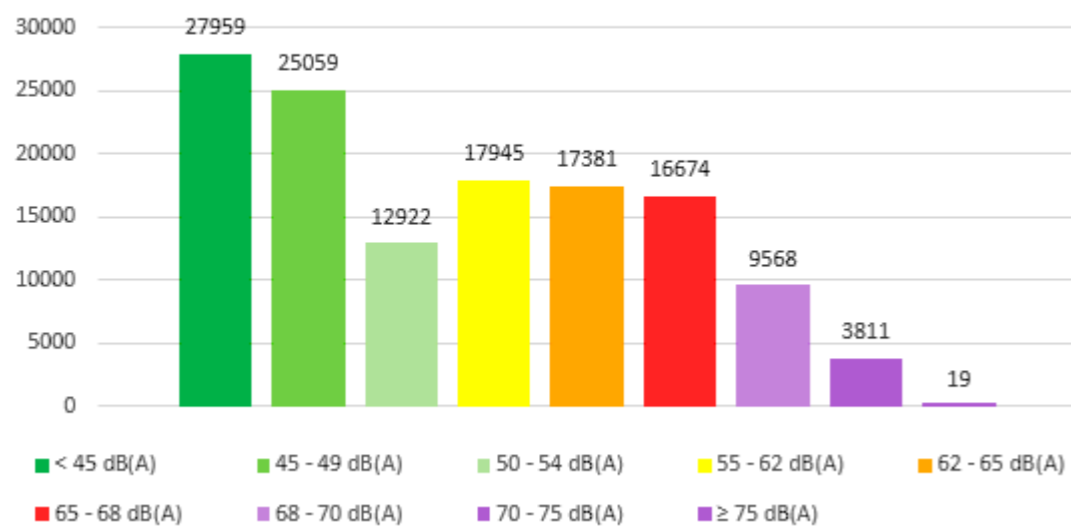
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Lden



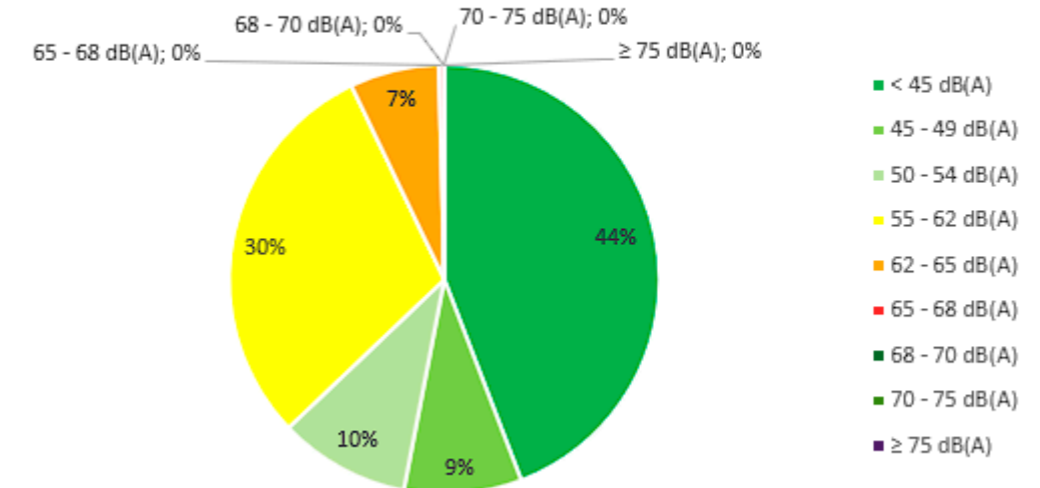
Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden



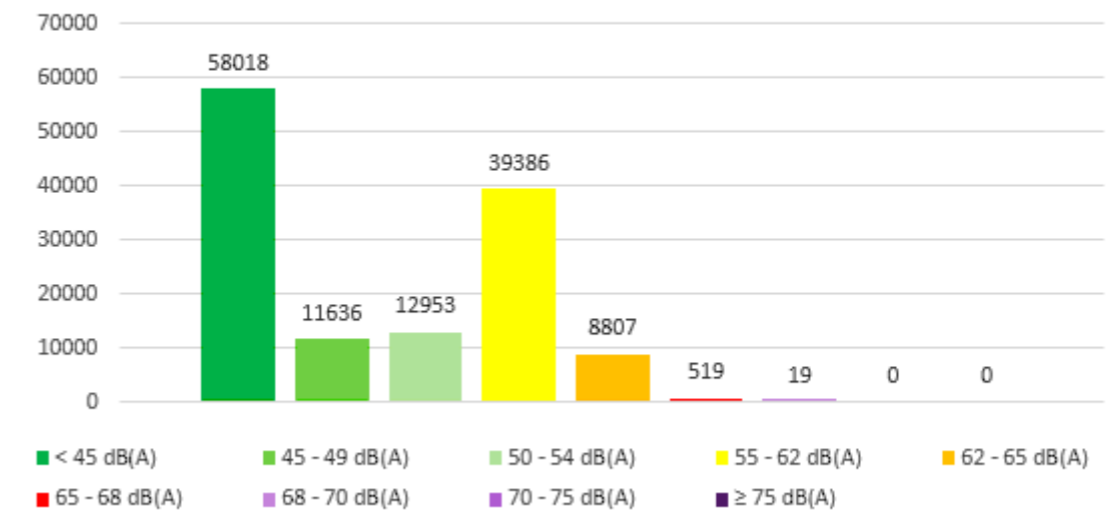
On observe qu'environ 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Lden, soit 13 398 personnes.

On remarque que 714 personnes ne sont plus exposées à un niveau sonore supérieur à la valeur limite Lden (68 dB(A)) dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Ln (22h - 6h)



Nombre de personne exposées au Bruit - Période Ln (22h - 6h)



On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), soit 9 345 personnes.

On remarque que 210 personnes ne sont plus exposées à un niveau sonore supérieur à la valeur limite Ln dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

9 CONCLUSIONS

Dans l'état sonore initial, les principaux axes routiers, les plus bruyants, dont l'ambiance sonore est non modérée de jour et de nuit sont :

- Les Grands Boulevards,
- La rue Royale,
- La place de la Concorde,
- Le Boulevard Saint Germain,
- Les quais de Paris dans la ZTL,
- La rue de Rivoli,
- Le Boulevard de Sébastopol,
- Le Boulevard Bourdon,
- Le Boulevard de la Bastille,
- La place de la Bastille,
- La place de la République.

Ces axes restent en zone non modérée dans les états futur Fil de l'eau et Projet, bien que les niveaux sonores en façade des bâtiments diminuent.

On observe globalement des diminutions de 2 à 5 dB(A) des niveaux sonores sur les principaux axes de la ZTL, par rapport à l'état initial, dues aux aménagements prévus ou réalisés dans la période 2017-2024, à la baisse de la demande de trafic sur la période et de la vitesse maximale à Paris (30 km/h depuis le 30 août 2021).

Entre l'état « Fil de l'eau » sans projet et l'état avec projet, nous constatons que les niveaux sonores connaissent des baisses de 2-3 dB(A) dans certaines rues du périmètre d'étude bruit de la ZTL :

- Avenue de l'Opéra
- Rue du Colonel Driant
- Rue de Richelieu
- Rue de Seine
- Rue Saint Denis
- Rue d'Arcole
- Boulevard Henri IV
- Rue de Bretagne

Pour repère, une baisse de 3 dB(A) correspond à une diminution de 50 % de l'intensité sonore du trafic.

A l'inverse, nous observons une légère augmentation du niveau sonore (inférieure à 3 dB(A)) dans la rue de l'Arsenal et dans la rue de Picardie.

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

- Rue Richelieu (64 dB(A) en période jour)
- Boulevard Henri IV (jusqu'à 63 dB(A) en période Jour)
- Rue de Bretagne (63 dB(A) en période jour)

- Rue Saint Denis (jusqu'à 57 dB(A) en période nuit)
- Rue Francs Bourgeois (59 dB(A) en période nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

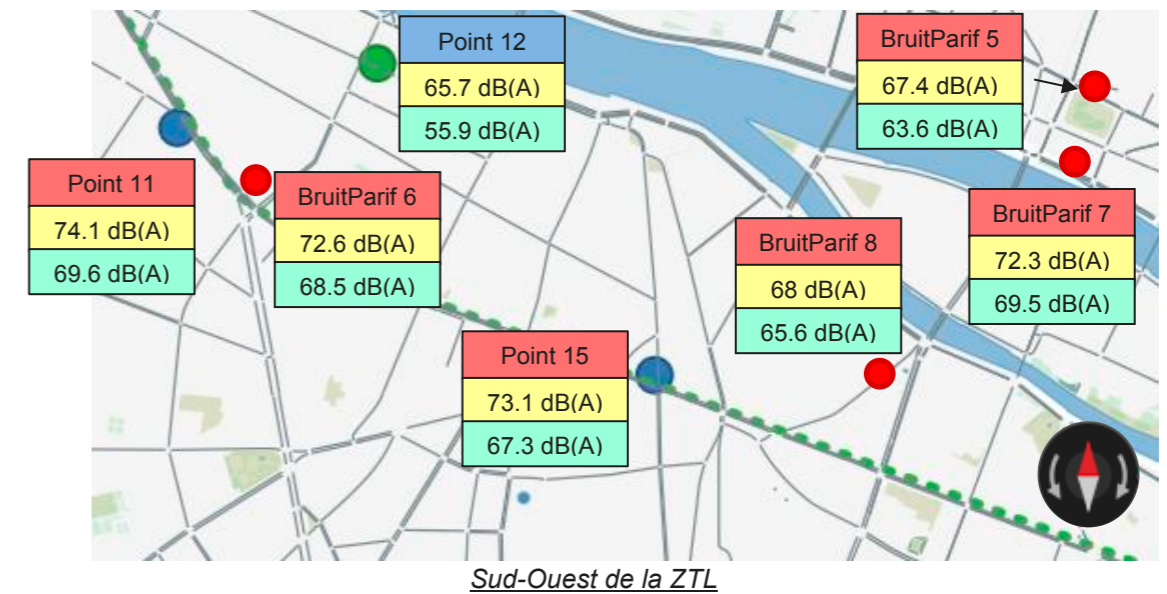
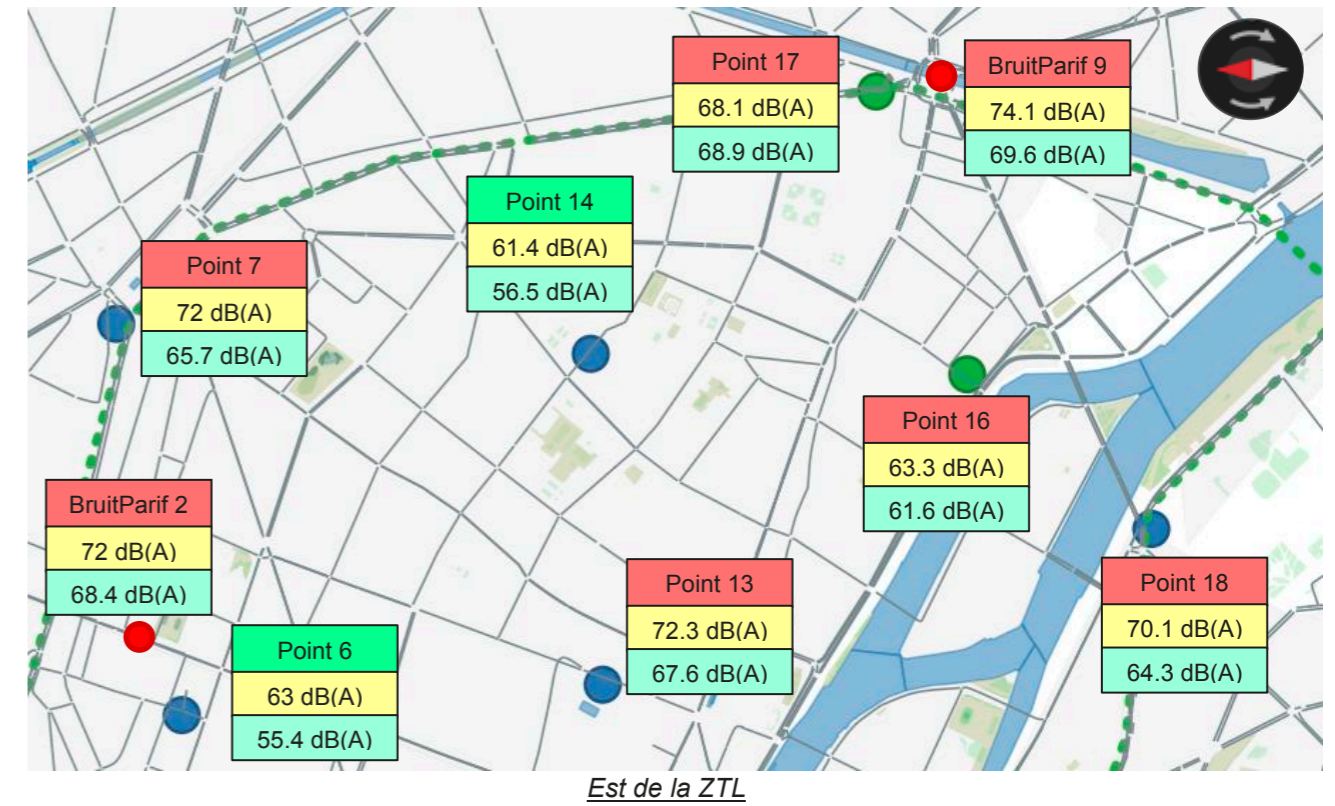
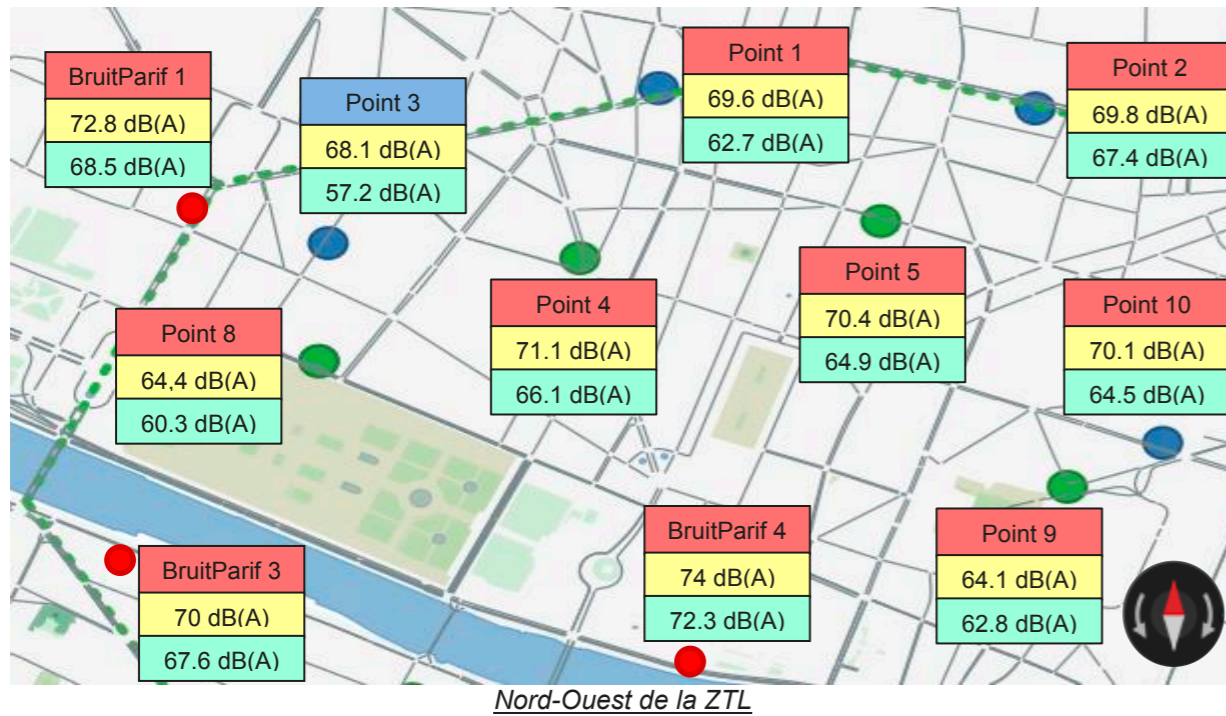
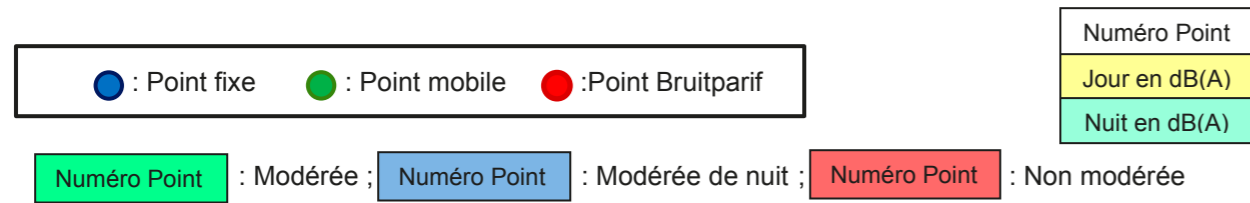
- Rue Meslay (61 dB(A) en période nuit)

On observe que 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Lden (68 dB(A)), dans les états futurs sans projet (Fil de l'eau) et avec projet, contre 28% sur l'état initial.

On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), dans les états futurs sans projet (Fil de l'eau) et avec projet, contre 23% sur l'état initial.

On observe une légère baisse du nombre de personnes exposées à un niveau sonore supérieur aux valeurs limites Lden et Ln dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

10 ANNEXE 1 - CARTES DES MESURAGES ACOUSTIQUES
« ZOOMÉES »



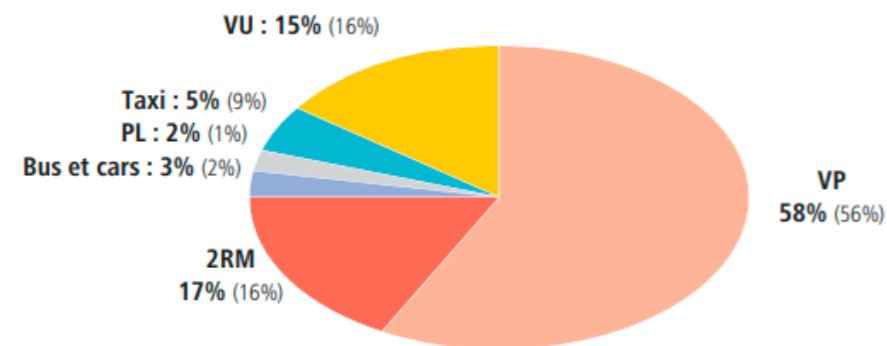
11 ANNEXE 2 – DONNEES D'ENTREES

11.1 Composition du trafic parisien

On considère la composition du trafic parisien relevée lors de l'enquête composition de trafic menée par la Ville de Paris en novembre 2019.

Extrait « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris » ([page 26](#)) :

➔ Paris intra-muros



11.2 Vitesses

Les vitesses des véhicules en circulation dépendent des voies empruntées et de la période.

Dans les modèles, elles sont intégrées de la même manière pour tous les types de véhicules. D'après les données de vitesse de la Ville de Paris, on attribue en km/h les vitesses suivantes :

	Rues limitées à 30 km/h	Rues limitées à 50 km/h
Période Jour	25	45
Période Nuit	30	50

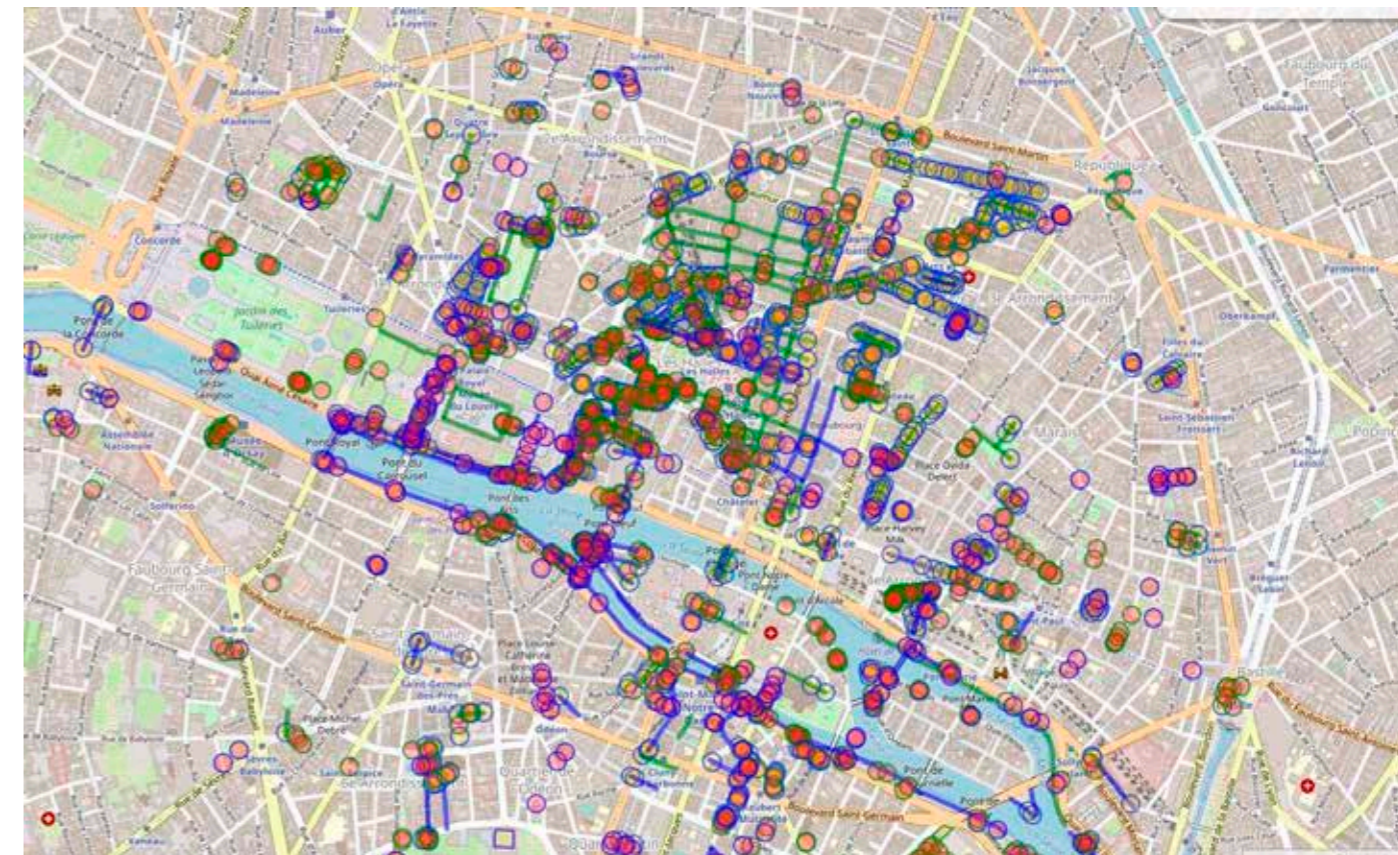
Depuis le 30 août 2021 la vitesse de circulation est limitée à 30 km/h dans la grande majorité des rues de la capitale, hormis le périphérique, les boulevards des Maréchaux et quelques axes.

<https://www.paris.fr/pages/generalisation-de-la-vitesse-a-30-km-h-les-parisiens-ont-donne-leur-avis-16967>

<https://cdn.paris.fr/paris/2021/06/29/b37f13917d3d5e94b856375633fcd827.pdf>

11.3 Routes Pavées

Le revêtement du sol joue un rôle important sur le bruit de circulation routière. Cet aspect a été modélisé via les données de Geovelo et les données de OpenStreetMap.



Carte de OpenStreetMap, représentant les voies pavées des sept premiers arrondissements.



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 4 :
Étude déplacements
et stationnement – ETC

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.2.b

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 4 :
Étude déplacements et stationnement – ETC

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
ABRÉVIATIONS ET VOCABULAIRE COURAMMENT UTILISÉS	7
L'ÉTAT INITIAL.....	9
LE PLAN DE SITUATION	9
LES PRATIQUES DE MOBILITÉ.....	10
<i>À l'échelle de l'Île-de-France.....</i>	<i>10</i>
<i>À l'échelle de Paris (déplacements en lien avec Paris).....</i>	<i>11</i>
<i>À l'échelle de la ZTL.....</i>	<i>15</i>
LES MODES ACTIFS ET SÉJOUR DANS L'ESPACE PUBLIC	18
<i>Piétons</i>	<i>18</i>
<i>Accessibilité piétonne et PMR</i>	<i>22</i>
<i>Vélos.....</i>	<i>25</i>
<i>Desserte cyclable.....</i>	<i>28</i>
LES NOUVELLES MOBILITÉS.....	29
<i>Covoiturage.....</i>	<i>29</i>
<i>Flottes partagées</i>	<i>29</i>
<i>Bornes électriques</i>	<i>31</i>
LES TRANSPORTS EN COMMUN – DESSERTE FERROVIAIRE ET PAR BUS.....	32
<i>Lignes de bus.....</i>	<i>32</i>
<i>Réseau ferré</i>	<i>36</i>
<i>Accessibilité au reste de la Région Île-de-France en transports en commun depuis le site du projet.....</i>	<i>38</i>
LES TAXIS ET LES VTC	39
<i>Les taxis.....</i>	<i>39</i>
<i>Les VTC.....</i>	<i>40</i>
LA MOBILITÉ TOURISTIQUE.....	41
<i>Généralités.....</i>	<i>41</i>

<i>Pratiques de mobilités touristiques</i>	<i>42</i>
<i>Mobilité touristique fluviale</i>	<i>43</i>
<i>Mobilité touristique cyclable</i>	<i>43</i>
LA MOBILITÉ LIÉE AUX ACTIVITÉS (HORS LOGISTIQUE)	44
LA MOBILITÉ LIÉE À LA LOGISTIQUE URBAINE.....	45
<i>Les règles de circulation</i>	<i>46</i>
<i>Les espaces de livraison.....</i>	<i>46</i>
<i>La mobilité fluviale</i>	<i>47</i>
LA DESSERTE ROUTIÈRE ET LA CIRCULATION MOTORISÉE.....	48
<i>Hiérarchie du réseau</i>	<i>48</i>
<i>Règlementation de la voirie.....</i>	<i>49</i>
<i>Gestion</i>	<i>49</i>
ÉTAT INITIAL DU TRAFIC	50
<i>Données d'entrée</i>	<i>50</i>
<i>Flux de véhicules en période de pointe du matin à l'échelle de Paris intramuros</i>	<i>50</i>
<i>Flux de véhicules en période de pointe du soir à l'échelle de Paris intramuros</i>	<i>51</i>
<i>Flux de véhicules en période de pointe du matin à l'échelle de la ZTL</i>	<i>52</i>
<i>Flux de véhicules en période de pointe du soir à l'échelle de la ZTL</i>	<i>53</i>
<i>Analyse des flux à l'échelle de la ZTL</i>	<i>53</i>
<i>Évolutions récentes du trafic</i>	<i>53</i>
<i>Évaluation du trafic de transit</i>	<i>56</i>
L'ACCIDENTOLOGIE.....	58
<i>Accidentologie de 2019 à 2021.....</i>	<i>58</i>
<i>Plans d'accidentologie.....</i>	<i>59</i>
LE STATIONNEMENT	61
<i>Normes PLU, PSMV et réglementation actuelle en vigueur</i>	<i>61</i>
<i>Taux de motorisation des ménages.....</i>	<i>61</i>
<i>Offre de stationnement</i>	<i>61</i>
SYNTHÈSE DES ENJEUX DE L'ÉTAT INITIAL	66

LES PRATIQUES DE MOBILITÉS – UN ENJEU TRÈS FORT	66	De jour.....	72
LES MODES ACTIFS ET SÉJOUR DANS L'ESPACE PUBLIC – UN ENJEU TRÈS FORT	66	De nuit.....	74
LES NOUVELLES MOBILITÉS – UN ENJEU FORT	66	RÉSEAU FERRÉ	75
LES TRANSPORTS EN COMMUN – UN ENJEU FORT	66	Réseau Express Régional (RER).....	75
LES TAXIS ET LES VTC – UN ENJEU MOYEN	67	Métro	75
LA MOBILITÉ TOURISTIQUE – UN ENJEU TRÈS FORT.....	67	ANNEXE 2 : LE DÉTAIL DU STATIONNEMENT.....	78
LA MOBILITÉ INHÉRENTE AUX ACTIVITÉS – UN ENJEU TRÈS FORT.....	67	NORMES PLU, PSMV ET RÈGLEMENTATION ACTUELLE EN VIGUEUR.....	78
LA MOBILITÉ INHÉRENTE À LA LOGISTIQUE URBAINE – UN ENJEU TRÈS FORT	68	Zone UG (stationnement des véhicules à moteur).....	78
LA DESSERTE ROUTIÈRE – UN ENJEU FORT.....	68	Zone UG (stationnement des aires de livraison et de dépose pour autocars)	78
LA CIRCULATION ROUTIÈRE – ENJEU TRÈS FORT	68	Zone UG (stationnement des vélos et des poussettes).....	79
L'ACCIDENTOLOGIE – UN ENJEU TRÈS FORT.....	69	Zone UV (stationnement des véhicules à moteur)	79
LE STATIONNEMENT – UN ENJEU MOYEN.....	69	Zone UV (stationnement des vélos et des poussettes)	79
ANALYSE DES MÉTHODES UTILISÉES POUR ÉVALUER L'ÉTAT INITIAL	70	PSMV du Marais (stationnement des véhicules à moteur)	79
ANNEXES	71	PSMV du Marais (stationnement des aires de livraison et de dépose pour autocars)	80
ANNEXE 1 : LE DÉTAIL DES TRANSPORTS EN COMMUN	72	PSMV du Marais (stationnement des vélos et des poussettes).....	80
LIGNE DE BUS	72	TAUX DE MOTORISATION DES MÉNAGES	81

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre du projet – ETC/OpenStreetMap	9	Figure 16 : Localisation des IRIS dans lesquels se situe l'emprise du projet – ETC/Géoportail	16
Figure 2 : Organisation du territoire et emprise de l'opération – ETC.....	10	Figure 17 : Parts modales des habitants du secteur de la ZTL tous motifs confondus – ETC d'après l'enquête l'EGT (2018) et d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2017)	16
Figure 3 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France tous motifs confondus – ETC d'après l'enquête l'EGT (2018)	10	Figure 18 : Parts modales des habitants du secteur de la ZTL selon les différents motifs de déplacement – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)	16
Figure 4 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France selon les différents motifs de déplacement (en valeur relative) – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)	11	Figure 19 : Moyenne pondérée des parts modales des habitants des IRIS de la zone d'étude – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2017).....	17
Figure 5 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France selon les différents motifs de déplacement (en valeur absolue) – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)	11	Figure 20 : Plan des usages de l'espace public et des aménagements pour les modes actifs – ETC	18
Figure 6 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France pour les déplacements en lien avec Paris tous motifs confondus – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)	11	Figure 21 : Niveau de sollicitation piétonne – Apur, 2022	19
Figure 7 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France pour les déplacements en lien avec Paris selon les différents motifs de déplacement – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018).....	12	Figure 22 : Rue piétonne, rue Montorgueil (1 ^{er}) – Google Street View	19
Figure 8 : Parts modales des habitants de Paris pour le motif du travail – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)	12	Figure 23 : Rues aux écoles – Ville de Paris, 2022	20
Figure 9 : Parts modales des individus travaillant à Paris pour le motif du travail – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)	13	Figure 24 : Zones « Paris Respire » – Ville de Paris, 2022	20
Figure 10 : Répartition des 10 principales communes de travail des actifs Parisiens (81% des actifs Parisiens) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)	13	Figure 25 : Trottoirs larges et confortables, boulevard Henri IV (4 ^{ème} , en haut à gauche), boulevard de Sébastopol (4 ^{ème}), boulevard des Capucines (2 ^{ème} , en bas à gauche) et sur le pont Neuf (1 ^{er}) –Google Street View	21
Figure 11 : Parts modales des actifs Parisiens pour le motif du travail, selon les 10 principales communes de travail – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)	13	Figure 26 : Trottoirs plus étroits et dépourvus de mobilier dans des rues commerçantes, rue des Gravilliers (3 ^{ème} , à gauche) et rue Chapon (3 ^{ème} , à droite) – Google Street View ; Rue Quincampoix (4 ^{ème} , en-dessous) – Crédit : C. Belin / Ville de Paris	22
Figure 12 : Répartition des 10 principales communes de résidence des personnes travaillant à Paris (48,2% des personnes travaillant à Paris) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018).....	14	Figure 27 : Largeur des trottoirs – Apur, 2022.....	22
Figure 13 : Parts modales des actifs travaillant à Paris, selon les 10 principales communes de résidence – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)	14	Figure 28 : Accessibilité PMR facilitée par de larges trottoirs et par des bandes podotactiles, rue de la Verrerie (4 ^{ème}) – Crédit : C. Belin / Ville de Paris	23
Figure 14 : Répartition des 10 principales communes de travail des actifs Parisiens, pour la part modale de la voiture (56% des actifs parisiens en voiture) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018).....	15	Figure 29 : Plan des isochrones au départ de Châtelet-les-Halles à pied – Targomo.com ..	24
Figure 15 : Répartition des 10 principales communes de résidence des actifs travaillant à Paris, pour la part modale de la voiture (27,5% des actifs travaillant à Paris en voiture) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018).....	15	Figure 30 : Plan des isochrones au départ de l'Ile Saint-Louis à pied – Targomo.com	24
		Figure 31 : Plan des isochrones au départ du quartier du Marais à pied – Targomo.com ..	25
		Figure 32 : Plan du réseau cyclable structurant (hors double sens cyclables) – Bilan des déplacements 2021, Ville de Paris/Direction de la Voirie et des Déplacements.....	25
		Figure 33 : Piste cyclable bidirectionnelle et voie bus sur la rue de Rivoli (1 ^{er} , à gauche) ; piste cyclable bidirectionnelle le long du boulevard de Sébastopol (1 ^{er} , à droite) – Google Street View	26
		Figure 34 : Aménagements cyclables temporaires en cours de pérennisation place du Châtelet (1 ^{er} , à droite) et sur le boulevard Saint-Martin (3 ^{ème} , à droite) – Google Street View	26

Figure 35 : Voies vélo-bus, rue Beaubourg (3 ^{ème}) – Google Street View	27	Figure 59 : Carte du réseau instrumenté dans Paris intramuros – Ville de Paris, DVD, 2021	50
Figure 36 : Double Sens Cyclable, rue Danielle Casanova (1 ^{er}) – Google Street View	27	Figure 60 : Débit de flux moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPM – Ville de Paris, 2019	50
Figure 37 : Évolution récente du nombre de places vélos dans Tout Paris et dans Paris Centre – ETC d'après les données de la Ville de Paris, 2022.....	27	Figure 61 : Taux d'occupation moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPM – Ville de Paris, 2019	51
Figure 38 : Fréquentation des aménagements cyclables (en moyenne jour ouvrable) – Ville de Paris, DVD, 2021.....	28	Figure 62 : Débit de flux moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPS – Ville de Paris, 2019	51
Figure 39 : Plan des isochrones au départ des Halles en vélo – Targomo.com	28	Figure 63 : Taux d'occupation moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPS – Ville de Paris, 2019	52
Figure 40 : Plan de la localisation dans la ZTL des stations Vélib' – Plan interactif, Vélib' Métropole	30	Figure 64 : Débit de flux moyen à l'échelle du périmètre projet en PPM – Ville de Paris, 2019	52
Figure 41 : Plan de la localisation dans la ZTL des stations Mobilib' – Open Data Paris, 2022	31	Figure 65 : Débit de flux moyen à l'échelle du périmètre projet en PPS – Ville de Paris, 2019	53
Figure 42 : Plan de la localisation des bornes de recharge pour voitures électriques – Ville de Paris, 2022.....	31	Figure 66 : Évolution annuelle de la circulation dans Paris intramuros sur le réseau instrumenté : en bleu : véhicules.kilomètres entre 7 et 21h00 ramenés au km d'axe orienté instrumenté ; en rouge : vitesses en km/h entre 7 et 21h00 – Ville de Paris, 2023	54
Figure 43 : Plan de la localisation des bornes de recharge – Apur, juin 2022	32	Figure 67 : Évolution de la circulation entre 2019 et 2022 – Données de comptages permanents, Ville de Paris	55
Figure 44 : Plan desserte en bus – RATP, janvier 2022	32	Figure 68 : Composition du trafic dans Paris intramuros – Enquête Ville de Paris, 2019....	55
Figure 45 : Lignes de bus de jour desservant le périmètre de la ZTL – ETC	35	Figure 69 : Décomposition du trafic de transit dans le centre de Paris selon les origines et destinations des conducteurs – Étude 6-t pour la Ville de Paris, février 2021	56
Figure 46 : Plan desserte en RER et métro – RATP, janvier 2022.....	36	Figure 70 : Part du transit dans le centre de Paris par tranche horaire – 6t, février 2021 ..	57
Figure 47 : Nombre de validations journalières (jour ouvré) sur les stations de métro et de RER dans le périmètre ZTL – ETC d'après les données d'IDF Mobilités, 2021	37	Figure 71 : Part du transit dans le centre de Paris à l'heure de pointe du soir – Etude 6-t pour la Ville de Paris, février 2021	57
Figure 48 : Plan des isochrones au départ de Châtelet-les-Halles en TC – Targomo.com ...	38	Figure 72 : Accidentologie du secteur pour l'année 2019 – ONISR, 2019	59
Figure 49 : Plan des isochrones (zoom) au départ de Châtelet-les-Halles en TC – Targomo.com.....	38	Figure 73 : Accidentologie du secteur pour l'année 2020 – ONISR, 2020	60
Figure 50 : Plan de la localisation des stations de taxis – Taxis Paris, 2022.....	39	Figure 74 : Accidentologie du secteur pour l'année 2021 – ONISR, 2021	60
Figure 51 : Plan de la localisation des bornes d'appel taxis – Ville de Paris, 2022.....	40	Figure 75 : Comparaison des taux de motorisation des ménages – ETC d'après l'enquête logement de l'INSEE 2017.....	61
Figure 52 : Plan de la localisation du stationnement autocar – DVD, Ville de Paris, 2022 ..	42	Figure 76 : Localisation du stationnement sur voirie de la Ville de Paris – DVD, 2017	62
Figure 53 : Répartition modale des déplacements à destination des commerces en fonction de leur localisation dans les grandes agglomérations – CEREMA, 2019.....	44	Figure 77 : Plan de la localisation des zones de stationnement deux-roues (avec 2RM en bleu foncé, vélos en bleu clair et mixte en turquoise) – Ville de Paris, 2022	63
Figure 54 : Micro-hub sur une place de livraison, boulevard Beaumarchais (3 ^{ème}) – Google Street View.....	45	Figure 78 : Stationnement cycles et 2RM, rue Tiquetonne (1 ^{er}) – ETC.....	63
Figure 55 : Plan de la localisation des zones de livraison – Ville de Paris, 2022	46		
Figure 56 : Plan de la localisation des ports sur la Seine – Ports de Paris, 2020.....	47		
Figure 57 : Plan de hiérarchie du réseau – ETC.....	48		
Figure 58 : Plan de la vitesse limite des voies – BFM IDF, 2021.....	49		

Figure 79 : Plan de la localisation du stationnement vélo – Apur, juin 2022.....	64
Figure 80 : Plan de la localisation du stationnement vélo sécurisé – Ville de Paris, 2022 ...	64
Figure 81 : Zoom sur les parkings concédés au sein du secteur de la ZTL – Open data Paris, 2020	65
Figure 82 : Nombre de places de stationnement résidentiel – DGFIP, 2017	65
Figure 83 : Plan de la ligne A du RER – RATP, juin 2022.....	75
Figure 84 : Plan de la ligne B du RER – RATP, janvier 2022.....	75
Figure 85 : Plan de la ligne D du RER – SNCF Transilien, juin 2022	75
Figure 86 : Plan de la ligne 1 du métro – RATP, septembre 2012.....	75
Figure 87 : Plan de la ligne 3 du métro – RATP, août 2012.....	76
Figure 88 : Plan de la ligne 4 du métro – RATP, septembre 2021.....	76
Figure 89 : Plan de la ligne 7 du métro – RATP, avril 2021	76
Figure 90 : Plan de la ligne 11 du métro – RATP, janvier 2012	76
Figure 91 : Plan de la ligne 14 du métro – RATP, mars 2021	77
Figure 92 : Plan de la ligne 5 du métro – RATP, janvier 2012	77
Figure 93 : Plan de la ligne 8 du métro – RATP, janvier 2012	77
Figure 94 : Plan de la ligne 9 du métro – RATP, septembre 2012.....	77
Figure 95 : Plan de la ligne 12 du métro – RATP, novembre 2021.....	77
Figure 96 : Taux de motorisation des ménages à l'IRIS et pour l'ensemble du secteur – ETC d'après l'enquête logement de l'INSEE 2017.....	82

ABRÉVIATIONS ET VOCABULAIRE COURAMMENT UTILISÉS

- **HPM** : Heure de Pointe du Matin
- **HPS** : Heure de Pointe du Soir
- **PPM** : Période de Pointe du Matin
- **PPS** : Période de Pointe du Soir
- **RN** : Route Nationale
- **RD** : Route Départementale
- **VP** : Véhicule Particulier
- **VL** : Véhicule Léger
- **VUL** : Véhicule Utilitaire Léger
- **PL** : Poids Lourd
- **EDP** : Engin de Déplacement Personnel
- **2R** : Deux-Roues (moto et cycle)
- **2RM** : Deux-Roues Motorisé
- **TC** : Transport Collectif
- **TCSP** : Transport Collectif en Site Propre, un TC qui emprunte une voie ou un espace qui lui est réservé (Métro, Tramway, BHNS et certains bus)
- **BHNS** : Bus à Haut Niveau de Service, bus en site propre ayant un niveau de service proche de celui d'un tramway (fréquence, vitesse, régularité, confort, accessibilité)
- **TVC** : Tous Véhicules Confondus
- **UVP** : Unité de Véhicule Particulier, définie comme suit:
 - un VL ou une camionnette = 1 UVP
 - un PL de 3,5 tonnes et plus = 2 UVP
 - un TC = 2 UVP
 - un 2R = 0,3 UVP
- **TMJO** : Trafic moyen journalier ouvrable (lundi>vendredi)
- **TMJA** : Trafic moyen journalier annuel (lundi>dimanche)
- **TàG** : Mouvement de Tourne-à-Gauche
- **TàD** : Mouvement de Tourne-à-Droite
- **RC** : Réserve de capacité d'une voie, correspond au taux supplémentaire de trafic que peut accepter cette voie avant d'être saturée
- **Trafic de transit** : Origine et destination en dehors de la zone étudiée
- **Trafic d'échange** : Origine à l'intérieur de la zone étudiée et destination à l'extérieur de la zone d'échange et réciproquement
- **Trafic local** : Trafic qui se déplace à l'intérieur de la zone étudiée
- **Enquête OD** : Campagne de comptages consistant à relever une partie des plaques minéralogiques des véhicules circulant au droit des postes d'enquête et permettant de rendre compte de l'origine et de la destination d'un véhicule transitant par le périmètre étudié
- **Comptage automatique** : Comptage consistant à relever le volume de trafic de tous les véhicules, avec discrimination par sens et par type de véhicule. La vitesse des différents véhicules peut également être relevée à cette occasion
- **Comptage directionnel** : Comptage consistant à relever pour chaque branche d'un carrefour le volume des différents mouvements de véhicules. Une distinction par type de véhicule est possible
- **IRIS** : L'Ilot Regroupé pour l'Information Statistique, est la plus petite maille de l'INSEE en matière de diffusion de données infra-communales
- **PMR** : Personne à Mobilité Réduite
- **UFR** : Usager à Fauteuil Roulant
- **BP** : Boulevard Périphérique

L'ÉTAT INITIAL

LE PLAN DE SITUATION

Le périmètre du projet de la ZTL se situe au sein de la Ville de Paris, composé de la zone Paris Centre (arrondissements 1, 2, 3 et 4), avec les quais hauts Rive Droite, l'Île Saint-Louis et l'Île de la Cité étant bien inclus. Il est ainsi traversé par la Seine et ses quais, axe majeur de la capitale.

Il se différencie du périmètre d'étude d'impact qui correspond à l'échelle de Paris, et qui permet de mesurer les impacts du projet.

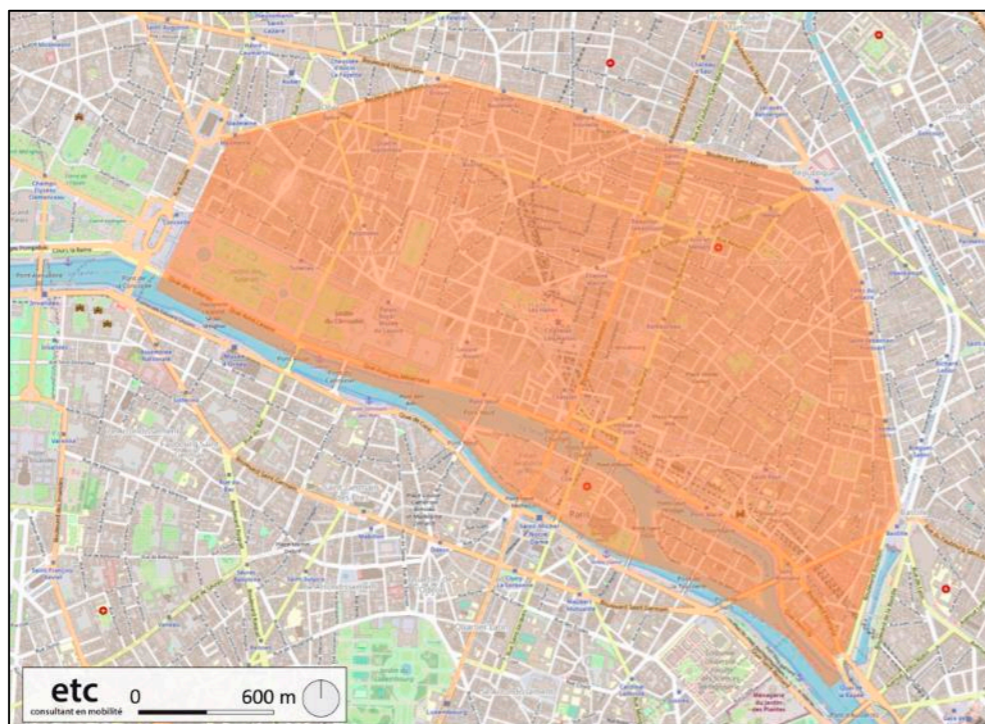


Figure 1 : Localisation du périmètre du projet – ETC/OpenStreetMap

Pour les différentes rubriques détaillées dans ce document, nous avons présentés les indicateurs dans la ZTL au regard des indicateurs dans Paris, voire dans l'Île-de-France.

Pour les éléments relatifs au trafic, nous nous sommes placés à l'échelle de Paris pour prendre en compte les phénomènes de report de trafic, avec l'année 2017 comme année de référence.

Le périmètre projet est très bien desservi par le réseau de transports en commun parisien (cf. partie « LES TRANSPORTS EN COMMUN – DESSERTE FERROVIAIRE ET PAR BUS »). Six lignes de métro (lignes 1, 3, 4, 7, 11, 14) pénètrent au sein de la ZTL, auxquelles il faut ajouter 4 autres lignes qui desservent les rues et boulevards limitrophes (lignes 5, 8, 9, 12). Ensuite, trois lignes du Réseau Express Régional (A, B, D) permettent d'accéder à une ou plusieurs gares à l'intérieur de la zone.

Il est également traversé par plusieurs axes routiers (cf. Figure 57 : Plan de hiérarchie du réseau – ETC) :

La desserte routière sur le secteur d'étude est une des plus efficace au monde en termes de diversification et de ramification des tracés, en témoignent le nombre élevé de nœuds et de connexions et le linéaire de voirie nécessaire pour irriguer le bâti :

- De l'ordre de deux fois plus d'intersections au km² que le plan de Cerdà à Barcelone ;
- De l'ordre de 4 ml de voirie pour 100 m² de bâti contre 7 à Berlin, 8 à Londres.

Le maillage fin des tracés couplé aux percées haussmanniennes permet à la fois un urbanisme de courtes et de longues distances. C'est notamment ce point qui explique que la quantité de déplacements à Paris est plus importante que dans les autres villes d'Europe.

Nous pouvons également citer les quais de Seine, qui restent des axes privilégiés pour rejoindre le boulevard périphérique ainsi que les axes autoroutiers autour de Paris. À noter que les quais bas Rive Droite ont été piétonnisés en partie il y a quelques années (entre le quai des Tuileries et le quai Henri IV).

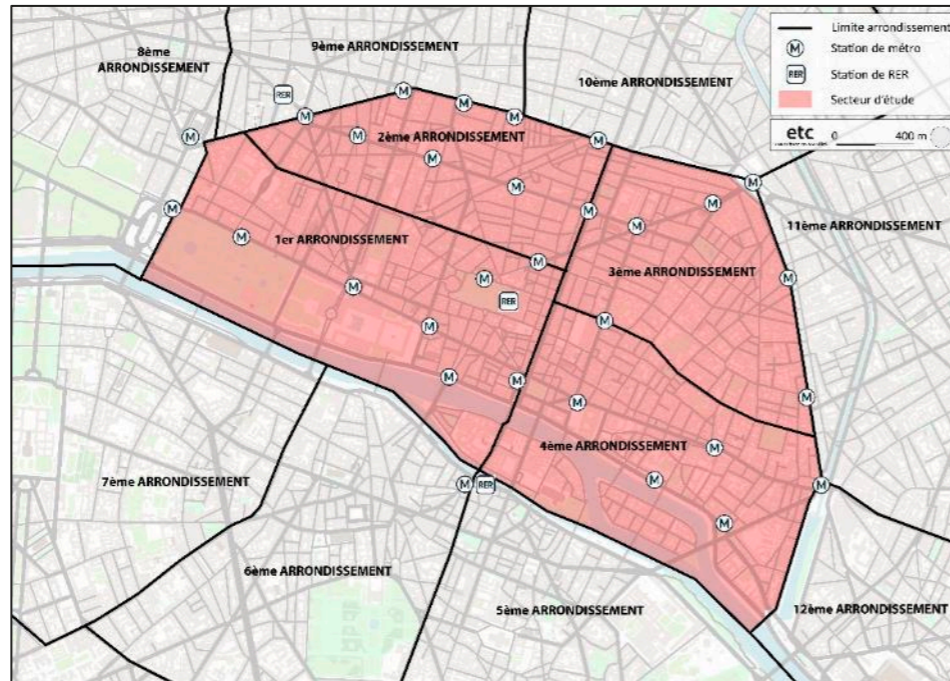


Figure 2 : Organisation du territoire et emprise de l'opération – ETC

LES PRATIQUES DE MOBILITÉ

À l'échelle de l'Ile-de-France

À l'échelle de la région Ile-de-France, pour tous motifs de déplacement confondus, la part modale en nombre de déplacements de la marche à pied est majoritaire (40%), et est donc supérieure à la part modale de la voiture (34%).

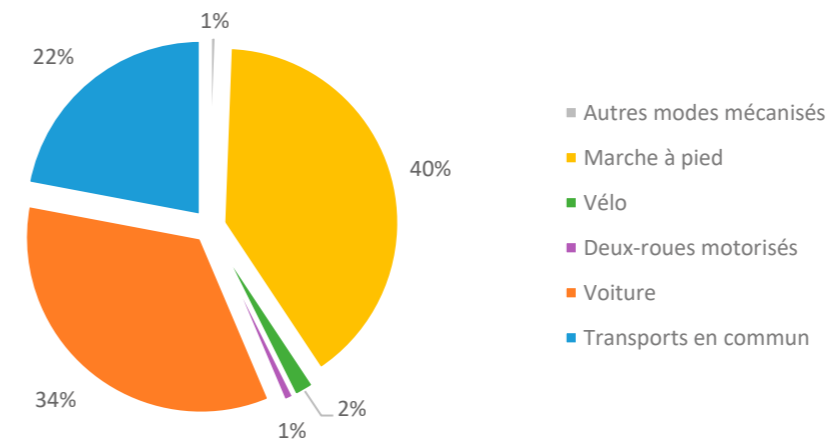


Figure 3 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France tous motifs confondus – ETC d'après l'enquête l'EGT (2018)

C'est également le cas pour les déplacements liés au motif « autres », aux loisirs, à l'enseignement et aux affaires professionnelles.

L'utilisation de la voiture reste cependant nettement supérieure à celle de la marche à pied pour les déplacements domicile-travail (37% VS 10%), mais ce sont les transports collectifs qui restent les plus utilisés pour ce motif de déplacement avec 46% d'usage.

À savoir que les déplacements domicile-travail comprennent uniquement les déplacements entre le domicile et le lieu de travail habituel. Les affaires professionnelles comprennent tous les autres déplacements liés au travail.

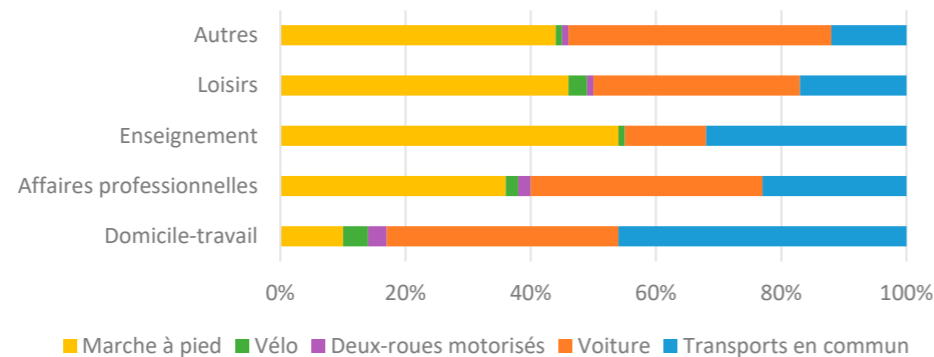


Figure 4 : Parts modales des habitants d’Ile-de-France selon les différents motifs de déplacement (en valeur relative) – ETC d’après l’enquête de l’EGT (2018)

MOTIF	Tous modes confondus	Total modes mécanisés	Transports collectifs	Voiture	Deux-roues motorisés	Vélo	Autres modes mécanisés	Marche
Domicile-Travail	5 677	4 878	2 628	2 098	137	228	15	570
Affaires professionnelles	7 033	4 373	1 596	2 537	145	102	95	2 557
Enseignement	5 630	2 522	1 767	734	10	55	12	3 053
Loisirs	9 455	4 837	1 638	3 072	54	245	73	4 373
Autres	14 936	8 161	1 785	6 241	73	203	62	6 572
Total	42 731	24 771	9 414	14 683	418	834	256	17 126

Figure 5 : Parts modales des habitants d’Ile-de-France selon les différents motifs de déplacement (en valeur absolue) – ETC d’après l’enquête de l’EGT (2018)

À l’échelle de Paris (déplacements en lien avec Paris)

Pratiques de mobilités des habitants d’Ile-de-France pour les déplacements en lien avec Paris (tous modes confondus)

À l’échelle de la capitale, l’utilisation de la marche à pied et des transports en commun est particulièrement importante, car elle représente **86% des parts modales totales, avec 41% d’utilisation des transports en commun et 45% d’utilisation de la marche à pied**. La marche à pied représente donc le mode de déplacement le plus utilisé pour se déplacer vers et depuis Paris.

L’utilisation de la voiture reste quant à elle faible (10%) contrairement aux parts modales voitures à l’échelle régionale (34%) et à l’échelle de la petite et de la grande couronne (45%).

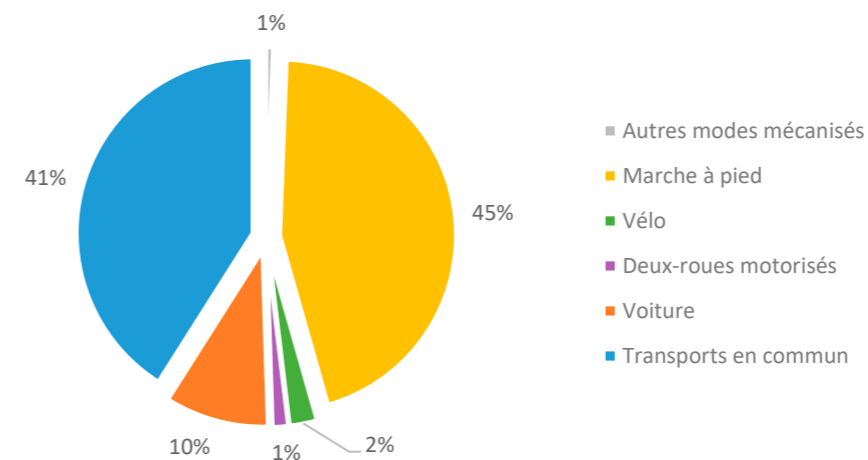


Figure 6 : Parts modales des habitants d’Ile-de-France pour les déplacements en lien avec Paris tous motifs confondus – ETC d’après l’enquête de l’EGT (2018)

Pour les différents motifs de déplacement, **on observe également une utilisation majeure de la marche à pied et des transports en commun**. La part modale de la marche à pied est même supérieure à 50% pour les motifs « autres », de loisirs et d’enseignement.

Dans le cas des trajets domicile-travail, la part modale des transports en commun est la plus importante, avec 64% d’usage, quasiment le double qu’à l’échelle de l’Ile-de-France, et des petites et grandes couronnes.

Quant au vélo, il est utilisé à 5% pour les trajets domicile-travail, alors qu’il est seulement utilisé à 2% tous motifs confondus. On observe quasiment les mêmes taux d’usage aux autres échelles d’étude.

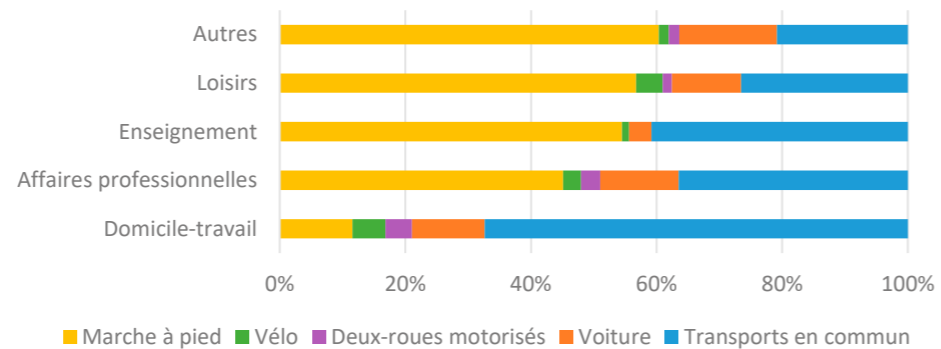


Figure 7 : Parts modales des habitants d'Ile-de-France pour les déplacements en lien avec Paris selon les différents motifs de déplacement – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)

Pratiques de mobilités des 1 177 663 habitants actifs de Paris intramuros (motif domicile-travail)

Les données de l'INSEE révèlent que les transports en commun (TC) sont le mode de transport le plus utilisé pour le motif domicile-travail en 2018, loin devant la voiture :

- 64% des habitants actifs de Paris utilisent les TC pour se rendre sur leur lieu de travail ;
- 11% des personnes du même échantillon utilisent la voiture ;
- 11% des habitants utilisent la marche à pied.

Ainsi, la part modale des TC des actifs résidant à Paris est située largement au-dessus de la moyenne régionale concernant l'utilisation des transports en commun (64% contre 46% (d'après l'enquête EGT de 2018)), et en-dessous pour l'utilisation de la voiture (11% contre 37% (d'après l'enquête EGT de 2018)).

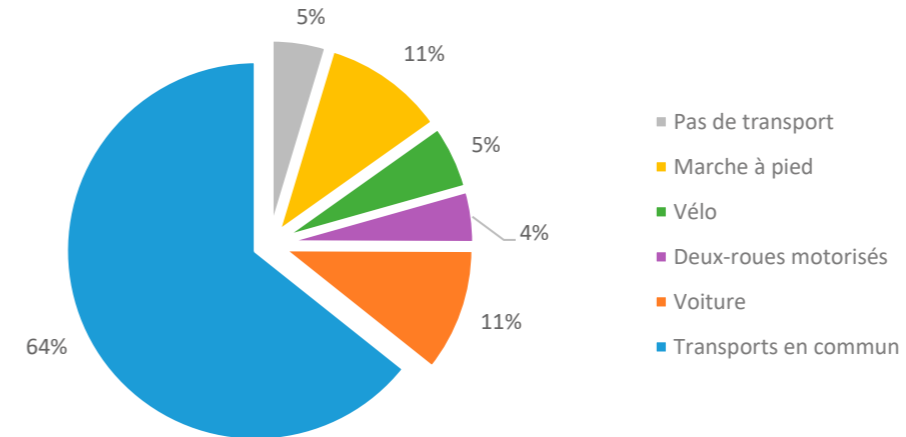


Figure 8 : Parts modales des habitants de Paris pour le motif du travail – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)

Pratiques de mobilités des actifs travaillant dans Paris intramuros (motif domicile-travail)

La part modale de la voiture est marquée davantage pour les actifs venant travailler à Paris que pour ses actifs résidents, mais les TC restent le moyen de transport le plus utilisé :

- 14% des actifs venant y travailler utilisent la voiture ;
- 69% des personnes du même échantillon utilisent les transports en commun ;
- 11% utilisent la marche à pied.

Le nombre d'emplois (1 804 916) présent sur la commune étant beaucoup plus important que le nombre d'actifs y résidant, la part modale de la voiture des actifs y travaillant représente un nombre de déplacements en voiture total supérieur à celui des actifs résidant à Paris et travaillant dans la commune ou ailleurs.

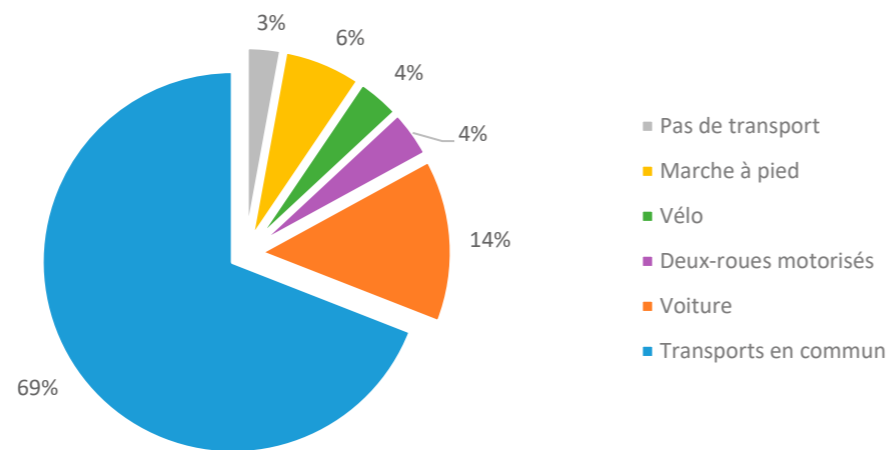


Figure 9 : Parts modales des individus travaillant à Paris pour le motif du travail – ETC d’après l’enquête domicile-travail de l’INSEE (2018)

Lieu de travail des Parisiens

L’étude INSEE permet également de recenser les principaux lieux de travail des 1 177 663 actifs occupés de Paris (2019).

Sans surprise les échanges se font majoritairement avec Paris même et les communes limitrophes.

Commune de travail	Nombre d'actifs	Part totale
Paris	743 297	69%
Courbevoie	20 745	2%
Boulogne-Billancourt	18 777	2%
Puteaux	17 305	2%
Saint-Denis	14 141	1%
Levallois-Perret	13 004	1%
Issy-les-Moulineaux	11 791	1%
Neuilly-sur-Seine	11 657	1%
Nanterre	10 076	1%
Montreuil	9 150	1%

Figure 10 : Répartition des 10 principales communes de travail des actifs Parisiens (81% des actifs Parisiens) – ETC d’après l’enquête domicile-travail de l’INSEE (2018)

Ces chiffres sont à mettre en relation avec les parts modales de déplacement pour les raisons domicile-travail notifiées sur les pages précédentes, en analysant leur répartition par mode selon la commune de destination.

Parts modales des actifs résidant à Paris intramuros selon leur commune de travail

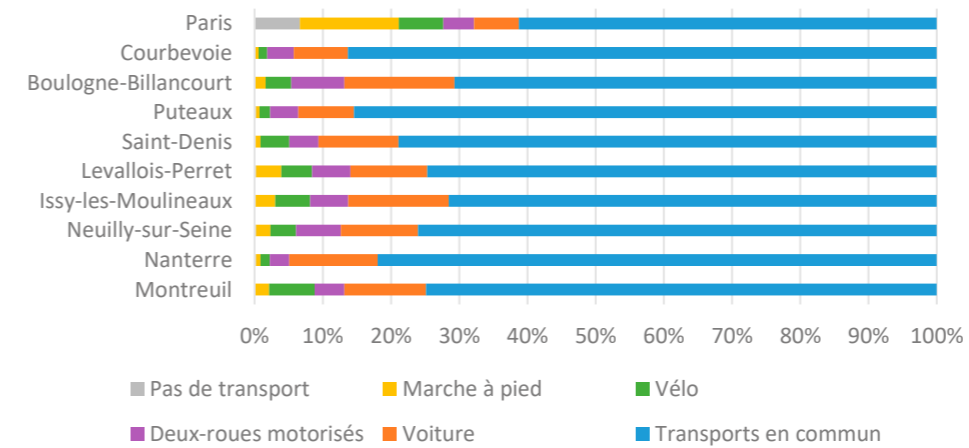


Figure 11 : Parts modales des actifs Parisiens pour le motif du travail, selon les 10 principales communes de travail – ETC d’après l’enquête domicile-travail de l’INSEE (2018)

Il existe une homogénéité dans l'usage du mode de transport pour le motif domicile-travail des Parisiens, selon la commune de destination. Nous observons ici les 10 principaux lieux de destination des Parisiens.

L'influence de la ligne A du RER et de la ligne 1 du métro apparaît pour les trajets vers Puteaux, Courbevoie et Nanterre, qui comprennent les parts modales TC les plus élevées, puis celle des lignes B et D du RER, ainsi que la ligne de métro 13 pour les trajets vers Saint-Denis. La Ville de Paris présente une répartition différente des communes limitrophes, avec une part modale de marche à pied très élevée et une part modale voiture faible. L'absence de déplacement et les parts élevées de la marche à pied et du vélo engendrent une part modale TC plus faible à destination de Paris, comparée aux autres communes.

Pour la destination des communes limitrophes, les parts modales restent majoritairement axées sur les transports en commun et la voiture.

La part modale des TC reste dominante pour la majorité des communes et est supérieure à la moyenne régionale. La part modale de la voiture est en général très inférieure à la moyenne régionale (37%). Quant au vélo, la part modale est quasiment équivalente entre l'échelle communale et l'échelle régionale (5% vs 4%).

Lieu de résidence des personnes travaillant à Paris intramuros

Commune de résidence	Nombre d'actifs	Part totale
Paris	743 297	41%
Boulogne-Billancourt	21 549	1,2%
Montreuil	18 432	1,0%
Asnières-sur-Seine	14 021	0,8%
Saint-Denis	13 522	0,7%
Issy-les-Moulineaux	12 585	0,7%
Aubervilliers	12 447	0,7%
Levallois-Perret	12 436	0,7%
Courbevoie	12 416	0,7%
Vitry-sur-Seine	12 195	0,7%

Figure 12 : Répartition des 10 principales communes de résidence des personnes travaillant à Paris (48,2% des personnes travaillant à Paris) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)

Il est à noter que 41% des emplois de Paris est occupé par ses habitants. Les échanges se font ensuite principalement avec les grandes villes limitrophes, pour lesquelles la répartition est assez homogène.

Parts modales des actifs travaillant à Paris intramuros selon leur commune de résidence

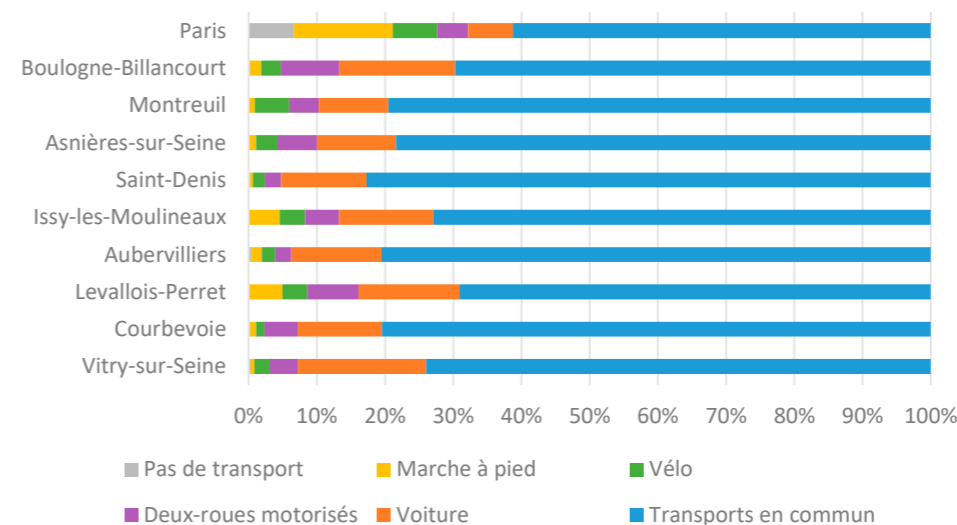


Figure 13 : Parts modales des actifs travaillant à Paris, selon les 10 principales communes de résidence – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)

On observe quasiment les mêmes parts modales que pour les communes de travail. En effet, la majorité des flux des actifs travaillant à Paris est effectuée en voiture et en TC pour les principales communes de résidence en dehors de Paris. Les Parisiens qui travaillent à Paris utilisent beaucoup plus la marche à pied et le vélo que ceux provenant des autres communes.

Répartition des échanges intercommunaux domicile-travail en voiture

L'analyse de la répartition des lieux de travail des Parisiens ainsi que des personnes venant travailler à Paris en voiture, permettra de déterminer celle des futurs habitants et des futurs

travailleurs du projet. Celle-ci, à son tour, nous permettra de déterminer la répartition des trafics domicile-travail et travail-domicile des futurs résidents et utilisateurs du projet futur.

- **Lieu de travail des actifs Parisiens utilisant la voiture :**

L'étude de la répartition du lieu de travail permet de recenser les principaux lieux de travail des actifs Parisiens utilisant la voiture.

Les échanges se font majoritairement dans le périmètre de Paris (43%) et les communes limitrophes comme Boulogne-Billancourt, Courbevoie, Issy-Les-Moulineaux, Saint-Denis ou encore Puteaux. Roissy-en-France, pôle d'emplois majeur de la région Ile-de-France, figurent également parmi les destinations principales des actifs venant de Paris utilisant leur voiture pour se rendre sur leur lieu de travail. Malgré l'importante part modale des TC vers Paris, le contingent d'actifs utilisant la voiture vers Paris est significatif (11%).

Commune de travail	Nombre d'actifs en voiture	Part totale
Paris	48 999	43%
Boulogne-Billancourt	3 038	3%
Roissy-en-France	2 477	2%
Issy-les-Moulineaux	1 737	2%
Saint-Denis	1 665	1%
Courbevoie	1 646	1%
Levallois-Perret	1 461	1%
Puteaux	1 413	1%
Neuilly-sur-Seine	1 319	1%
Nanterre	1 303	1%

Figure 14 : Répartition des 10 principales communes de travail des actifs Parisiens, pour la part modale de la voiture (56% des actifs parisiens en voiture) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)

- **Actifs travaillant à Paris et utilisant la voiture :**

Les échanges en voiture se font majoritairement avec les communes limitrophes (voir le tableau ci-contre). Cette constatation est cohérente avec l'analyse des communes de résidence tous modes confondus, qui révélait déjà que la voiture était largement utilisée depuis les communes limitrophes.

Commune de résidence	Nombre d'actifs en voiture	Part totale
Paris	48 999	19,5%
Boulogne-Billancourt	3 666	1,5%
Neuilly-sur-Seine	2 675	1,1%
Vitry-sur-Seine	2 294	0,9%
Argenteuil	1 990	0,8%
Créteil	1 954	0,8%
Saint-Maur-des-Fossés	1 895	0,8%
Montreuil	1 872	0,7%
Levallois-Perret	1 845	0,7%
Issy-les-Moulineaux	1 743	0,7%

Figure 15 : Répartition des 10 principales communes de résidence des actifs travaillant à Paris, pour la part modale de la voiture (27,5% des actifs travaillant à Paris en voiture) – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2018)

À l'échelle de la ZTL

L'emprise du projet se trouve dans les Ilots Regroupés pour l'Information Statistique (IRIS) suivants :

- 1^{er} arrondissement : Saint-Germain L'Auxerrois (1, 2, 3, 4), Tuileries, Les Halles (1, 2, 3, 4, 5, 6), Palais Royal (1, 2, 3), Place Vendôme (1, 2) ;
- 2^e arrondissement : Gaillon (1, 2, 3), Vivienne (1, 2), Mail (1, 2, 3, 4), Bonne Nouvelle (1, 2, 3, 4, 5) ;
- 3^e arrondissement : Arts et Métiers (1, 2, 3, 4, 5), Enfants Rouges (1, 2, 3, 4), Saint-Avoye (1, 2, 3, 4), Les Archives (1, 2, 3, 4) ;
- 4^e arrondissement : Saint-Merri (1, 2, 3, 4, 5), Notre-Dame (1, 2, 3), Saint-Gervais (1, 2, 3, 4), Arsenal (1, 2, 3, 4).

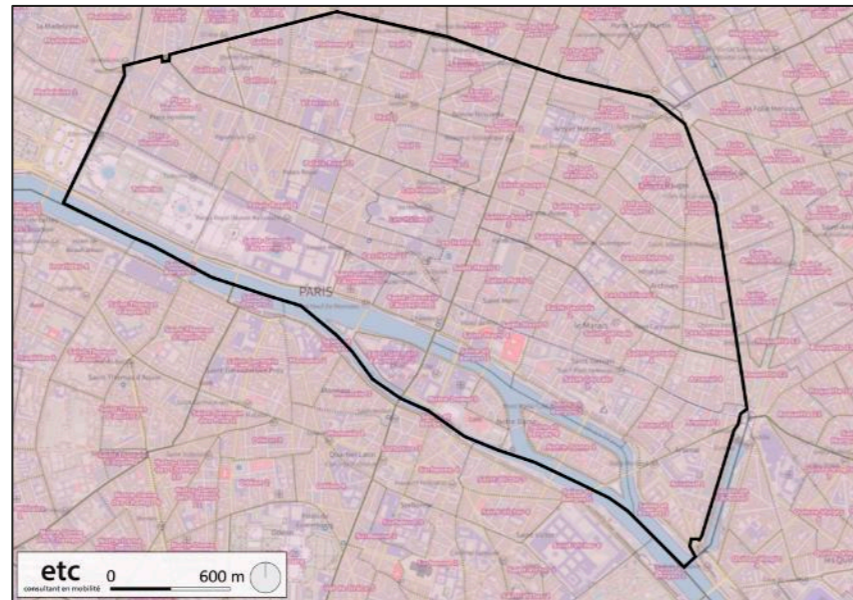


Figure 16 : Localisation des IRIS dans lesquels se situe l'emprise du projet – ETC/Géoportail

Le périmètre du projet est quasiment similaire au périmètre dessiné par les IRIS, ce qui facilite l'extraction de données.

Pratiques de mobilités des habitants du secteur de la ZTL (tous motifs confondus)

À l'échelle de la ZTL, l'utilisation de la marche à pied est encore plus fortement marquée qu'aux autres échelles :

- Ile-de-France : 40%
- Ile-de-France (hors Paris) : 38%
- Paris : 45%
- **ZTL : 57%**

Les transports en commun sont également utilisés, avec une part modale plus élevée qu'à l'échelle de l'Ile-de-France, et des petite et grande couronnes. Elle est toutefois plus faible qu'à l'échelle parisienne (34% vs 41%).

Quant à l'usage de la voiture (5%), il est nettement inférieur aux autres échelles.

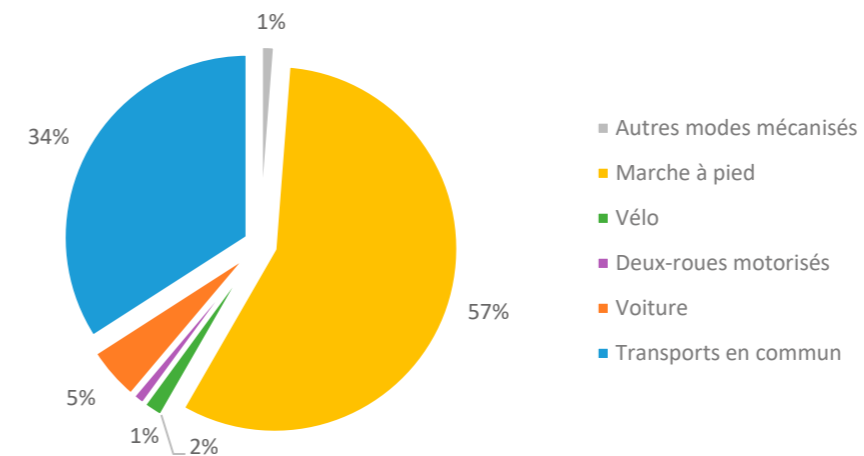


Figure 17 : Parts modales des habitants du secteur de la ZTL tous motifs confondus – ETC d'après l'enquête l'EGT (2018) et d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2017)

Pour les différents motifs de déplacement, la **part modale de la marche à pied est supérieure à 58%**, sauf pour le motif domicile-travail où les transports en commun permettent des déplacements sur de plus longues distances (66% d'utilisation).

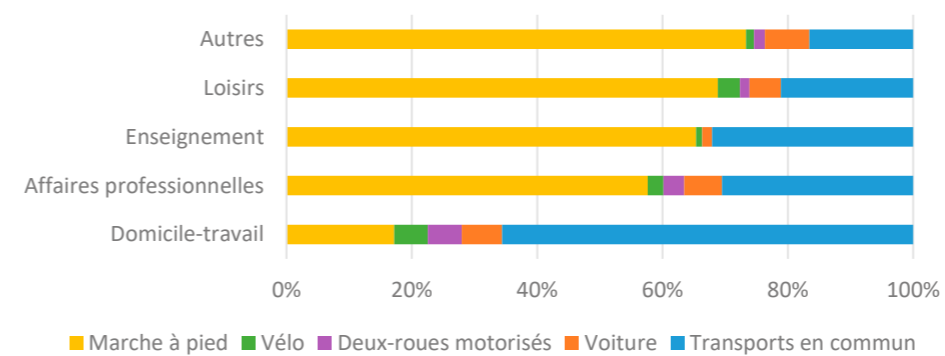


Figure 18 : Parts modales des habitants du secteur de la ZTL selon les différents motifs de déplacement – ETC d'après l'enquête de l'EGT (2018)

Nous pouvons ainsi en conclure que pour les habitants de la ZTL, la pratique de la marche à pied est fortement ancrée.

Pratiques de mobilités des habitants actifs du secteur de la ZTL (motif domicile-travail)

Étant donné que le partage modal à l'échelle communale est une moyenne masquant des contextes d'accès aux infrastructures de transport très différents, celui-ci peut se révéler parfois peu représentatif des pratiques effectuées au niveau du périmètre des projets. L'INSEE publie également les parts modales des actifs occupés à l'échelle de l'IRIS, offrant une vision plus fine des pratiques de mobilité sur le périmètre proche du projet. Les dernières données disponibles sont pour l'année 2017.

Les parts modales ont donc été calculées en combinant les moyennes de ces IRIS.

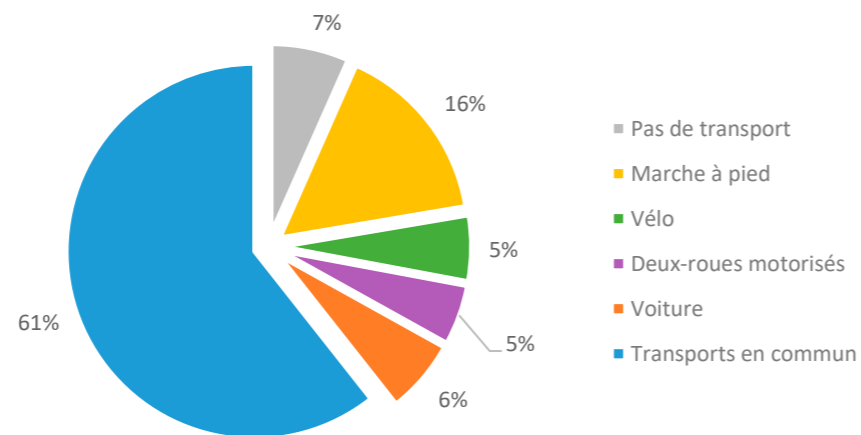


Figure 19 : Moyenne pondérée des parts modales des habitants des IRIS de la zone d'étude – ETC d'après l'enquête domicile-travail de l'INSEE (2017)

Ces parts modales à l'IRIS sont assez similaires à celles observées au niveau communal à l'exception des transports en commun où la part modale baisse au profit de la marche à pied. Cela s'explique par la présence de nombreux emplois au centre de Paris, ce qui

favorise l'utilisation des modes actifs. La part modale de la voiture baisse aussi (11% pour Paris, 6% pour le secteur d'étude).

Les pratiques de déplacement pour les habitants de la ZTL, pour le motif domicile-travail, sont donc fortement portées sur l'usage des modes doux / actifs et des transports en commun.

LES MODES ACTIFS ET SÉJOUR DANS L'ESPACE PUBLIC

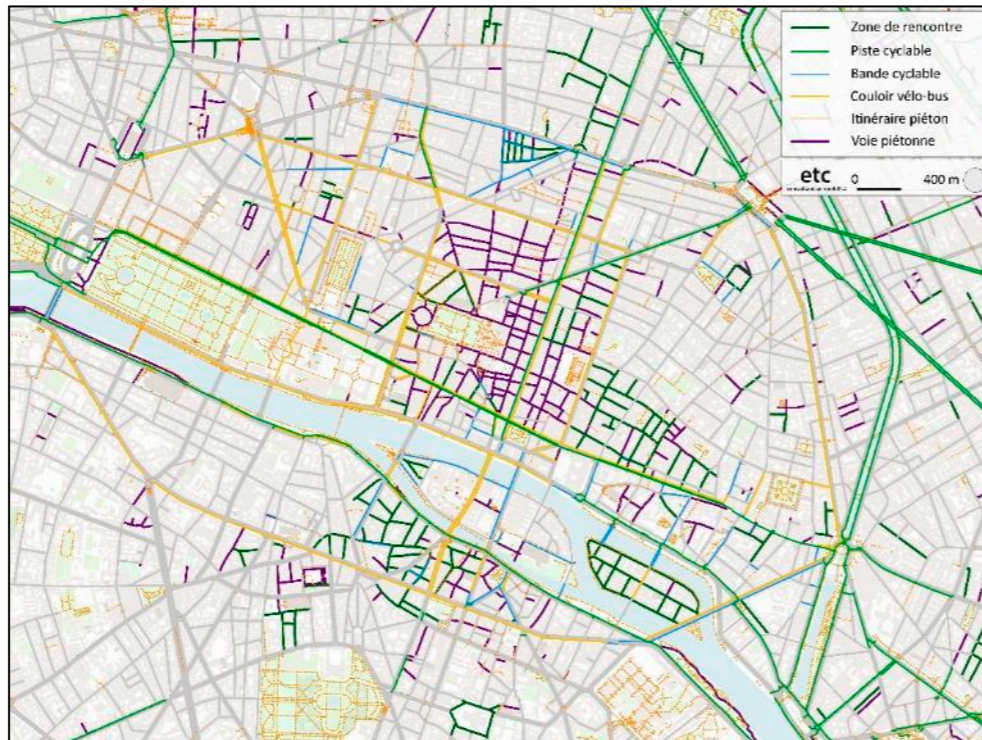


Figure 20 : Plan des usages de l'espace public et des aménagements pour les modes actifs – ETC

On désigne par « modes actifs » les modes de déplacements dans la rue ou sur route sans apport d'énergie autre qu'humaine (en principe sans moteur ou à motricité autogène).

On y trouve la marche à pied, le vélo et les véhicules dérivés du vélo (vélos partagés, notamment Vélib', ou vélos en free-floating).

Ces modes sont les fers de lance des déplacements de courtes distances, des centres urbains à vitesse apaisée et un maillon précieux dans la chaîne des déplacements. La marche est un mode de déplacement important, avec près de 57% des déplacements des habitants tous motifs confondus à l'échelle de la ZTL (vs 16% pour le motif domicile-travail, source : INSEE, IRIS, 2017).

Le vélo est utilisé à 5% selon les données de l'INSEE de 2018 pour le motif de déplacement domicile-travail, à savoir par les actifs Parisiens se rendant sur leur lieu de travail, qui est majoritairement Paris (vs 2,8% pour tous motifs confondus).

Piétons

Il est important de rappeler que nous sommes tous piétons dans Paris. La marche à pied représente en effet le mode de déplacement universel par excellence, complémentaire de tous les autres. Cela est d'autant plus vrai dans un centre urbain dense et attractif comme le périmètre de la ZTL où les raisons de marcher peuvent être multiples et les besoins des piétons divers. Le niveau de qualité des aménagements piétons représente donc un paramètre essentiel de la qualité du cadre de vie et profite à l'ensemble des usagers, qu'ils soient résidents ou visiteurs. Plusieurs facteurs impactent l'expérience du piéton dans l'espace public et constituent donc autant de freins ou de motivations pour se déplacer à pied et, de manière plus large, s'approprier l'espace public.

Les aménagements en faveur des piétons

Selon le Plan de Voirie de Paris (Ville de Paris, 2021), la part (en superficie) de la voirie dédiée aux piétons (trottoirs, aires piétonnes, zones de rencontre) représente 14% de la ZTL. La part (en superficie - y compris le stationnement) de la voirie dédiée à la voiture représente elle environ 14% de la ZTL. Dans Paris intramuros, ces parts sont respectivement de 13 et 16%.

La morphologie urbaine du cœur de Paris, sa qualité architecturale et patrimoniale, sa vitalité commerciale rendent ce secteur particulièrement attractif pour les piétons. Cela se traduit par une fréquentation piétonne importante et supérieure à d'autres secteurs de la capitale. Or certaines rues, dotés de trottoirs étroits, peinent à accueillir ces flux de manière optimale. La forte sollicitation des espaces publics du secteur, illustrée par la carte ci-dessous, constitue l'une des raisons qui ont conduit à adapter le statut des voies à ces usages en procédant à des nombreuses piétonisations.

Le secteur de la ZTL est en effet un secteur très emprunté par les piétons, en comparaison de la majeure partie des autres secteurs de la capitale. En effet, la carte ci-dessous montre que les espaces publics, notamment les trottoirs, sont fortement sollicités par les piétons,

ce qui s'explique par les 3,5 millions de personnes présentes à Paris chaque jour (actifs, habitants, étudiants, visiteurs), auxquelles s'ajoutent environ 79 000 touristes journaliers. C'est le cas notamment des voies piétonnes, du boulevard de Sébastopol et des Grands Boulevards.

Les voies de desserte sont cependant moins sollicitées, mais ce constat est à relativiser, car il s'agit principalement de voies à caractère résidentiel. Les voies les plus sollicitées étant fortement liées aux pôles attractifs (comme le quartier des Halles au centre de la ZTL).



Figure 21 : Niveau de sollicitation piétonne – Apur, 2022

C'est en effet dans ce secteur que nous constatons la plus forte concentration de rues et secteurs à priorité piétonne de tout Paris.

Ces aires piétonnes, dont certaines de longue date, d'autres plus récentes, sont principalement situées dans le quartier des Halles, mais aussi dans le quartier du Marais, ainsi qu'aux alentours de la place Saint-Michel et de Notre-Dame. D'autres rues sont en

zone de rencontre, également dans les quartiers des Halles et du Marais, mais aussi sur l'île Saint-Louis et à l'ouest de la place Saint-Michel.



Figure 22 : Rue piétonne, rue Montorgueil (1^{er}) – Google Street View

La démarche « rue aux écoles » vise à apaiser et sécuriser les abords des écoles afin de réduire les nuisances issues de la circulation motorisée pouvant impacter des publics fragiles. Ce système, mis en place depuis l'été 2020, permet aussi d'offrir de nouveaux espaces aux enfants et leurs familles et répond ainsi à une demande forte de réappropriation de l'espace public pour des usages autres que la circulation. Le secteur de projet regroupe **15 rues aux écoles**, rues apaisées, fermées entièrement ou partiellement à la circulation automobile, réparties dans toute la zone. Parmi elles, cinq écoles étaient déjà situées dans des rues piétonnisées. En comparaison, la Ville de Paris regroupe au total 168 rues aux écoles.

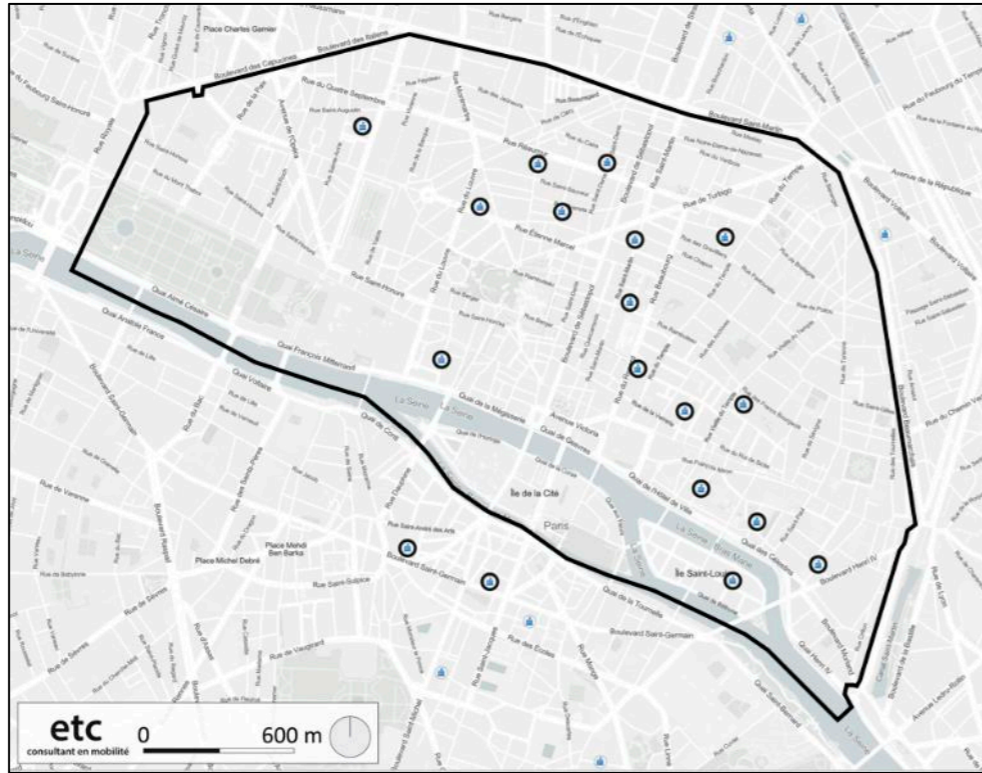


Figure 23 : Rues aux écoles – Ville de Paris, 2022

Parmi les mesures mise en œuvre pour apaiser le secteur et favoriser les usages piétons, nous pouvons également mentionner les piétonisations temporaires dans le cadre de la démarche « Paris Respire ». Ce dispositif, réversible et ne demandant pas d'aménagements lourds de l'espace public, permet de réserver l'espace public pour les piétons et modes actifs sur des temporalités précises, pouvant aller du simple week-end à toute la période des vacances d'été.

¹ « Section ou ensemble de sections de voies en agglomération constituant une zone affectée à la circulation de tous les usagers. Dans cette zone, les piétons sont autorisés à circuler sur la chaussée sans y stationner et bénéficient de la priorité sur les véhicules. La vitesse des véhicules y est limitée à 20 km/h. Toutes les chaussées sont à double sens pour les cyclistes, sauf dispositions différentes prises par l'autorité investie du pouvoir de police. Les entrées et sorties de cette zone sont annoncées par

Dans la ZTL, l'opération « Paris Respire » fonctionne chaque 1^{er} dimanche du mois sur une partie du secteur de Paris Centre, toute l'année dans les quartiers Sentier et Francs Bourgeois (Marais). Un seul autre secteur de ce type existe hors de la ZTL, au niveau des Champs-Élysées.

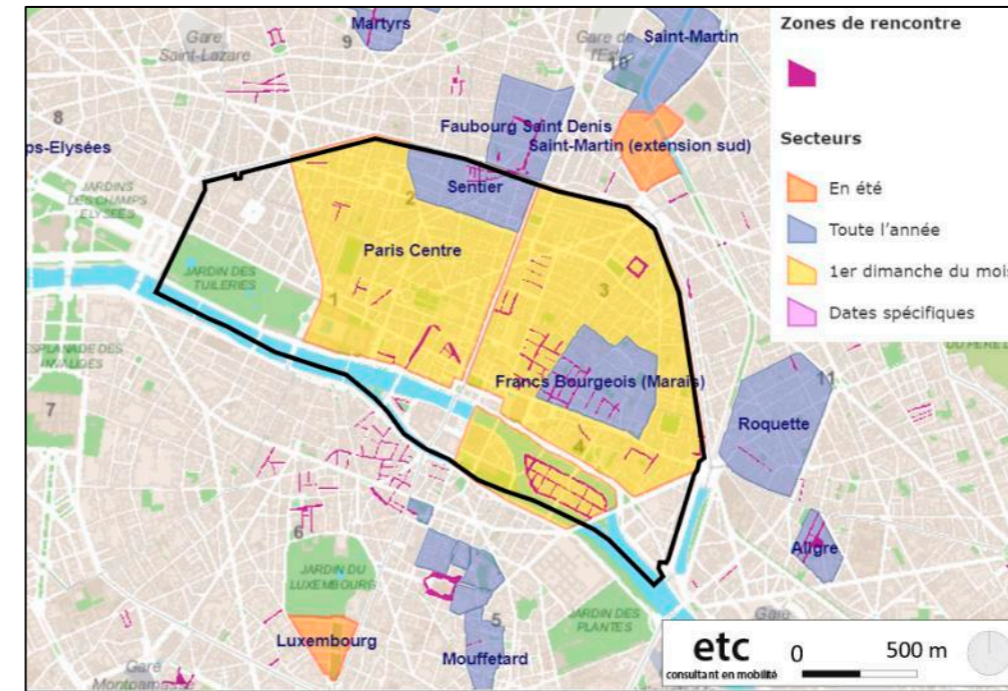


Figure 24 : Zones « Paris Respire » – Ville de Paris, 2022

Enfin, parmi les mesures favorables aux piétons, nous pouvons compter le passage en zone 30 de la Ville de Paris le 30 août 2021, qui a permis de sécuriser l'espace public.

Les piétons bénéficient d'aménagements dédiés pour leurs déplacements à pied (trottoirs, zones de rencontre¹, passages piétons, aires piétonnes², etc.) au sein de la ZTL,

une signalisation et l'ensemble de la zone est aménagé de façon cohérente avec la limitation de vitesse applicable. », source : article R 110-2 du code de la route.

² « Section ou ensemble de sections de voies en agglomération, hors routes à grande circulation, constituant une zone affectée à la circulation des piétons de façon temporaire ou permanente. Dans cette zone, sous réserve des dispositions des articles R. 412-43-1 et R. 431-9, seuls les véhicules

mais la circulation des véhicules motorisés peut rendre leurs déplacements non confortables, voire dangereux (traversée de carrefours complexe, conflits d'usage avec les autres véhicules, stationnement gênant sur les trottoirs, priorité des piétons non respectée, etc.).

Caractéristiques des espaces piétons

L'ensemble du réseau viaire est doté de trottoirs de largeurs diverses selon les rues ou quartiers. La trame viaire est régulière et il n'y a pas d'interruption ni de coupure majeure dans le secteur. La Seine, coupure naturelle, est traversée par plusieurs ponts, tous dotés de trottoirs. Les ponts, aménagements résorbant pourtant les coupures naturelles et urbaines, offrent cependant et majoritairement des trottoirs étroits de moins de 1,8 m.

Le réseau viaire du secteur se caractérise par la présence de quelques grands axes structurants, de largeur importante, et d'un réseau des plus petites rues de largeur souvent comprise entre 8 et 12 mètres. Les voiries majeures disposent généralement de larges trottoirs dotés de mobiliers urbains de type bancs, corbeilles, candélabres et parfois plantés d'alignement d'arbres. C'est le cas des Grands Boulevards, des quais de Seine et du boulevard de Sébastopol.

nécessaires à la desserte interne de la zone sont autorisés à circuler à l'allure du pas et les piétons sont prioritaires sur ceux-ci. Les entrées et sorties de cette zone sont annoncées par une signalisation », source : article R 110-2 du code de la route.



Figure 25 : Trottoirs larges et confortables, boulevard Henri IV (4^{ème}, en haut à gauche), boulevard de Sébastopol (4^{ème}), boulevard des Capucines (2^{ème}, en bas à gauche) et sur le pont Neuf (1^{er}) – Google Street View

Le dimensionnement des trottoirs est plus problématique dans les petites rues, dans lesquelles les largeurs sont majoritairement inférieures aux recommandations du Plan de mise en accessibilité de la voirie et de l'espace public (PAVE), qui préconise 1,8 m de cheminement libre de tout obstacle. Par ailleurs, l'encombrement des trottoirs peut davantage impacter l'accessibilité de ces espaces pour les personnes à mobilité réduite. Une faible largeur de trottoir ne permet pas non plus d'équiper l'espace de mobilier au service des piétons comme des assises.



Figure 26 : Trottoirs plus étroits et dépourvus de mobilier dans des rues commerçantes, rue des Gravilliers (3^{ème}, à gauche) et rue Chapon (3^{ème}, à droite) – Google Street View ; Rue Quincampoix (4^{ème}, en-dessous) – Crédit : C. Belin / Ville de Paris

Le classement en aire piétonne ou la modification du régime de priorité (zone de rencontre) constituent des réponses face à ces difficultés de mise en accessibilité de l'espace public : le piéton devient prioritaire et la circulation motorisée, source de mise en danger potentiel, est maîtrisée.

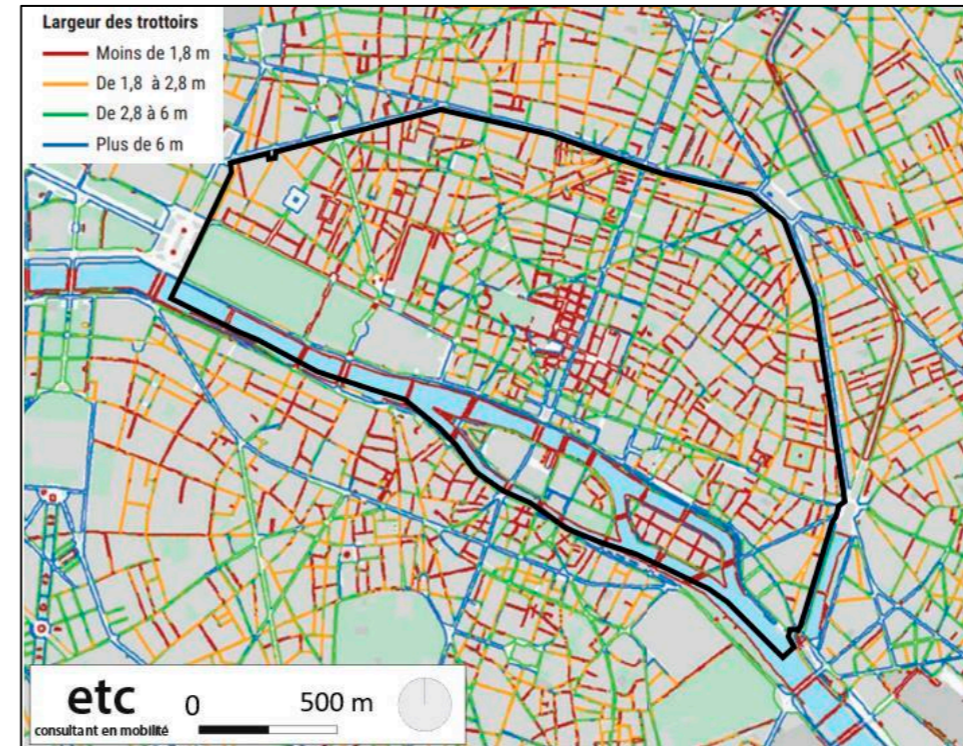


Figure 27 : Largeur des trottoirs – Apur, 2022

Lorsque la largeur de la voie et les contraintes techniques le permettent, la Ville élargit les trottoirs les plus problématiques. Cette solution a notamment été mise en place, sous forme d'aménagements provisoires, en période de crise sanitaire pour être ensuite pérennisée.

Accessibilité piétonne et PMR

Afin d'améliorer l'accessibilité du secteur, des relevés et diagnostics ont été réalisés à plusieurs reprises. Dans le cadre de l'élaboration du Plan de mise en Accessibilité de la Voirie et des Espaces publics (PAVE) de Paris, datant de 2012, plusieurs secteurs ont fait l'objet de diagnostic, dont 3 dans l'actuel secteur d'étude :

- Saint-Paul (Marais) ;

- Beaubourg – Montorgueil (dans le quartier des Halles) ;
- Rivoli – Saint-Michel.

Ces diagnostics ont permis d'identifier de nombreuses non-conformités parfois liées à l'aménagement de l'espace public (par exemple non-conformité des traversées), parfois relatives à des mésusages (encombrement des trottoir par des déchets, terrasses, activités éphémères et informelles). Pour les trottoirs, les principaux problèmes constatés sont la faible largeur ainsi que les dévers. La qualité du revêtement a été aussi signalée, pouvant considérablement pénaliser certains usagers. Ces diagnostics ont relevé un nombre important d'incidents dans les secteurs touristiques, en raison de la grande quantité d'activités commerciales qui y sont présentes.

Ces diagnostics ont pu mettre en lumière les différents points à traiter, afin d'établir un programme définissant les différentes mesures à mettre en place dans la capitale, et dans le but de satisfaire les besoins de tous en matière d'accessibilité. Les non-conformités sont ainsi au fur et mesure résorbées, sauf impossibilité technique majeure.

Concernant l'accessibilité PMR, les larges trottoirs présents sur les axes principaux garantissent leurs déplacements. Le PAVE de Paris a déjà permis d'améliorer certains espaces non-conformes. On observe cependant sur certains axes des trottoirs trop étroits ou avec du mobilier urbain gênant leurs déplacements (notamment pour les UFR).

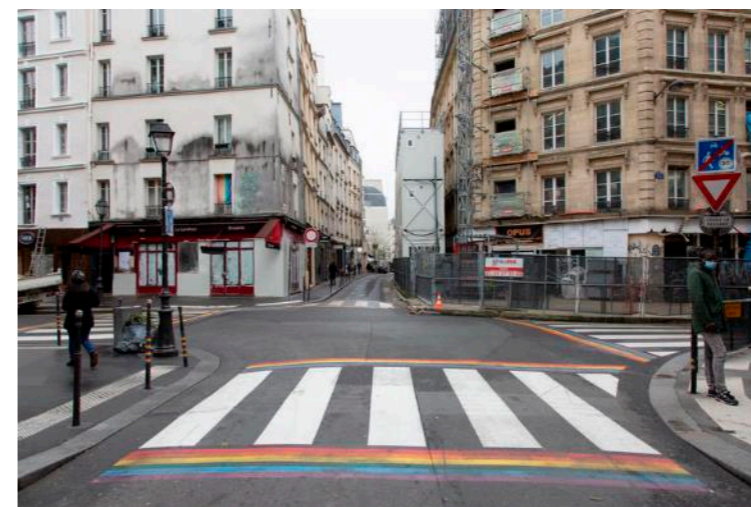


Figure 28 : Accessibilité PMR facilitée par de larges trottoirs et par des bandes podotactiles, rue de la Verrerie (4^{ème}) – Crédit : C. Belin / Ville de Paris

La plupart des feux tricolores disposent de boutons poussoirs pour accorder le vert aux piétons, et sont également équipés de modules sonores dédiés aux personnes malvoyantes. Des bandes podotactiles aussi appelées bandes d'éveil de vigilance (BEV) sont mises en place afin de permettre aux personnes mal voyantes de détecter les obstacles.

Selon le PAVE de Paris, « l'homogénéité du traitement des espaces publics parisiens est [...] une caractéristique très favorable à l'accessibilité des personnes à mobilité réduite. Les aménagements étant uniformes, un repérage plus facile des espaces est assuré, engendrant une plus grande confiance des usagers dans leur rapport à l'environnement. Cette uniformité volontairement entretenue à Paris permet ainsi une plus grande cohérence et une meilleure intelligibilité de l'espace urbain, tout en évitant des phénomènes de désorientation issus de la variabilité des matériaux et du mobilier urbains. ».

Dans le cadre des projets d'aménagement, l'accessibilité fait l'objet d'une attention particulière. Le réaménagement de la Place de la Bastille en est un exemple. Ici un travail spécifique a été réalisé pour faciliter le déplacement des personnes déficientes visuelles avec la mise en place d'un système de guidage.

La démarche QAA (quartier à accessibilité augmentée) vise par ailleurs à faire de certains secteurs de Paris des quartiers pilote en matière d'accessibilité à horizon des JOP 2024. Un périmètre QAA est identifié dans le périmètre de la ZTL au niveau du Marais.

Les cartes ci-dessous montrent qu'il est possible de se déplacer à pied d'un bout à l'autre du secteur de la ZTL en moins de 20 minutes.

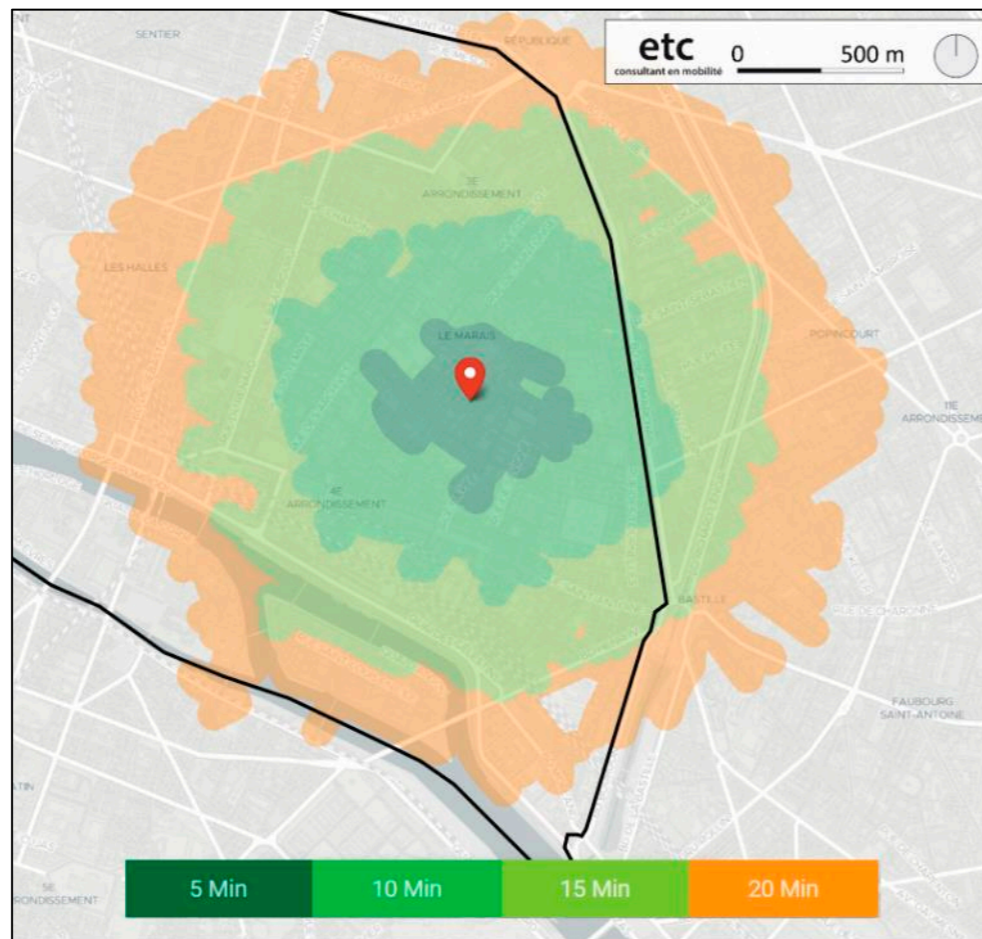


Figure 29 : Plan des isochrones au départ de Châtelet-les-Halles à pied – Targomo.com

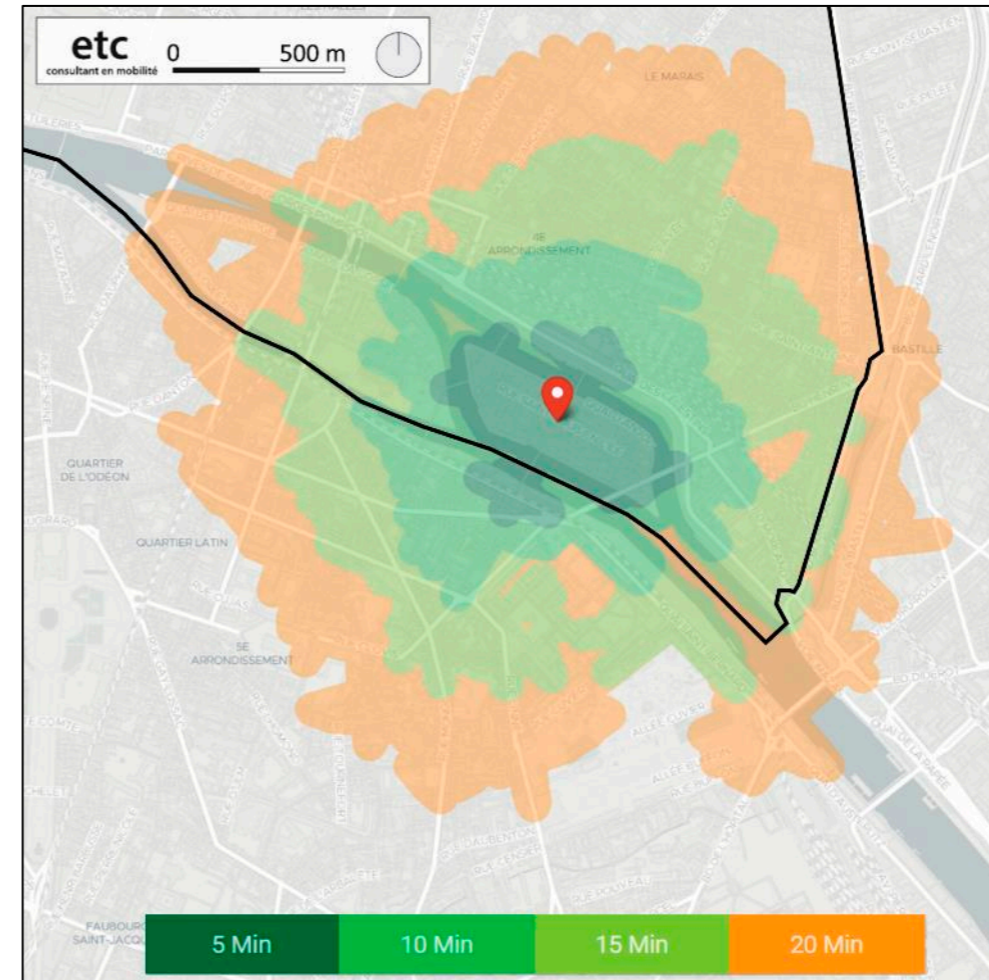


Figure 30 : Plan des isochrones au départ de l'Île Saint-Louis à pied – Targomo.com

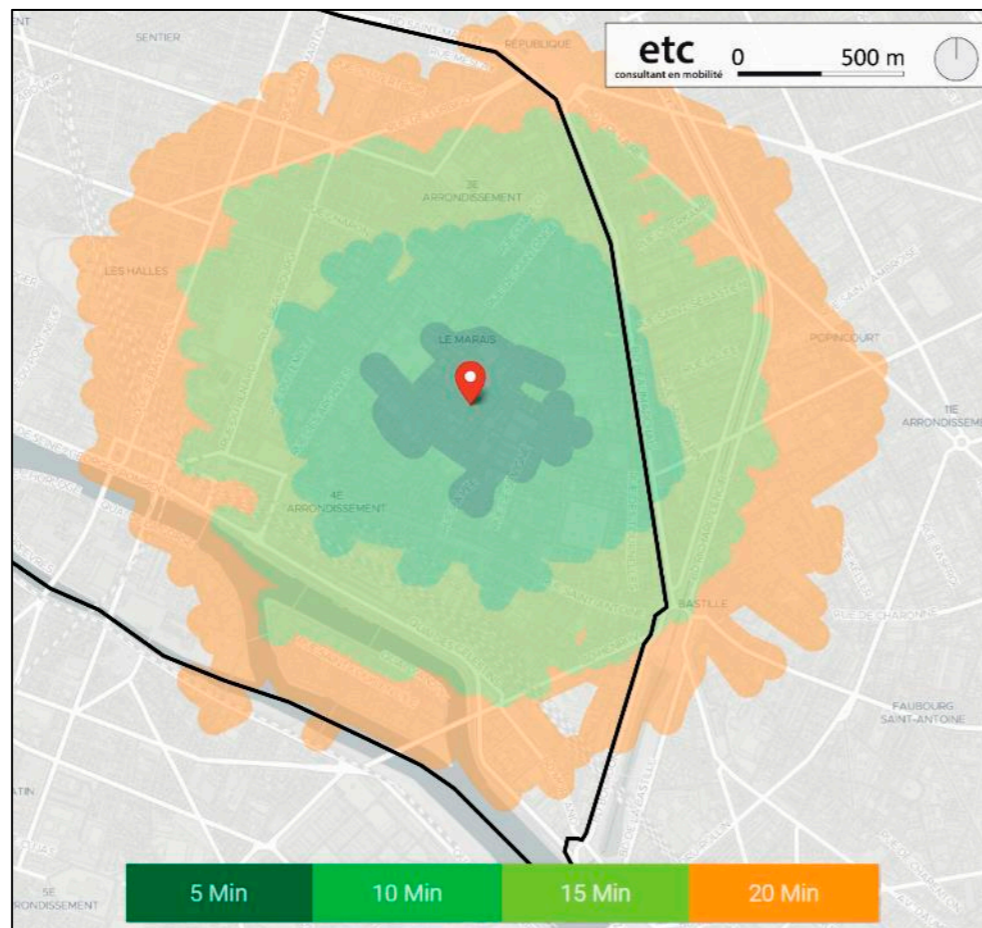


Figure 31 : Plan des isochrones au départ du quartier du Marais à pied – Targomo.com

Vélos

La Ville de Paris a développé différents aménagements pour améliorer, sécuriser et promouvoir l'usage du vélo, notamment les zones 30. Le passage de la vitesse maximale dans l'ensemble de la Ville intramuros (hors grands axes) à 30 km/h au 30 août 2021 a généralisé les doubles sens cyclables. Les zones 30 sont des zones où la modération de la circulation garantit en particulier la sécurité des piétons et des cyclistes. Les doubles sens cyclables y sont obligatoires au sens du code de la route.

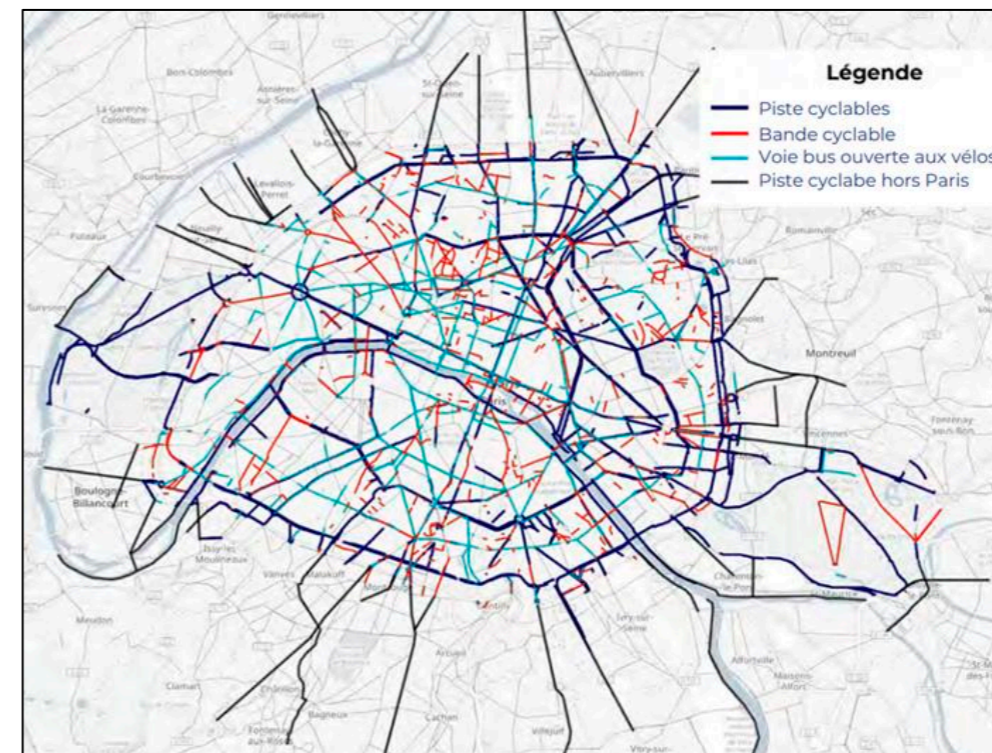


Figure 32 : Plan du réseau cyclable structurant (hors double sens cyclables) – Bilan des déplacements 2021, Ville de Paris/Direction de la Voirie et des Déplacements.

Les bandes et pistes cyclables sont des voies exclusivement réservées aux vélos, le long de la circulation générale et sont interdites aux véhicules à moteur, y compris les deux-roues motorisés. Elles sont signalées par un panneau carré (usage facultatif) ou rond (usage obligatoire). Le secteur d'étude en comprend plusieurs, au niveau des axes routiers majeurs (boulevards Sébastopol, Montmartre, St-Denis et Poissonnière, quais de Seine, rues de Rivoli, de Turbigo) et des axes locaux (rue de Cléry (2^e), rue St-Honoré (1^e) etc.).



Figure 33 : Piste cyclable bidirectionnelle et voie bus sur la rue de Rivoli (1^{er}, à gauche) ; piste cyclable bidirectionnelle le long du boulevard de Sébastopol (1^{er}, à droite) – Google Street View

De nombreuses pistes et bandes cyclables temporaires sont apparues depuis 2020, et sont pour la plupart en cours de pérennisation, avec la mise en place de marquage définitif et le retrait des blocs de béton qui les délimitaient.



Figure 34 : Aménagements cyclables temporaires en cours de pérennisation place du Châtelet (1^{er}, à droite) et sur le boulevard Saint-Martin (3^{ème}, à droite) – Google Street View

La Ville a également réalisé un schéma directeur cyclable (plan vélo 2015-2020) visant à créer de nombreux aménagements favorisant la pratique du vélo et l'intermodalité. Ainsi, la Ville compte 1 100 km de voies cyclables en 2021, contre 200 km en 2001, dont plus de 300 km de pistes et 52 km de pistes provisoires (source : Ville de Paris, octobre 2021), et enregistre une hausse de la fréquentation de celles-ci : le nombre de vélos a augmenté de +60% entre 2019 et 2020, et de +59% entre 2019 et 2021³. Dans la ZTL, le kilométrage

³ Sur la base d'un indice établi à partir de comptages réalisés sur 6 sites (bd de Sébastopol, bd Saint-Germain, rue de Rivoli, bd Henri IV, avenue Daumesnil, quai de Jemmapes), deux mardis par mois pendant les périodes horaires 8h30-9h30 et 17h30-18h30.

d'itinéraires cyclables (pistes, bandes, couloirs bus ouverts aux vélos et doubles-sens cyclables) s'élève à 115 km (dont 9 km de pistes cyclables) (source : Ville de Paris, 2022).

La mise en place du réseau express vélo Rive Gauche en 2018 a permis de sécuriser les déplacements des cyclistes le long du quai d'Austerlitz sous forme de pistes cyclables bidirectionnelles. De plus, des places et d'autres voies ont été restructurées pour réduire la place de la voiture dans le centre de Paris, comme les places de la Bastille et de la République, ainsi que la piétonnisation de la voie sur berge Georges-Pompidou en 2015, qui y a interdit le trafic automobile (entre le quai des Tuileries et le quai Henri IV).

Après ce premier plan (2015-2020) de 150 millions d'euros, un nouveau plan (2021-2026) a été lancé par la Ville de Paris pour une Ville 100% cyclable à horizon 2026, permettant d'accroître la présence du vélo à Paris et de poursuivre la construction de la ville cyclable initiée depuis 20 ans. Cela représente un budget de plus de 250 millions d'euros d'investissements, avec la création de 130 km de nouvelles pistes, et la pérennisation des 52 km de « coronapistes ».

Ce plan cyclable intègre notamment le RER Vélo de la région Ile-de-France et le réseau Vélopolitain de la Métropole du Grand Paris (MGP). Le réseau Vélopolitain parisien comprend les axes du RER Vélo à visée régionale et s'insère dans le réseau Vélopolitain de la MGP, qui se développe au-delà du périphérique pour mailler l'ensemble de la métropole.

De plus, une majorité de couloirs bus est autorisée aux cyclistes et est dans ce cas signalée par un panneau et un marquage au sol. On peut en observer sur la rue Beaubourg et la rue de Réaumur. Toutefois, quelques couloirs interdisent formellement les circulations vélos, qui sont donc reportées sur des voies dédiées à proximité.



Figure 35 : Voies vélo-bus, rue Beaubourg (3^{ème}) – Google Street View

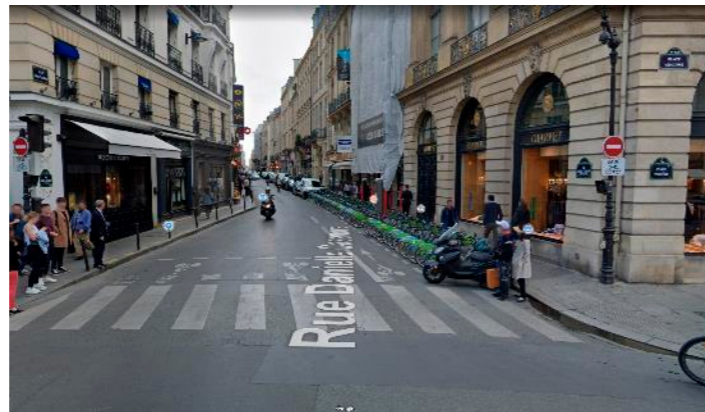


Figure 36 : Double Sens Cyclable, rue Danielle Casanova (1^{er}) – Google Street View

Dans les zones de rencontre, les cyclistes et les piétons sont prioritaires par rapport aux automobilistes, dont la vitesse est limitée à 20 km/h. On peut en observer au niveau du quartier du Marais et de l'Île Saint-Louis.

Quant aux aires piétonnes (quartier des Halles, quartier Montorgueil, etc.), sauf mention contraire indiquée par la signalisation, les cyclistes sont autorisés à rouler au pas. Dans ces quartiers, les piétons restent prioritaires.

De plus, de nombreux stationnements vélos (8 822 soit 11% de l'offre totale de la Ville – pour rappel la surface de la ZTL représente 5,3% du territoire communal) sont présents sur le périmètre du projet. Ils permettent aux cyclistes de stationner leur vélo en toute sécurité à proximité des stations de TC (bus et trains) et ainsi de favoriser la pratique de l'intermodalité.

En matière de sécurité, la Ville développe la zone de stationnement sur 5 arceaux environ en amont des passages piétons, afin d'augmenter la visibilité mutuelle entre piétons et automobilistes, et donc de diminuer les risques d'accidents.

Enfin, la vitesse au niveau des voies internes est limitée à 30 km/h, comme la plupart des rues parisiennes, ce qui permet d'offrir une véritable cohabitation entre automobiles et vélos. Toutes les voies à sens unique dont la vitesse est limitée à 30 km/h qui réunissent les conditions nécessaires (largeur suffisante, faible trafic de poids lourds, bonne visibilité, etc.), seront aménagées afin que les cyclistes puissent les emprunter à contre-sens de la circulation générale.

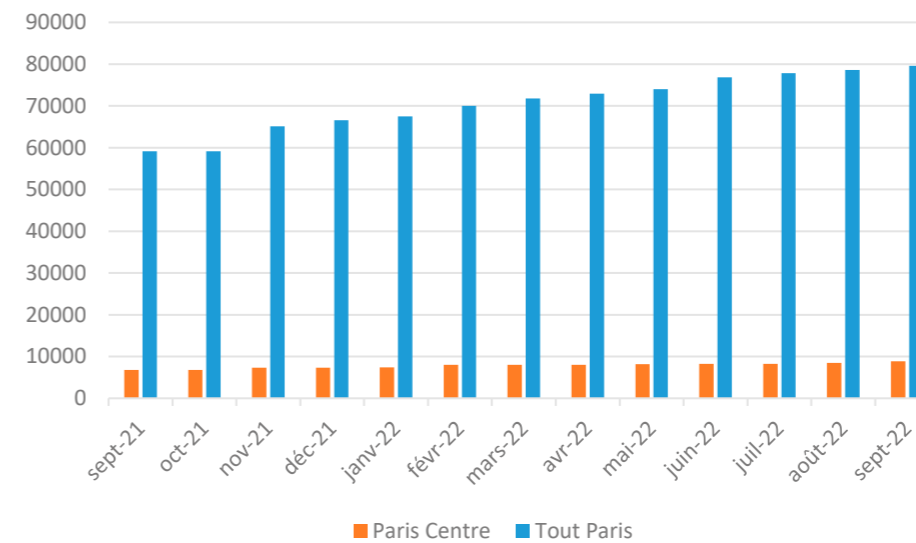


Figure 37 : Évolution récente du nombre de places vélos dans Tout Paris et dans Paris Centre – ETC d'après les données de la Ville de Paris, 2022

Nous pouvons donc dire que les cyclistes bénéficient d'aménagements dédiés pour leurs déplacements à vélo (pistes et bandes cyclables, zones de partage, stationnement vélos, etc.) au sein de la ZTL, mais que la circulation des véhicules motorisés peut rendre certains déplacements non confortables, voire dangereux (traversée de carrefours complexe, conflits d'usage avec les autres véhicules, stationnement gênant, priorité des vélos non respectée, etc.).

En effet, avec la carte ci-dessous, nous pouvons voir que les axes routiers majeurs sont fortement fréquentés par les cyclistes (même si les aménagements cyclables restent séparés de la circulation). Le boulevard de Sébastopol est ainsi l'axe le plus fréquenté par les cyclistes selon les comptages de 2021 de la DVD.

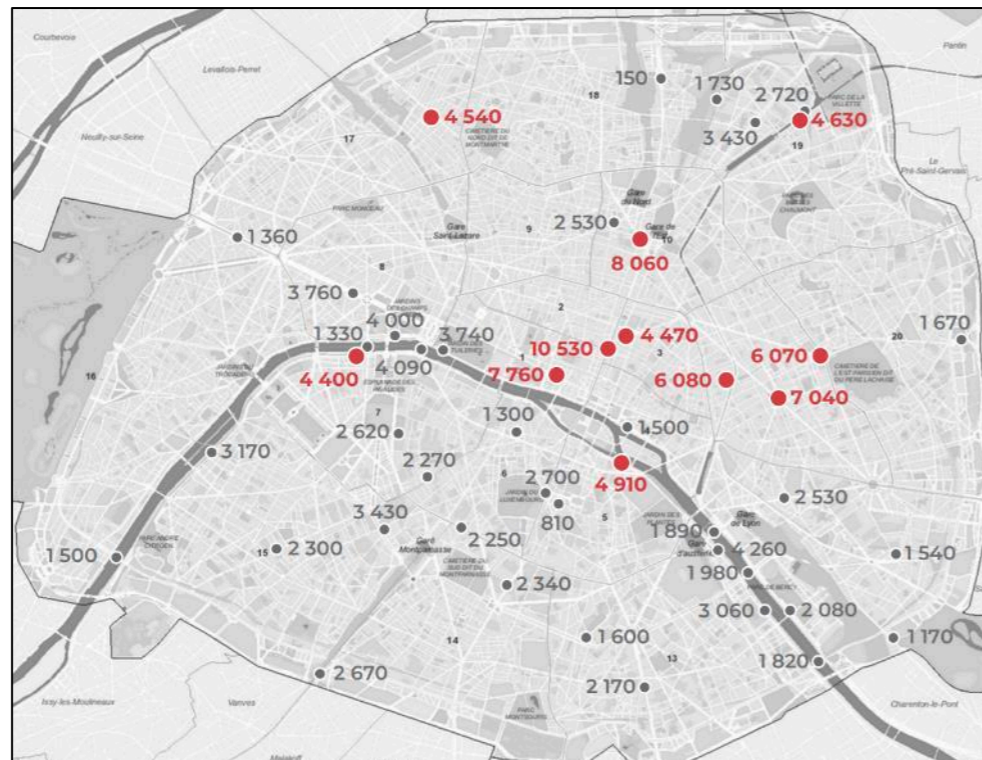


Figure 38 : Fréquentation des aménagements cyclables (en moyenne jour ouvrable) – Ville de Paris, DVD, 2021

Desserte cyclable

Le réseau cyclable se structure comme le réseau viaire automobile, via les grands axes haussmanniens, complétés par un réseau secondaire de voies de distribution et de voies de desserte. De nombreuses voies de desserte à sens unique assurent également la continuité cyclable avec l'autorisation des doubles-sens cyclables. Il existe cependant quelques discontinuités dans le secteur, notamment à l'ouest ou encore dans le quartier du Marais (manque d'aménagements dédiés).

De plus, la grande majorité de la zone est située à moins de 15 minutes à vélo du centre de la ZTL, notamment grâce à un réseau cyclable structuré et performant sur les grands axes.

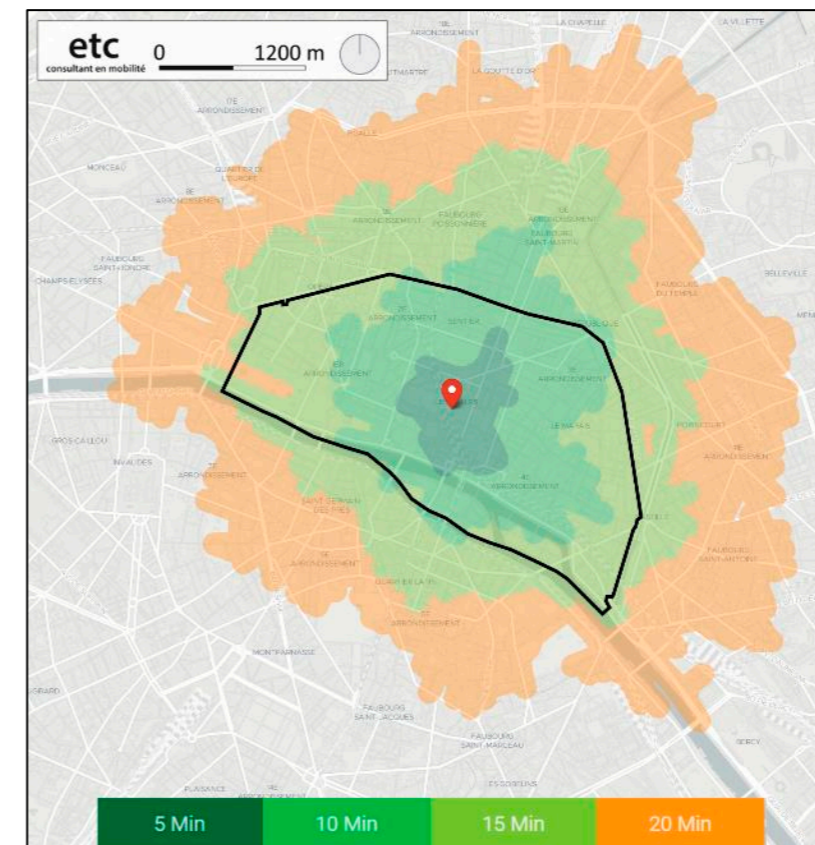


Figure 39 : Plan des isochrones au départ des Halles en vélo – Targomo.com

LES NOUVELLES MOBILITÉS

Covoiturage

La Ville ne propose pas de service public local de covoiturage. Il revient à Ile-de-France Mobilités d'organiser de tels services. Depuis 2019, Ile-de-France Mobilités encourage le covoiturage métropolitain du quotidien par différents moyens : indemnité kilométrique par trajet pour les conducteurs, 2 trajets offerts pour les usagers abonnés Navigo dans la limite de 30 km par trajet, visibilité des offres de covoiturage métropolitain via l'application IDFM. Les usagers du covoiturage utilisent de nombreux services privés (Blablacar Daily, Karos, Klaxit, etc.) ou leur réseau de connaissance.

Selon IDF Mobilités, près de 96 000 trajets de covoiturage ont été effectués en septembre 2021⁴.

Flottes partagées

Les vélos partagés

Créé en 2007, Vélib' Métropole est l'un des premiers services de vélos partagés dans le monde. Vélib' s'inscrit dans le prolongement de la politique de la Ville de Paris en matière de modes de transport doux et actifs.

Le 12 avril 2017, le groupement Smovengo s'est vu attribuer par le Syndicat mixte Autolib' et Vélib' Métropole le marché de fourniture et d'entretien des Vélib'. Ce marché public est fixé pour une durée de 15 ans, à partir du 1^{er} janvier 2018. Le système Vélib' est alors devenu métropolitain et s'étend depuis sur un périmètre plus important.

Près de 1 400 stations sont disponibles 24h/24 et 7j/7 dans Paris et en Ile-de-France avec 20 000 vélos, dont 40% à assistance électrique. Le service a enregistré en septembre 2020 5,5 millions de trajets.

⁴ Communiqué de presse IDFM le 22/10/2021 « Le covoiturage avec Ile-de-France Mobilités, une solution économique pour ne plus prendre sa voiture ».

Les stations Vélib' sont distantes de 300 mètres environ. Elles sont constituées d'une borne et de points d'attache pour les vélos.

Le service est accessible par le biais d'abonnements :

- V-Libre pour 0€/mois, dédié aux utilisateurs occasionnels, sans abonnement et avec paiement dès la première minute ;
- V-Plus pour 3,10€/mois avec engagement sur 12 mois, dédié aux utilisateurs réguliers (plus de 4 trajets par mois), avec 30 minutes en Vélib' mécanique inclus et la fonction « minutes bonus » activée ;
- V-Max pour 8,30€/mois avec engagement sur 12 mois, inclus le tout de Vélib' (mécanique et électrique), 60 minutes en Vélib' mécanique, 45 minutes en Vélib' électrique et la fonction « minutes bonus » activée.

Le service propose également des pass temporaires :

- Tickets-V à 3€ : un trajet en Vélib' au choix, inclus 45 minutes ;
- Pass 24h classique à 5€ : 24h à Vélib' (électrique en supplément), inclus 30 minutes en Vélib' mécanique, location jusqu'à 5 vélos simultanément ;
- Pass 24h électrique à 10€ : 24h à Vélib' (électrique inclus), inclus 60 minutes en Vélib' mécanique, 45 minutes en Vélib' électrique, location jusqu'à 5 vélos simultanément ;
- Pass 3 jours à 20€ : 72h à Vélib' (électrique inclus), inclus 60 minutes en Vélib' mécanique, 45 minutes en Vélib' électrique, location jusqu'à 5 vélos simultanément.

Le tarif de Vélib' en fait un service grand public accessible au plus grand nombre.

De nombreuses stations Vélib' (**environ 70**) sont installées sur ou à proximité immédiate du secteur du projet (cf. carte ci-dessous).

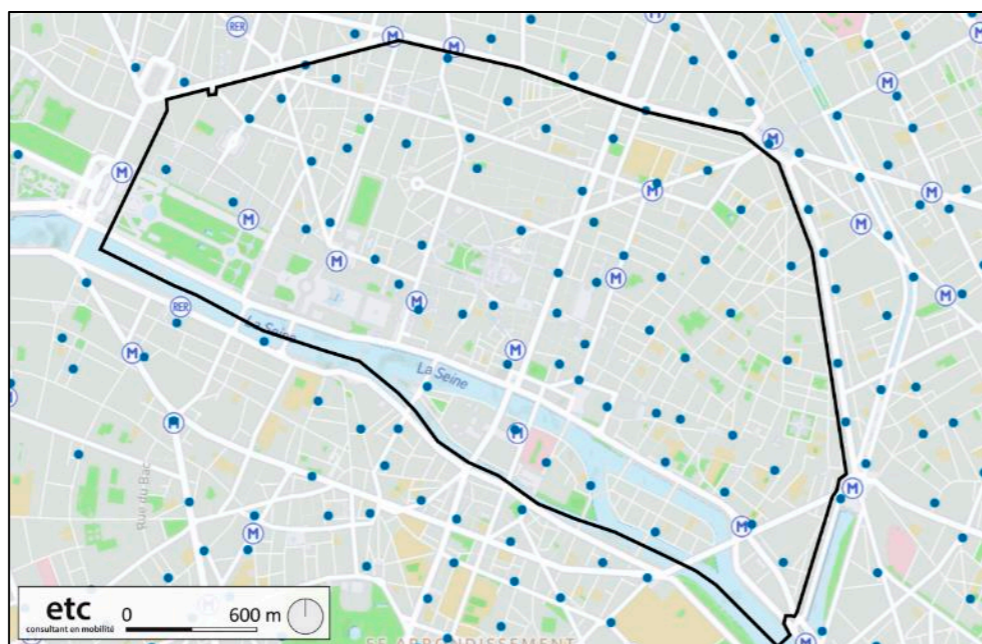


Figure 40 : Plan de la localisation dans la ZTL des stations Vélib' – Plan interactif, Vélib' Métropole

L'autopartage et les scooters partagés

La Ville de Paris accompagne depuis plusieurs années le développement des offres de véhicules partagés.

On peut distinguer 2 types de dispositifs partagés en fonction des usages :

- Les offres dites en trace directe ou freefloating, avec ou sans station, comme alternative aux transports en commun pour des trajets quotidiens ;
- Les offres dites en boucle : comme alternative au véhicule personnel.

Les offres dites en trace directe ou freefloating, avec ou sans station

L'autopartage en trace directe est proposé par deux opérateurs sur Paris :

- Zity,
- Free2Move.

Les conditions de location sont à voir directement avec les opérateurs qui doivent opérer en conformité avec le règlement de la Ville.

Pour les scooters, les opérateurs sont les suivants :

- Troopy,
- Cityscoot,
- Yego,
- Cooltra.

Les principes de fonctionnement des services sont les mêmes que ceux pour l'autopartage en trace directe.

Les offres dites en boucle

Pour les offres dites en boucle, l'autopartage se caractérise par des emplacements réservés. Mobilib' est géré par 3 opérateurs (Communauto, Getaround et UbeeQo), qui proposent chacun des véhicules propres et peu énergivores pour réaliser des trajets nécessitant d'une voiture personnelle. La Ville met notamment des places de stationnement à destination des opérateurs, suite à un appel à candidatures, pour Mobilib'.

Mobilib' propose également des véhicules utilitaires électriques à destination des professionnels comme des particuliers. Ceux-ci sont gérés par l'opérateur Clem'.

Comme présenté sur la carte ci-dessous, notre secteur d'étude dispose de stations de l'opérateur UbeeQo pour les voitures (**au nombre de 13, dont 8 avec bornes**), ainsi que des stations Clem' (**au nombre de 10**), Communauto (**au nombre de 3**) et Getaround (**au nombre de 5**).

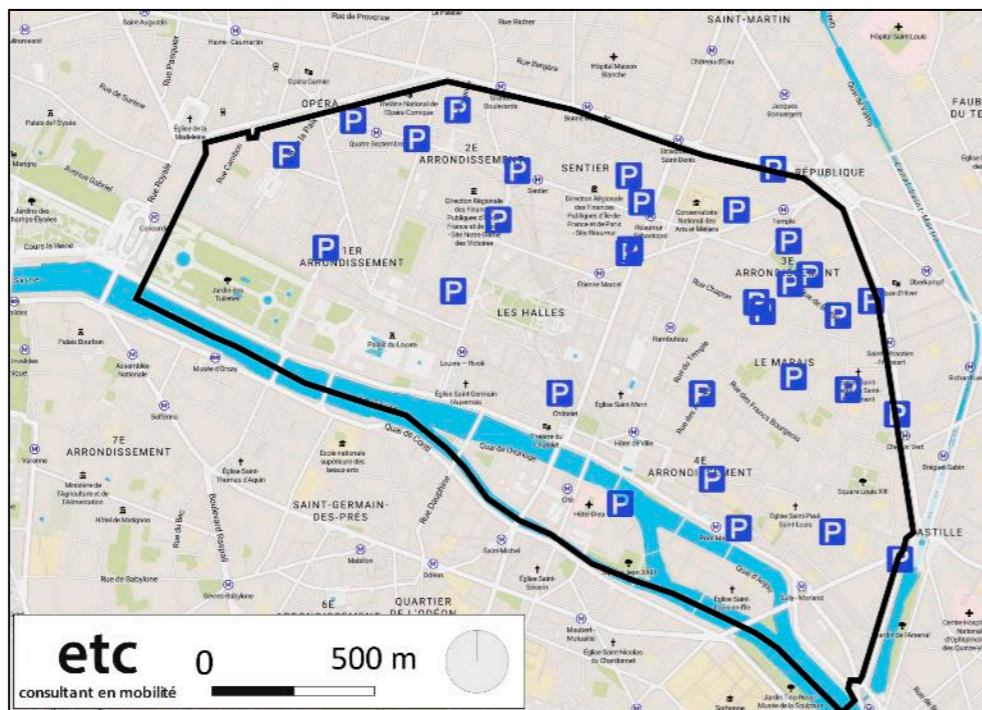


Figure 41 : Plan de la localisation dans la ZTL des stations Mobilib' – Open Data Paris, 2022

Les trottinettes

Les trois opérateurs qui ont été retenus dans le cadre de l'appel à candidature lancé par la Ville de Paris sont les suivants :

- Dott,
- Lime,
- TIER.

Chaque opérateur doit, dans le cadre d'une convention d'occupation de l'espace public, déployer 5 000 engins au maximum dans la capitale, moyennant une redevance.

Bornes électriques

Comme le montre la carte ci-dessous, il existe actuellement un grand nombre de stations de recharge pour voitures électriques sur le secteur d'étude (**40 stations**), réparties uniformément sur toute la zone (hors secteur est).

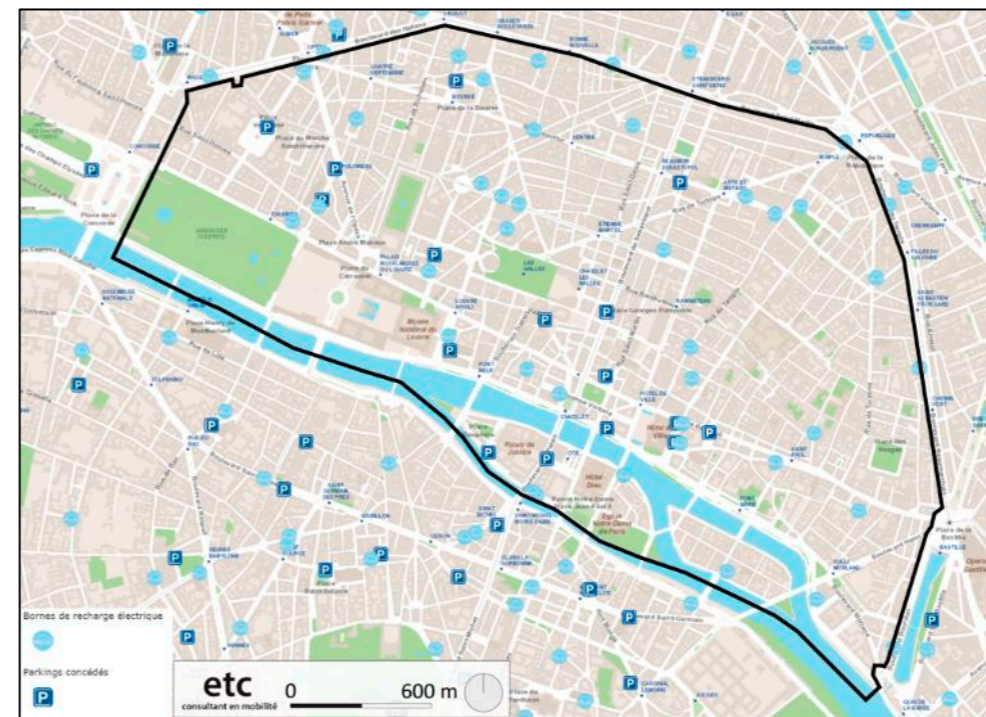


Figure 42 : Plan de la localisation des bornes de recharge pour voitures électriques – Ville de Paris, 2022

Les bornes de recharge pour véhicules électriques sont gérées par le réseau public parisien BéliB', opéré par Total Marketing France (TMF), qui a remporté en 2019 l'appel d'offres lancé par la Ville de Paris sur la « concession de service relative à la fourniture, installation et exploitation technique et commerciale de bornes de recharge pour véhicule électrique à Paris et dépose d'anciennes bornes de recharge », soit un marché de 10 ans et de 100

millions d'euros (source : Grand Paris Métropole, 18 juin 2020). Ce réseau est déployé depuis mars 2021 et comprendra à terme 433 stations.

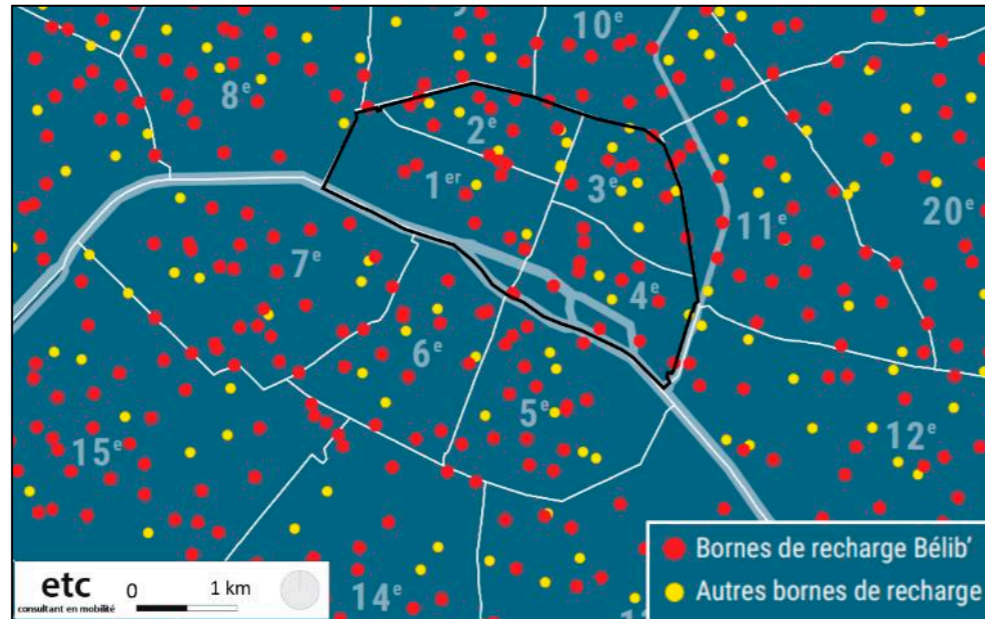


Figure 43 : Plan de la localisation des bornes de recharge – Apur, juin 2022

Des bornes de recharge rapide sont proposées dans certains dans certains parcs concédés, tel que le Parking SAGS Lobau, rue Lobau dans le 4^{ème} arrondissement de Paris. 7 emplacements de recharge rapide d'une puissance de 50 kW y sont installés, dont un réservé pour les personnes à mobilité réduite.

À horizon 2025, dix hubs de recharge rapide sont prévus dans les parkings parisiens.

LES TRANSPORTS EN COMMUN – DESSERTE FERROVIAIRE ET PAR BUS

Lignes de bus

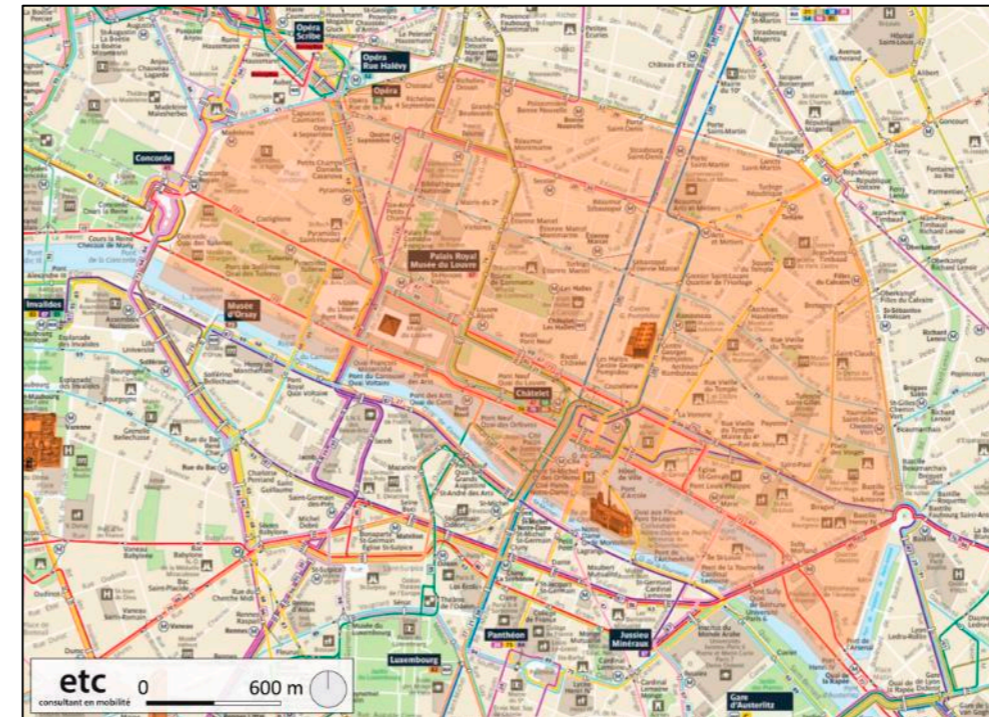


Figure 44 : Plan desserte en bus – RATP, janvier 2022

- **De jour**

Le secteur d'étude et sa périphérie sont desservis par plusieurs lignes de bus gérées par la RATP, toutes accessibles aux personnes à mobilité réduite et circulant toutes le weekend et en soirée.

Le réseau de bus présente plusieurs points importants, avec le passage ou le terminus de nombreuses lignes de bus, au sein du secteur du projet et de ses secteurs périphériques :

- Châtelet – Hôtel de Ville (lignes de métro 1, 4, 7, 11, 14) : les lignes de bus 21, 38, 67, 69, 72 et 96 y passent, les lignes 47, 58, 70, 74, 76 et 85 y terminent ;
- Bastille (lignes de métro 1, 5, 8) : les lignes de bus 29, 69, 76, 86, 87 et 91 y passent ;
- Opéra (lignes de métro 3, 7, 8, ligne A du RER) : les lignes de bus 20, 21, 27, 29, 32, 45, 68 et 95 y passent, et les lignes 52, 66 ainsi que le RoissyBus (liaison directe vers l'aéroport Charles de Gaulle) y terminent ;
- Concorde (lignes 1, 8, 12 du métro) : les lignes de bus 42, 45, 72, 73, 84 et 94 y passent.

Le réseau de bus permet de relier le secteur d'étude aux arrondissements extérieurs de Paris, et notamment aux différentes portes de Paris. Certaines lignes traversent quant à elles les limites de Paris intramuros et se terminent en banlieue proche.

De plus, dans le périmètre de la ZTL, le réseau de bus est en connexion avec plusieurs lignes de métro :

- À Châtelet – Hôtel de Ville, lignes de métro 1, 4, 7, 11, 14;
- À Bastille, lignes de métro 1, 5, 8;
- À Opéra, lignes de métro 3, 7, 8, et de la ligne A du RER ;
- À Concorde, lignes 1, 8, 12 du métro.

Le détail des lignes desservant le secteur d'étude est disponible en annexe (source RATP, janvier 2022).

- **De nuit**

Pour répondre aux nouvelles exigences de mobilité des Franciliens, la région Ile-de-France et Ile-de-France Mobilités ont mis à disposition des Franciliens le service de bus nocturne Noctilien.

Ce réseau compte 48 lignes de bus qui circulent entre 00h30 et 05h30 environ, soit entre la fermeture et l'ouverture des réseaux ferrés de jour.

Exploité par la RATP et la SNCF, ce service de bus nocturne est organisé autour de 5 grandes stations de correspondance dans Paris :

- Paris Gare Saint Lazare,

- Paris Gare de l'Est,
- Paris Châtelet – qui se trouve dans le périmètre de la ZTL,
- Paris Gare Montparnasse,
- Paris Gare de Lyon.

Elles sont reliées entre elles par des bus d'où partent ou d'où passent des lignes vers l'Ile-de-France.

Les lignes de Noctilien présentes sur le secteur d'étude sont celles qui transitent par Châtelet, en plus des deux lignes circulaires. Ces lignes fonctionnent toutes chaque soir, du lundi au dimanche, ainsi que les jours fériés. **Le détail de ces lignes est disponible en annexe (source RATP, janvier 2021).**

Dans le secteur de la ZTL, le nombre important d'arrêts de bus et de métro permet aux piétons d'accéder à un arrêt de bus ou une station de métro en moins de 5 minutes, quel que soit le point de la zone. L'Ile Saint-Louis, malgré la présence de la ligne 67 dans un seul sens, est desservie par la ligne 7 au nord, en moins de 10 minutes. Le Marais, malgré l'absence de métro à l'intérieur du quartier, est desservi par la ligne 1 au sud (Saint-Paul), la ligne 11 à l'ouest (Rambuteau), et la ligne 8 à l'est (Chemin Vert et Saint-Sébastien – Froissart), en moins de 10 minutes. Les lignes de bus 29, 75 et 96 permettent également d'y accéder.

En 2019, 2020 et 2021, parmi les 10 lignes de bus les plus fréquentées, 3 lignes passent à travers la ZTL : les lignes 38 (Porte d'Orléans/Porte de la Chapelle), 91 (Gare Montparnasse 2 - TGV / Gare du Nord) et 95 (Porte de Vanves / Porte de Montmartre). Cela représente respectivement 22 773 voyageurs en moyenne journalière – hors vacances scolaires –, 22 139 voyageurs et 18 811 voyageurs (source : bilan des déplacements 2021, Ville de Paris).

Nom de la ligne	Exploitant	Terminus	Accessibilité aux deux directions à moins de 500 m	Heure de pointe (HP) de semaine		Fréquence en HP		Fréquence hors HP		Soirée	Montées
				Matin	Soir	Semaine	Weekend	Semaine	Weekend		
20	RATP	Porte des Lilas / Levallois - Louison Bobet	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	8 min	10 à 15 min	9 à 20 min	10 à 20 min	Oui	6810
21	RATP	Stade Charléty / Porte de Saint-Ouen - Hôpital Bichat	Oui	7h - 10h	16h - 19h	7 min	8 à 14 min	7 à 15 min	8 à 20 min	Oui	10190
27	RATP	Gare Saint-Lazare / Porte d'Ivry	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	2 à 8 min	7 à 14 min	3 à 20 min	6 à 20 min	Oui	16632
29	RATP	Gare Saint-Lazare / Porte de Montempoivre	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	7 à 10 min	9 à 18 min	6 à 15 min	8 à 29 min	Oui	6103
32	RATP	Gare de l'Est / Porte d'Auteuil	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	10 min	12 à 20 min	10 à 20 min	13 à 25 min	Oui	4463
38	RATP	Porte d'Orléans / Porte de la Chapelle	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	4 à 5 min	5 à 10 min	4 à 15 min	5 à 20 min	Oui	22839
39	RATP	Gare du Nord / Issy - Frères Voisin	Oui	7h - 9h	16h - 20h	10 à 12 min	12 à 20 min	11 à 20 min	10 à 20 min	Oui	6111
42	RATP	Gare Saint-Lazare / Boulogne Ile Seguin	Oui	7h - 8h	16h - 20h	8 à 9 min	10 à 20 min	10 à 20 min	10 à 20 min	Oui	5653
45	RATP	Concorde / Aubervilliers - France-Asie	Oui	7h - 10h	16h - 19h	9 à 10 min	10 à 20 min	10 à 20 min	10 à 20 min	Oui	
47	RATP	Châtelet / Fort du Kremlin-Bicêtre	Oui	7h - 9h	16h - 19h30	5 à 7 min	9 à 15 min	5 à 20 min	8 à 20 min	Oui	14597
52	RATP	Opéra / Parc de Saint-Cloud	Oui	7h30 - 13h30	17h - 20h	9 à 10 min	9 à 13 min	9 à 17 min	10 à 22 min	Oui*	7611
56	RATP	Porte de Clignancourt / Château de Vincennes	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	11 à 17 min	11 à 20 min	11 à 20 min	11 à 20 min	Oui	6368
58	RATP	Châtelet / Vanves - Lycée Michelet	Oui	8h - 10h	12h - 20h	5 à 9 min	7 à 25 min	8 à 21 min	13 à 30 min	Oui	2493
63	RATP	Gare de Lyon / Porte de la Muette	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	5 à 10 min	5 à 13 min	6 à 20 min	7 à 20 min	Oui	9330
67	RATP	Palais Royal - Musée du Louvre / Stade Charléty	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	10 à 13 min	10 à 20 min	10 à 15 min	10 à 24 min	Oui	3927
68	RATP	Place de Clichy / Châtillon-Montrouge	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	6 à 8 min	5 à 16 min	6 à 20 min	6 à 20 min	Oui	3597
69	RATP	Champ de Mars / Gambetta	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	3 à 12 min	7 à 13 min	5 à 20 min	4 à 20 min	Oui	5737
70	RATP	Suresnes - De Gaulle / Hôtel de Ville	Oui	7h - 9h	13h - 19h	8 à 12 min	7 à 20 min	8 à 20 min	9 à 20 min	Oui	7341

72	RATP	Gare de Lyon / Parc de Saint-Cloud	Oui	7h - 9h	16h - 20h	7 à 11 min	7 à 22 min	8 à 20 min	8 à 22 min	Oui	11571
73	RATP	La Garenne-Colombes - Charlebourg / Musée d'Orsay	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	13 à 17 min	12 à 17 min	14 à 20 min	12 à 20 min	Oui	1080
74	RATP	Châtelet / Clichy - Berges de Seine	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	6 à 7 min	7 à 22 min	6 à 20 min	7 à 20 min	Oui	6040
75	RATP	Panthéon / Porte de Pantin	Oui	7h15 - 12h	16h - 20h	7 à 10 min	9 à 20 min	8 à 20 min	10 à 20 min	Oui	5751
76	RATP	Châtelet / Bagnolet - Louise Michel	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	7 à 10 min	7 à 15 min	7 à 20 min	7 à 20 min	Oui	8792
84	RATP	Panthéon / Levallois - Alsace	Oui	7h - 10h	16h - 19h	9 à 10 min	13 à 25 min	9 à 20 min	12 à 20 min	Oui	3074
85	RATP	Châtelet / Saint-Ouen - Les Docks	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	8 à 10 min	8 à 19 min	8 à 20 min	8 à 25 min	Oui	5913
86	RATP	Champ de Mars / Saint-Mandé - Demi-Lune - Parc Zoologique	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	6 à 14 min	10 à 15 min	6 à 25 min	10 à 30 min	Oui	12296
87	RATP	Invalides / Porte de Reuilly	Oui	7h - 10h	17h45 - 22h	10 à 12 min	12 à 15 min	10 à 15 min	11 à 20 min	Oui	4007
89	RATP	Porte de France - Gare de Vanves-Malakoff	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	6 à 14 min	7 à 23 min	6 à 15 min	7 à 21 min	Oui	2547
91	RATP	Gare Montparnasse 2 - TGV / Gare du Nord	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	3 à 6 min	4 à 12 min	4 à 15 min	5 à 15 min	Oui	20792
94	RATP	Gare Montparnasse / Pont de Levallois	Oui	7h - 10h	16h - 19h	11 à 12 min	14 à 18 min	11 à 17 min	12 à 23 min	Oui	3044
95	RATP	Porte de Vanves / Porte de Montmartre	Oui	7h - 10h	16h - 19h	8 à 15 min	8 à 17 min	10 à 25 min	11 à 30 min	Oui	13080
96	RATP	Gare Montparnasse / Porte des Lilas	Oui	7h - 8h15	17h45 - 19h30	4 à 6 min	5 à 11 min	4 à 15 min	5 à 15 min	Oui	14278

Figure 45 : Lignes de bus de jour desservant le périmètre de la ZTL – ETC

Réseau ferré



Figure 46 : Plan desserte en RER et métro – RATP, janvier 2022

- Réseau Express Régional (RER)

La station Châtelet - Les Halles est la seule station de RER présente au sein de notre secteur d'étude. Elle offre une correspondance avec 5 lignes de métro, ce qui fait de cette station un grand pôle d'échanges. Elle accueille également les lignes de RER A, B et D, **dont le détail est disponible en annexe.**

De plus, la station Auber du RER A se situe à proximité du secteur d'étude, en correspondance avec la station de métro Opéra, au nord-ouest de la ZTL. Un tunnel souterrain permet d'accéder à la dernière ligne de RER, la ligne E, à la station Haussmann - Saint-Lazare.

En 2019, 2020 et 2021, parmi les 10 gares de RER les plus fréquentées, une gare se situe dans la ZTL : Châtelet – Les Halles avec 24,1 millions de voyageurs entrant dans la station

(non compris les voyageurs en correspondance). Une gare se situe en proximité immédiate du secteur d'étude : Auber (avec 6,5 millions de voyageurs entrant dans la station (non compris les voyageurs en correspondance) (source : bilan des déplacements 2021, Ville de Paris).

La station Saint-Michel (au sud de l'Île de la Cité) se situe également à proximité du secteur d'étude. Elle offre une correspondance avec la ligne de RER B ainsi qu'avec les lignes de métro 4 et 10.

Enfin, la station Musée d'Orsay du RER C, située sur les quais Rive Gauche, au sud du Musée du Louvre, offre des correspondances avec les lignes 8 et 13 du métro, à la station Invalides.

- Métro

La future ZTL est desservie par 11 des 16 lignes du réseau métropolitain de Paris. Sur ces 11 lignes, 6 d'entre-elles pénètrent à l'intérieur de la zone : 1, 3, 4, 7, 11 et 14 (**détail disponible en annexe**).

Quatre autres lignes desservent la périphérie de la future ZTL : 5, 8, 9 et 12 (**détail disponible en annexe**).

Station	Ligne(s)					Nombre de validations
ARTS ET MÉTIERS	3		11			10 038
AUBER	A					17 689
BASTILLE	1	5	8			29 016
BONNE NOUVELLE	8		9			12 255
BOURSE	3					8 676
CHÂTELET	1	4	7	11	14	27 575
CHÂTELET-LES HALLES	A		B		D	88 762
PÔLE CHÂTELET - LES HALLES						156 955
CHEMIN VERT	8					3 920
CITÉ	4					3 213
CONCORDE	1	8		12		11 888
ÉTIENNE-MARCEL	4					5 902
FILLES DU CALVAIRE	8					4 098
GRANDS BOULEVARDS (RUE MONTMARTRE)	8		9			16 943
HÔTEL DE VILLE	1		11			25 450
LES HALLES	4					40 618
LOUVRE-RIVOLI	1					6 664
MADELEINE	8	12		14		21 402
OPÉRA	3	7	8			21 600
PALAIS ROYAL-MUSÉE DU LOUVRE	1		7			16 824
PONT-MARIE (CITÉ DES ARTS)	7					3 707
PONT-NEUF (LA MONNAIE)	7					3 712
PYRAMIDES	7		14			16 104
QUATRE SEPTEMBRE	3					5 438
RAMBUTEAU	11					7 971
RÉAUMUR-SÉBASTOPOL	3		4			14 758
RÉPUBLIQUE	3	5	8	9	11	42 318
RICHELIEU-DROUOT	8		9			14 335
SAINT-MICHEL	4					13 219
SAINT-MICHEL NOTRE DAME / CLUNY - LA SORBONNE	10		B		C	23 831
PÔLE SAINT-MICHEL						37 050
SAINT-PAUL (LE MARAIS)	1					15 628
SAINT-SÉBASTIEN FROISSART	8					4 599
SENTIER	3					9 760
STRASBOURG-SAINT-DENIS	4	8		9		24 040
SULLY-MORLAND	7					4 362
TEMPLE	3					3 455
TUILERIES	1					7 181
TOTAL						586 951

Figure 47 : Nombre de validations journalières (jour ouvré) sur les stations de métro et de RER dans le périmètre ZTL – ETC d'après les données d'IDF Mobilités, 2021

Accessibilité au reste de la Région Ile-de-France en transports en commun depuis le site du projet

3 lignes de RER (avec 3 stations), 10 lignes de métro (avec 33 stations) et 44 lignes de bus (dont 31 en journée) desservent le secteur du projet.

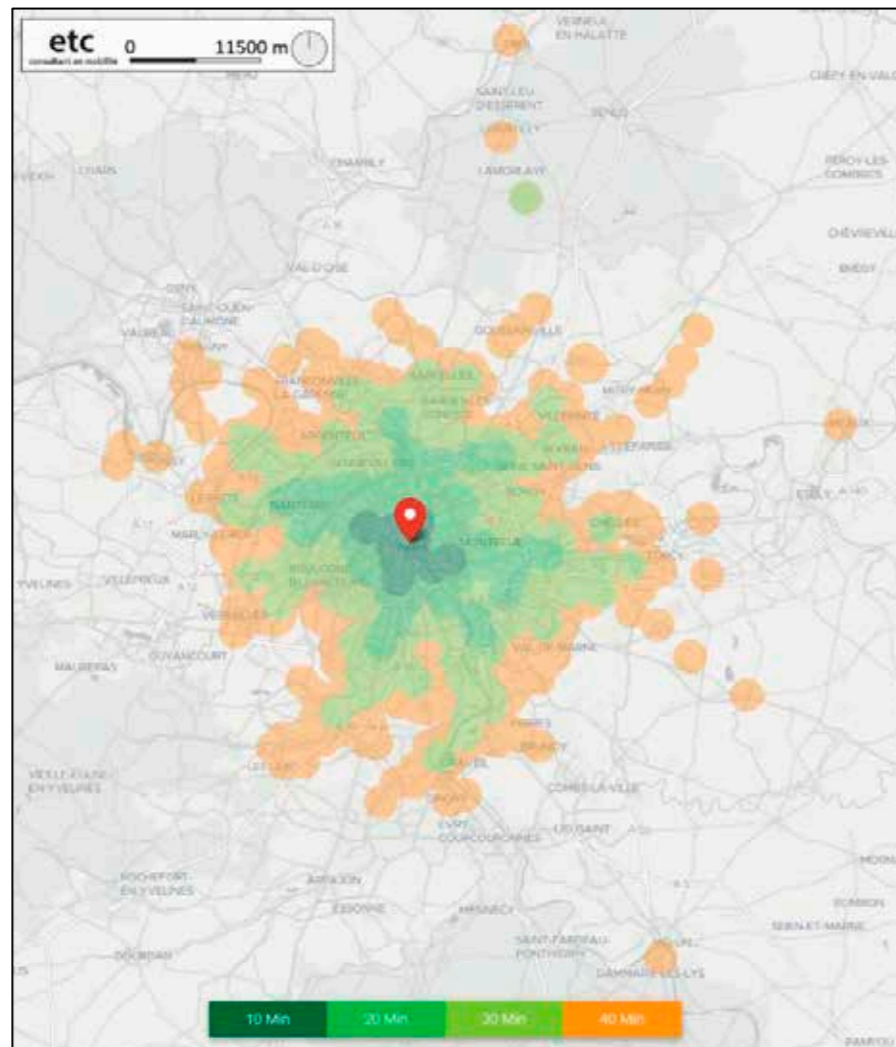


Figure 48 : Plan des isochrones au départ de Châtelet-les-Halles en TC – Targomo.com

Les lignes de RER permettent de desservir la petite et grande couronne, avec des terminus éloignés de Paris et des vitesses de déplacement plus élevées que le métro. Cela permet d'atteindre des villes éloignées de Paris en un temps inférieur à 40 minutes.

Le réseau de métro parisien est très dense, avec la majorité de la population parisienne ayant accès à une station de métro à moins de 400 mètres. Ainsi, la présence de 11 lignes de métro au sein de la zone d'étude garantit un temps de trajet efficace vers tout point de la ville. L'entièreté de la zone d'étude est à moins de 20 minutes du pôle de Châtelet-les-Halles. La majorité de la ville est accessible en 20 minutes en transports en commun depuis Châtelet-les-Halles, ainsi que quelques points de la petite couronne, tels que La Défense (RER A) ou encore la ville de Saint-Denis (RER B et D).

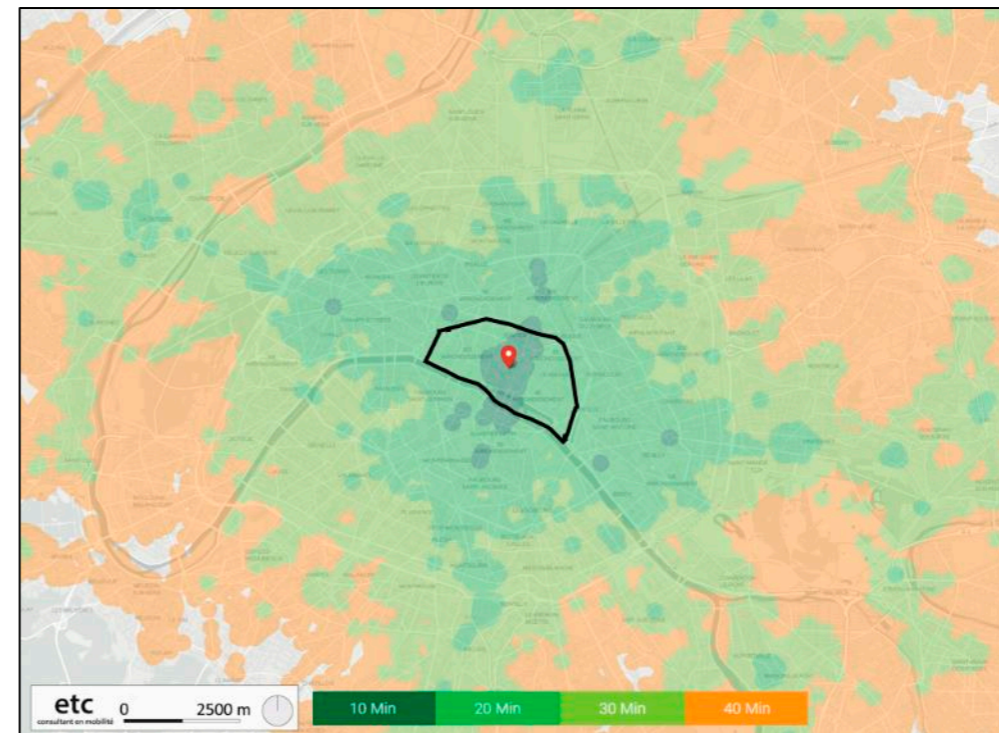


Figure 49 : Plan des isochrones (zoom) au départ de Châtelet-les-Halles en TC – Targomo.com

Les lignes de métro et de RER seront bientôt connectées à l'entièreté de la petite couronne grâce au Grand Paris Express, notamment la ligne 15 sud, qui sera horizon 2025 en

correspondance avec plusieurs métros et RER du secteur d'étude (RER A, B et D ; lignes 4, 7, 8, 9, 12 et 14 du métro). Le reste du réseau du Grand Paris Express, qui ouvrira plus tard (horizon 2030), permettra de desservir le reste de la petite couronne. Il devrait également permettre de décharger les tronçons centraux des RER A et B en facilitant les trajets de banlieue à banlieue.

Le réseau de bus est orienté vers les arrondissements extérieurs de Paris ainsi que vers les villes limitrophes de la proche banlieue. Le nombre important de lignes de bus au centre de Paris permet d'accéder à une majorité de quartiers parisiens sans le moindre changement, ce qui est notamment souhaitable pour les personnes à mobilité réduite, qui ne peuvent pas prendre le métro (hors ligne 14) en raison de leur non-accessibilité.

Le secteur d'étude bénéficie donc d'une très bonne desserte par tous les modes de transport en commun.

LES TAXIS ET LES VTC

Les taxis

Selon la Ville de Paris et la DVD (Bilan des déplacements, 2021), **18 524 licences de taxis** sont comptabilisées à Paris. Ils représentent 5% de la circulation parisienne (selon les résultats de l'enquête de composition du trafic di 19 au 21 novembre 2019).

10 stations de taxis sont situées sur notre secteur d'étude, contre 392 sur le territoire parisien (dont 120 stations principales, 259 stations secondaires et 13 stations en gare ferroviaire).

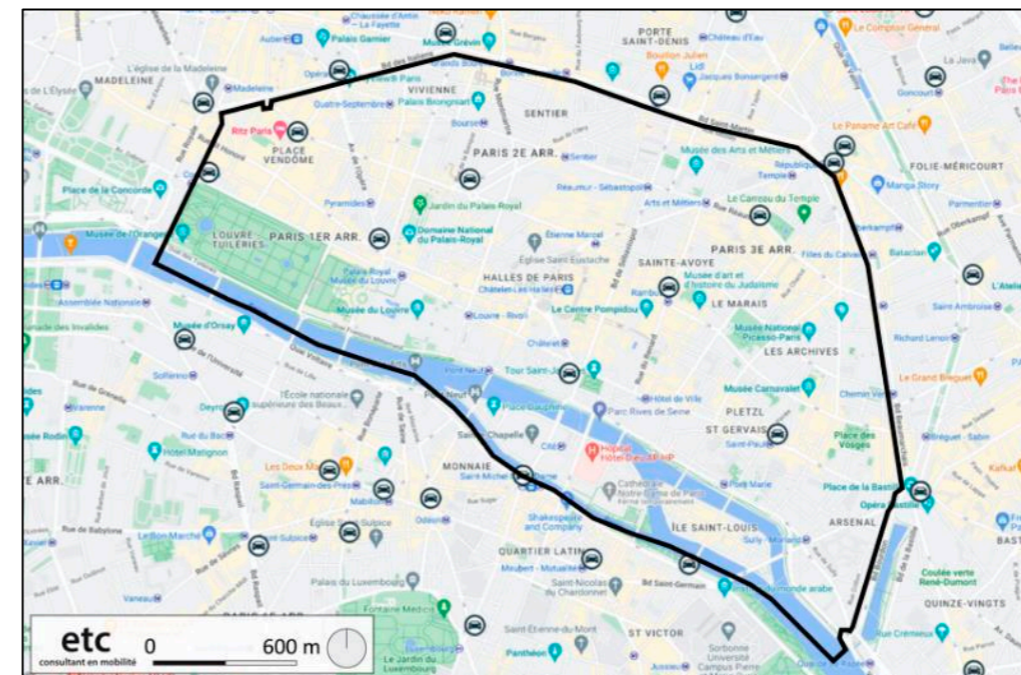


Figure 50 : Plan de la localisation des stations de taxis – Taxis Paris, 2022

Selon le Syndicat professionnel des centraux radio de taxis de Paris et de la région parisienne, la durée moyenne d'une course Paris-Paris entre 7h et 21 un jour ouvrable est

de 24,1 minutes en 2021 (vs 23,8 minutes en 2019). La distance moyenne parcourue est de 4,41 km en 2021 (vs 4,51 km en 2020).

De plus, plus de la moitié des courses effectuées relie Paris à Paris (52,6%). 21% des déplacements pratiqués par les touristes en Ile-de-France sont effectués en taxi (source : Ville de Paris, 2022).

Taxis conventionnés

Les taxis conventionnés sont reconnaissables grâce au logo bleu « Taxi conventionné - Organismes d'assurance maladie » qui figure sur la vitre arrière droite du taxi conventionné.

Plus de 3 500 taxis parisiens sont agréés par la CPAM.

Taxis adaptés

Les taxis adaptés sont des véhicules adaptés aux personnes handicapées. Il en existe environ 150 sur le territoire parisien.

Le dispositif est soumis au tarif réglementaire.

Les taxis PAM, adaptés aux personnes handicapées et à mobilité réduite, est disponible 7 jours sur 7, de 6 heures à minuit. Le service PAM 75 propose également des sorties culturelles et de loisirs, les "EscaPam", en partenariat avec l'association Viens je t'emmène. Le PAM 75 est le fruit d'un partenariat entre Ile-de-France Mobilités, le Conseil régional d'Ile-de-France et le Département de Paris.

Bornes d'appel taxis

La Ville de Paris a déployé depuis début 2020 de nouvelles bornes d'appel taxis. 60 emplacements ont été sélectionnés. **6 sont présents en bordure ou au sein du secteur d'étude.**

Les fonctionnalités sont inchangées par rapport aux anciens modèles. En effet, la borne peut recevoir des appels téléphoniques des usagers souhaitant commander un taxi en station :

- Soit via le numéro d'appel direct de la borne ;

- Soit via un numéro générique en sélectionnant l'arrondissement ; dans ce second cas, l'appel ira de borne en borne jusqu'à ce qu'un chauffeur en station réponde.

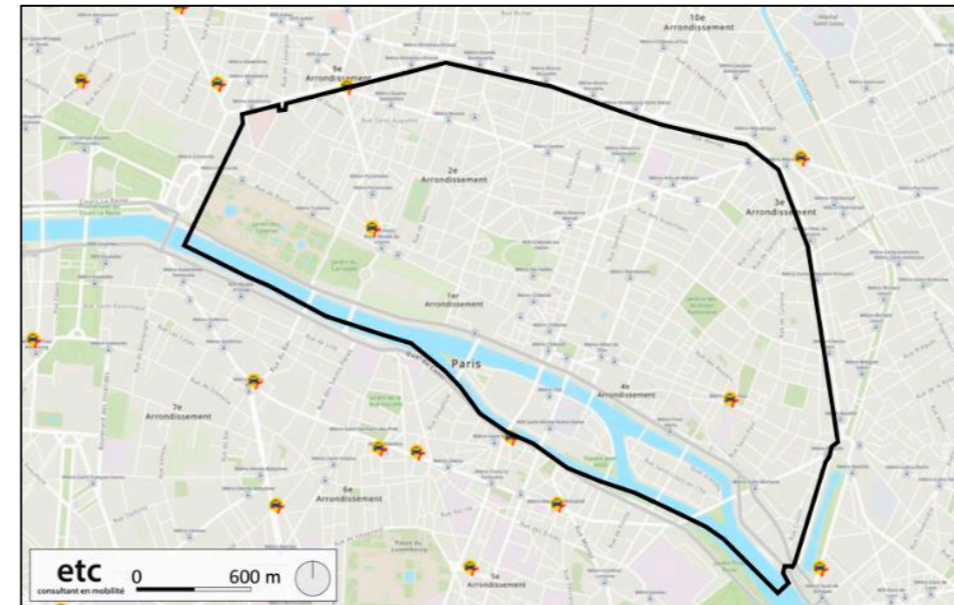


Figure 51 : Plan de la localisation des bornes d'appel taxis – Ville de Paris, 2022

Les VTC

Selon le registre des VTC du Gouvernement, on dénombrait 31 000 VTC en 2018 en Ile-de-France. Ce chiffre a connu une hausse de 197% entre 2016 et 2018.

Selon une enquête de 6t effectuée en 2016, ce service est surtout utilisé pour les déplacements de proximité. En effet, 48% des déplacements en VTC se font sur moins de 6

km et la moitié des déplacements en Uber sont internes à Paris et 91% des trajets ont Paris comme origine ou comme destination.

Les motifs principaux de déplacement sont les loisirs (40%) et les gares ou aéroports (19%).

Concernant les usages, l'enquête 6t indique que 61% des déplacements en VTC s'effectuent après 20h. 82% des déplacements en VTC ont pour origine ou pour destination le domicile de l'utilisateur. De plus, le taux d'occupation moyen d'un VTC est de 1,7 passagers.

LA MOBILITÉ TOURISTIQUE

Généralités

La mobilité touristique est particulièrement forte à Paris, du fait de son patrimoine et de sa fonction de capitale française.

Selon les données de l'Office du Tourisme et des Congrès de Paris, l'année 2019 a comptabilisé plus de 29 millions de visiteurs et 121 millions de nuitées, avec 26% des touristes qui sont des primo-visiteurs.

Concernant les motifs de déplacement des touristes, 1/3 est lié au tourisme d'affaires et 2/3 au tourisme de loisirs.

Les sites les plus visités en 2018 étaient la Cathédrale Notre-Dame de Paris (12 000 000 visiteurs), la Basilique du Sacré-Cœur (11 000 000) et le Musée du Louvre (10 105 962). **Au sein de la ZTL, les monuments les plus visités en 2018 étaient la Cathédrale Notre-Dame de Paris (12 000 000 visiteurs – 1^{er} rang), le Musée du Louvre (10 105 962 – 3^{ème} rang) et le Centre Pompidou – Musée National d'Art moderne (3 551 544 – 6^{ème} rang). Soit 3 des 6 monuments les plus visités.** Ces sites font notamment partie des sites classés au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Les magasins de luxe, les grandes enseignes (Saint-Laurent, Chanel, Christian Dior, etc.) ou les petits commerces présents au sein de la ZTL permettent aussi d'attirer des visiteurs.

L'emprise de la future ZTL correspond donc à un espace urbain varié et attractif, qui est un point de passage quasiment systématique des visiteurs, ce qui se confirme également par le nombre important d'hôtels situés dans le périmètre d'étude, des points d'arrivée des touristes nationaux et internationaux.

Afin de préparer l'avenir touristique de la capitale, la Ville de Paris s'est engagée dans une démarche active de valorisation d'un tourisme plus durable avec les « Assises du Tourisme Durable », lancées en juillet 2021. Elle est accompagnée dans cette démarche par l'Office du Tourisme et des Congrès la Ville de Paris, qui en est le « bras armé » en matière de promotion.

Ces Assises ont conduit à la réalisation d'un livre blanc détaillant des mesures pragmatiques favorables à un tourisme avec impacts positifs.

Pratiques de mobilités touristiques

Les pratiques de mobilité touristiques sont diversifiées (tourisme d'affaires, de loisirs, etc.).

Selon les données issues des enquêtes du Comité Régional du Tourisme (CRT), en matière de moyens de déplacement pour se rendre sur Paris en 2019, les touristes privilégient l'avion (45%), le train (31%) et la route (24,5%). L'utilisation de la voiture représente seulement 1 arrivée sur 5 à Paris (20%).

Concernant les pratiques de mobilité des touristes une fois arrivés en Ile-de-France, elles concernent principalement l'utilisation des transports en commun (notamment métro, RER et bus), du taxi et des trains grandes lignes. L'usage de la voiture individuelle reste négligeable (source – Panorama du Tourisme à Paris, 2019). Les enquêtes du CRT montrent que le RER et le métro constituent l'un des principaux modes de déplacement pour 63% des touristes.

De plus, les lignes touristiques sont fortement plébiscitées. Selon le livre blanc des Assises du Tourisme Durables (2021), « les usagers de lignes touristiques effectuent [en moyenne] deux arrêts par jour. Un peu moins de la moitié de ces arrêts est lié à la visite de monuments et lieux culturels, l'autre moitié à l'accès aux commerces non alimentaires et à des cafés et restaurants ».

Les deux lignes principales de bus touristiques (Big Bus et Tootbus Paris) proposent chacune des arrêts dans le secteur de la ZTL :

- Musée du Louvre ;
- Notre-Dame ;
- Opéra ;
- Concorde.

Le deuxième plus grand parking d'autocars de Paris se situe notamment dans le secteur de la ZTL, au niveau du Carrousel du Louvre **avec 71 places de stationnement.**

La ZTL est donc un lieu de passage quasiment systématique des touristes nationaux et internationaux.

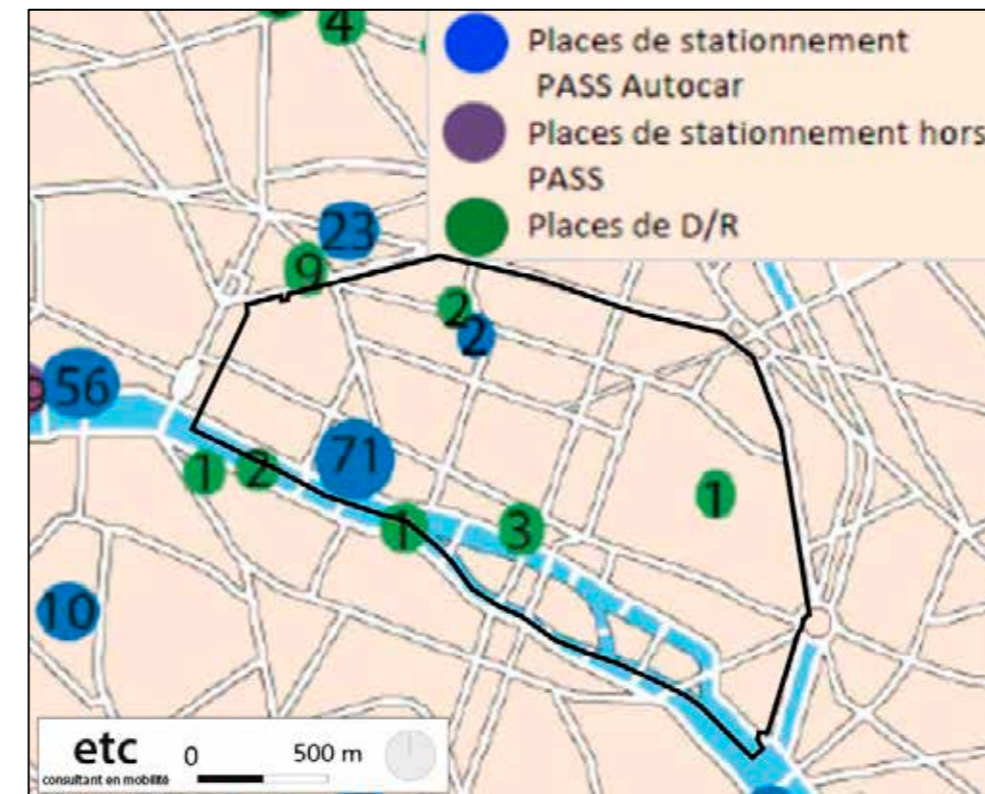


Figure 52 : Plan de la localisation du stationnement autocar – DVD, Ville de Paris, 2022

De plus, la quasi-totalité du trafic autocars se concentre dans les 8 premiers arrondissements, autour de l'axe Seine, avec notamment des points de fortes concentrations autour des sites de la ZTL suivants : place de la Concorde, Cathédrale Notre-Dame de Paris et Opéra.

La réduction des externalités négatives (engorgement de l'espace public, pollution de l'air, pollution sonore) de la mobilité autocar est un enjeu fort dans le périmètre ZTL.

Mobilité touristique fluviale

Selon le livre blanc des Assises du Tourisme Durable, « 127 bateaux [naviguent] sur la Seine, transportant 7,9 millions de passages par an [...]. Il s'agit de la 4^{ème} attraction touristique de la capitale ».

Deux types de navettes fluviales touristiques naviguent sur la Seine. Tout d'abord, le service Batobus qui est un service régulier de navettes fluviales et qui permet de rejoindre les Iles de la Cité et Saint-Louis dans le secteur de la ZTL. 764 000 passagers ont emprunté ce mode de transport en 2019 selon le livre blanc des Assises du Tourisme Durable.

Ce service propose 8 escales au fil de la Seine, dont 2 dans le secteur de la ZTL :

- Tour Eiffel, Port de la Bourdonnais (7e)
- Champs-Élysées, Port des Champs-Élysées (8e)
- Musée d'Orsay, Quai Solférino (7e)
- Louvre, Quai du Louvre (1er) – **secteur ZTL**
- Saint-Germain-des-Prés, Quai Malaquais (6e)
- Hôtel de Ville, Quai de l'Hôtel de Ville (4e) – **secteur ZTL**
- Notre Dame, Quai de Montebello (5e)
- Jardin des Plantes, Quai Saint-Bernard (5e)

Ensuite, le service de navettes fluviales régulier assuré sur la plus grande partie de l'année par deux opérateurs : Bateaux parisiens et Marina de Bercy. Ce service, au départ des ports de la Bourdonnais et de Suffren (à l'ouest), et du port de Bercy (à l'est), **dessert également le secteur de la ZTL avec l'île de la Cité et le quai des Orfèvres.**

Mobilité touristique cyclable

Quatre grands itinéraires cyclotouristiques nationaux ou transnationaux traversent Paris :

- La Scandibérique (EV3) qui offre 5 122 km de voies entre la Norvège et l'Espagne ;
- L'avenue verte London-Paris (V16) qui propose 470 km d'itinéraires cyclables depuis le parvis de Notre-Dame de Paris ;

- La véloroute La Seine à vélo (V33), reliant Paris au Havre, inaugurée en octobre 2020 et qui propose 420 km d'aménagements dédiés le long de la Seine ;
- La Véloscénie (V40) qui relie Paris au Mont-Saint-Michel sur 450 km.

Ces 4 grands itinéraires passent tous par le parvis de Notre-Dame de Paris, donc par la ZTL.

La mobilité touristique, dans sa globalité, est donc un enjeu majeur de la ZTL, du fait notamment de sa forte attractivité et surtout de la génération de flux importants.

LA MOBILITÉ LIÉE AUX ACTIVITÉS (HORS LOGISTIQUE)

Les déplacements liés aux activités (artisanat, commerces, etc.) dépendent fortement des véhicules motorisés pour la charge des marchandises, les livraisons, etc.

Selon la Chambre de commerce et d'industrie de Paris (source : 2021), 40 000 artisans fréquentent le périmètre de Paris Centre (source : SIRENE), et 44 900 véhicules professionnels circulent à Paris, dont 68% de camionnettes et de fourgons (les autres étant des voitures de tourisme). De plus, 15% du trafic dans Paris intramuros est constitué de véhicules utilitaires, sachant que les secteurs du commerce et du bâtiment sont les secteurs les plus utilisateurs de véhicules motorisés. Ces usagers sont confrontés à des problèmes de stationnement, et de verbalisations fréquentes.

Dans le centre de Paris, la part modale de la voiture pour les motifs de déplacement liés aux achats est très limitée : 5% à Paris Centre. Pour les achats occasionnels (livres, vêtements, électroménager, musique, meubles etc.), elle est également faible (6% à Paris Centre) (source : EGT 2010).

Une étude du CEREMA de 2019, menée à partir des données issues des enquêtes ménages-déplacements, montre que 74% des clients des commerces de centre-ville dans les grandes agglomérations s'y rendent à pied, à vélo ou en transports en commun. Dans les grandes agglomérations métropolitaines, 64% des clients des petits et moyens commerces de centre-ville s'y rendent à pied et dans une moindre mesure à vélo, 10% en transports en commun, et seulement 24% en voiture.

⁵ <https://blogs.alternatives-economiques.fr/chassignet/2021/12/16/mobilite-vers-les-commerces-de-centre-ville-5-enseignements-issus-d-une-enquete-menee-a-lille>

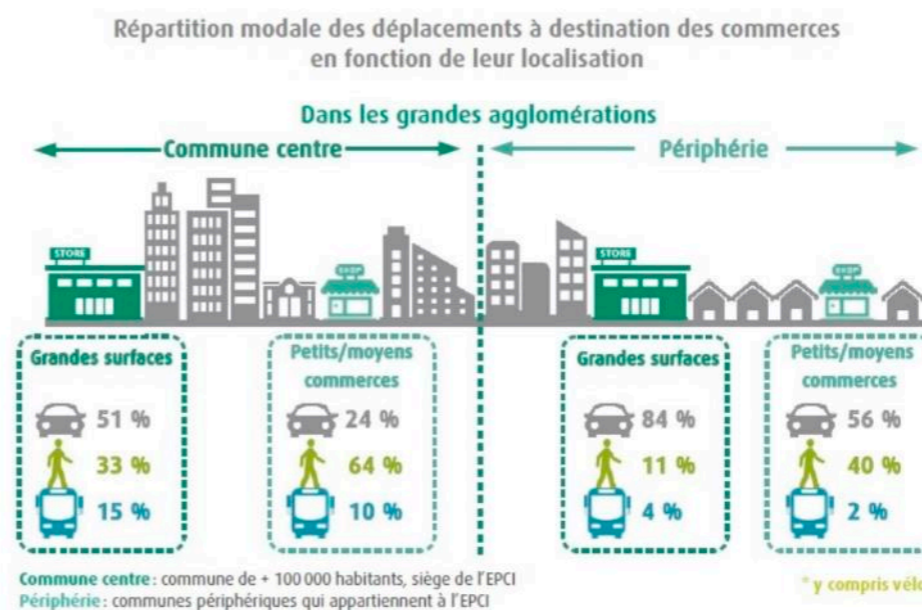


Figure 53 : Répartition modale des déplacements à destination des commerces en fonction de leur localisation dans les grandes agglomérations – CEREMA, 2019

Selon une enquête de terrain réalisée en octobre 2021 dans le centre-ville de Lille auprès de 220 clients des commerces⁵, près de la moitié des clients accèdent au centre-ville à pied (42%), alors que seulement 21% ont utilisé la voiture. Les utilisateurs des transports collectifs représentent une part supérieure aux automobilistes, avec 28% (21% les transports collectifs urbains et 7% le train), et le vélo 5%.

LA MOBILITÉ LIÉE À LA LOGISTIQUE URBAINE

Une nouvelle stratégie logistique durable a été adoptée en 2022, elle porte sur la période 2022-2026 et est axée sur 6 points clés, qui sont :

- Le foncier et l'immobilier logistique (développement de sites multimodaux, renforcement du maillage d'espaces de logistique urbaine) ;
- La réorganisation du partage de l'espace public (création de nouvelles zones de livraisons, création de nouvelles places de stationnement vélo-cargo, mise en place de livraisons silencieuses) ;
- Les conditions de travail des livreurs (soutien aux travailleurs de la cyclologistique, création d'un maillage d'aménités) ;
- L'invention de nouveaux modèles pour favoriser l'offre de proximité (actions en faveur des circuits courts) ;
- Le transport des matériaux et déchets de chantiers (diminution des flux de véhicules aux abords des chantiers, report modal des flux par la voie fluviale, création d'une charte « chantiers durables à faibles nuisances ») ;
- La transition écologique du transport des marchandises (report modal vers le fer et le fleuve, développement de la cyclologistique, refonte des aides de la Ville en faveur des professionnels).

Cette stratégie a pour objectif d'optimiser l'entrée et la diffusion des marchandises dans Paris, tout en maîtrisant les nuisances générées par le transport de marchandises (pollution atmosphérique, nuisance sonore, état trafic).

Les 2^{ème} et 6^{ème} axes de la stratégie logistique durable sont particulièrement en lien avec le projet de ZTL, dont un des objectifs est de réduire le trafic à l'intérieur de la zone et de redistribuer l'espace au profit de nouveaux usages – tels que la livraison, la création de places de stationnement vélo dont certaines pourront être dédiées à la cyclologistique.

Une expérimentation d'un an (avril 2022-avril 2023) se déroule dans le secteur du projet de ZTL. En effet, des micro-hubs sont installés dans le 3^e arrondissement, afin de favoriser la desserte locale de marchandises par la cyclologistique.

Ainsi, deux modules en bois dédiés à une logistique de quartier (appelées micro-hubs) sont installés boulevard Beaumarchais et rue Réaumur pour permettre du stockage temporaire de marchandises, livrées par des petits camions de 20 ou 30 m³, et redistribuées dans le quartier par des livreurs à vélos cargos ou triporteurs électriques.



Figure 54 : Micro-hub sur une place de livraison, boulevard Beaumarchais (3^{ème}) – Google Street View

Les règles de circulation

Le règlement marchandises de la Ville de Paris⁶ interdit la circulation aux véhicules dont la longueur est supérieure à 16,5 mètres⁷ (sauf sur le boulevard périphérique et les boulevards des maréchaux).

Pour les véhicules dont la longueur est située entre 12 et 16,5 mètres, la circulation est autorisée uniquement entre 22h et 7h.

En raison de leur activité, certains véhicules sont exemptés des règles de circulation précitées :

- Véhicules d'approvisionnement des marchés
- Véhicules effectuant des livraisons de farine
- Citernes
- Véhicules porte voitures
- Véhicules de déménagement
- Véhicules transportant des matériaux destinés aux chantiers ou en provenant
- Véhicules destinés à l'entretien de la voirie ou à la collecte des déchets dans le cadre de leurs missions
- Véhicules de transports de fonds
- Véhicules effectuant du transport exceptionnel au sens de l'article R. 433-1 du Code de la route et munis d'une autorisation préfectorale.

Les espaces de livraison

Une aire de livraison est une zone d'arrêt et non de stationnement. Elle est exclusivement réservée à des opérations de chargement et déchargement de marchandises ou de personnes, d'une durée strictement limitée à 30 minutes, le conducteur devant rester à

⁶ Ce règlement s'adresse :

- Aux transporteurs professionnels effectuant un déplacement et/ou un enlèvement de marchandises dans Paris ;
- Aux entreprises transportant, livrant ou enlevant des marchandises dans le cadre de leur activité ;

proximité de son véhicule pour le déplacer le cas échéant, selon l'article R.110-2 du Code de la Route.

La carte ci-contre indique la localisation des zones de livraison à proximité et sur notre secteur d'étude. On distingue les zones de livraison périodiques et permanentes. Les zones de livraison périodiques, signalées par une bande simple au sol, autorisent les usagers à stationner leur véhicule sur ces places la nuit (entre 20h et 7h), ainsi que les dimanches et jours fériés. À contrario, les zones de livraison permanentes sont signalées par un double marquage au sol et restent exclusivement réservées à la livraison car elles servent à approvisionner les commerces ouverts tôt le matin, tels que les boulangeries, les superettes, etc.

Paris compte environ 9 500 zones de livraison dont 2 700 sont des zones de livraison permanentes. Paris Centre en compte environ 802, dont 350 permanentes.



Figure 55 : Plan de la localisation des zones de livraison – Ville de Paris, 2022

- Aux personnes effectuant occasionnellement un transfert de marchandises.

⁷ Pour les véhicules articulés, on prend en compte la longueur de la remorque additionnée à celle du tracteur.

La mobilité fluviale

Au sein de notre secteur de projet, la Seine est le principal axe utilisé pour la mobilité fluviale, avec deux ports fluviaux (Pont Neuf et Henri IV) dans le périmètre de la future ZTL. Cependant, comme les déplacements sur terre, ces déplacements sur voies d'eau sont soumis à réglementation.

La Seine est soumise à une réglementation nationale (Voies Navigables de France), au règlement particulier de police du réseau fluvial de la Ville de Paris avec l'arrêté n° 2014238-0013, datant du 26/08/2014, mais également à l'avis de la batellerie n°1 de 2015 qui a pour but de préciser et de compléter ledit arrêté.

Les canaux parisiens sont également soumis à ce règlement.

Le trafic fluvial à Paris représente environ 1,714 million de tonnes par an (chiffre 2021). Le trafic total sur les ports parisiens est composé à 77% de matériaux de construction.

En 2020, la part du trafic fluvial au niveau du Port du Pont Neuf correspondait à 0,2% du trafic fluvial de la Seine (source : Ports de Paris).

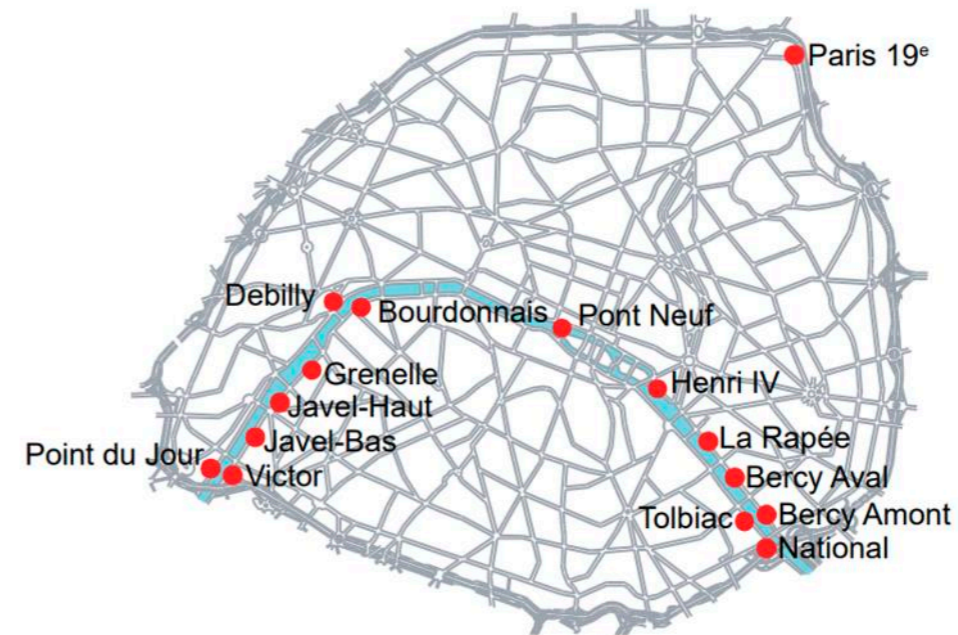


Figure 56 : Plan de la localisation des ports sur la Seine – Ports de Paris, 2020

LA DESSERTE ROUTIÈRE ET LA CIRCULATION MOTORISEE

Hiérarchie du réseau



Figure 57 : Plan de hiérarchie du réseau – ETC

Le réseau de voirie dans le périmètre du projet de ZTL représente presque 132 km de voies ; 1 966 km dans tout Paris.

Le réseau viaire est très dense et efficace par son maillage au regard des comparaisons avec d'autres villes en Europe et dans le monde. De grandes voies du territoire le structurent selon des axes nord/sud (boulevards Sébastopol) et est/ouest parallèles à la Seine (Grands Boulevards entre République et Opéra, rue de Réaumur, quais de Seine, rue de Rivoli, rue Saint-Antoine). Les Grands Boulevards, voies représentant la limite du périmètre de projet sur la rive droite de la Seine, traversent plusieurs grandes places avec un réseau structurant étoilé (Bastille, République, Opéra, Concorde), permettant d'avoir une desserte complète des différents quartiers et arrondissements parisiens. Au sud de la zone d'étude, le

boulevard Saint-Germain et les boulevards du Midi (Bd du Montparnasse, de l'Hôpital, Auguste-Blanqui, Saint-Jacques, Raspail et des Invalides) assurent les liaisons O-E.

Les quais de Seine permettent principalement de diriger les flux arrivant du périphérique et des quartiers en bordure de Paris vers le centre de Paris, et réciproquement.

Les quais de Seine (+ Rivoli) et le boulevard de Sébastopol sont l'héritage du cardo et du decumanus qui structurent les tracés des villes romaines. Ce sont des voies qui ont permis d'orienter les formes urbaines.

En termes de schéma, on a un réseau primaire qui accompagne les infrastructures de transport et qui correspond aux percées et aux principales avenues et boulevards (plus de 20 m de large en général).

Le boulevard Sébastopol permet d'avoir une liaison nord-sud coupant Paris en son centre, reliant les différentes rocade qui constituent Paris (Grands Boulevards, boulevards construits à la place du mur des Fermiers Généraux, boulevards du Midi, boulevards des Maréchaux, et enfin le boulevard périphérique).

Le périmètre contient également des axes de distribution, notamment sur la rive droite, permettant de relier entre eux les places et lieux importants (République, Opéra, Hôtel de Ville, Halles, Louvre). Certains axes de distribution comme la rue du Renard ou la rue Beaubourg permettent de dédoubler des axes structurants qui sont à sens unique pour les voitures (ici, le boulevard de Sébastopol).

Les voies de desserte, souvent constituées de voies anciennes, relativement aux grands axes haussmanniens, permettent d'apporter un maillage fin et une desserte directe des différents quartiers du secteur d'étude. La desserte est complétée par des voies en zone de rencontre (ensemble de voies où les piétons ont la priorité absolue et sont autorisés à circuler sur la chaussée, même si des trottoirs sont présents. La vitesse de circulation des autres usagers est limitée à 20 km/h), ainsi que par des voies devenues exclusivement piétonnes (cf. Figure 20 : Plan des usages de l'espace public et des aménagements pour les modes actifs – ETC).

On considère généralement que le réseau secondaire permet la desserte des îlots tandis que le réseau tertiaire est interne à l'îlot.

Règlementation de la voirie

Depuis le 30 août 2021, les voies urbaines à Paris sont limitées à 30 km/h (ville à 30), sauf indication contraire.

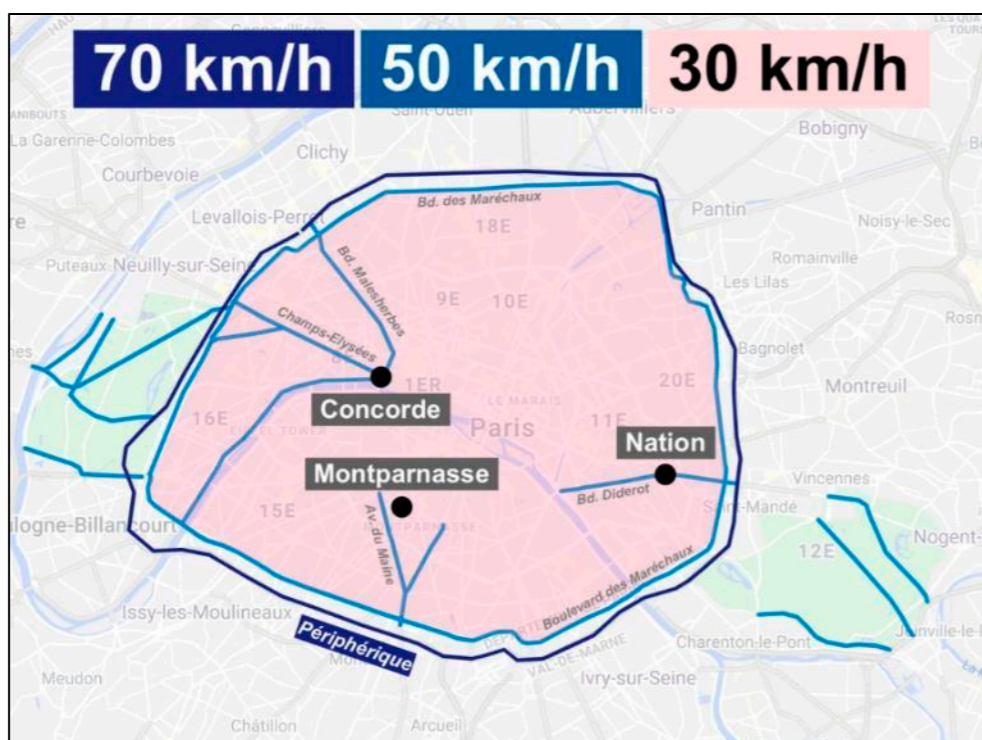


Figure 58 : Plan de la vitesse limite des voies – BFM IDF, 2021

De nombreuses rues en zone de rencontre et limitées à 20 km/h sont présentes dans le périmètre de projet ou en proximité immédiate, notamment dans le quartier du Marais, des Halles, de Saint-Michel ou encore sur l'Île Saint-Louis (cf. Figure 20 : Plan des usages de l'espace public et des aménagements pour les modes actifs – ETC).

Gestion

Les voiries du périmètre de projet sont principalement gérées par feu. Les intersections entre les voies de desserte sont majoritairement gérées par des carrefours plans (priorités

à droite essentiellement, des cédez-le-passage existent pour la gestion des vélos dans certains carrefours).

Le nombre important de carrefours à feu permet de casser les pointes de vitesse sur les grandes lignes droites que sont le boulevard de Sébastopol, la rue Réaumur, les rues Rivoli et Saint-Antoine, les rues Beaubourg et du Renard, les quais de Seine et les grands Boulevards, ainsi que de sécuriser les passages piétons. Les aménagements dédiés aux piétons, aux cycles et aux TC (bus) réalisés ces dernières années ont conduit à diminuer l'espace jusqu'alors dévolu aux véhicules motorisés.

La plupart des feux tricolores disposent de boutons poussoirs pour accorder le vert aux piétons, et sont également équipés de modules sonores dédiés aux personnes malvoyantes.

Depuis le passage à la vitesse maximale de 30 km/h sur la quasi-totalité de Paris le 30 août 2021, la Ville a reprogrammé le rythme de passage des feux au vert sur les grands itinéraires concernés, de manière à être cohérent avec la nouvelle valeur maximale de la vitesse de circulation (technique de régulation dite de l'« onde verte »).

ÉTAT INITIAL DU TRAFIC

Données d'entrée

Nous nous sommes basés sur les comptages ponctuels de la Ville, afin de caractériser la situation du trafic sur le périmètre de projet et le domaine d'étude en 2019. La carte ci-dessous présente le réseau instrumenté dans Paris, qui représente 210 km d'axes équipés de capteurs (359 km en linéaire orienté).

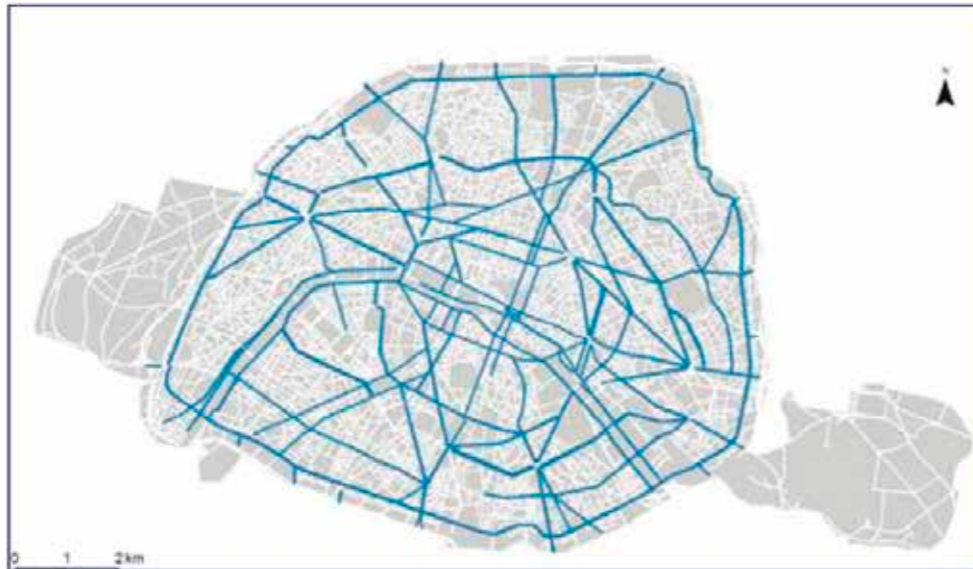


Figure 59 : Carte du réseau instrumenté dans Paris intramuros – Ville de Paris, DVD, 2021

Les périodes de pointe étudiées sont les suivantes :

- De 7h à 10h pour la Période de Pointe du Matin (PPM) ;
- De 17h à 20h pour la Période de Pointe du Soir (PPS).

Flux de véhicules en période de pointe du matin à l'échelle de Paris intramuros

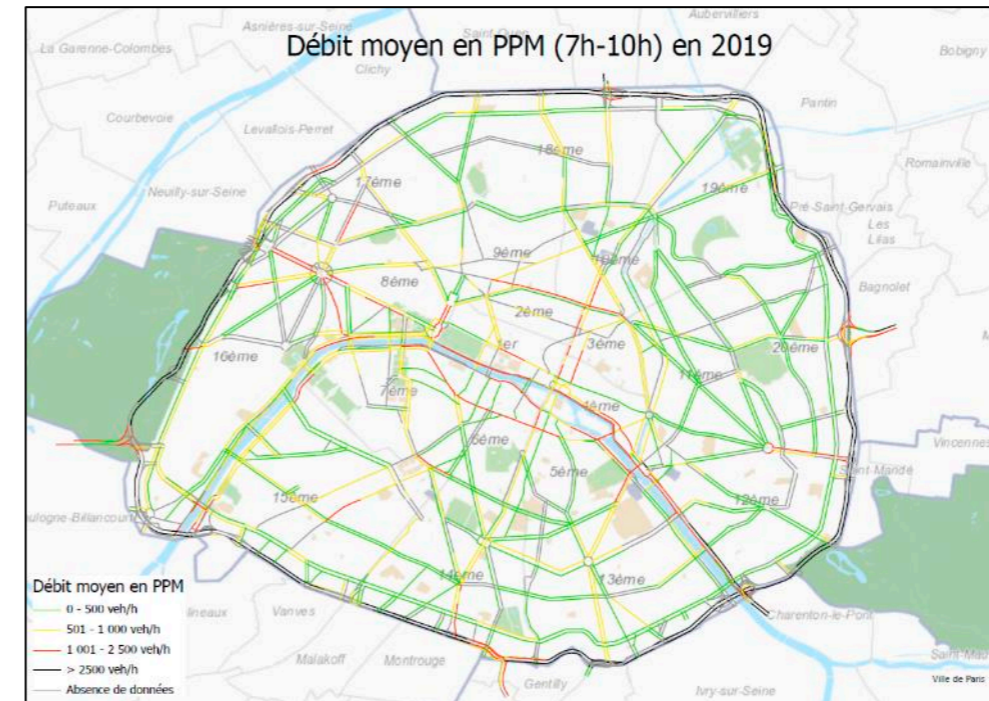


Figure 60 : Débit de flux moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPM – Ville de Paris, 2019

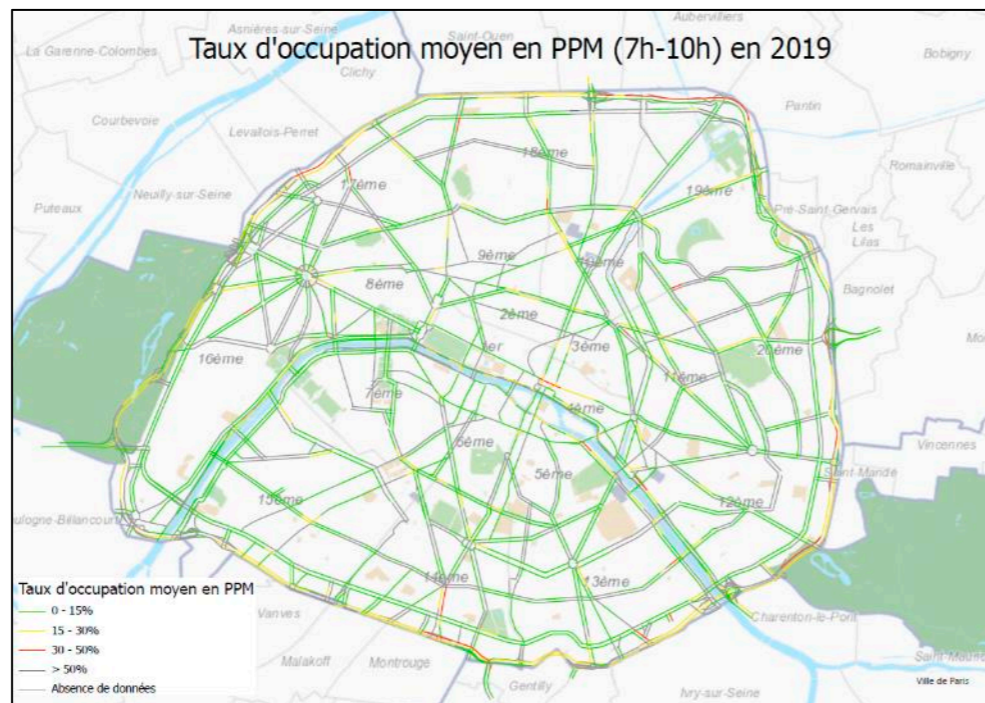


Figure 61 : Taux d'occupation moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPM – Ville de Paris, 2019

Flux de véhicules en période de pointe du soir à l'échelle de Paris intramuros

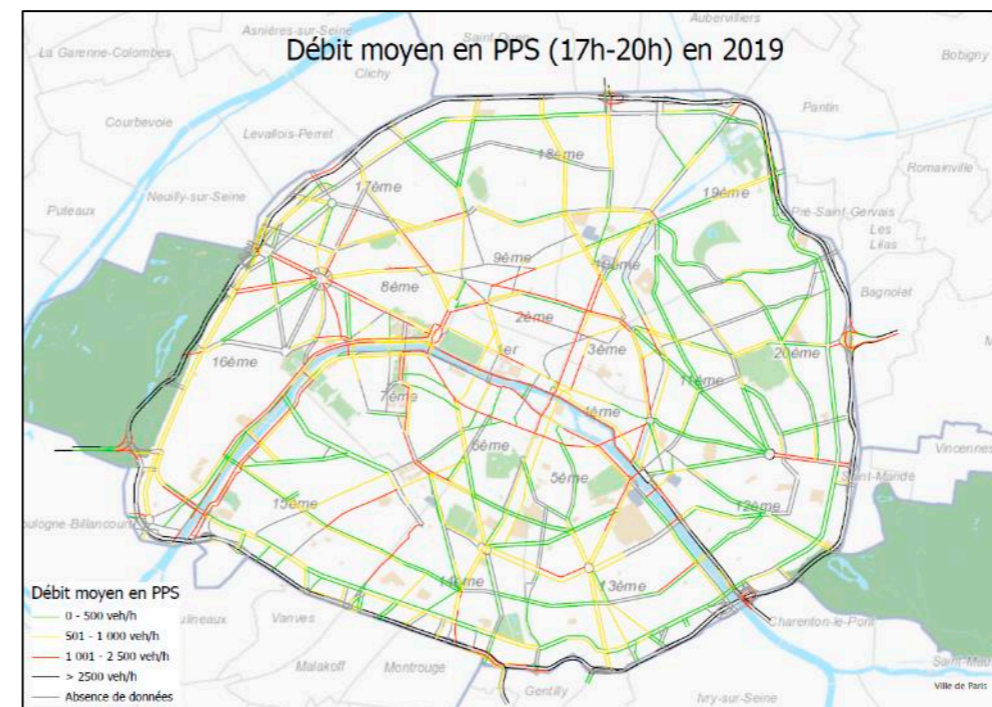


Figure 62 : Débit de flux moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPS – Ville de Paris, 2019

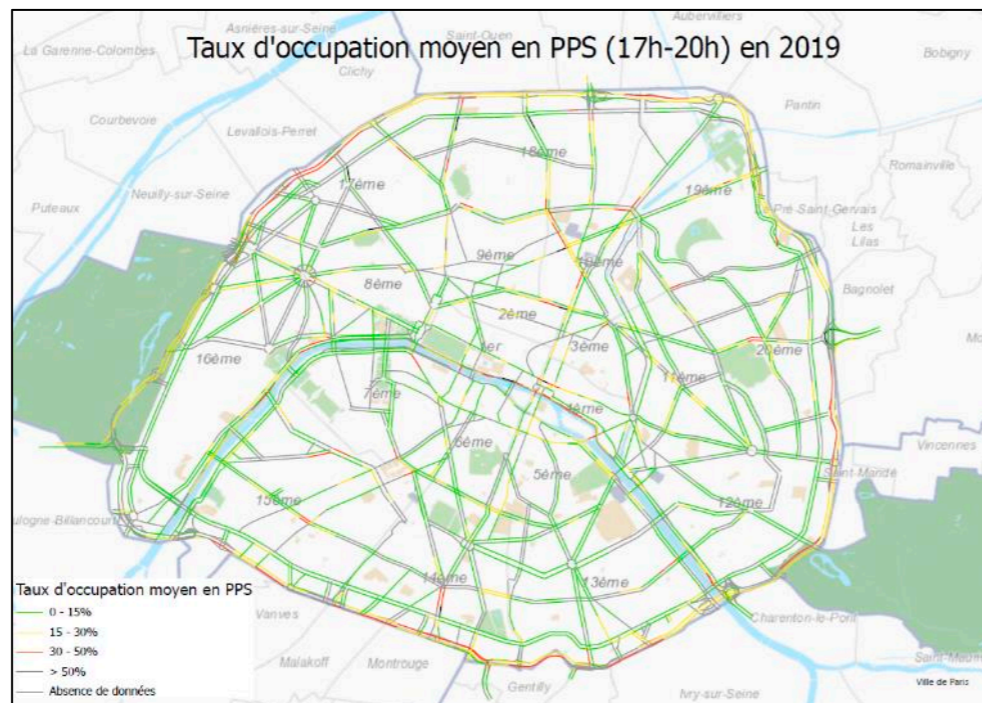


Figure 63 : Taux d'occupation moyen à l'échelle de Paris intramuros en PPS – Ville de Paris, 2019

Flux de véhicules en période de pointe du matin à l'échelle de la ZTL

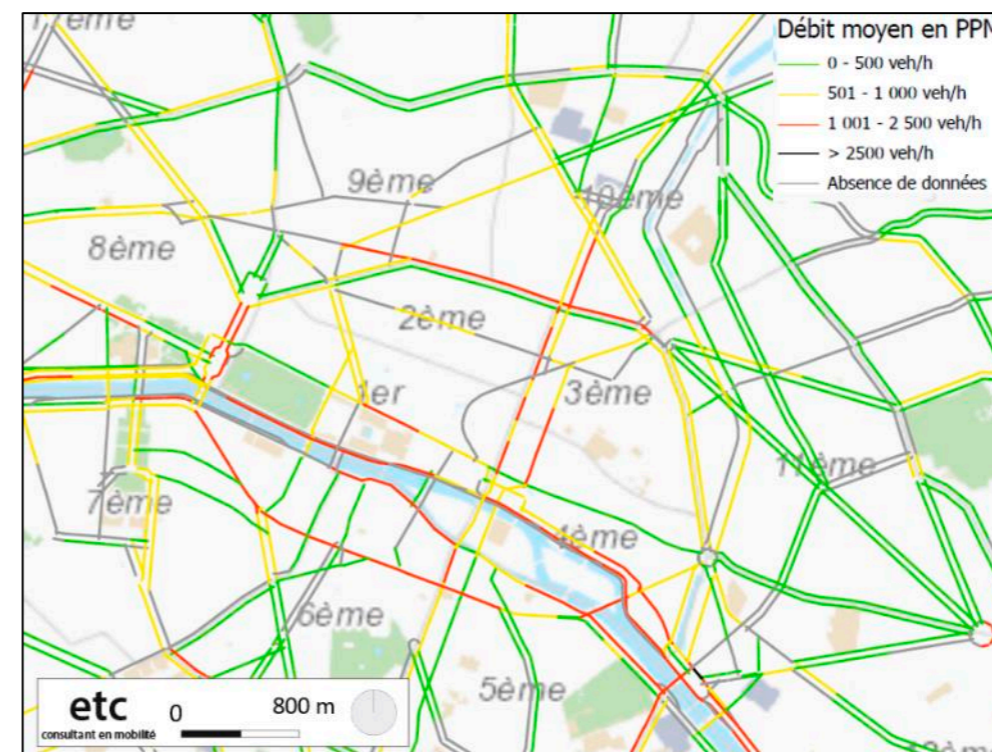


Figure 64 : Débit de flux moyen à l'échelle du périmètre projet en PPS – Ville de Paris, 2019

Flux de véhicules en période de pointe du soir à l'échelle de la ZTL

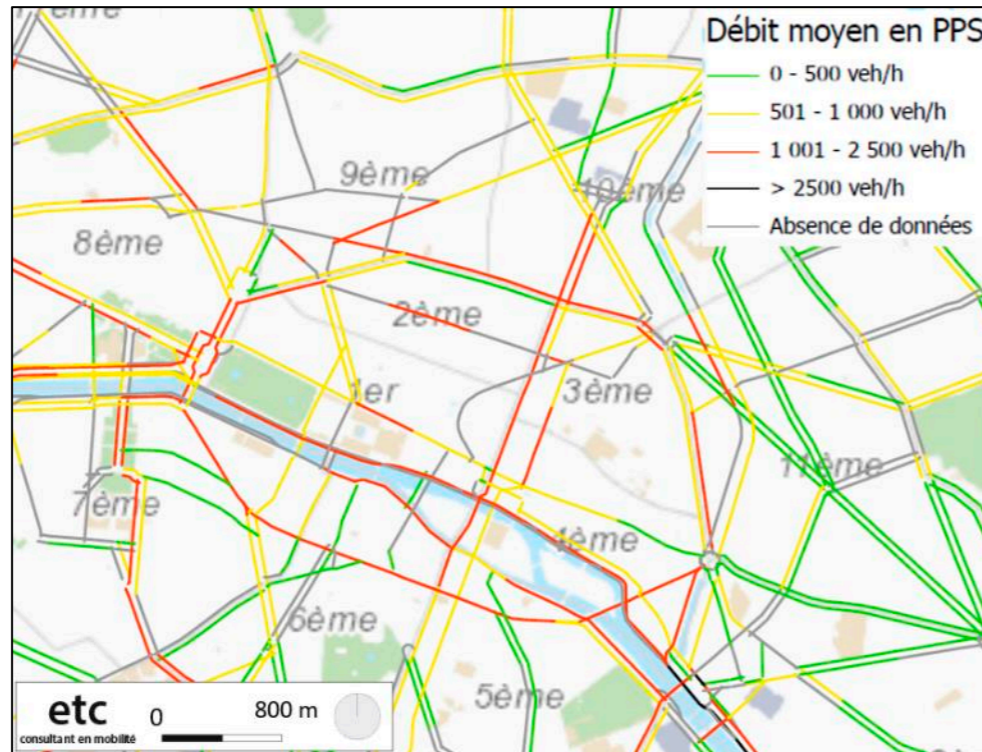


Figure 65 : Débit de flux moyen à l'échelle du périmètre projet en PPS – Ville de Paris, 2019

Analyse des flux à l'échelle de la ZTL

Globalement, il est à relever que :

- Les flux sont **modérés à très importants** selon la voie qui les accueille :
 - Ils sont très importants (> 1 000 unités de véhicules particuliers (uvp/h)) sur les axes principaux de desserte nord-sud et est-ouest : les quais de Seine Rive Droite, la rue du Renard, le boulevard de Bonne Nouvelle et le boulevard Poissonnière ;
 - Ils sont importants (entre 600 et 1 000 uvp/h) sur la majorité des Grands Boulevards (boulevard des Capucines, Beaumarchais, Saint-Denis, Saint-Germain, de Sébastopol), l'avenue de l'Opéra, l'avenue des Champs-Élysées, la rue Beaubourg et la rue Réaumur ;
 - Ils sont modérés (entre 400 et 600 uvp/h) sur la rue de Rivoli, l'avenue de l'Opéra et les boulevards de Bonne Nouvelle et Beaumarchais ;
 - Ils sont faibles et modérés (< 400 uvp/h) sur certains axes de distribution (rue Etienne Marcel, rue Saint-Antoine), mais majoritairement sur les axes de desserte.
- Sur le périmètre d'étude, les flux sont **légèrement plus élevés pendant la PPS que pendant la PPM** ;
- Les sens de circulation restent équilibrés pour l'ensemble des axes étudiés, quelle que soit la période. On observe donc peu de flux pendulaires marqués ;
- Les quais de Seine et le boulevard de Bonne Nouvelle restent les axes les plus empruntés, avec des flux majoritairement très importants (> 1 000 uvp/h).

Évolutions récentes du trafic

Depuis 2002, la circulation dans Paris intra-muros a baissé de - 49,5%. En 2021, la circulation automobile dans Paris intra-muros est en hausse de + 5,1 % par rapport à 2020, mais elle est inférieure à la situation d'avant crise sanitaire (- 12,2 % par rapport à 2019). Elle s'accompagne d'une diminution de la vitesse de 6% par rapport à 2020, mais équivalente par rapport à la situation pré crise sanitaire. En 2022, la circulation tend à se stabiliser par rapport à 2021. La vitesse moyenne est identique à celle observée 2019.

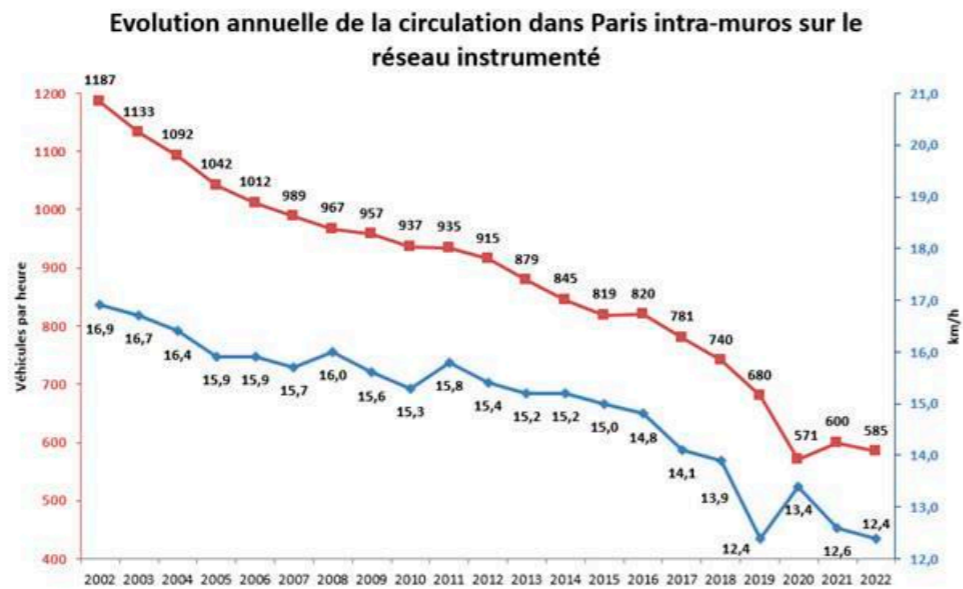


Figure 66 : Évolution annuelle de la circulation dans Paris intramuros sur le réseau instrumenté : en bleu : véhicules.kilomètres entre 7 et 21h00 ramenés au km d'axe orienté instrumenté ; en rouge : vitesses en km/h entre 7 et 21h00 – Ville de Paris, 2023

Le tableau suivant présente les évolutions récentes de la circulation entre 2019 et 2022 territorialisées. Le trafic est en baisse sur tous les secteurs (entre -13 et -16% sur tout Paris intramuros ; environ -15% sur Paris intramuros hors zone centrale), avec des baisses plus prononcées sur la zone centrale et le boulevard Saint-Germain (entre -20 et -25%) ; plus faibles sur les Grands Boulevards et les quais hauts rive droite⁸ (entre 0 et -10%). Les vitesses de circulation sont à la hausse – sauf sur les Grands Boulevards et la zone centrale en PPS et au global sur la journée.

⁸ Les données de comptage disponibles ne permettent pas de calculer l'évolution 2019/2022 des paramètres de trafic sur les quais hauts rive gauche.

Secteur / paramètre		2019			Évolution 2019/2022		
		PPM	PPS	24h	PPM	PPS	24h
Tout Paris intramuros	Volume (véh/h)	651	745	514	-16%	-14%	-13%
	Vitesse (km/h)	12,3	12,2	13,1	4%	2%	0%
TPIM hors Zone Centrale	Volume (véh/h)	628	724	495	-15%	-14%	-13%
	Vitesse (km/h)	12,6	12,7	13,5	3%	2%	0%
Grands boulevard, Beaumarchais, Capucines	Volume (véh/h)	851	906	671	-10%	-5%	-6%
	Vitesse (km/h)	13	11	12	-15%	-22%	-22%
Quais Hauts Rive droite (Tuileries – Bourdon)	Volume (véh/h)	1537	1660	1301	-8%	0%	-2%
	Vitesse (km/h)	12,6	7,8	10,6	7%	32%	16%
Boulevard Saint Germain	Volume (véh/h)	1359	1798	1167	-24%	-22%	-23%
	Vitesse (km/h)	17	15	17	10%	14%	9%
Zone centrale	Volume (véh/h)	1033	1097	824	-24%	-20%	-19%
	Vit moy (km/h)	10	9	10	9%	-5%	-1%

Figure 67 : Évolution de la circulation entre 2019 et 2022 – Données de comptages permanents, Ville de Paris

L'enquête sur la composition du trafic réalisée à Paris en 2019 indique que la majeure partie des flux est constituée de véhicules particuliers (VP, 58%), de deux roues motorisés (2RM, 17%), de véhicules utilitaires légers (VUL, 15%). Seulement 5% des flux sont composés de taxis ; 2% de poids lourds, et 3% de bus et cars (source : Bilan des Déplacements, Ville de Paris, 2019).

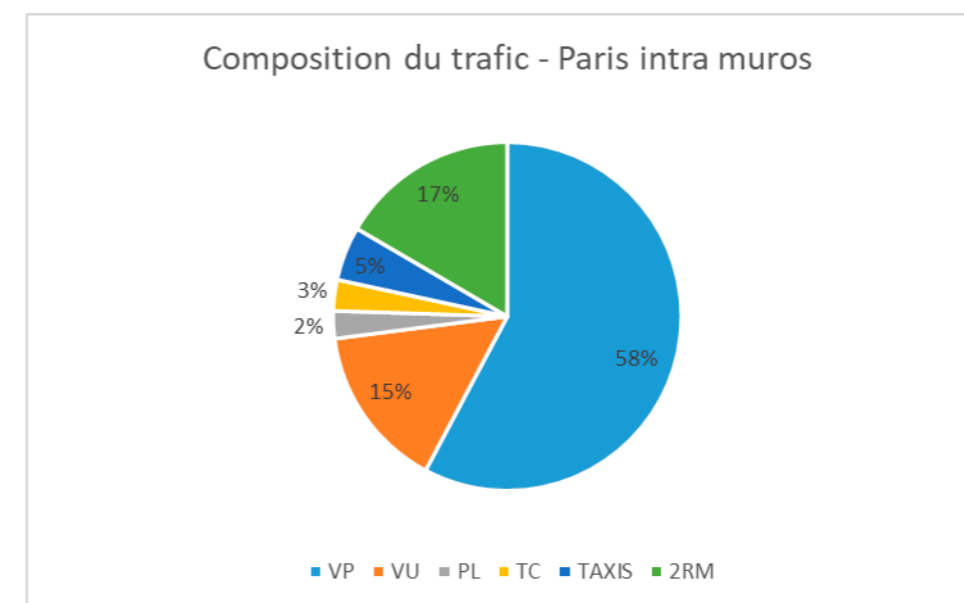


Figure 68 : Composition du trafic dans Paris intramuros – Enquête Ville de Paris, 2019

Évaluation du trafic de transit

La création de la ZTL a pour but de restreindre le trafic de transit au sein de son périmètre, c'est-à-dire le trafic de véhicules motorisés traversant le centre de Paris sans s'y arrêter. **En 2021, le bureau de recherche 6t a réalisé une étude sur le trafic de transit dans le centre de Paris, pour le compte de la Ville**, à partir de plusieurs sources :

- Une enquête de terrain (réalisée par le cabinet MV2 pour la Ville de Paris) ;
- L'étude empirique de données GNSS (global navigation satellite system) des usagers de l'espace public collectées pour le mois d'octobre 2019 (réalisée par le bureau d'études Kisio), couplée à des modélisations du trafic réalisées par la DVD.

L'enquête de terrain a été réalisée fin 2015 auprès de plus de 1 127 usagers de véhicules motorisés circulant dans l'hypercentre de Paris (correspondant à Paris Centre et le nord du boulevard Saint-Germain) aux heures de pointe du matin et du soir. Un flyer explicitant les objectifs de l'étude a été distribué aux usagers acceptant de fournir leur numéro de téléphone ; ces usagers ont été ensuite contactés par téléphone pour répondre à un questionnaire portant sur leur déplacement (origine et destination, caractéristiques du parcours du jour), les raisons de leur non-utilisation des transports en commun, les incitations pour utiliser d'autres modes que celui qu'ils utilisent à ce jour, et leur profil socio-démographique.

Dans cette étude, nous pouvons également voir que le trafic de transit est majoritairement composé de voitures et de deux-roues motorisés, dans le cadre des déplacements domicile-travail. Les autres véhicules motorisés (véhicules utilitaires, taxis, poids lourds) ne représentent que 33% du trafic.

Toujours selon cette étude, il est estimé qu'environ 30% du trafic de transit est incompressible, ce qui signifie que les transiteurs concernés ont absolument besoin de leur voiture pour se déplacer (port de charge, trajets complexes, absence de solutions de TC, etc.). Les 70% restant du trafic de transit sont des transiteurs qui utilisent la voiture par commodité.

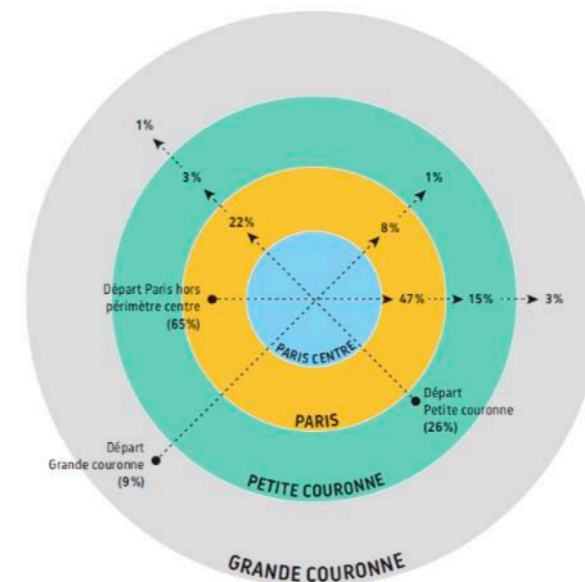


Figure 69 : Décomposition du trafic de transit dans le centre de Paris selon les origines et destinations des conducteurs – Étude 6-t pour la Ville de Paris, février 2021

La circulation de transit représente environ 50% des flux dans le périmètre envisagé pour la ZTL (62% du trafic dans Paris Centre en heure de pointe).

L'analyse des données GNSS a permis de déterminer que **la part du trafic de transit dans le secteur du centre de Paris varie entre 35% et 65% en fonction des heures de la journée.** Elle est aussi plus importante pendant les heures de pointe, ce qui peut s'expliquer par les trajets domicile-travail qui sont effectués pendant ces horaires, mais également tôt le matin et tard le soir, ce qui peut s'expliquer par la baisse de congestion générale en ville. Cette part reste supérieure à 45% au cours de la journée, même si elle décroît par rapport aux heures de pointe.

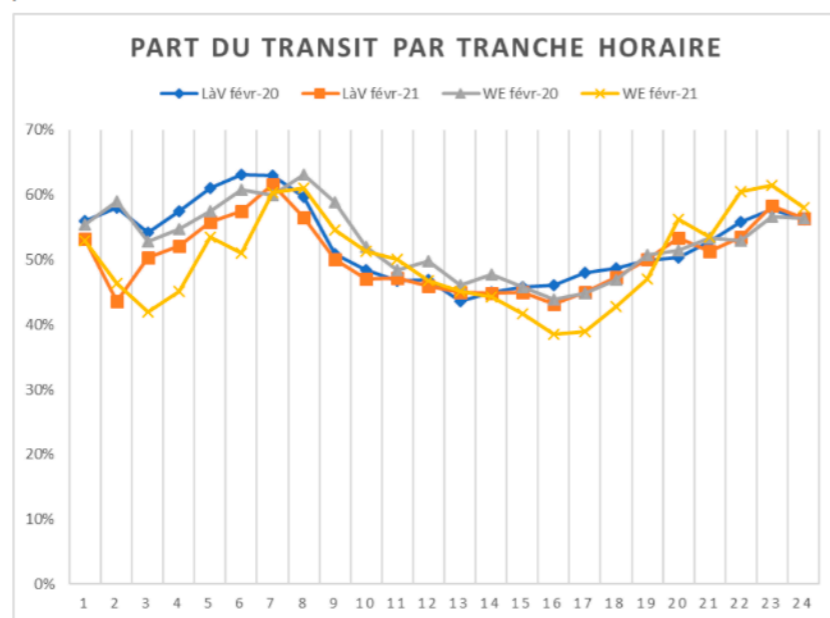


Figure 70 : Part du transit dans le centre de Paris par tranche horaire – 6t, février 2021

La carte ci-dessous représente la part du trafic de transit dans la circulation générale dans Paris Centre, à l'heure de pointe du soir. Les données GNSS ont permis de reconstituer le type de trafic dans le périmètre du projet ZTL : destination ou transit. Les usagers dont la trace montre une origine et une destination en dehors du périmètre, sans arrêt intermédiaire, réalisent du trafic de transit.

L'analyse des données GNSS a permis de caractériser la part de transit pour chacun des axes du périmètre. Une consolidation de l'information relative à la circulation générale a été réalisée grâce aux modélisations de trafic menées par la DVD pour la période 2017, afin de s'assurer de la bonne cohérence des données. Sur les voies structurantes et de distribution (quais de Seine, boulevard de Sébastopol, avenue de l'Opéra), la part du trafic de transit est importante : elle varie de 35 à 40%, et peut atteindre localement plus de 50%.

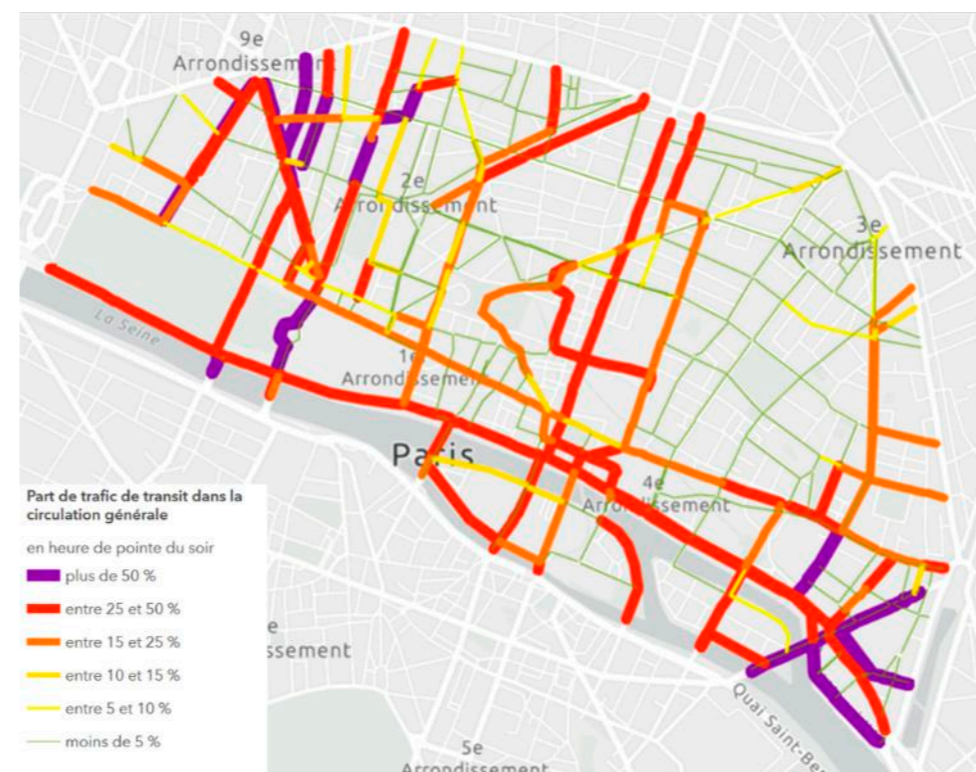


Figure 71 : Part du transit dans le centre de Paris à l'heure de pointe du soir – Etude 6-t pour la Ville de Paris, février 2021

Il est également important de noter que **plus de la moitié du trafic en heure de pointe provient de Paris**, qu'il s'agisse du trafic de transit ou de destination.

La ZTL souhaite agir directement sur ce trafic de transit, qui concerne plus les Parisiens hors ZTL que les habitants du secteur de la ZTL qui utilisent déjà des moyens de déplacement alternatifs au véhicule individuel motorisé (57% pour la marche à pied et 34% pour les TC).

L'ACCIDENTOLOGIE

Afin de poser le diagnostic de l'accidentologie du secteur, nous nous sommes basés sur les données, issues des résultats de l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONISR) pour les années 2019, 2020 et 2021.

À Paris, la sécurité routière reste une politique prioritaire. Avec l'accélération du vieillissement de la population depuis 2010, la part des seniors dans la mortalité ne cesse d'augmenter. En 2021, année encore particulière au regard des mesures sanitaires ayant impactées la mobilité des Français, l'accidentalité a évolué avec les comportements (développement de certains modes de déplacement).

Depuis 2007, les accidents corporels de circulation routière diminuent constamment à Paris (de 8 569 en 2007 à 5 070 en 2021), affichant une baisse de 41% en 15 ans. Le nombre de blessés (graves et légers) dans ces accidents est en égale diminution sur la même période. Le nombre de tués, lui, est resté relativement stable (40 morts par an en moyenne entre 2007 et 2021). Les différents modes de déplacements ne connaissent pas les mêmes évolutions : les accidents impliquant un véhicule léger ont diminué de 26% en 5 ans. Diminuent également ceux impliquant un deux-roues motorisé (-21%) et un piéton (-31%). Les accidents impliquant un vélo sont passés de 770 à 1 168 par an. Ces derniers chiffres sont à rapporter à l'augmentation très importante de la fréquentation des aménagements cyclables (+77% en 5 ans), et tout particulièrement depuis 2019.

Accidentologie de 2019 à 2021

En Ile-de-France, 17 948 accidents ont été comptabilisés en 2019, 14 628 en 2020 et 16 774 en 2021. Ces chiffres concernent le nombre de tués, blessés graves et blessés légers.

La Ville de Paris a comptabilisé 5 610 accidents en 2019, 4 726 en 2020 et 5 070 en 2021.

Les quatre arrondissements de la ZTL ont comptabilisé 492 accidents en 2019, 470 en 2020 et 456 en 2021. **L'accidentologie au sein de la ZTL représente donc environ 8 à 10% des accidents sur Paris** alors que la surface de la ZTL représente 5,4% du territoire communal et que la longueur de voirie dans la ZTL représente 7% de la voirie communale.

Comparé à la tendance à l'augmentation du nombre d'accidents entre 2020 et 2021, mais à la baisse toutefois par rapport à 2019 pour l'Ile-de-France et Paris, le secteur de la ZTL connaît une baisse du nombre de ses accidents chaque année.

En 2019, les utilisateurs des modes actifs sont légèrement plus impliqués dans les accidents dans le secteur de la ZTL, comparé aux utilisateurs répertoriés à l'échelle de la capitale (13% vs 11% pour les piétons, 10% vs 7% pour les vélos, 5% vs 2% pour les EDPm), ce qui peut s'expliquer par un nombre plus important d'utilisateurs des modes actifs dans le secteur de la ZTL qu'à l'échelle parisienne.

Les usagers les plus impliqués dans les accidents de la circulation sont, dans l'ordre : VL+VU, 2RM, piétons, cyclistes. Plus de 2/3 des accidents impliquent des véhicules motorisés (voitures ou deux-roues) en 2019.

Le pourcentage de victimes en modes actifs en 2019 est plus élevé dans la ZTL que dans tout Paris : 24% vs 22% pour les piétons, 15% vs 12% pour les vélos, 7% vs 3% pour les EDPm.

Les usagers les plus vulnérables (par le nombre de tués et blessés graves) sont les 2RM, puis les piétons et les cyclistes.

En 2020, les utilisateurs des vélos et des EDPm sont plus impliqués dans les accidents dans le secteur de la ZTL, comparé aux utilisateurs répertoriés à l'échelle de la capitale (24% vs 12% pour les vélos, 9% vs 4% pour les EDPm) ; la part des piétons impliqués dans les accidents de la circulation est d'environ 10% dans la ZTL comme dans tout Paris.

Les usagers les plus impliqués dans les accidents de la circulation sont, dans l'ordre : VL+VU, 2RM et cyclistes, puis les piétons et les EDPm. 56% des accidents impliquent des véhicules motorisés (voitures ou deux-roues) en 2020.

Le pourcentage de victimes à vélo et en EDPm en 2020 est plus élevé dans la ZTL que dans tout Paris : 33% vs 19% pour les vélos, 11% vs 6% pour les EDPm. Le pourcentage de victimes piétonnes en 2020 est identique dans la ZTL et dans tout Paris (18 à 19%).

Les usagers les plus vulnérables (par le nombre de tués et blessés graves) sont les piétons, puis les 2RM et les cyclistes.

En 2021, on observe les mêmes typologies d'usagers impliqués dans les accidents qu'en 2020 (21% vs 11% pour les vélos, 8% vs 4% pour les EDPm) ; la part des piétons impliqués dans les accidents de la circulation est d'environ 10% dans la ZTL comme dans tout Paris.

Les usagers les plus impliqués dans les accidents de la circulation sont, dans l'ordre : VL+VU, 2RM et cyclistes, puis les piétons et les EDPm. 60% des accidents impliquent des véhicules motorisés (voitures ou deux-roues) en 2021 dans la ZTL (contre 72% dans tout Paris).

Le pourcentage de victimes à vélo et en EDPm en 2021 est plus élevé dans la ZTL que dans tout Paris : 30% vs 18% pour les vélos, 10% vs 6% pour les EDPm. Le pourcentage de victimes piétonnes en 2021 est identique dans la ZTL et dans tout Paris (18 à 19%).

Les usagers les plus vulnérables (par le nombre de tués et blessés graves) sont les 2RM, puis les piétons et les cyclistes.

Ainsi, les nouvelles pratiques de mobilités (EDPM), et l'utilisation accrue des modes actifs, notamment dans le centre de Paris où l'attractivité touristique et commerciale est importante, génèrent de nouveaux conflits d'usages.

Plans d'accidentologie

Concernant notre secteur d'étude, les accidents s'observent principalement au niveau des sections suivantes :

- Grands Boulevards ;
- Quais de Seine Rive Droite (quai de Gesvres, quai de l'Hôtel de Ville et quai des Célestins), dont accident mortel ;
- Avenue de l'Opéra ;
- Rue Réaumur / rue de Bretagne, dont accident mortel ;
- Rue Saint-Antoine / rue de Rivoli, dont accident mortel ;
- Boulevard de Sébastopol ;
- Boulevard du Palais ;
- Rue Étienne Marcel ;
- Rue des Pyramides, dont accident mortel ;
- Rue de Turbigo.

En 2019, les accidents mortels ont été répertoriés au niveau des rues de Bretagne (piéton), Saint-Antoine (piéton) et des Pyramides (cycliste). En 2020, ils ont été répertoriés au niveau de la rue de Turenne (automobiliste) et du quai de l'Hôtel de Ville (2 piétons).

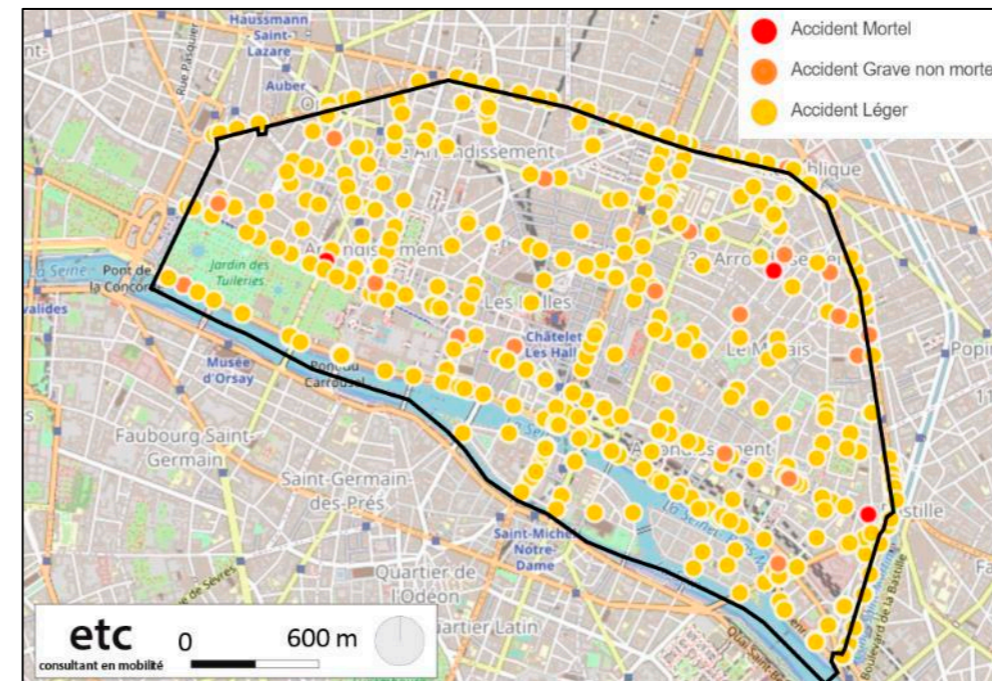


Figure 72 : Accidentologie du secteur pour l'année 2019 – ONISR, 2019

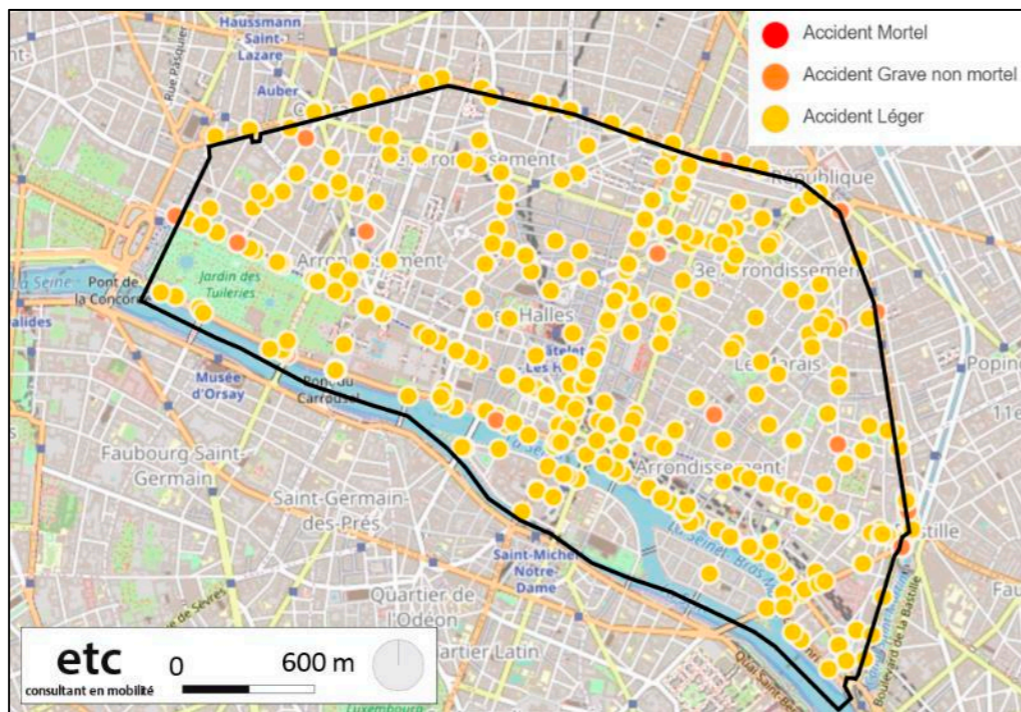


Figure 73 : Accidentologie du secteur pour l'année 2020 – ONISR, 2020

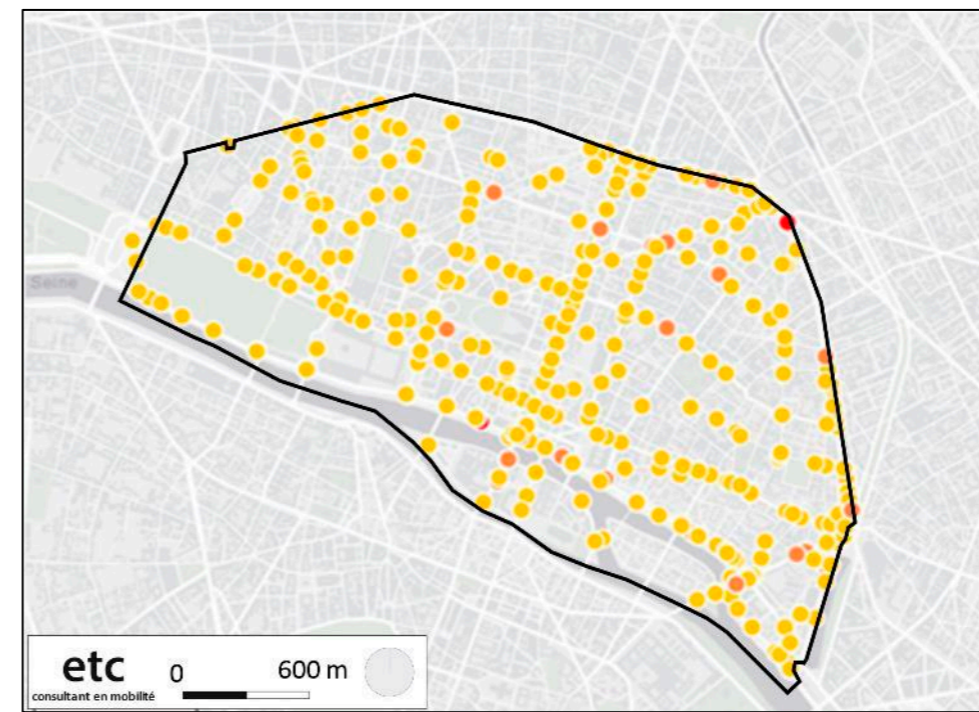


Figure 74 : Accidentologie du secteur pour l'année 2021 – ONISR, 2021

LE STATIONNEMENT

Nous nous sommes principalement basés sur le diagnostic territorial du PLU de la Ville de Paris, effectué par l'Apur, avec des données datant de 2021.

Normes PLU, PSMV et réglementation actuelle en vigueur

Le secteur d'étude fait majoritairement partie de la zone urbaine générale (UG) et de la zone urbaine verte (UV), régies par le Plan Local d'Urbanisme de la Ville de Paris (qui est actuellement en cours de révision).

La zone restante, à savoir le quartier du Marais (3^e et 4^e arrondissements), est un secteur sauvegardé. Ce secteur est régi par un Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV) de la Ville de Paris, qui vise à préserver le patrimoine historique présent dans ces zones.

Les textes de normes, tirés du PLU de la Ville de Paris pour ce qui concerne les zones UG et UV, et le PSMV du Marais, sont disponibles en annexe.

Taux de motorisation des ménages

Le taux de motorisation des ménages de la ZTL est de 0,26. Ce taux est plus faible que la moyenne parisienne qui est de 0,41, mais également plus faible que les arrondissements extérieurs de Paris (par exemple, le taux de motorisation du 12^e et du 20^e arrondissement s'élèvent respectivement à 0,41 et 0,38).

PARIS	0,41
PARIS HORS ZTL	0,42
ILE-DE-FRANCE	0,92
ZTL	0,26

Figure 75 : Comparaison des taux de motorisation des ménages – ETC d'après l'enquête logement de l'INSEE 2017

⁹ Stationnement payant de 9h à 20h en semaine et le samedi, et gratuit les dimanches et jours fériés. La durée de stationnement est limitée à 6h consécutive pour les visiteurs. Possibilité de stationner en tant que visiteur sous réserve de disposer d'une carte de résident de stationnement de Paris.

Le tableau détaillant les taux de motorisation pour les IRIS (données 2017) dans lesquels se situe l'emprise de la future ZTL dans chaque arrondissement (voir figure 15 et la liste des IRIS du secteur d'étude), ainsi que les moyennes des IRIS de chaque arrondissement du projet, est **disponible en annexe**.

Cette analyse figure également dans l'état initial de la partie « Milieu humain – Équipements automobiles des ménages ».

Offre de stationnement

Il existe différentes typologies de stationnement :

- Sur voirie : stationnement public payant ou gratuit,
- Parking concédé : parc appartenant à la Ville de Paris, construit et exploité par une société de droit privé, à usage public,
- Garage commercial : parc privé à usage public,
- Immeuble privé : stationnement privé dédié aux riverains.

À l'échelle de Paris, il existe au total 808 000 places de stationnement, dont 65,1% dans les immeubles privés (526 000 places), 16,7% sur voirie (hors places spécifiques livraisons, 2RM, GIG-GIC, places réservées taxis, police, poste, etc.), 10,1% dans les centres et garages commerciaux et 8,1% dans les parkings publics concédés.

Stationnement sur voirie

Le secteur d'étude est composé de nombreuses places de stationnement, inégalement réparties selon les quartiers.

En ce qui concerne les véhicules particuliers, la carte suivante montre une grande majorité de stationnement mixte payant⁹ (stationnement payant de 9h à 20h en semaine et le samedi, et gratuit les dimanches et jours fériés), sauf dans l'hypercentre (autour des Halles), où les secteurs en zone piétonne n'accueillent pas de stationnement VP. Le stationnement payant rotatif¹⁰ est quant à lui moins présent mais est distribué de manière égale dans le

¹⁰ Stationnement qui offre la même réglementation en termes de durée et de prix que le stationnement mixte, mais ce régime ne permet pas le stationnement en tant que résident.

secteur d'étude. Il est intéressant de noter en plus la présence d'une vingtaine de places de stationnement gratuites, qui sont très minoritaires dans Paris intramuros.

La zone où les places de stationnement sont les plus densément réparties est située à l'est du secteur d'étude, plus précisément dans les quartiers des Enfants Rouges et de l'Arsenal (3^e et 4^e arrondissements), avec une majorité de stationnement payant mixte.

Les places de stationnement sont en majorité présentes sur les voies de desserte. Certaines voies de distribution (rue de Réaumur, rue de Turbigo) accueillent quelques places de stationnement, contrairement à d'autres (avenue de l'Opéra, rue Beaubourg, rue du Renard) qui n'en accueillent pas, voire très peu.

Les voies structurantes accueillent quant à elles très peu de places de stationnement. En effet, les quais de Seine rive droite ne disposent de stationnement que sur leur partie sud-est. La rue Royale, la partie ouest des Grands Boulevards, ainsi que le boulevard Sébastopol n'ont quasiment pas de stationnement. Les contre-allées des Grands Boulevards accueillent du stationnement, avec une majorité de stationnement payant rotatif.

Au niveau des voies de distribution et de desserte, **on dénombre 243 places GIC/GIG** (vs 4 594 à l'échelle de Paris), **9 places d'autocar** (vs 337 à l'échelle de Paris) **et 949 places de livraison** (vs 9 809 à l'échelle de Paris) **dans le périmètre de la ZTL** (source – Open data Paris, 2020).

On observe également des places de stationnement pour véhicules électriques.

Au total, on dénombre 3 389 places sur voirie (2 623 payant mixte, 696 payant rotatif, 70 gratuit) dédiées aux VL dans notre périmètre d'étude (source – Open data Paris, 2020). À l'échelle de Paris, on dénombre au total 130 709 places sur voirie (111 813 payant mixte, 11 976 payant rotatif, 6 920 gratuit).

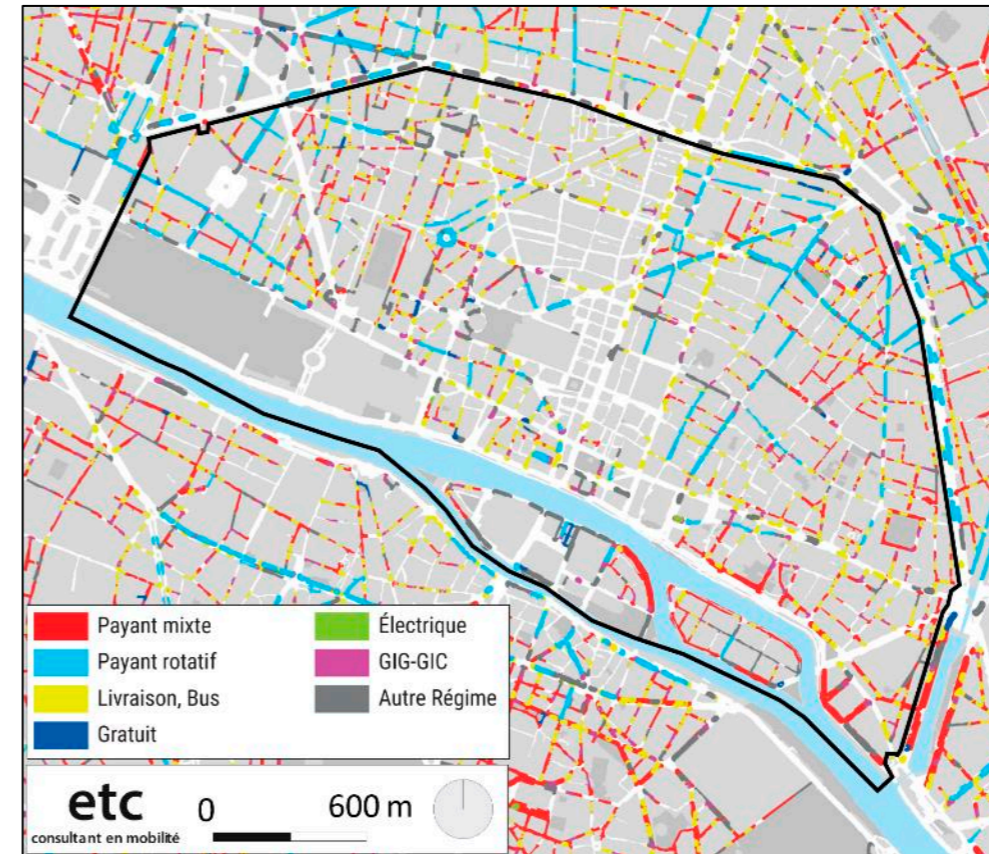


Figure 76 : Localisation du stationnement sur voirie de la Ville de Paris – DVD, 2017

Du stationnement deux-roues (motorisés et vélos) est également mis en place aux abords des traversées piétonnes pour faciliter la visibilité. On dénombre **674 places mixtes** à l'échelle de la ZTL (vs 8 868 à l'échelle de Paris).

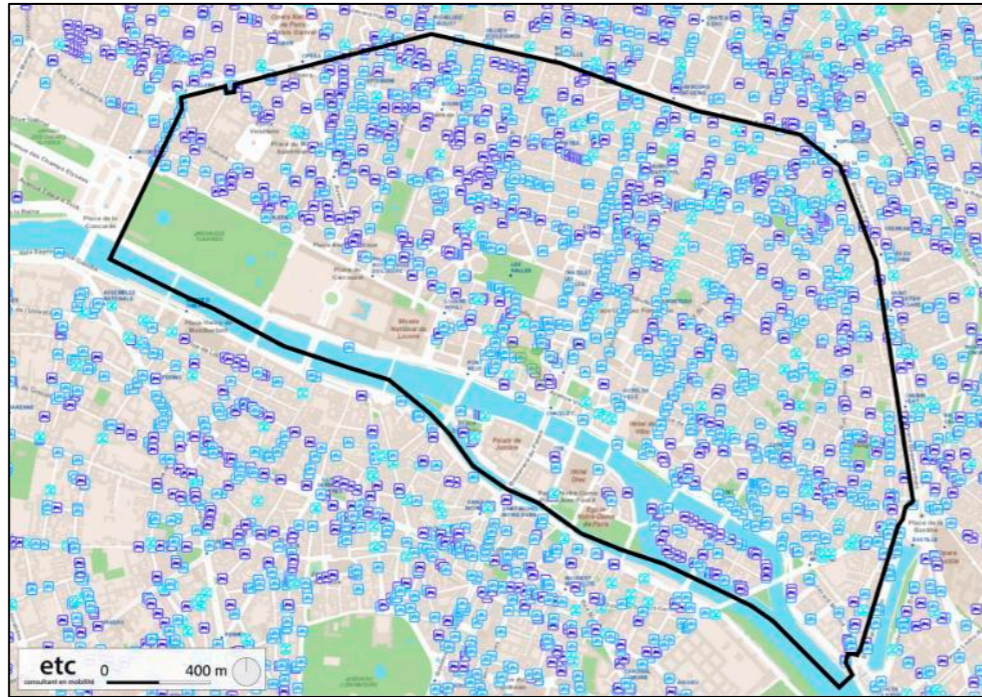


Figure 77 : Plan de la localisation des zones de stationnement deux-roues (avec 2RM en bleu foncé, vélos en bleu clair et mixte en turquoise) – Ville de Paris, 2022

On dénombre également **3 918 places dédiées aux deux-roues motorisés** dans le secteur de la future ZTL (source – Open data Paris, 2020), contre 42 735 à l'échelle de la Ville de Paris. En 2021, la Ville de Paris comptabilisait 41 295 places spécifiques aux deux-roues motorisés, et 37 895 en 2019 Paris (bilan des déplacements, enquête Ville de Paris, 2021).



Figure 78 : Stationnement cycles et 2RM, rue Tiquetonne (1^{er}) – ETC

De plus, on dénombre **8 969 places de stationnement dédiées aux vélos** sur le périmètre d'étude (vs 80 920 à l'échelle de Paris). Ils permettent aux cyclistes de stationner leur vélo à proximité des stations de TC (bus et trains) et ainsi de favoriser la pratique de l'intermodalité. **36 box à vélos** sont également présents sur le secteur de la future ZTL (vs 146 à l'échelle de Paris).

À l'échelle parisienne, la capitale compte 7 776 aires de stationnement vélos, comprenant 37 000 arceaux. L'objectif est de créer d'ici 2026 30 000 nouvelles places avec arceaux sur l'espace public, dont 1 000 places réservées aux vélos-cargos.



Figure 79 : Plan de la localisation du stationnement vélo – Apur, juin 2022

Des abris vélos et des parkings souterrains présents sur le secteur de la ZTL permettent également d’offrir aux cyclistes du stationnement vélo sécurisé (cf. carte ci-dessous).

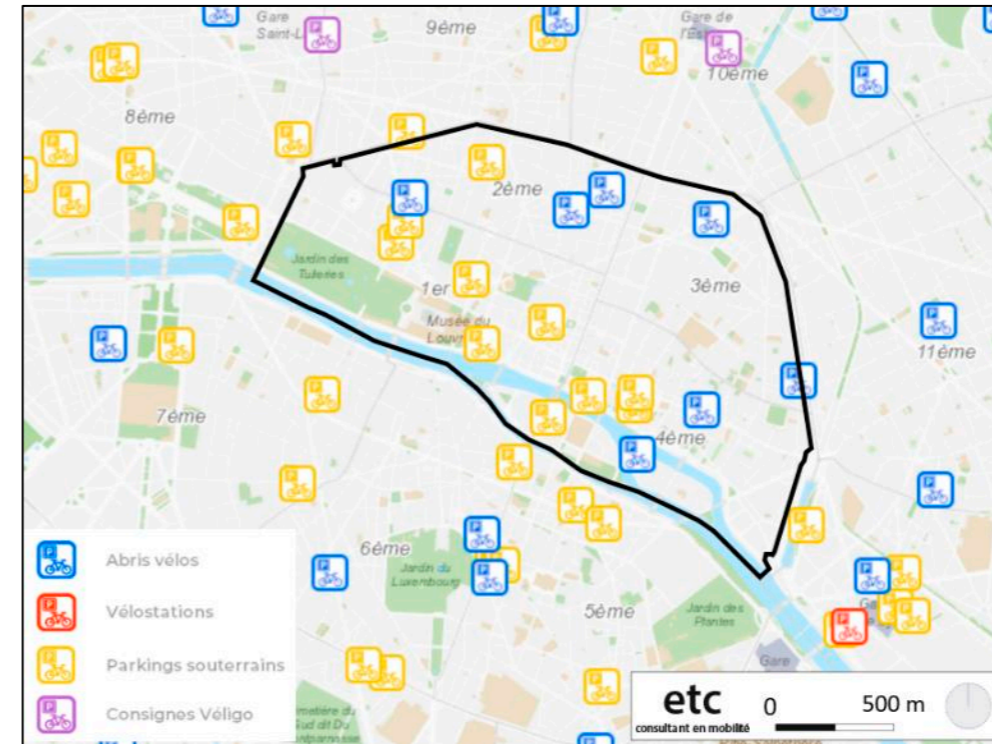


Figure 80 : Plan de la localisation du stationnement vélo sécurisé – Ville de Paris, 2022

Parkings

On observe dans le secteur d’étude un grand nombre de parkings (voir la carte ci-contre).

On dénombre ainsi **14 parkings concédés** (vs 125 à l’échelle de Paris, source : Open data Paris, 2020) et **33 parkings de centres ou garages commerciaux** (vs 229 à l’échelle de Paris, source : DVD, 2005). Il faut ajouter à cela les parkings situés aux alentours du secteur d’étude, notamment au nord des Grands Boulevards.

Les parkings de centres ou garages commerciaux se situent en grande partie sur la Rive Droite, principalement aux alentours de la rue de Rivoli, autour des Halles et de la rue Réaumur.

Au total, on dénombre 8 293 places dans des parkings concédés (vs 63 542 à l'échelle de Paris, source = Open data Paris, 2020) et 8 104 (dont 7 288 dédiés aux visiteurs) places dans des parkings commerciaux (vs 80 660 à l'échelle de Paris, source : DVD, 2005), au sein de notre périmètre d'étude.



Figure 81 : Zoom sur les parkings concédés au sein du secteur de la ZTL – Open data Paris, 2020

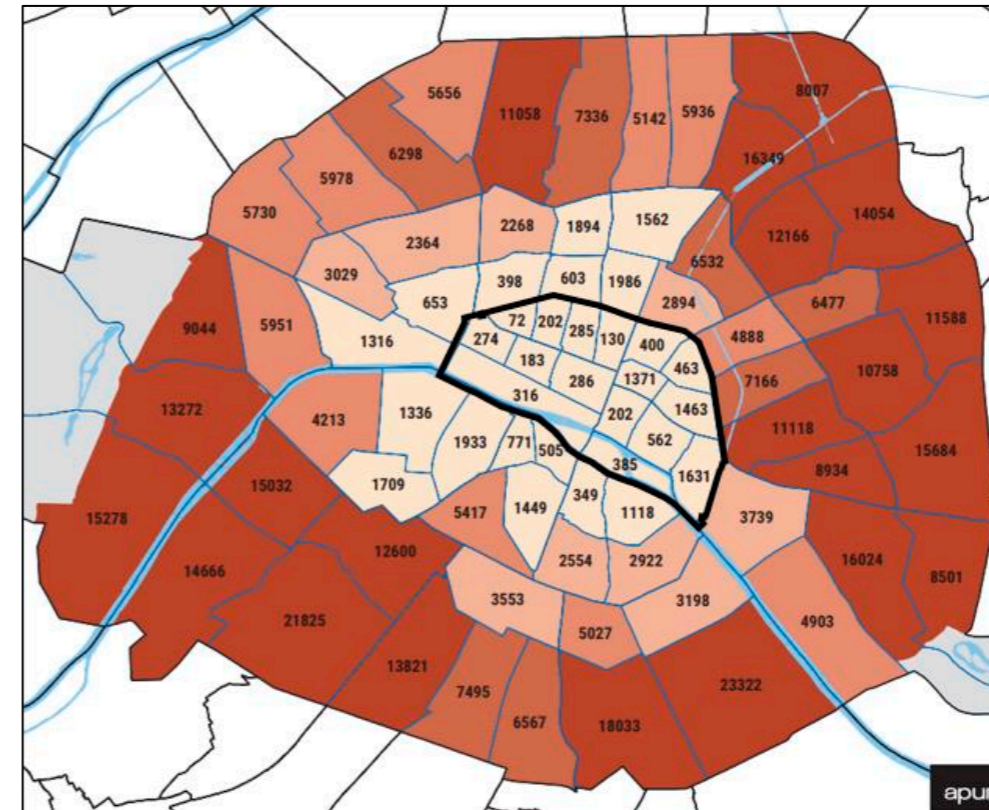


Figure 82 : Nombre de places de stationnement résidentiel – DGFIP, 2017

Stationnement résidentiel en immeuble privé

On observe également dans le secteur d'étude des parkings privés, dédiés aux riverains (voir la carte ci-dessous).

On en dénombre **8 225** dans le périmètre de la ZTL (vs 460 174 à l'échelle de Paris, source : DGFIP, 2017).

SYNTHÈSE DES ENJEUX DE L'ÉTAT INITIAL

LES PRATIQUES DE MOBILITÉS – UN ENJEU TRÈS FORT

À l'échelle de la ZTL, l'utilisation de la marche à pied et des transports en commun représente 91% des parts modales. L'usage de la voiture est quant à lui très faible (5%) et est nettement inférieur à ce qui est observé dans d'autres périmètres.

Pour les différents motifs de déplacement depuis le secteur de la ZTL, **la part modale de la marche à pied est supérieure à 58%**, sauf pour le motif domicile-travail où les transports en commun permettent des déplacements sur de plus longues distances (66% d'utilisation).

L'enjeu est très fort de conforter les pratiques de mobilités douces, notamment pour les déplacements de courte distance, et de proposer des aménagements dédiés et sécurisés le permettant, tout en tenant compte des contraintes liées à l'usage de la voiture et des TC, en fonction des différents motifs de déplacement, des horaires de déplacement et des temps/distances des déplacements.

LES MODES ACTIFS ET SÉJOUR DANS L'ESPACE PUBLIC – UN ENJEU TRÈS FORT

Les déplacements des piétons et des cyclistes se font majoritairement en sécurité dans la ZTL (aménagements dédiés et séparés de la circulation générale, stationnements vélos, trottoirs larges, mobilier urbain, etc.), mais la circulation des véhicules motorisés sur les axes les plus circulés (> 600 uvp/h/voie) peut rendre certains déplacements inconfortables notamment au niveau des intersections et de leur traversée.

Les risques de conflits d'usage entre les modes actifs et les véhicules motorisés restent donc importants dans le secteur de la ZTL, du fait notamment de sa forte fréquentation (tous modes confondus) et de son attractivité touristique.

De plus, le secteur de la ZTL comprend un nombre important d'arrêts de bus et de métro, permettant aux piétons et cyclistes de favoriser l'intermodalité lors de leurs déplacements.

Les enjeux ici sont donc de conforter l'usage des modes actifs pour tous les motifs de déplacement à l'échelle de la ZTL, en leur offrant un cadre apaisé pour leurs déplacements et pour leur séjour dans l'espace public et en leur accordant plus de place et d'aménagements dédiés garantissant leur sécurité (notamment une meilleure accessibilité piétonne).

LES NOUVELLES MOBILITÉS – UN ENJEU FORT

Le secteur de la ZTL dispose de nombreux services dédiés aux nouvelles mobilités.

En effet, environ **70 stations Vélib'** sont installées sur ou à proximité immédiate du secteur d'étude.

13 stations de l'opérateur UbeeQo (dont 8 avec bornes) pour les voitures, ainsi que des **stations Clem', Communauto et Getaround** sont présentes sur le secteur d'étude, proposant ainsi un service d'autopartage de véhicules.

Concernant le développement des véhicules électriques, le périmètre de projet dispose de **40 stations de recharge**.

L'enjeu ici est de garantir l'accès aux nouvelles mobilités depuis et en direction de la ZTL, afin de tenir compte des nouvelles pratiques de déplacement plus éco-responsables.

LES TRANSPORTS EN COMMUN – UN ENJEU FORT

Le secteur est très bien desservi par le réseau de transports en commun parisien.

Six lignes de métro (lignes 1, 3, 4, 7, 11, 14) pénètrent au sein de la ZTL, auxquelles il faut ajouter 5 autres lignes qui desservent les rues et boulevards limitrophes (lignes 5, 8, 9, 12).

Ensuite, trois lignes du Réseau Express Régional (A, B, D) permettent d'accéder à une ou plusieurs gares à l'intérieur de la zone. Le pôle d'échange de Châtelet-les Halles, situé au centre de Paris, accueille ces 3 lignes de RER et 5 lignes de métro (1, 4, 7, 11 et 14). Il s'agit de la plus grande gare souterraine d'Europe.

La desserte en transports en commun est également complétée par le réseau bus de la RATP. En effet, 21 lignes de bus entrent dans la ZTL, en plus des 11 autres lignes qui longent la zone.

L'enjeu est donc de conforter la desserte en transports en commun et de faciliter l'accès pour tous à cette offre diversifiée. Le projet ne restreindra pas les flux des transports en commun (bus) en transit ou à destination de la ZTL.

LES TAXIS ET LES VTC – UN ENJEU MOYEN

Le secteur de la ZTL bénéficie de **10 stations de taxis et de 6 bornes d'appel taxis**.

Le projet ne restreindra pas les flux des taxis et des VTC en transit ou à destination de la ZTL.

LA MOBILITÉ TOURISTIQUE – UN ENJEU TRÈS FORT

La mobilité touristique est particulièrement forte dans le secteur de la ZTL, du fait de son patrimoine et de sa fonction de centre de la capitale française. Les monuments les plus visités en 2018 étaient la Cathédrale Notre-Dame de Paris (12 000 000 visiteurs – 1^{er} rang), le Musée du Louvre (10 105 962 – 3^{ème} rang) et le Centre Pompidou – Musée National d'Art moderne (3 551 544 – 6^{ème} rang).

La ZTL est donc un point de passage quasiment systématique pour les touristes, ce qui se confirme par :

- **Le nombre important d'hôtels** situés dans le périmètre d'étude, qui sont des points d'arrivée des touristes nationaux et internationaux ;
- **Les lignes de bus touristiques** avec deux opérateurs (Big Bus et Tootbus Paris) qui y proposent chacun des arrêts ;
- Le deuxième plus grand parking d'autocars de Paris qui s'y situe (Carrousel du Louvre **avec 71 places de stationnement**) ;

- Une grande partie du **trafic autocars** se concentre dans les 8 premiers arrondissements, avec notamment des points de forte concentration autour des sites de la ZTL suivants : place de la Concorde, Louvre et quartier Saint-Michel ;
- **Le service de navettes fluviales Batobus** propose 8 escales au fil de la Seine, dont 2 dans le secteur de la ZTL (Louvre, Quai du Louvre (1^{er}) et Hôtel de Ville, Quai de l'Hôtel de Ville (4^{ème}) ;
- **Le service de navettes fluviales régulier** dessert également le secteur de la ZTL avec l'Île de la Cité et le quai des Orfèvres ;
- **Les quatre grands itinéraires cyclotouristiques nationaux ou transnationaux** qui traversent Paris et qui passent tous par le parvis de Notre-Dame de Paris.

La réduction des externalités négatives de l'autocar est un enjeu important dans le périmètre ZTL. De plus, par son caractère patrimonial et sa fonction de centre de Paris, la ZTL devra également garantir l'accessibilité et les déplacements des touristes en son sein, notamment via les modes actifs.

LA MOBILITÉ INHÉRENTE AUX ACTIVITÉS – UN ENJEU TRÈS FORT

Les déplacements liés aux activités (artisanat, commerces, etc.) dépendent fortement des véhicules motorisés. **Des problématiques de stationnement et des verbalisations sont constatées.**

Dans le centre de Paris, la part modale de la voiture pour les motifs de déplacement liés aux achats est très limitée : 5% à Paris Centre. Pour les achats occasionnels, elle est également faible (6% à Paris).

Le projet ne restreindra pas les flux à destination de la ZTL liés aux activités économiques, ni la circulation des artisans. Les enjeux ici sont donc d'améliorer l'accessibilité aux secteurs concernés, en particulier en modes actifs.

LA MOBILITÉ INHÉRENTE À LA LOGISTIQUE URBAINE – UN ENJEU TRÈS FORT

La logistique urbaine est réglementée, qu'il s'agisse de la circulation des véhicules concernés ou de leur stationnement. Certains véhicules sont toutefois exemptés des règles de circulation, du fait de leur activité.

Le secteur de la ZTL dispose de zones de livraison périodiques et permanentes.

De plus, dans le secteur d'étude, les voies fluviales (la Seine) sont dédiées à la logistique, qui se concentre principalement sur deux ports fluviaux (Pont Neuf et Henri IV).

Une nouvelle stratégie logistique a été adoptée en 2022, à horizon 2026, axée sur 6 points clés. Ce règlement permet d'améliorer la logistique urbaine à Paris. L'enjeu est donc de concilier qualité des espaces publics, équilibre des modes en faveur des modes doux / actifs et fonctionnement économique et donc logistique de la zone.

LA DESSERTE ROUTIÈRE – UN ENJEU FORT

Le réseau viaire est assez dense et efficace par son maillage.

Il est composé :

- De grandes voies structurantes (boulevard de Sébastopol, Grands Boulevards entre République et Opéra, rue du Quatre-Septembre, rue de Réaumur, quais de Seine, rue de Rivoli, rue Saint-Antoine) ;
- De nombreux axes de distribution, notamment sur la rive droite, permettant de relier entre eux les places et lieux importants (République, Opéra, Hôtel de Ville, Halles, Louvre) ;
- De voies de desserte permettant d'apporter un maillage fin et une desserte directe des différents quartiers du secteur d'étude.

Dans la ZTL, comme la majeure partie du territoire parisien, la vitesse est partout limitée à 30 km/h depuis le 30 août 2021 – hors zones spécifiques telles que les zones de rencontre.

Les voiries du périmètre d'étude sont principalement gérées par feu. Les intersections entre les voies de desserte sont majoritairement gérées par des carrefours plans (priorités à droite essentiellement, des cédez-le-passage existent pour la gestion des vélos dans certains carrefours).

Les enjeux sont donc de maintenir l'efficacité et la densité du maillage du réseau viaire, d'éviter des trafics parasites sur les voies de desserte, et de permettre le développement des autres réseaux de déplacement (cyclable, piéton notamment).

LA CIRCULATION ROUTIÈRE – ENJEU TRÈS FORT

Globalement, il est à relever que :

- **La part du trafic de transit dans la circulation générale, dans Paris Centre, est d'environ 50% en heure de pointe ;**
- 30% du trafic de transit est incompressible ;
- Plus de la moitié du trafic en heure de pointe provient de Paris ;
- Les flux sont **modérés à très importants** selon la voie qui les accueille ;
- Sur le périmètre d'étude, les flux sont **légèrement plus élevés pendant la période de pointe du soir que pendant la période de pointe du matin ;**
- Les sens de circulation restent équilibrés pour l'ensemble des axes étudiés, quelle que soit la période. On observe donc peu de flux pendulaires marqués ;
- Les quais de Seine et le boulevard de Bonne Nouvelle sont les axes les plus empruntés, avec des flux majoritairement très importants (> 1 000 uvp/h).

La création de la ZTL, ayant pour but de restreindre le trafic de transit au sein de son périmètre, comporte des enjeux forts de diminution et d'apaisement du trafic dans le périmètre de la ZTL, en limitant les reports à l'extérieur de celui-ci. Elle vise également à induire des changements de comportements, notamment des reports modaux vers les moyens de déplacement alternatifs à la voiture individuelle.

La ZTL permettra donc d'agir directement sur une part du trafic de transit, qui concerne plus les Parisiens hors ZTL que les habitants du secteur de la ZTL, qui utilisent déjà ces moyens de déplacement alternatifs (57% pour la marche à pied et 34% pour les TC).

L'ACCIDENTOLOGIE – UN ENJEU TRÈS FORT

En 2021, les usagers les plus impliqués dans un accident sont les automobilistes. 60% des accidents impliquent des véhicules motorisés (voitures ou deux-roues) en 2021 dans la ZTL (plus de 2/3 en 2019.).

Les cyclistes sont également fortement impliqués dans des accidents (21%), ils représentent 30% des victimes.

Les nouvelles pratiques de mobilités (EDPM) et l'utilisation accrue des modes actifs, notamment dans le centre de Paris où l'attractivité touristique et commerciale est importante, génèrent de nouveaux conflits d'usages.

La création de la ZTL a pour enjeux de diminuer le trafic à l'intérieur du périmètre, et ainsi d'apaiser la circulation, de réduire les conflits d'usages et de sécuriser les déplacements des modes actifs.

LE STATIONNEMENT – UN ENJEU MOYEN

Le secteur d'étude dispose de :

- 243 places GIC/GIG,
- 9 places d'autocar,
- 949 places de livraison,
- 3 389 places sur voirie (2 623 payant mixte, 696 payant rotatif, 70 gratuit),
- 14 parkings concédés (8 293 places),
- 33 parkings de centres ou garages commerciaux (8 104 places).

Il dispose également de nombreuses places de stationnements deux-roues (dont stationnements sécurisés) et taxis (avec bornes).

Le secteur de la ZTL n'interdisant pas le trafic de destination, les usagers pourront continuer à y stationner. L'enjeu sera donc d'optimiser la gestion de ce stationnement, et notamment sa bonne répartition entre les différentes catégories d'usagers.

ANALYSE DES MÉTHODES UTILISÉES POUR ÉVALUER L'ÉTAT INITIAL

Dans le cadre de l'étude, une visite de terrain a été effectuée.

À cela vient s'ajouter la consultation de plusieurs documents :

- Les données de comptages en ligne de la DVD de 2021 et de 2022 ;
- Le Plan Local d'Urbanisme de Paris ;
- L'Open Data de la Ville de Paris ;
- Le site de la Ville de Paris ;
- Le plan de secteur des transports en commun d'Ile-de-France Mobilités et de la RATP ;
- Les résultats de l'Enquête Globale Transport (EGT) 2010, 2018 et 2020 publiés par l'OMNIL pour la Région Ile-de-France ;
- Les fiches INSEE de la commune de Paris ;
- Le PAVE de Paris de 2012 ;
- L'extraction des horaires de desserte des transports en commun (Ile-de-France Mobilités) ;
- Les fiches horaires des lignes de bus de Paris, publiées par l'exploitant (RATP) ;
- Le document d'analyse des usages et hypothèses d'abattement, réalisé par le bureau de recherche 6t, pour le compte de l'Agence de la Mobilité de la Ville de Paris, datant de février 2021 ;
- Les sites Géoportail et OpenStreetMap pour les fonds de plan ;
- L'atlas de l'espace public parisien de l'Apur de 2022 ;
- Le livre blanc des Assises du Tourisme Durable de Paris de 2021 ;
- Le rapport d'activité de l'Office du tourisme et des Congrès de Paris de 2021.

ANNEXES

Annexe 1 : Le détail des transports en commun

Annexe 2 : Le détail du stationnement

ANNEXE 1 : LE DÉTAIL DES TRANSPORTS EN COMMUN

LIGNE DE BUS

De jour

- **Ligne 20** : reliant Levallois-Perret à la porte des Lilas, cette ligne passe par les grands Boulevards au nord de la zone d'étude. Elle permet de traverser Paris d'ouest en est. Elle circule de 6h30 (premier départ) à 0h30 (dernier départ) du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 6 810 montées le jeudi 25 novembre 2021 (jour de semaine non férié et hors vacances scolaires).
- **Ligne 21** : elle relie le Stade Charléty, au niveau de la porte de Gentilly, à la porte de Saint-Ouen. Dans le secteur d'étude, elle passe par le boulevard et la place Saint-Michel, par Châtelet et par l'avenue de l'Opéra pour rejoindre ce dernier au nord-ouest du secteur. Elle circule de 5h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 10 190 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 27** : cette ligne relie la gare Saint-Lazare à la porte d'Ivry. Elle transite par le boulevard Saint-Michel, par les quais de Seine ainsi que par l'avenue de l'Opéra. Elle circule de 5h50 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. Exploitée en bus articulés, on a dénombré 16 632 montées le jeudi 25 novembre 2021 sur cette ligne, d'après IDF Mobilités.
- **Ligne 29 (source RATP, juin 2021)** : elle relie la gare Saint-Lazare à la porte de Montempoivre. Son circuit sépare plus ou moins les 1^{er} et 3^e arrondissements au sud des 2^e et 4^e arrondissements au nord, et permet de desservir le quartier du Marais d'est en ouest. Elle circule de 5h45 à 22h45 du lundi au vendredi. On a dénombré 6 103 montées journalières le jeudi 25 novembre 2021, selon IDF Mobilités.
- **Ligne 32** : reliant la gare de l'Est à la porte d'Auteuil, cette ligne passe par les grands Boulevards au nord de la zone d'étude, entre le boulevard Sébastopol et la place de l'Opéra. Elle circule de 5h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 4 463 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 38** : cette ligne relie la porte d'Orléans à la porte de la Chapelle. Empruntant les boulevards Saint-Michel et Sébastopol, cette ligne est une radiale nord-sud traversant Paris en son centre. Elle circule de 5h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. Exploitée en bus articulés, on y a dénombré 22 839 montées le jeudi 25 novembre 2021, d'après IDF Mobilités.
- **Ligne 39** : elle relie la gare du Nord aux Frères Voisins, à Issy-les-Moulineaux. Son circuit est dédoublé et passe par la rue Réaumur et le boulevard de Sébastopol en direction du nord, et passe par le boulevard Poissonnière et la rue de Richelieu en direction du sud. Elle circule de 6h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 6 111 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 42** : reliant la gare Saint-Lazare à Boulogne-Billancourt, cette ligne passe par la place de la Concorde, en provenance ou en direction de l'avenue des Champs-Élysées. Elle circule de 6h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 5 653 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 45** : elle relie la place de la Concorde à Aubervilliers. Elle emprunte le boulevard de la Madeleine en provenance ou en direction de son terminus situé place de la Concorde. Ligne créée lors de la restructuration du réseau de bus en avril 2019, elle circule de 5h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés.
- **Ligne 47** : elle assure la liaison entre Châtelet et le fort du Kremlin-Bicêtre. Ayant pour terminus au nord Châtelet, elle passe par l'île de la Cité avant de rejoindre la rue Monge et le reste de son circuit. Elle circule de 5h45 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 14 597 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 52** : elle permet de relier l'Opéra et le parc de Saint-Cloud, desservant le sud-ouest parisien. Elle transite par le boulevard de la Madeleine. Elle circule de 6h45 à 23h (en service partiel en soirée) du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 7 611 montées le jeudi 25 novembre 2021.

- **Ligne 56** (source RATP, juin 2021) : elle assure la liaison entre la Porte de Clignancourt au Château de Vincennes. Son circuit passe par la place de la République, au nord-est du secteur d'étude. Le service commence à 6h45 jusqu'à 00h30 du lundi au dimanche. Elle circule également les jours fériés. On a dénombré 6 368 montées journalières le jeudi 25 novembre 2021, selon IDF Mobilités.
- **Ligne 58** : cette ligne relie Châtelet au lycée Michelet à Vanves. Elle passe par l'île de la Cité avant de rejoindre le Palais du Luxembourg, au sud du secteur d'étude. Elle circule de 6h15 à 23h10 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 2 493 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 63** : reliant la gare de Lyon à la porte de la Muette, cette ligne emprunte l'intégralité du boulevard Saint-Germain en direction de la gare de Lyon, et emprunte des rues parallèles en dehors du secteur d'étude dans le sens opposé. Elle circule de 6h30 à 0h45 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 9 330 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 67** : elle relie le Palais Royal et le musée du Louvre au Stade Charléty. Elle emprunte la rue de Rivoli en direction du Palais Royal et les quais rive droite en direction de Charléty. De plus, c'est la seule ligne à desservir directement l'île Saint-Louis. Elle circule de 6h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 3 927 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 68** : cette ligne assure la liaison entre la place de Clichy et Châtillon-Montrouge. Dans le secteur d'étude, elle transite par l'avenue de l'Opéra et traverse la Seine aux ponts Royal et du Carrousel. Elle circule de 5h30 à 1h15 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 3 597 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 69** : elle permet de relier le Champ de Mars et Gambetta. Son circuit est dédoublé et transite par les quais de Seine et la rue de Rivoli entre le Louvre et l'Hôtel de Ville, en direction ou en provenance de la place de la Bastille. Elle circule de 6h à 22h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 5 737 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 72** : cette ligne relie la gare de Lyon au Parc de Saint-Cloud. Circulant le long de la Seine sur la rive droite sur la quasi-totalité de son parcours, son circuit est dédoublé par le boulevard Morland puis par la rue de Rivoli en direction de Saint-Cloud. Elle circule de 6h à 1h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 11 571 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 73** : elle relie la Garenne-Colombes – Charlesbourg au Musée d'Orsay. La ligne emprunte le pont de la Concorde puis le boulevard Saint-Germain pour rejoindre son terminus Musée d'Orsay. Elle circule de 6h à 23h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés (en service partiel). D'après IDF Mobilités, on a dénombré 1 080 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 74** : reliant Châtelet aux berges de Seine à Clichy, cette ligne emprunte la rue du Louvre ainsi que la rue Montmartre dans le secteur d'étude. Elle circule de 5h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 6 040 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 75** : cette ligne relie le Panthéon à la porte de Pantin. Elle dessert l'est du secteur d'étude, notamment les quartiers du Marais et des Arts et Métiers. Elle circule de 6h à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 5 751 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 76** : cette ligne assure la liaison entre Châtelet et Bagnolet – Louise Michel. Elle passe par les rues Saint-Antoine et de Rivoli en provenance de la place de la Bastille. Elle circule de 5h45 à 1h15 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 8 792 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 84** : elle permet de relier le Panthéon à Levallois – Alsace. Elle transite par la place de la Madeleine, la place de la Concorde puis le boulevard Saint-Germain entre le pont de la Concorde et la rue du Bac. Elle circule de 6h40 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 3 074 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 85** : cette ligne relie Châtelet aux Docks de Saint-Ouen-sur-Seine. Comme la ligne 74, cette ligne emprunte la rue du Louvre ainsi que la rue Montmartre dans le secteur d'étude. Elle circule de 6h à 0h du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 5 913 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 86** : elle relie le Champs de Mars au Parc Zoologique de Saint-Mandé. Elle transite par une grande partie du boulevard Saint-Germain en direction de Saint-

Mandé, puis le pont de Sully et le boulevard Henri IV dans les 2 sens, jusqu'à la place de la Bastille. Elle circule de 6h10 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 12 296 montées le jeudi 25 novembre 2021.

- **Ligne 87** : elle relie la Porte de Reuilly aux Invalides. Comme la précédente ligne, elle emprunte le boulevard Henri IV et le pont de Sully en provenance ou en direction de la place de la Bastille. Elle emprunte la totalité du boulevard Saint-Germain en direction de la porte de Reuilly, et passe par les quais de Seine rive Gauche en direction des Invalides. Elle circule de 6h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 4 007 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 89** : reliant la Porte de France à la gare de Vanves Malakoff, cette ligne passe par le quai Saint-Bernard jusqu'au pont de Sully. Elle circule de 6h10 à 23h20 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 2547 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 91** : cette ligne assure la liaison entre les gares du Nord et de Montparnasse, via les gares de Lyon, d'Austerlitz et de l'Est. Elle emprunte dans le secteur d'étude les Grands Boulevards entre les places de la Bastille et de la République. Elle circule de 6h à 0h45 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. Exploitée en bus articulés, on y a dénombré 20 792 montées le jeudi 25 novembre 2021, d'après IDF Mobilités.
- **Ligne 94** : elle permet de relier la gare Montparnasse au Pont de Levallois-Perret. Elle transite par la place de la Madeleine, la place de la Concorde puis le boulevard Saint-Germain entre le pont de la Concorde et la rue du Bac. Elle circule de 6h30 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 3 044 montées le jeudi 25 novembre 2021.
- **Ligne 95** : cette ligne relie la porte de Vanves à la porte de Montmartre. Elle transite par le pont du Carrousel et par l'avenue de l'Opéra en direction ou en provenance de la place de l'Opéra. Elle circule de 6h15 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends et jours fériés. Exploitée en bus articulés, on y a dénombré 13 080 montées le jeudi 25 novembre 2021, d'après IDF Mobilités.
- **Ligne 96** : reliant la gare Montparnasse à la porte des Lilas, cette ligne dessert Châtelet et l'Hôtel de Ville avant de desservir le quartier du Marais dans le secteur d'étude. Elle circule de 5h40 à 0h30 du lundi au vendredi, ainsi que les weekends

et jours fériés. D'après IDF Mobilités, on a dénombré 14 278 montées le jeudi 25 novembre 2021.

De nuit

- **N01**, ligne circulaire au départ de la gare de l'Est. Elle passe par les Grands Boulevards entre République et Bastille, puis par les quais Voltaire et Anatole-France dans le secteur d'étude.
- **N02**, ligne circulaire au départ de la gare Montparnasse. Comme la N01, elle passe par les Grands Boulevards mais dans le sens opposé, puis passe par le boulevard Saint-Germain entre le pont de la Concorde et la rue de Rennes.
- **N11**, qui relie le pont de Neuilly à Château de Vincennes. Son trajet passe par la rue de Rivoli vers Neuilly, et par les quais rive droite vers Vincennes.
- **N12**, assurant la liaison entre le pont de Sèvres à Romainville – Carnot. Elle transite par la place et le pont Saint-Michel, le boulevard Sébastopol ou la rue Beaubourg, en direction ou en provenance de la place de la République.
- **N13**, qui assure la liaison entre Mairie d'Issy et Bobigny – Pablo Picasso. Elle passe par la place et le pont Saint-Michel, le boulevard Sébastopol ou la rue Beaubourg, en direction ou en provenance de la gare de l'Est.
- **N14**, reliant la Mairie de Saint-Ouen à la Croix de Berny. Elle passe par le boulevard Saint-Michel, le boulevard Sébastopol ou la rue Beaubourg, en direction ou en provenance de la gare de l'Est.
- **N15**, ligne assurant la liaison entre Asnières-Gennevilliers – Gabriel Péri et Villejuif – Louis Aragon. Son trajet passe notamment par les rues de Montmartre, du Louvre et de Rivoli, puis par l'île de la Cité.
- **N16**, ligne reliant le Pont de Levallois et la Mairie de Montreuil. Son trajet passe notamment par les rues de Montmartre, du Louvre et de Rivoli, en provenance ou en direction de la place de la Bastille.
- **N21**, ligne reliant Châtelet et l'Hôpital de Longjumeau. Elle passe par le boulevard Saint-Michel en provenance ou en direction de Châtelet.
- **N22**, assurant la liaison entre Châtelet et Juvisy-sur-Orge. Son trajet dans le secteur d'étude passe par l'île de la Cité en direction de Maubert-Mutualité.

- **N23**, qui relie Châtelet à Chelles-Gournay. Elle emprunte le boulevard Sébastopol ou la rue Beaubourg, en direction ou en provenance de la place de la République.
- **N24**, reliant Châtelet à Sartrouville. Elle transite par la rue de Rivoli et les quais rive droite en direction ou en provenance de la place de la Concorde.
- **N122**, reliant Châtelet à Saint-Rémy-lès-Chevreuse. Elle passe par le boulevard Saint-Michel en provenance ou en direction de Châtelet.

RÉSEAU FERRÉ

Réseau Express Régional (RER)

- La ligne A du RER, qui dessert des pôles d'emplois importants tels que La Défense et Nanterre, et de nombreuses villes du Val-de-Marne suivant un tracé est-ouest, ainsi que les « villes nouvelles » de Cergy et de Marne-la-Vallée. Elle passe par les stations Nation, gare de Lyon, Auber et Charles de Gaulle – Étoile dans Paris. C'est la ligne de RER la plus fréquentée, et même la ligne de train la plus fréquentée en Europe, selon Ile-de-France Mobilités (septembre 2021, <https://www.iledefrance-mobilites.fr/le-reseau/services-de-mobilite/rer/presentation-plans-rer>).

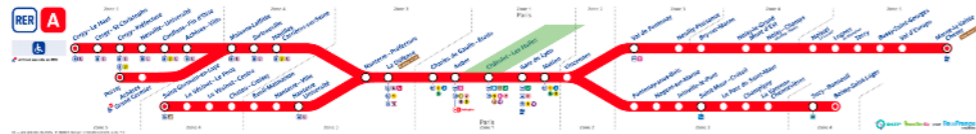


Figure 83 : Plan de la ligne A du RER – RATP, juin 2022

- La ligne B du RER, qui relie l'aéroport Charles de Gaulle et Mitry-Claye au nord à Saint-Rémy-lès-Chevreuse et Robinson au sud. La ligne dessert de nombreuses villes de Seine-Saint-Denis et d'Essonne, ainsi que le sud de Paris. Les autres arrêts dans Paris sont gare du Nord, Saint-Michel – Notre Dame, Luxembourg, Port Royal, Denfert-Rochereau et Cité Universitaire.

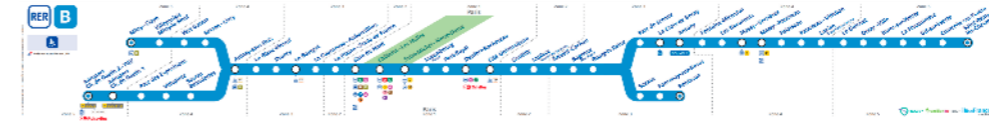


Figure 84 : Plan de la ligne B du RER – RATP, janvier 2022

- La ligne D du RER, reliant Creil au nord à Melun et Malesherbes au sud. Elle dessert dans Paris les gares de Lyon et du Nord. Elle transite par plusieurs grandes villes de la Région, telles que Saint-Denis, Créteil, Évry-Courcouronnes ou encore Corbeil-Essonnes.



Figure 85 : Plan de la ligne D du RER – SNCF Transilien, juin 2022

Métro

- La ligne 1 relie la station La Défense à l'ouest, à la station Château de Vincennes, à l'est, via Châtelet, Bastille et gare de Lyon. Avec une longueur de 16,6 km, elle constitue une voie de communication est-ouest majeure pour la capitale. 8 stations de la ligne 1 sont présentes dans le secteur d'étude. C'est la ligne la plus ancienne du réseau. C'est aussi la plus fréquentée avec 184,4 millions de voyageurs en 2019, selon l'OMNIL, données non influencées par la crise sanitaire.



Figure 86 : Plan de la ligne 1 du métro – RATP, septembre 2012

- La ligne 3, assurant une liaison entre le Pont de Levallois et Gallieni, à Bagnole. Cette ligne, longue de 11,7 km, permet de desservir Paris d’ouest en est, en passant par Opéra et son quartier d’affaires, et dessert la gare routière internationale de Paris-Gallieni. Passant notamment sous la rue de Réaumur et la rue de Turbigo, 8 stations de cette ligne sont présentes dans le secteur d’étude. La ligne a accueilli 93 millions de voyageurs en 2019 (avec la ligne 3bis), selon l’OMNIL.

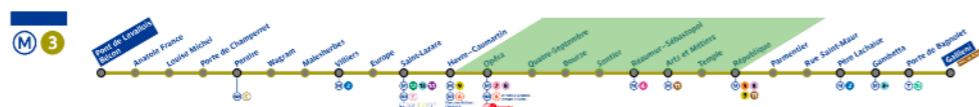


Figure 87 : Plan de la ligne 3 du métro – RATP, août 2012

- La ligne 4, qui relie la porte de Clignancourt au nord, à Bagneux – Lucie Aubrac au sud. Cette ligne, longue de 14 km, traverse Paris du nord au sud en passant par 3 gares (de l’Est, du Nord, Montparnasse), ainsi que par le pôle Châtelet-les-Halles. Elle passe aussi par l’île de la Cité, avec un point d’arrêt sur cette dernière. Le secteur d’étude est desservi par 9 stations de la ligne 4. C’est la deuxième ligne la plus fréquentée en 2019 avec 158,5 millions de voyageurs en 2019, d’après l’OMNIL, ces données ne prenant pas en compte le prolongement de Montrouge vers Bagneux.



Figure 88 : Plan de la ligne 4 du métro – RATP, septembre 2021

- La ligne 7, reliant La Courneuve – 8 Mai 1945 au nord à Villejuif – Louis Aragon et Mairie d’Ivry au sud, sur 22,5 km de tracé. Cette ligne, présentant 2 branches au

sud, dessert Châtelet, ainsi que le Louvre et l’Opéra dans le secteur d’étude, pour 7 stations au total. Elle permet d’accéder par ailleurs à la gare de l’Est. Sa fréquentation s’élève à 127,9 millions de voyageurs (avec la ligne 7bis), d’après l’OMNIL.



Figure 89 : Plan de la ligne 7 du métro – RATP, avril 2021

- La ligne 11, assurant une liaison entre Châtelet et Mairie des Lilas. Cette ligne permet de relier le centre de Paris à l’est parisien, en passant par République. La ligne passe sous l’avenue Victoria et sous les rues du Renard, Beaubourg et du Temple, avec 5 stations. Longue de 6,3 km, elle est empruntée par 38,5 millions de voyageurs en 2019 selon l’OMNIL.

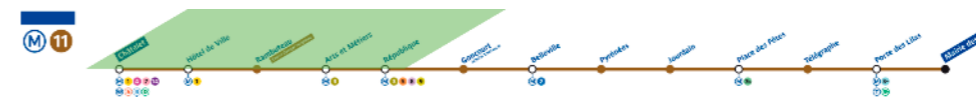


Figure 90 : Plan de la ligne 11 du métro – RATP, janvier 2012

- La ligne 14, qui relie Mairie de Saint-Ouen à Olympiades. Dernière ligne du réseau, inaugurée en 1998, elle permet de rejoindre rapidement le centre de Paris et Châtelet depuis le sud de la ville (12^e et 13^e arrondissements), et depuis 2020, le nord de la ville et la banlieue limitrophe (17^e arrondissement, Saint-Ouen-sur-Seine). 3 points d’arrêts sont présents sur le secteur d’étude. Sa fréquentation de 91,6 millions de voyageurs en 2019 ne prend donc pas en compte son prolongement à Saint-Ouen.

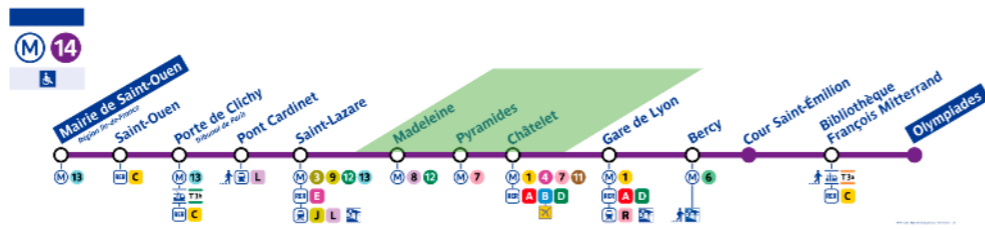


Figure 91 : Plan de la ligne 14 du métro – RATP, mars 2021

- La ligne 5, qui relie Place d'Italie à Bobigny – Pablo Picasso. Elle passe par la Bastille et sous le boulevard Bourdon, ainsi que par la place de la République, avec un trajet de 14,6 km. Elle permet de relier l'est parisien et des villes de Seine-Saint-Denis (Bobigny, Pantin) vers le centre, via 3 gares (de Lyon, du Nord et d'Austerlitz). 109 millions de voyageurs y ont été comptabilisés en 2019, d'après l'OMNIL.



Figure 92 : Plan de la ligne 5 du métro – RATP, janvier 2012

- La ligne 8, reliant Balard à Créteil – Pointe du Lac. Cette ligne d'une longueur de 23,4 km permet de relier la banlieue sud-est à Paris et relier plusieurs points importants de Paris. Cette ligne passe sous l'intégralité des Grands Boulevards entre Bastille et Madeleine, puis sous la Rue Royale vers/depuis la place de la Concorde. Le secteur d'étude comporte 12 stations de la ligne 8. La ligne 8 est empruntée par 100,9 millions de voyageurs en 2019, d'après l'OMNIL.



Figure 93 : Plan de la ligne 8 du métro – RATP, janvier 2012

- La ligne 9, reliant le Pont de Sèvres à Mairie de Montreuil. Elle a un tracé commun avec la ligne 8 sur les Grands Boulevards, entre la place de la République et le début du boulevard des Italiens. Cela représente 5 stations. Longue de 19,6 km, elle est empruntée par 136,4 millions de voyageurs en 2019, selon l'OMNIL, ce qui la place à la 3^{ème} place des lignes les plus fréquentées.

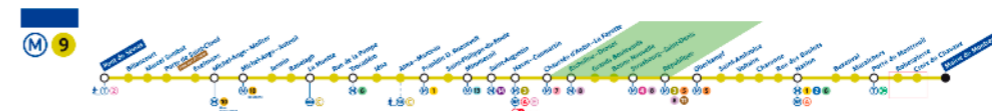


Figure 94 : Plan de la ligne 9 du métro – RATP, septembre 2012

- La ligne 12, reliant la mairie d'Issy à la mairie d'Aubervilliers (depuis 2022, auparavant Front Populaire). Elle a un tracé nord-sud, desservant le 15^e arrondissement au sud et le 18^e arrondissement au nord, en passant notamment par les gares Saint-Lazare et Montparnasse, ainsi que par la place de la Concorde. La ligne 12 dessert le secteur d'étude via 5 stations, dont 3 sur le boulevard Saint-Germain. 80 millions de voyageurs ont utilisé cette ligne en 2019 d'après l'OMNIL.

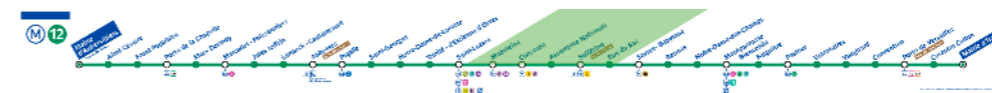


Figure 95 : Plan de la ligne 12 du métro – RATP, novembre 2021

ANNEXE 2 : LE DÉTAIL DU STATIONNEMENT

NORMES PLU, PSMV ET RÈGLEMENTATION ACTUELLE EN VIGUEUR

Zone UG (stationnement des véhicules à moteur)

Dispositions générales :

« Les parcs créés ou réaménagés doivent permettre une évolution satisfaisante des véhicules, répondant aux conditions de sécurité et de confort. Ils doivent respecter les exigences règlementaires, notamment en matière de stationnement des véhicules des personnes à mobilité réduite et d'installations nécessaires aux véhicules électriques ou hybrides rechargeables.

Tout parc doit réserver au stationnement des deux-roues motorisés au moins 2% de sa surface, circulations non comprises, avec un minimum de 5 m² ».

Pour les bureaux :

« La capacité d'un parc de stationnement réalisé dans une construction destinée aux bureaux, places pour deux-roues motorisés comprises, ne doit pas dépasser : sur le territoire des 12^e et 20^e arrondissements, un nombre de places égal au résultat, arrondi au chiffre entier supérieur, de la division de la surface de plancher destinée aux bureaux par la surface de 250 m². Les normes maximales susmentionnées ne s'appliquent pas aux projets conservant les planchers existants. Les places de stationnement affectées à l'habitation ne peuvent être réaffectées aux bureaux que dans le respect de ces normes ».

Pour les autres destinations, aucune norme n'est imposée.

Interdictions :

« Est interdite toute création de places de stationnement ou extension de parc de stationnement :

- Prenant accès (entrée ou sortie) sur une voie indiquée aux documents graphiques du règlement comme voie sur laquelle la création d'accès à un parc de stationnement est interdite (carte B),
- Projetée sur un terrain ne présentant aucun linéaire sur voie supérieur à 10 mètres.

Toutefois, les parcs de stationnement existants peuvent être mis aux normes, réaménagés ou reconstruits sous les conditions suivantes :

- Ils doivent contribuer à assurer le stationnement résidentiel local,
- Ils ne peuvent comporter aucune extension de surface,
- Un espace doit être réservé au stationnement des deux-roues motorisés, ainsi qu'un local pour vélos et poussettes,
- En cas de reconstruction, les dispositions des articles UG.12.1 § 1° et UG.12.3 doivent être respectées ».

Zone UG (stationnement des aires de livraison et de dépose pour autocars)

Bureaux :

« Lorsqu'il est construit sur un terrain une surface de plancher de bureaux* dépassant 2 500 m², il doit être réservé sur ledit terrain les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention ».

Commerce, artisanat, industrie :

« Lorsqu'il est construit sur un terrain une surface de plancher relevant d'une ou plusieurs de ces destinations et dépassant 500 m², il doit être réservé sur ledit terrain les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention ».

Entrepôt :

« Sur tout terrain comportant une surface de plancher à destination d'entrepôt, il doit être réservé les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention ».

Hébergement hôtelier :

« En dehors des secteurs d'interdiction de circulation fixés par arrêtés, les hôtels de plus de 150 chambres doivent prévoir sur le terrain une aire de dépose pour les autocars avec des accès présentant une hauteur libre d'au moins 4 mètres. Cette aire doit également pouvoir être utilisée comme aire de livraison ».

CINASPIC :

« Des emplacements adaptés aux besoins spécifiques des établissements doivent être aménagés sur le terrain pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, de déchargement et de manutention ».

Zone UG (stationnement des vélos et des poussettes)

Pour la création de SDP de plus de 250 m².

Habitation :

« Au minimum 3 % de la surface de plancher des locaux. Les surfaces règlementaires doivent être réalisées pour ½ au moins dans des locaux clos et couverts. Le stationnement complémentaire peut être assuré sur des aires couvertes dans les espaces libres ».

Bureaux :

- « Soit une surface au minimum égale à 3 % de la surface de plancher des locaux.
- Soit des locaux et/ou aires couvertes comportant des aménagements spécifiques permettant le stationnement du nombre de vélos correspondant à une unité pour chaque tranche de 50 m² de surface de plancher du projet, suivant des dispositions assurant un accès immédiat à chacun des vélos remisés.

Les surfaces ou capacités règlementaires doivent être réalisées pour ½ au moins dans des locaux clos et couverts. Le stationnement complémentaire peut être assuré sur des aires couvertes dans les espaces libres ».

Commerce, artisanat, industrie, entrepôt, CINASPIC :

« La superficie à réserver au stationnement des vélos et des poussettes doit répondre aux besoins des utilisateurs, en fonction de la nature de l'établissement, de son fonctionnement et de sa situation géographique ».

Zone UV (stationnement des véhicules à moteur)

« Dans les parcs, jardins et espaces verts ouverts au public, le stationnement est interdit. Toutefois, des aires de stationnement et de livraison peuvent être aménagées dans les bâtiments ou monuments existants ou projetés ou dans leur sous-sol, à condition qu'elles soient strictement nécessaires à leur fonctionnement et ne soient pas ouvertes au public ».

Zone UV (stationnement des vélos et des poussettes)

« Les emplacements de stationnement des vélos et poussettes doivent recevoir un traitement propre à permettre leur bonne intégration dans le site. La superficie à réserver au stationnement des vélos et poussettes doit répondre aux besoins des utilisateurs des différents établissements, en fonction de leur nature, de leur fonctionnement et de leur situation géographique. Elle ne doit pas être inférieure à 10 m² ».

PSMV du Marais (stationnement des véhicules à moteur)

Dispositions générales :

« La réalisation de places de stationnement doit satisfaire aux conditions énoncées ci-après et ne pas être concernée par l'un des motifs d'interdiction prévus à l'article US.12.1.3. Le stationnement doit être assuré en dehors des espaces libres. Les caractéristiques des parcs créés ou réaménagés doivent permettre une évolution satisfaisante des véhicules répondant aux conditions de sécurité et de confort. Ils doivent prendre en compte les exigences règlementaires en matière de stationnement des véhicules des personnes à mobilité réduite. L'aménagement d'un parc de stationnement doit affecter 2% de sa surface totale, avec un minimum de 5 m², au stationnement des deux-roues motorisés. En ce qui concerne les destinations autres que l'habitation, la capacité de stationnement des parcs doit être examinée au regard des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air, de maîtrise de la

circulation et de diminution de la pollution liée à l'usage des véhicules, de la desserte en matière de transports en commun et des caractéristiques de la voirie environnante. »

Pour l'habitation :

« Les dispositions qui suivent ne s'appliquent qu'aux projets non concernés par les motifs d'interdiction énoncés à l'article US.12.1.3 ci-après et qui créent une surface de plancher d'habitation supérieure à 2 000 m². Le nombre minimal de places exigibles pour une construction destinée à l'habitation est le résultat, arrondi au chiffre entier inférieur, de la division de la surface de plancher d'habitation par une surface de 100 m². Cette norme ne s'applique pas aux surfaces des planchers existants, y compris ceux faisant l'objet d'un changement de destination soumis à permis de construire, Les places de stationnement enclavées, accessibles par une autre place, ne sont pas prises en compte dans le contrôle du respect de cette norme. Les places de stationnement résultant de l'application de la norme susmentionnée doivent être réalisées sur le terrain d'assiette des constructions ou sur un terrain situé dans l'environnement immédiat. »*

Interdictions :

« Est interdite toute création de places de stationnement ou extension de parc de stationnement : - prenant accès (entrée ou sortie) sur une voie de largeur inférieure à 8 mètres ; - projetée sur un terrain ne présentant aucun linéaire sur voie supérieure à 10 mètres ; Toutefois, les parcs de stationnement existants peuvent être mis aux normes, réaménagés ou reconstruits sous les conditions suivantes : - ils doivent contribuer à assurer le stationnement résidentiel local ; - ils ne peuvent comporter aucune extension de surface ; - un espace doit être réservé au stationnement des deux-roues motorisés, ainsi qu'un local pour vélos et poussettes ; - en cas de reconstruction, les dispositions de l'article US.12.1.1 et US.12.3 doivent être respectées. »*

PSMV du Marais (stationnement des aires de livraison et de dépose pour autocars)

Bureaux :

« Lorsqu'il est construit sur un terrain une surface de plancher de bureaux dépassant 2 500 m², il doit être réservé sur ledit terrain les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention. »*

Commerce, artisanat, industrie :

« Lorsqu'il est construit sur un terrain une surface de plancher relevant d'une ou plusieurs de ces destinations et dépassant 500 m², il doit être réservé sur ledit terrain les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention. »

Entrepôt :

« Sur tout terrain comportant une surface de plancher à destination d'entrepôt, il doit être réservé les emplacements nécessaires et adaptés pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, déchargement et manutention. Une aire est exigée pour toute installation, y compris en cas de changement de destination transformant des locaux en entrepôts. Elle doit être de dimension suffisante pour permettre l'accès de véhicules utilitaires et industriels sur le terrain, tout en assurant la sécurité des piétons. »*

Hébergement hôtelier :

« En dehors des secteurs d'interdiction de circulation fixés par arrêtés, les hôtels de plus de 150 chambres doivent prévoir sur le terrain une aire de dépose pour les autocars avec des accès présentant une hauteur libre d'au moins 4 mètres. Cette aire doit également pouvoir être utilisée comme aire de livraison. »

CINASPIC :

« Pour les établissements faisant partie de cette catégorie, des emplacements adaptés aux besoins de l'établissement doivent être aménagés sur le terrain pour assurer toutes les opérations usuelles de chargement, de déchargement et de manutention. »

PSMV du Marais (stationnement des vélos et des poussettes)

« Un ou plusieurs locaux fermés doivent être aménagés pour le stationnement des vélos et des poussettes, conformément aux normes minimales fixées ci-après. Ces locaux doivent être accessibles de plain-pied. Ils doivent être couverts. Ils ne peuvent être aménagés au premier sous-sol qu'à condition d'être facilement accessibles dans de bonnes conditions de sécurité et isolés du stationnement des véhicules à moteur. Les normes déterminant la surface des locaux fermés à réserver au stationnement des vélos et des poussettes s'appliquent, sauf impossibilité, à la création de surfaces de plancher de plus de 250 m². La surface des locaux affectés au stationnement des vélos et des poussettes ne peut, dans le cas où elle est exigible, être inférieure au seuil minimal de 10 m². En outre, dans le cas de fractionnement de la surface réglementaire, les locaux d'une surface inférieure à 8 m² ne sont pas pris en compte dans le calcul de la surface réglementaire résultant de l'application des normes. »

Habitation, bureaux :

« Au minimum 2,25 % de la surface de plancher des locaux. »

Commerce, artisanat, industrie, entrepôt, CINASPIC :

« La superficie à réserver au stationnement des vélos et des poussettes doit tenir compte de la nature et du fonctionnement des établissements, de leur situation géographique et de leurs utilisateurs. »

TAUX DE MOTORISATION DES MÉNAGES

Les moyennes ont été pondérées en fonction du nombre de ménages présents dans chaque IRIS.

Arrondissement	Libellé de l'IRIS	Taux de motorisation en 2017
IRIS Secteur - 1er arrondissement	Saint-Germain l'Auxerrois 1	0,35
	Saint-Germain l'Auxerrois 2	0,45
	Saint-Germain l'Auxerrois 3	0,30
	Saint-Germain l'Auxerrois 4	
	Tuileries	

	Les Halles 1	0,14
	Les Halles 2	0,29
	Les Halles 3	0,24
	Les Halles 4	0,29
	Les Halles 5	
	Les Halles 6	0,31
	Palais Royal 1	0,35
	Palais Royal 2	0,29
	Palais Royal 3	0,27
	Place Vendôme 1	0,38
Place Vendôme 2	0,28	
IRIS Secteur - 2e arrondissement	Gaillon 1	0,34
	Gaillon 2	0,37
	Gaillon 3	0,42
	Vivienne 1	0,40
	Vivienne 2	0,21
	Mail 1	0,20
	Mail 2	0,25
	Mail 3	0,16
	Mail 4	0,32
	Bonne Nouvelle 1	0,22
Bonne Nouvelle 2	0,24	
Bonne Nouvelle 3	0,19	
Bonne Nouvelle 4	0,14	
Bonne Nouvelle 5	0,14	
IRIS Secteur - 3e arrondissement	Arts et Métiers 1	0,23
	Arts et Métiers 2	0,13
	Arts et Métiers 3	0,24
	Arts et Métiers 4	0,16
	Arts et Métiers 5	0,32
	Enfants Rouges 1	0,22
	Enfants Rouges 2	0,32
	Enfants Rouges 3	0,26
	Enfants Rouges 4	0,26
	Les Archives 1	0,34
Les Archives 2	0,34	
Les Archives 3	0,34	
Les Archives 4	0,27	
Sainte-Avoye 1	0,23	
Sainte-Avoye 2	0,25	

	Sainte-Avoye 3	0,19
	Sainte-Avoye 4	0,16
IRIS Secteur - 4e arrondissement	Saint-Merri 1	0,29
	Saint-Merri 2	0,27
	Saint-Merri 3	0,24
	Saint-Merri 4	0,23
	Saint-Gervais 1	0,26
	Saint-Gervais 2	0,20
	Saint-Gervais 3	0,22
	Saint-Gervais 4	0,29
	Arsenal 1	0,40
	Arsenal 2	0,26
	Arsenal 3	0,31
	Arsenal 4	0,26
	Notre-Dame 1	0,33
	Notre-Dame 2	0,40
	Notre-Dame 3	0,00
		Moyenne 1er arrondissement	0,28
	Moyenne 2e arrondissement	0,22
	Moyenne 3e arrondissement	0,25
	Moyenne 4e arrondissement	0,28
	MOYENNE ZTL	0,26

Figure 96 : Taux de motorisation des ménages à l'IRIS et pour l'ensemble du secteur – ETC d'après l'enquête logement de l'INSEE 2017



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.3.a Annexe 5a :
État initial - activités économiques
et commerciales – PIVADIS

III.3.b Annexe 5b :
Étude activités économiques
et commerciales – PIVADIS

ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 5a :
État initial - activités économiques
et commerciales – PIVADIS

PROJET DE ZONE DE TRAFIC LIMITE

ETUDE D'IMPACT

Volet activités économiques et commerciales

VILLE DE PARIS (75)

SOMMAIRE

METHODOLOGIE	4
SYNTHESE	5
1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS	
1.1. NOMBRE D'ETABLISSEMENTS	11
1.2. REPARTITION PAR UNIVERS ECONOMIQUES	14
1.3. PRESENCE DE L'ECONOMIE SOCIALE ET SOLIDAIRE	16
1.4. STRUCTURES EMPLOYEUSES	17
1.5. EVOLUTION DES STRUCTURES EMPLOYEUSES PRIVEES	18
1.6. APPROCHE DE L'EFFET COVID	19
1.7. IDENTIFICATION DES ACTIVITES LES PLUS GÉNÉRATRICES DE FLUX	21
2. ACTIVITES COMMERCIALES / REZ DE CHAUSSEE ACTIFS	
2.1. NOMBRE DE LOCAUX DE REZ-DE-CHAUSSEE ET EVOLUTION	24
2.2. REPARTITION PAR FONCTIONS ET FAMILLES DE PRODUITS, EVOLUTION	25
2.3. MARCHES NON SEDENTAIRES	28
2.4. CENTRES COMMERCIAUX	29
2.5. GRANDES ET MOYENNES SURFACES (> 400 m ²)	30
2.6. ACTIVITES DESSERVIES PAR UN PARKING SOUTERRAIN A MOINS DE 300 M	31
2.7. ARMATURE COMMERCIALE - REPARTITION EN SEQUENCES COMMERCIALES	32
2.8. ZOOM SUR L'ALIMENTAIRE	35
2.9. ZOOM SUR LE SECTEUR HOTELIER	36
2.10. ZOOM SUR L'OFFRE AIRBNB	37
2.11. ZOOM SUR LE SECTEUR DE LA RESTAURATION	38
2.12. APPROCHE DE L'UNIVERS DU LUXE	39
2.13. PRINCIPAUX POINTS D'ATTRAIT TOURISTIQUE	40

3. EMPLOIS

3.1. EVOLUTION DU NOMBRE D'ACTIFS ET CARACTERISTIQUES	43
3.2. CARACTERISTIQUES DES ACTIFS	44
3.3. EVOLUTION DU NOMBRE D'EMPLOIS	46
3.4. EMPLOIS SALARIES PRIVES	47
3.5. INDICES DE CONCENTRATION DE L'EMPLOI	49

4. NOMENCLATURES UTILISEES

4.1. Univers économiques et groupes d'activités à partir des codes APE	107
4.2. Codes activités des locaux commerciaux à partir de la BDCOM	126

METHODOLOGIE

1. Evaluation du nombre d'acteurs et des volumes concernés.

Activités économiques :

La caractérisation du tissu économique à l'échelle du périmètre de projet et de son environnement direct a été faite sur la base d'une exploitation des bases de données, notamment Sirene, à l'adresse, mise à jour à Octobre 2022.

La dynamique d'établissements employeurs et du nombre d'emplois salariés a été réalisé à partir de la base de données URSSAf, à l'arrondissement (la prise en compte de la totalité des 4 premiers arrondissements induit un écart de 4% par rapport au périmètre ZTL strict, hors boulevards). Ces données ont été analysées à partir des dynamiques d'année à année de 2006 à 2021, avec un focus sur la période 2019-2021, afin d'approcher l'effet Covid.

Activités commerciales :

Du point de vue commercial, le point de départ de l'analyse de l'offre sera la base BDCOM de l'APUR, sur ces millésimes 2020 et 2017 (pour observation des tendances).

Les grandes et moyennes surfaces ont été identifiés individuellement à partir de la base de données LSA Expert.

La classification des activités commerciales au regard des flux de livraisons générés par chaque catégorie a été réalisée à partir de la méthode Certu.

Les nomenclatures utilisées sont présentées au chapitre 7 du présent document, tant pour l'exploitation du Sirene, de l'Urssaf que de la BDCOM.

Hôtellerie et hébergements:

Une observation particulière a été réalisée concernant l'hôtellerie, en particulier pour le haut de gamme, et les hébergements alternatifs (offre Airbnb).

Tourisme :

L'identification des sites touristiques générant le plus de flux a été faite à partir de différentes sources croisées. On a été caractérisés les environnements commerciaux de chacun des principaux sites.⁵

Marché de plein air:

Les marchés de plein air ont été caractérisés à partir des données OpenData de la Ville de Paris.

Emploi :

L'exploitation des données INSEE (recensement millésimée 2019), à l'échelle arrondissement, caractérise les actifs habitant sur le périmètre et ses abords.

Les emplois présents au sein du périmètre ont été caractérisés à partir de la base de données Urssaf 2021.

2. Caractérisation spatiale de l'existant par typologie.

L'ensemble des données recueillies est spatialisée et a donné lieu à des cartographies disponibles sous Qgis.

SYNTHESE

1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS
2. ACTIVITES COMMERCIALES
3. EMPLOIS
4. NOMENCLATURES UTILISEES

SYNTHESE

1. 10% des établissements parisiens sur 5,3% de la surface de la ville, avec une dynamique fortement positive.

Le périmètre de la ZTL accueille **87.651** établissements inscrits au Sirene à Octobre 2022, hors locations immobilières (17.148). Au sein du périmètre, le 1^{er} arrondissement se caractérise par une rotation plus rapide des établissements, avec 19% d'établissements créés depuis moins de 2 ans, contre 13% en moyenne sur la ville de Paris et le périmètre de la ZTL.

Outre sa densité d'établissements économiques, parmi les plus élevés sur Paris, le périmètre de la ZTL se caractérise par une plus forte présence de l'univers du rayonnement (établissements travaillant avec une clientèle pouvant être nationale ou internationale), qui représentent 45% des établissements présents contre 42% en moyenne sur la ville de Paris.

Le commerce, de détail et de gros, l'hôtellerie restauration et dans une moindre mesure les activités de production et de services collectifs sont plus fortement concentrés au sein de la ZTL par rapport à la moyenne parisienne.

Les 4 premiers arrondissements de Paris, qui correspondent à peu près au périmètre ZTL (avec néanmoins les entreprises adressées sur les boulevards en frange du périmètre) comptent **20.408 établissements employeurs privés** (12,5% du total Ville de Paris), pour **187.930 emplois**, en progression encore plus forte par rapport à 2006: +10% en établissements employeurs, +15% en nombre d'emplois salariés privés. L'évolution sur le périmètre est un peu plus marquée que celle à l'échelle de la ville de Paris.

Entre 2019 et 2020, **le nombre d'emplois salariés privés a baissé de 3,9% à l'échelle de la ville de Paris, mais de 7% au sein des 4 premiers arrondissements**. On peut en particulier noter que le 1^{er} et le 4^{ème} arrondissements ont été les plus touchés en nombre d'emplois salariés privés.

Entre 2019 et 2021, **on note néanmoins que les pertes enregistrées en 2020, en nombre d'emplois salariés privés, ont été intégralement compensées**, puisque l'on dénombre 0,9% d'emplois salariés privés de plus en 2021 qu'en 2019. Au sein des 4 premiers arrondissements, le rattrapage est également présent (+0,2 entre 2019 et 2021) mais de manière très différenciée en fonction des arrondissements. Le 3^{ème} arrondissement a en particulier connu un fort rebond alors que le 2^{ème} n'a pas rattrapé les chiffres de 2019. De même, si le rattrapage a été pratiquement complet au sein de la ZTL en termes d'emplois liés à l'hôtellerie restauration, ce n'est pas le cas pour le commerce et les services, toujours nettement en dessous des chiffres de 2019.

SYNTHESE

2. Une forte présence du commerce sur le périmètre, en particulier en équipement de la personne.

Sur la base de la BDCom 2020, le périmètre de la ZTL compte **10.939 locaux commerciaux**, dont:

- 7.657 commerces et services actifs (70%), soit 12,9% de l'ensemble des commerces et services actifs sur la ville de Paris,
- 1.652 locaux occupés par des activités « non commerciales » (dont commerces de gros / 15%)
- 1.630 locaux inactifs (15%)

Sur la période 2017-2020, le nombre de commerces et services actifs a faibli de 2% (-119). Ce sont surtout les activités non commerciales qui sont en repli de 14% (-280) ce qui a impliqué mécaniquement une augmentation de nombre de locaux inactifs de 21% (+284).

L'offre commerciale et de services est un peu plus diversifiée au sein du périmètre de la ZTL qu'en dehors. En particulier, on note que les établissements relevant de **la réponse aux besoins courants** (voir nomenclature détaillée au chapitre 6), **représentent une proportion bien moindre de l'offre: 24% contre 31% en moyenne** à l'échelle de la Ville. A l'inverse, les commerces dans **la logique achats désirs** présentent plusieurs points de concentration, et occupent **25% des locaux commerciaux** au sein du périmètre de la ZTL, dont 16% seulement en moyenne.

Sur la base d'une nomenclature par familles de produits, le poids important de la restauration au sens large ressort nettement, mais est égal dans le périmètre de la ZTL à la moyenne de la ville de Paris: 21%. C'est **l'équipement de la personne qui est plus fortement représenté au sein du périmètre de la ZTL**. Cette famille d'activité, globalement en difficulté structurelle, occupe **17%** des locaux commerciaux, contre 10% en moyenne à l'échelle de la Ville de Paris.

L'observation plus détaillée des tendances montre un fort repli de l'équipement de la personne à l'échelle de la Ville, qui n'épargne pas le périmètre de la ZTL, pourtant plus fourni. Le rythme de baisse est néanmoins légèrement moins fort. Le périmètre de la ZTL a connu une progression de la part de locaux inactifs beaucoup plus forte que la moyenne de la Ville de Paris, entre 2017 et 2020: +20%, contre +9% en moyenne. De même, les activités non commerciales sont en repli de 14% sur la période au sein du périmètre de la ZTL, alors que le repli n'est que de 2% à l'échelle de la Ville de Paris. Hors périmètre de la ZTL, on note en fait une stabilité du nombre d'occupation de ce type.

5 marchés de plein air ont lieu au sein du périmètre de la ZTL. Il s'agit plutôt de « petits » marchés par rapport au maillage des marchés de plein air de la ville de Paris. Il convient néanmoins de souligner l'importance du marché Bastille, bd Richard Lenoir, en bordure du périmètre de la ZTL.

2 des 16 centres commerciaux implantés sur la ville de Paris se situent au sein du périmètre de la ZTL, tous deux souterrains:

- le Forum des Halles, premier centre commercial de Paris en surface et en nombre de boutiques,
- le Carrousel du Louvre.

Ces deux centres commerciaux totalisent 100.700 m² de surfaces pour 188 boutiques, soit:

- 24% des surfaces développées en centres commerciaux sur Paris,
- 22% des boutiques de centres commerciaux.

On dénombre, au sein du périmètre ZTL, 84 grandes et moyennes surfaces (plus de 400 m² de surface de vente) totalisant 140.250 m² de surfaces de vente, dont 13 dans le domaine alimentaire (y compris magasins populaires), pour 16.350 m² de surface de vente. L'équipement de la personne est fortement présent (28 établissements), alors que les grands magasins dominent en surfaces de vente (55.532 m² pour 2 établissements, dont 35.532 m² pour le BHV/Marais et 20.000 m² pour Samaritaine).

3. Un fonctionnement du commerce non dépendant de la localisation des parkings souterrains.

On dénombre, au sein du périmètre ZTL, 15 parkings souterrain publics (source Open Data Paris). Dans un périmètre de 300 mètres autour de ces parkings, on dénombre 4.000 et 11.500 locaux commerciaux présents au sein de la ZTL. La composition de l'offre active est proche de la moyenne constatée à l'échelle de la ZTL, avec néanmoins plus de cafés hôtels restaurants et moins d'activité non commerciales. Par contre, **la proportion de locaux inactifs est beaucoup plus importante sur ces périmètres, avec 18% en moyenne, contre 13% pour ceux non couverts directement par un parking souterrain. Cela souligne une absence d'effet positif de la présence des parkings souterrain sur l'occupation des locaux commerciaux à proximité.**

4. Un des points principaux pour l'univers du Luxe sur la Capitale.

Au sein du périmètre de la ZTL, l'univers du luxe se concentre principalement autour de la place Vendôme, de Madeleine à l'Ouest à Palais Royal à l'Est, avec ses prolongations en particulier sur la rue Saint Honoré. On y dénombre en particulier, au sein de la ZTL, 7 palaces, 5 restaurants étoilés, une concentration de boutiques de créateurs et de joailliers. S'y ajoutent la Samaritaine récemment réouverte sur 20.000 m² consacrés au luxe, mais aussi globalement 23% des hôtels 5 étoiles implantés sur Paris (18 établissements, y compris les 7 palaces).

5. Une concentration des sites à forte attractivité touristique.

Au-delà de la concentration de l'offre de luxe, près de la moitié du périmètre de la ZTL est inscrit en zone touristique internationale. On y retrouve, en intégrant ses franges, près de la moitié des lieux patrimoniaux majeurs de la ville de Paris, avec 14 sites accueillant plus de 100.000 visiteurs par an. On dénombre 6.581 locaux commerciaux dans un périmètre de 300 mètres autour de ses sites à forte attractivité touristique, avec une forte présence de commerce relevant des achats désirs, en particulier de l'équipement de la personne.

6. Une forte concentration des commerces de gros, sur le Nord-Est du périmètre de la ZTL.

Le périmètre de la ZTL accueille 669 des 1.009 commerces de gros installés sur Paris (soit les 2.3à, principalement sur sa partie Nord-Est.

7. Des activités économiques fortement génératrices de flux de livraisons.

Cette forte densité d'établissements génèrent de forts flux de livraisons. Sur la base du méthode du Certu, **au total, hors activités de transport à proprement dit, les mouvements liés aux livraisons des activités, peuvent être à grands traits estimées à un minimum de 277.000 par semaine, dont un peu plus de 80.000 pour le commerce à proprement dit.**

8. Des logiques différenciées d'organisation spatiale.

Dans une vision à grandes mailles, le périmètre de la ZTL compte **27 séquences commerciales différenciées**. La lecture des interfaces avec l'environnement du périmètre, en termes de flux, est également importante. On peut distinguer **6 secteurs d'interface** concernant des établissements à la fois au sein du périmètre (11.723 établissements concernés) et en dehors du périmètre (16.294 établissements concernés)

9. Première lecture des enjeux spatialisés.

La carte ci-contre présente une première lecture des enjeux spatialisés, et en particulier:

- 4 secteurs d'enjeu liés à la génération de flux de marchandise et à l'usage des marchés de plein air,
- 1 secteur d'enjeu spécifique autour de l'univers du Luxe.



SYNTHESE

1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS

2. ACTIVITES COMMERCIALES

3. EMPLOIS

4. NOMENCLATURES UTILISEES

1.1. Nombre d'établissements

Au sein du périmètre de la ZTL, non compris les adresses sur les boulevards en frange du périmètre, on dénombre **87.651** établissements inscrits au Sirene à Octobre 2022, hors locations immobilières (17.148).

Cela représente **10%** de l'ensemble des établissements inscrits au niveau de la ville de Paris.

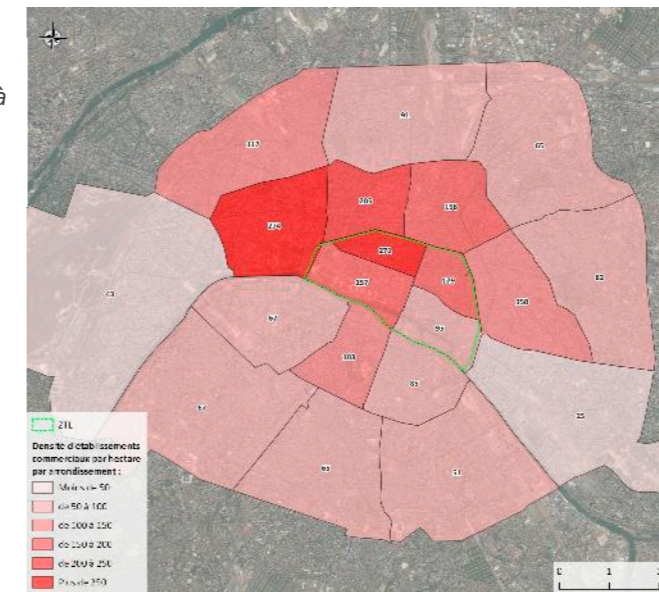
Cela représente 96% des établissements implantés dans les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements. La différence étant liée à l'adressage sur les boulevards en frange du périmètre.

Le nombre d'établissements est réparti comme suit:

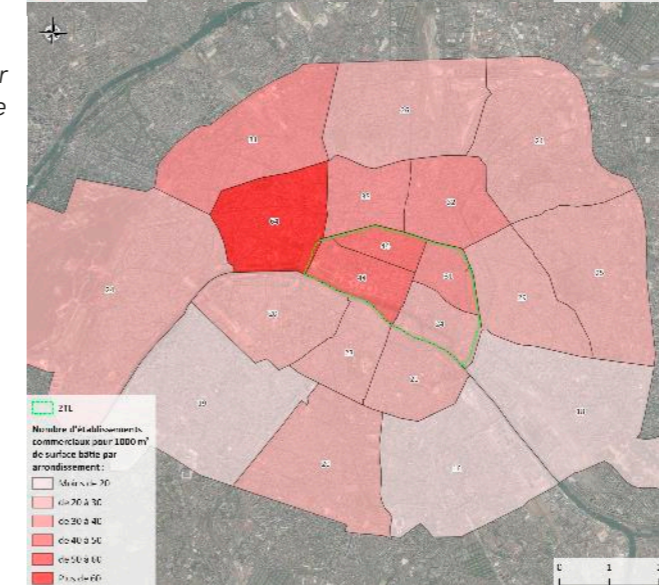
- 28.433 sur le 1^{er} arrondissement, soit 32,4%
 - 25.326 sur le 2^{ème} arrondissement, soit 29,9%
 - 18.794 sur le 3^{ème} arrondissement, soit 21,5%
 - 15.098 sur le 4^{ème} arrondissement, soit 17,2%
- dont
- 2.073 sur l'île Saint Louis
 - 1.135 sur l'île de la Cité

Le périmètre, qui représente 5,3% de la ville de Paris, concerne 10% des établissements inscrits sur Paris. Le nombre d'établissements, en valeur absolue, est extrêmement important, avec une forte densité, en particulier sur le 2^{ème} arrondissement.

Densité d'établissements à l'hectare.

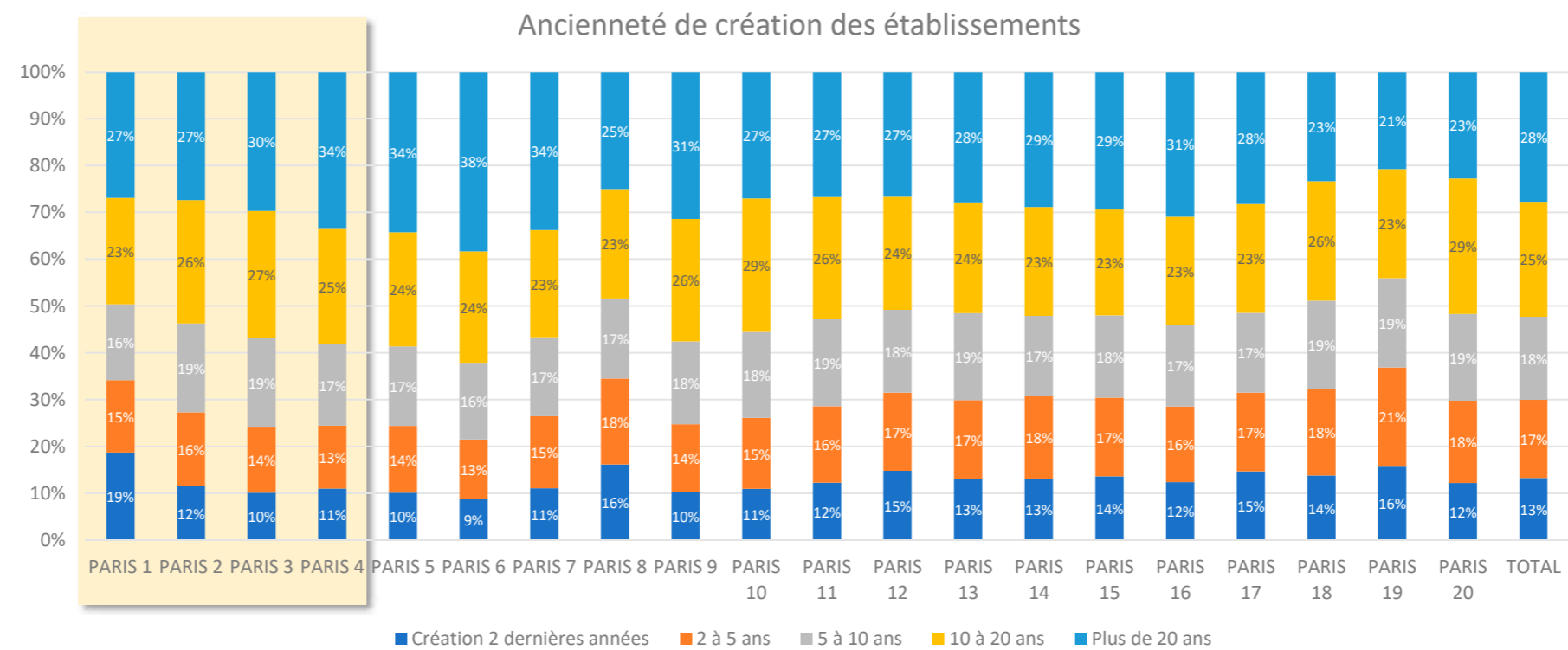


Densité d'établissements par rapport à l'emprise du bâti.



Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis

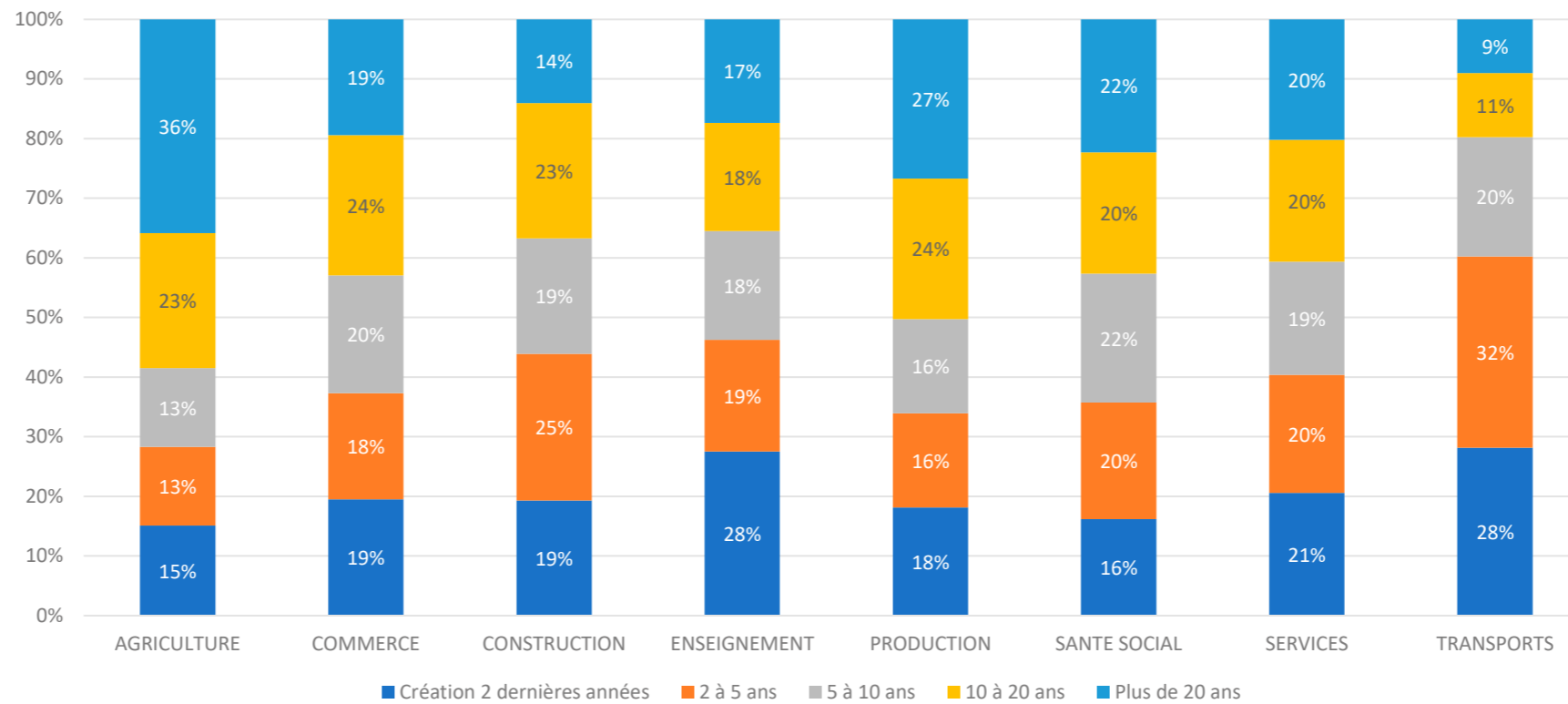
L'ancienneté de création des établissements varie nettement en fonction des arrondissements. En moyenne, à l'échelle de la ville de Paris, 13% des établissements ont moins de 2 ans d'existence, alors que 28% ont plus de 20 ans. Au sein du périmètre de la ZTL (arrondi aux limites des arrondissements), les chiffres sont en moyenne très similaires, avec 13% de moins de 2 ans pour 28% de plus de 20 ans. Mais on peut noter que la proportion d'établissements de moins de 2 ans monte à 19% sur le 1^{er} arrondissement, alors que la part des établissements de plus de 20 ans est l'une des plus fortes sur le 4^{ème} arrondissement (34%).



Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis

Les différences notables observées par arrondissement, ne sont pas directement liées aux activités présentes, mais plus à des tendances locales. En effet, s'il existe des différences entre les familles d'activités, comme le montre le graphique ci-dessous, elle ne sont pas suffisamment marquée pour expliquer les écarts précédemment constatés.

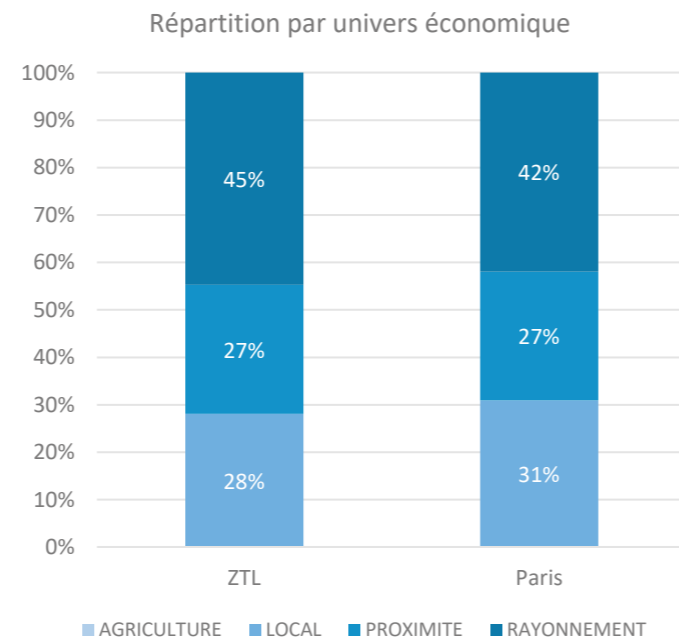
Ancienneté de création au sein de la ZTL, par familles d'activités



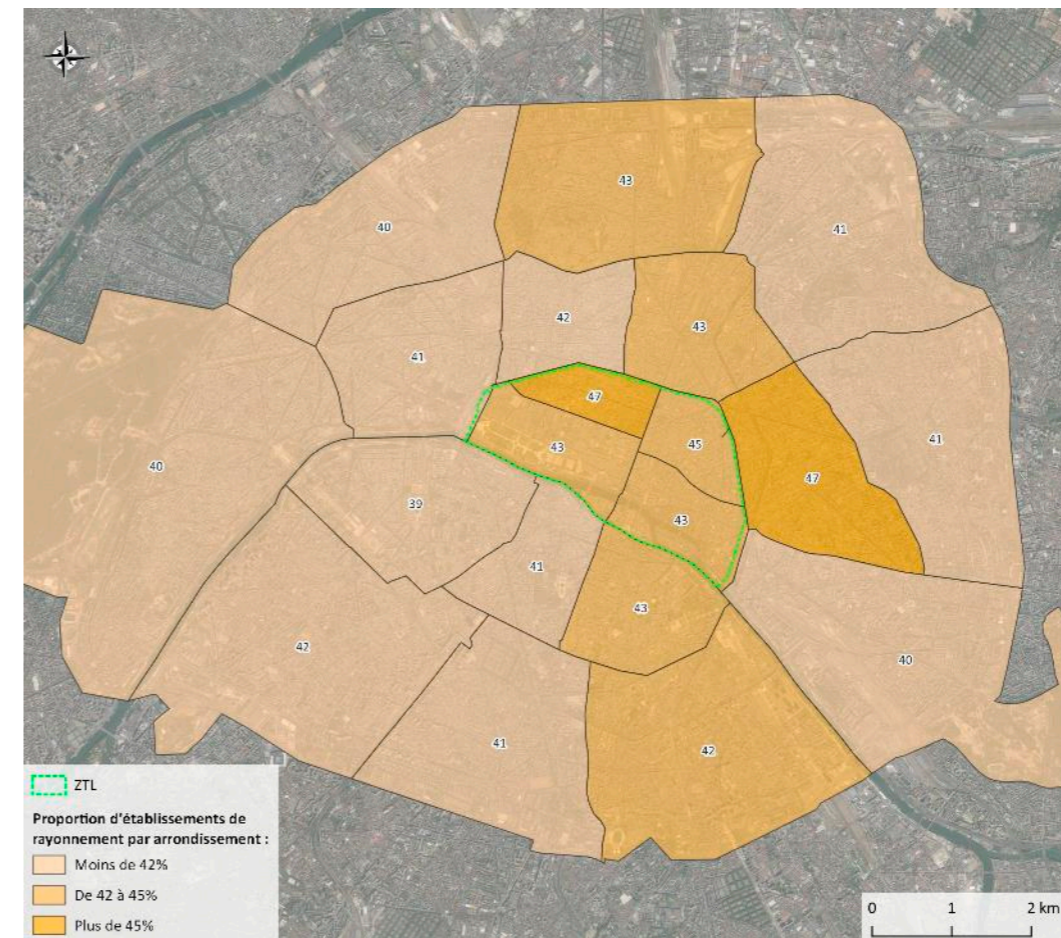
Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis

1.2. Répartition par univers économiques

La répartition des établissements par grands univers économiques est similaire à celle constatée à l'échelle de la ville de Paris. On note néanmoins une représentation un peu plus importante des établissements travaillant dans une logique de « rayonnement » (clientèle non forcément liée à la Ville, au regard des type d'activités, mais pouvant avoir une clientèle à une échelle large, nationale voire internationale): 45% au sein de la ZTL contre 42% en moyenne à l'échelle de la ville de Paris.



Proportion d'établissements de rayonnement par arrondissement



Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis - voir nomenclatures au chapitre 6

Le périmètre de la ZTL accueille en moyenne 10% des établissements implantés sur la ville de Paris.

Cette proportion descend à 3% pour les activités de transports et communications, qui ne représentent que 1% des établissements implantés au sein de la ZTL. De même, mais dans des proportions légèrement plus forte, les secteurs santé social, construction, culture loisirs sport et éducation sont moins représentés au sein du périmètre qu'en moyenne sur la ville.

A l'inverse, et même si leur nombre reste proportion limité, le commerce de gros et la production non alimentaire sont plus concentrés au sein du périmètre de la ZTL.

	ZTL	% au sein de la ZTL	Soit en % du nb total d'ets sur Paris
ACTIVITÉS FINANCIÈRES	7368	8%	12%
AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	106	0%	8%
COMMERCE	8730	10%	14%
COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	1073	1%	8%
COMMERCE DE GROS	4449	5%	16%
COMMERCE SERVICES	1804	2%	9%
CONSTRUCTION	3014	3%	7%
CULTURE, LOISIRS, SPORT	9220	11%	8%
EDUCATION	2297	3%	8%
HÔTELS ET RESTAURANTS	4841	6%	13%
IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	8882	10%	11%
INDUSTRIES EXTRACTIVES	10	0%	13%
LOCATIONS IMMOBILIERES (exclues du total)	17148	20%	9%
PRODUCTION ALIMENTAIRE	296	0%	10%
PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	504	1%	14%
PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	2719	3%	17%
SANTÉ SOCIAL	2509	3%	6%
SERVICES	8034	9%	10%
SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	255	0%	13%
TERTIAIRE	20235	23%	10%
TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	1305	1%	3%
TOTAL (hors locations immobilières)	87651	100%	10%

Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis - voir nomenclatures au chapitre 6

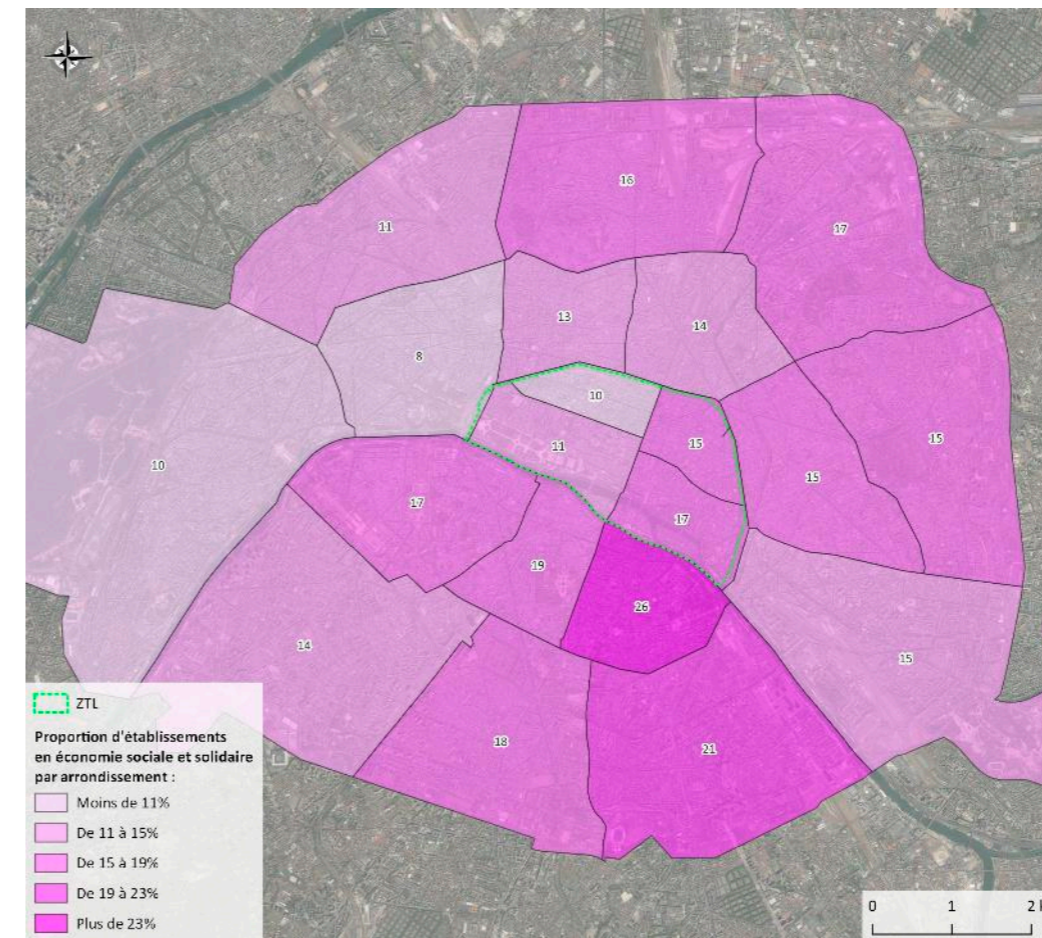
1.3. Présence de l'Economie Sociale et Solidaire

En moyenne, 14% des établissements implantés sur Paris relèvent de l'Economie Sociale et Solidaire.

Cette proportion est de **13% au sein du périmètre ZTL, avec 6.159 établissements concernés.**

Sur ce total, 4.678 établissements relèvent du secteur culture, loisirs, sport, 376 de l'éducation, 328 du secteur santé social, 276 s'inscrivent dans des activités tertiaires.

Proportion d'établissements relevant de l'ESS par arrondissement



Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis

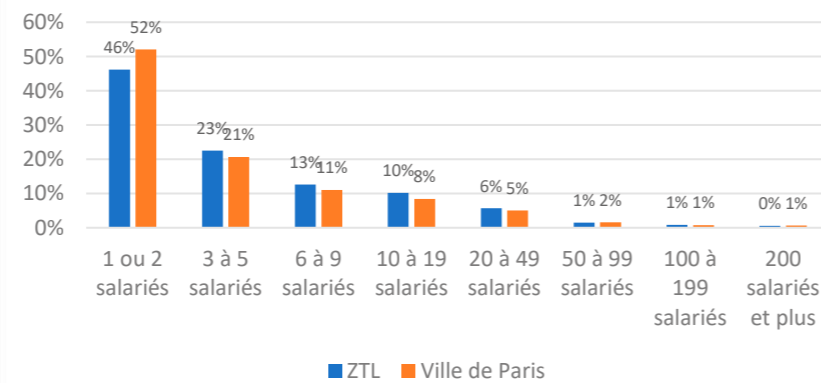
1.4. Structures employeuses

32% des établissements présents au sein du périmètre de la ZTL sont employeurs, contre 27% en moyenne à l'échelle de la ville de Paris. La proportion varie de 31 à 34% en fonction des arrondissements au sein de la ZTL. Les autres établissements correspondent à des activités sans salariés, dont les auto-entrepreneurs.

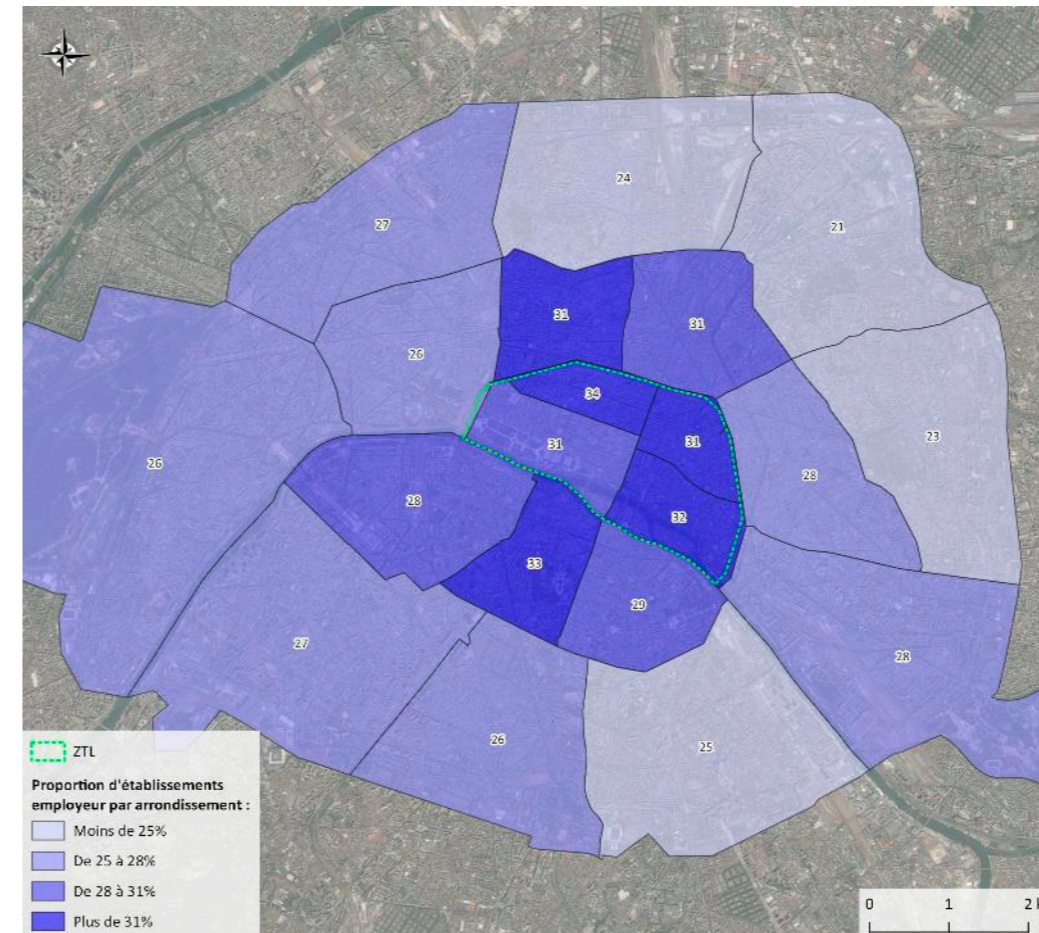
46% des établissements employeurs ont 1 ou 2 salariés, contre 52% en moyenne sur la ville de Paris.

75 établissements emploient plus de 200 salariés, sur les 484 au total implantés à l'échelle de la Ville de Paris. Les plus gros employeurs implantés au sein du périmètre de la ZTL sont la Préfecture de Police, le Ministère de la Justice, l'APHP, la RATP, la Banque de France, la Ville de Paris, le Louvre. Les plus gros employeurs privés sont BNP Paris, Louis Vuitton, Orange, l'AFP, le Ritz, Octo-Technology*, Emmaüs et Elco**. Il s'agit pour la plupart de sièges sociaux.

Nombre de salariés par établissement



Proportion d'établissements employeurs par arrondissement



- Groupe Accenture
- ** Chauffage collectif

Source: Sirene Octobre 2022 retraité par Pivadis

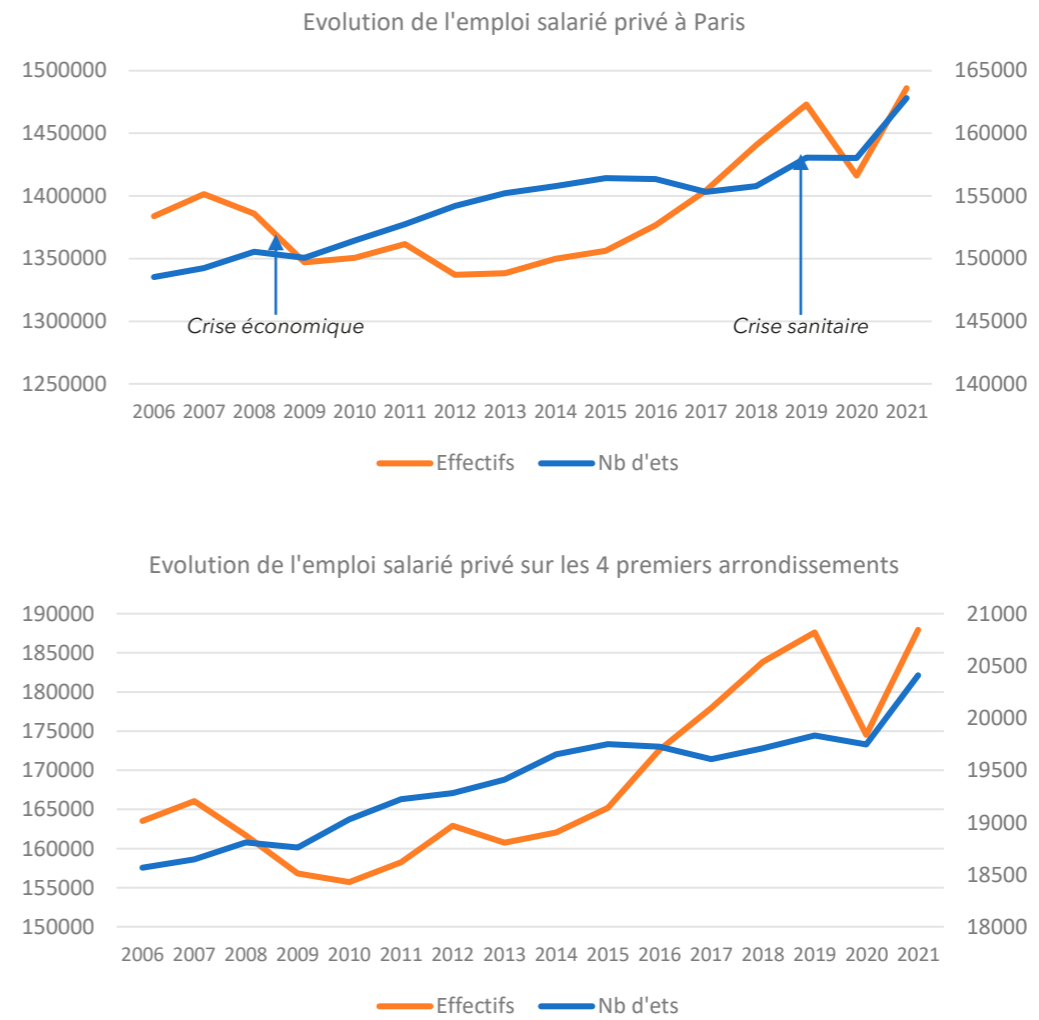
1.5. Evolution des structures employeuses privées

Sur la base des données Urssaf, la ville de Paris comptait, à **2021, 162.818 établissements employeurs privés, totalisant 1.485.894 emplois salariés privés.**

Entre 2006 et 2021 ces chiffres ont connu une progression régulière pour le nombre d'établissement, avec une accélération constatée globalement à l'échelle nationale.

Par contre, l'évolution de l'emploi salarié privé a été beaucoup moins régulier. On note l'impact de la crise de 2008, puis un nouvel affaiblissement en 2012, avant de connaître une forte progression jusqu'en 2019. L'année 2020, avec la crise sanitaire, a marqué globalement le pas avec une nette baisse des effectifs (près de 57.000), avec une reprise très forte en 2021.

Les 4 premiers arrondissements de Paris, qui correspondent à peu près au périmètre ZTL (avec néanmoins les entreprises adressées sur les boulevards en frange du périmètre) **comptent 20.408 établissements** employeurs privés (12,5% du total Ville de Paris), pour **187.930 emplois**, en progression encore plus forte par rapport à 2006: +10% en établissements employeurs, +15% en nombre d'emplois salariés privés. La courbe d'évolution sur le périmètre est un peu plus marquée que celle à l'échelle de la ville de Paris.



Source: Urssaf 2006-2021 retraité par Pivadis

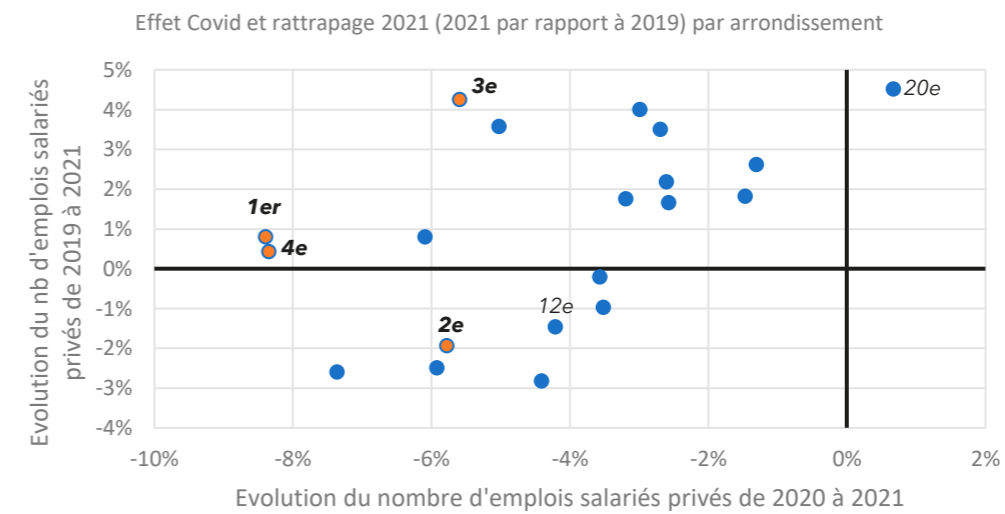
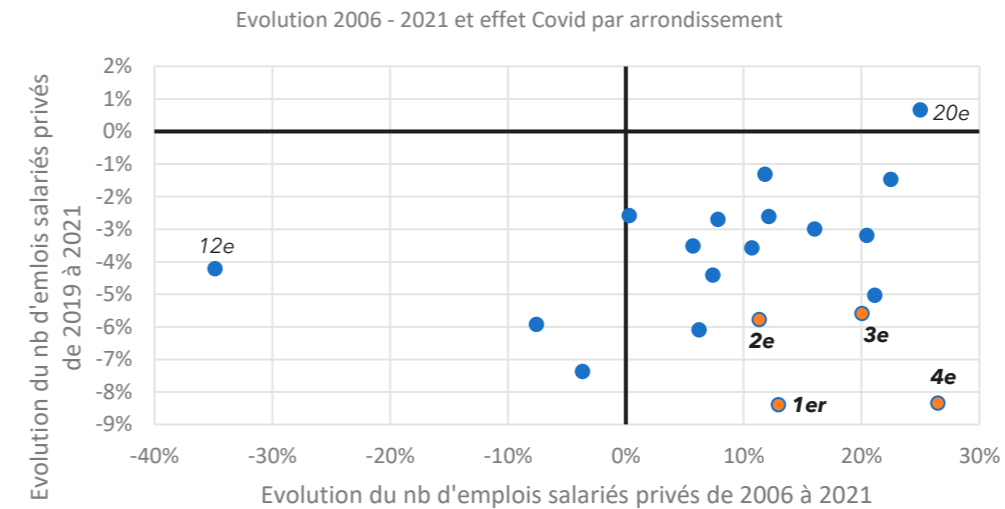
1.6. Approche de l'effet Covid

Entre 2006 et 2019, en moyenne le nombre d'emplois salariés privés à progresser de 7,4% à l'échelle de la ville de Paris. On note néanmoins de gros écarts entre les arrondissements: très forte baisse sur le 12^{ème} arrondissement (en 2012), très forte progression sur le 20^{ème} arrondissement.

Sur les 4 premiers arrondissements, correspondant 104% du périmètre de la ZTL, la progression a été plutôt rapide, avec 15% en moyenne.

Entre 2019 et 2020, **le nombre d'emplois salariés privés a baissé de 3,9%, mais de 7% au sein des 4 premiers arrondissements.** On peut en particulier noter que le 1^{er} et le 4^{ème} arrondissements ont été les plus touchés en nombre d'emplois salariés privés.

Entre 2019 et 2021, on note néanmoins que les pertes enregistrées en 2020, en nombre d'emplois salariés privés, ont été intégralement compensées, puisque l'on dénombre 0,9% d'emplois salariés privés de plus en 2021 qu'en 2019. Au sein des 4 premiers arrondissements, le rattrapage est également présent (+0,2 entre 2019 et 2021) mais de manière très différenciée en fonction des arrondissements. Le 3^{ème} arrondissement a en particulier connu un fort rebond alors que le 2^{ème} n'a pas rattrapé les chiffres de 2019.



Source: Urssaf 2006-2021 retraité par Pivadis

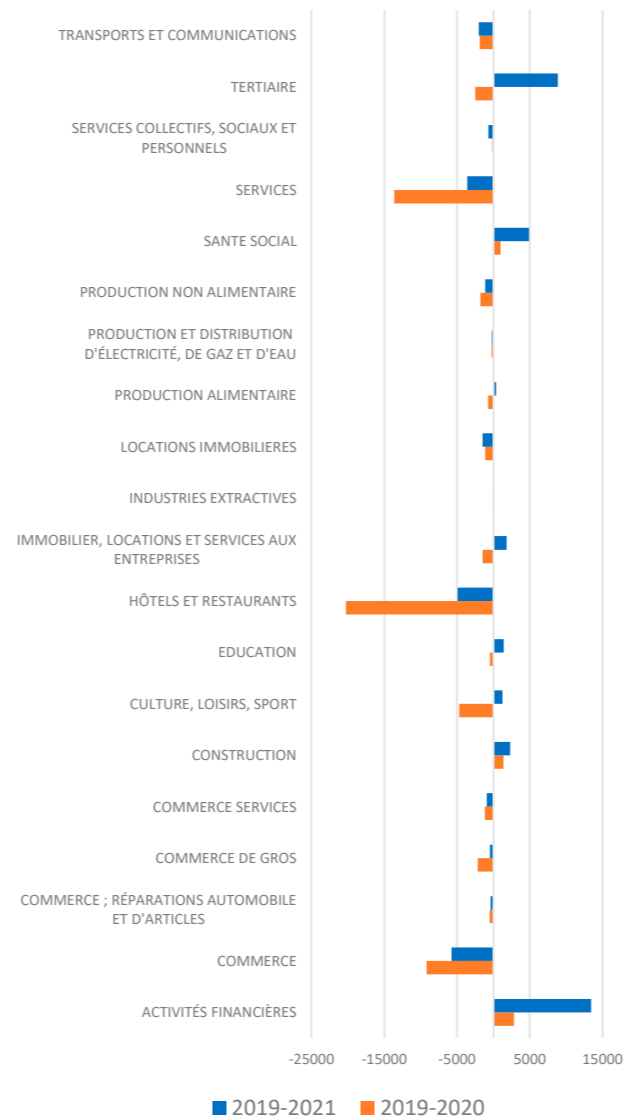
L'effet Covid et les effets de rattrapage varient naturellement très fortement en fonction des familles d'activités.

L'hôtellerie restauration a été le secteur le plus touché, avec un rattrapage partiel uniquement sur 2021. Au sein du périmètre ZTL, on note cependant un meilleur rattrapage que la moyenne parisienne.

Le second secteur le plus touché est celui des services, avec un fort rattrapage également partiel à l'échelle de la Ville. Au sein de la ZTL par contre, le rattrapage n'a pas eu lieu.

Le commerce a été plus particulièrement touché, en nombre d'emplois salariés, que la ville dans sa totalité, avec un très faible rattrapage en 2021.

Evolutions à l'échelle de la ville de Paris



Evolutions à l'échelle du périmètre ZTL



Source: Urssaf 2006-2021 retraité par Pivadis

1.7. Identification des activités les plus génératrices de flux.

La méthode du Certu pour la prise en compte des livraisons de marchandises permet d'identifier les plus gros générateurs de flux parmi les activités commerciales, artisanales et économiques. Elle propose de manière simplifiée les évaluations suivantes en nombre de mouvements hebdomadaires:

Grands magasins:	83,9
Pharmacies:	31,7
Commerces de gros:	21,7
Librairies papeteries:	13,8
Boucheries charcuteries:	10,5
Alimentations générales:	9,5
Artisanat et fabrication:	7,8
Boulangeries pâtisseries:	8,1
Autres commerces de détail:	7,5
Commerces d'ameublement:	7,5
Cafés, hôtels, restaurants:	6,25
Commerces d'habillement:	3,2
Tertiaires, administrations:	2,4

L'application de ces valeurs moyennes à l'ensemble des activités occupant un local commercial au sein du périmètre de la ZTL, selon leur classification, donne une évaluation de l'ordre de **80.600 mouvements par semaine pour la livraison de marchandises aux activités commerciales.**

S'y ajoutent les flux liés aux activités n'occupant pas un local commercial à proprement dit:

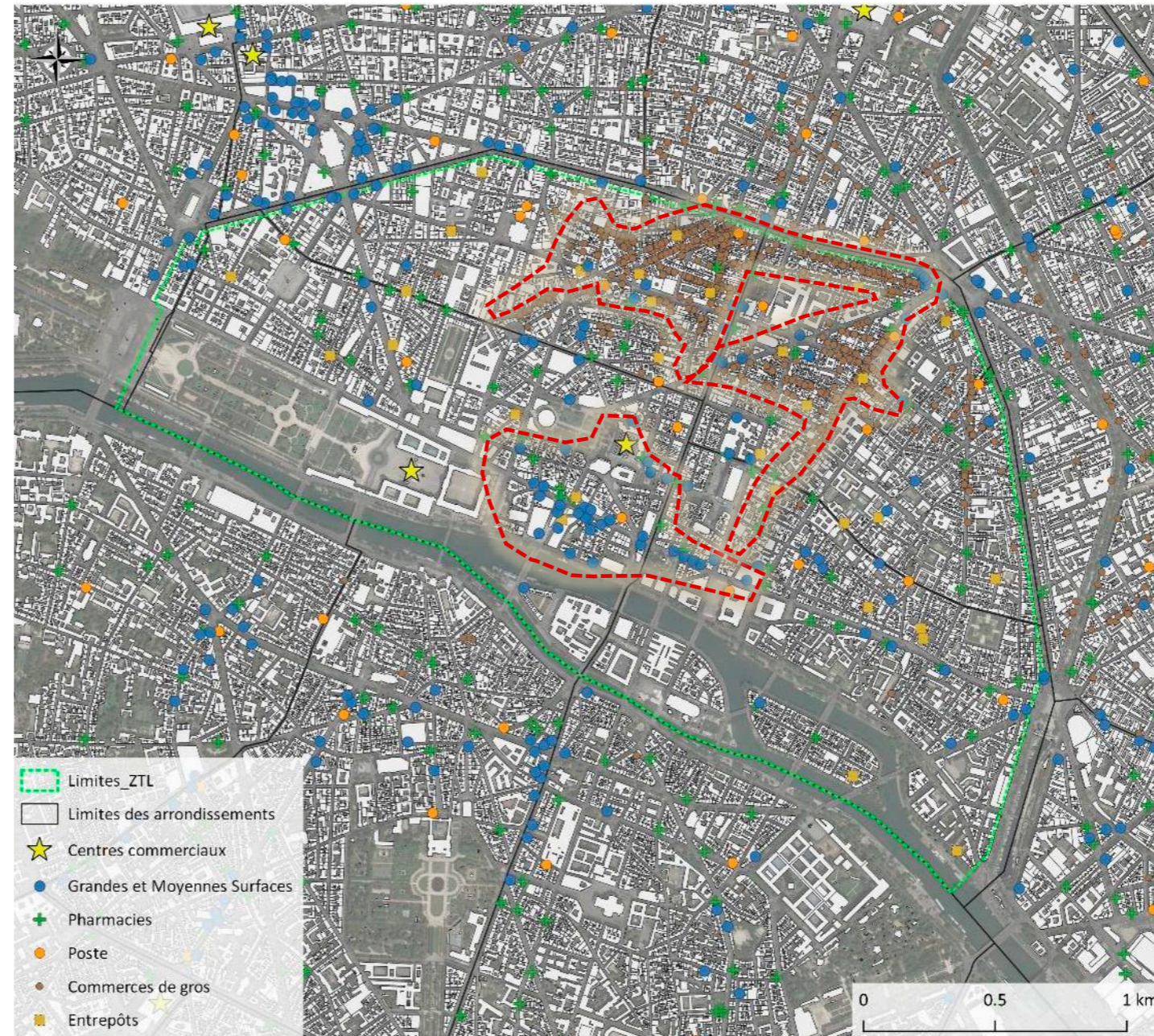
- ❖ 3.000 établissements dans le domaine de la construction. Si l'on part sur une hypothèse de 7,8 mouvements par semaine, cela donne autour de 23.500 mouvements hebdomadaires.
- ❖ 3.500 établissements dans le domaine de la production, également à 7,8 mouvements par semaine: environ 27.500 mouvements hebdomadaires.
- ❖ 60.500 établissements dans le domaine de services, de l'administration, enseignement, santé social, avec une moyenne de 2,4 mouvements hebdomadaires de livraisons, soit 145.250.
- ❖ 1.300 établissements dans le domaine du transport, dont:
 - 290 taxis dont le siège est localisé au sein du périmètre de la ZTL,
 - 587 activités de poste et courrier (dont 17 bureaux de poste à proprement dit),
 - 86 activités de fret de proximité,
 - 35 activités de fret interurbain,
 - 40 activités de transports de voyageurs,
 - 31 entrepôts, dont 1 frigorifique.

Au total, hors activités de transport à proprement dit, les mouvements liés aux livraisons des activités, peuvent être à grands traits estimées à un minimum de 277.000 par semaine.

Sont repérés sur cette carte les plus gros générateurs de flux, individuellement, à savoir, au sein du périmètre de la ZTL:

- Les centres commerciaux (2),
- Les grands magasins, grandes et moyennes surfaces (84),
- Les pharmacies (86),
- Les bureaux de Poste (17),
- Les commerces de gros (),
- Les établissements identifiés au Sirene en code APE Entrepôt (31).

Spatialement, cette carte met en exergue 2 secteurs d'enjeux plus spécifiques, sur le sujet des livraisons:
 - la rue de Rivoli et les Halles avec leur environnement entre le Louvre à l'Ouest et le BHV à l'Est d'une part,
 - Le Nord-Est du périmètre avec la concentration du commerce de gros.



SYNTHESE

1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS

2. ACTIVITES COMMERCIALES

3. EMPLOIS

4. NOMENCLATURES UTILISEES

2.1. Nombre de locaux de rez-de-chaussée et évolution

Le périmètre de la ZTL compte **10.939 locaux commerciaux**, dont:

- 7.657 commerces et services actifs (70%), soit 12,9% de l'ensemble des commerces et services actifs sur la ville de Paris,
- 1.652 locaux occupés par des activités « non commerciales » (dont commerces de gros / 15%)
- 1.630 locaux inactifs (15%)

En 2017, on dénombrait 11.054 locaux commerciaux, dont:

- 7.776 commerces et services actifs,
- 1.932 locaux occupés par des activités « non commerciales »: il s'agit en particulier des commerces de gros, de l'occupation de locaux de rez-de-chaussée par des bureaux, ateliers d'artisans (hors vente), professions libérales, médicales...
- 1.345 locaux inactifs.

Sur la période 2017-2020, le nombre de commerces et services actifs a faibli de 2% (-119). Ce sont surtout les activités non commerciales qui sont en repli de 14% (-280) ce qui a impliqué mécaniquement une augmentation de nombre de locaux inactifs de 21% (+284).

Localisation des locaux de rez-de-chaussée actifs et répartition

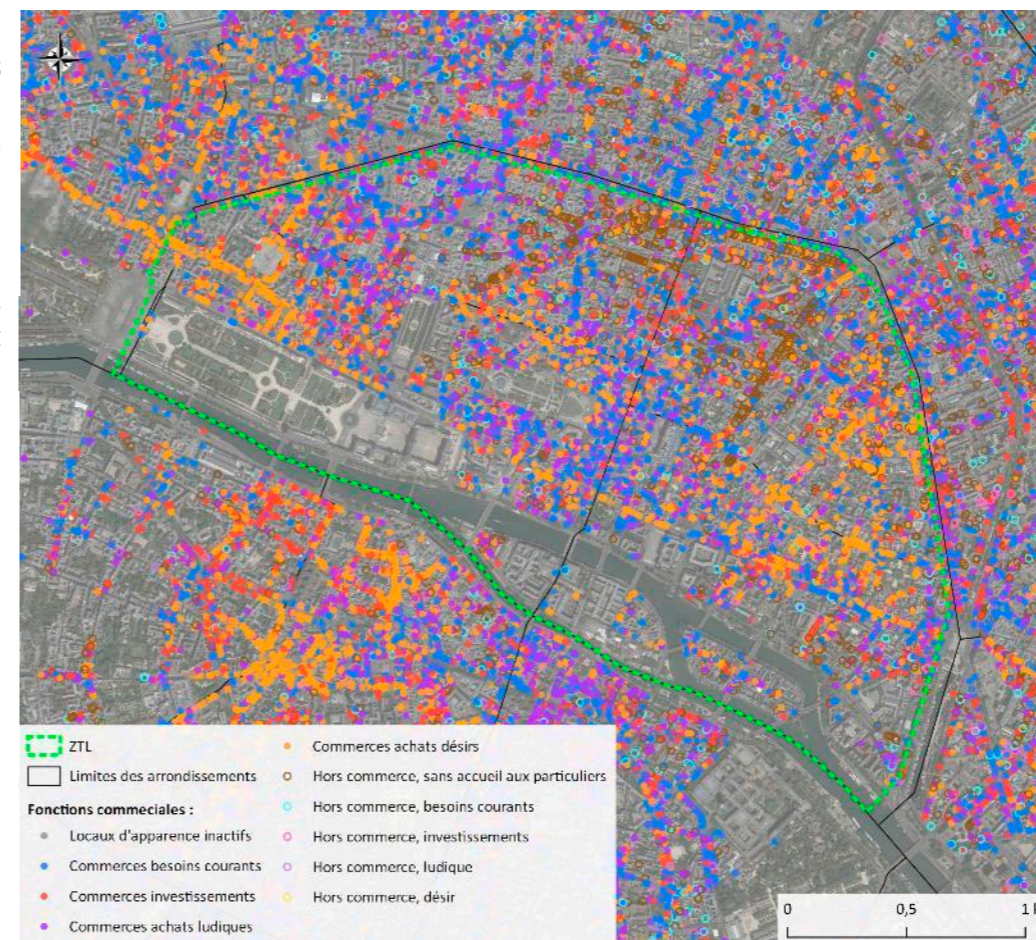


Source: BDCOM 2017 et 2020 retraité par Pivadis

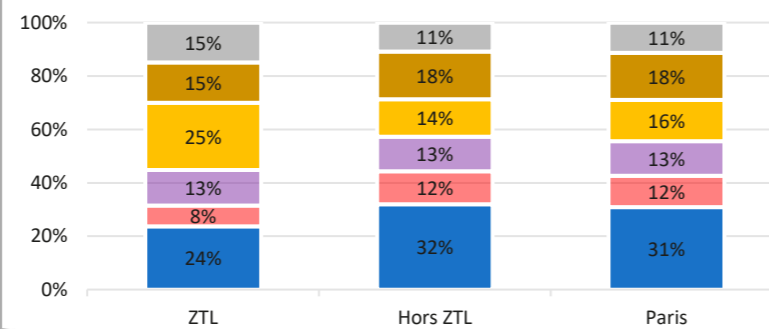
2.2. Répartition par fonctions et familles de produits, évolution

L'offre commerciale et de services est un peu plus diversifiée au sein du périmètre de la ZTL qu'en dehors. En particulier, on note que les établissements relevant de **la réponse aux besoins courants** (voir nomenclature détaillée au chapitre 6), **représentent une proportion bien moindre de l'offre: 24% contre 31% en moyenne** à l'échelle de la Ville. A l'inverse, les commerces dans **la logique achats désirs** présentent plusieurs points de concentration, et occupent **25% des locaux commerciaux** au sein du périmètre de la ZTL, dont 16% seulement en moyenne.

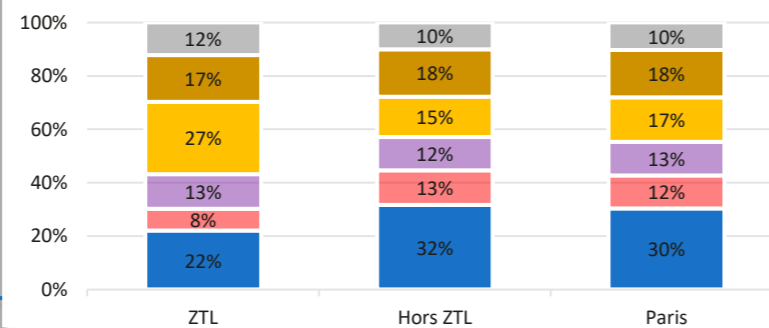
Classification de l'occupation des locaux selon les fonctions commerciales



Fonctions commerciales en 2020:

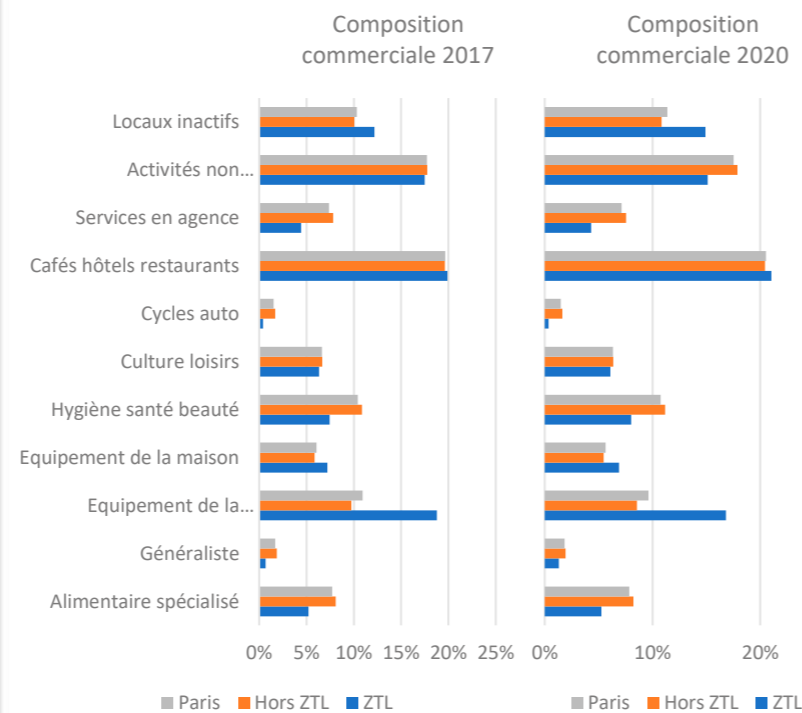


Fonctions commerciales en 2017:

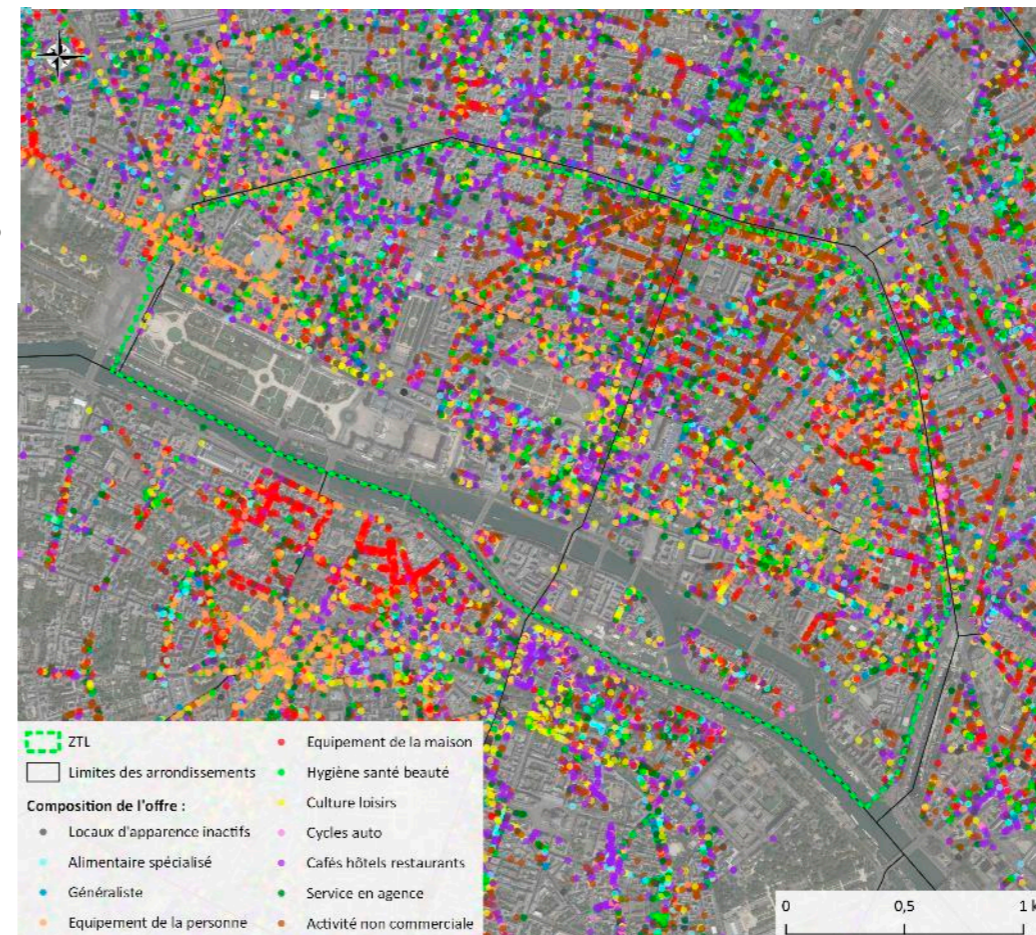


Source: BDCOM 2017 et 2020 retraité par Pivadis

Sur la base d'une nomenclature par familles de produits, le poids important de la restauration au sens large ressort nettement, mais est égal dans le périmètre de la ZTL à la moyenne de la ville de Paris: 21%. C'est **l'équipement de la personne qui est plus fortement représenté au sein du périmètre de la ZTL**. Cette famille d'activité, globalement en difficulté structurelle, occupe **17%** des locaux commerciaux, contre 10% en moyenne à l'échelle de la Ville de Paris.



Classification de l'occupation des locaux selon leur famille de produits



Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

L'observation plus détaillée des tendances montre un fort repli de l'équipement de la personne à l'échelle de la Ville, qui n'épargne pas le périmètre de la ZTL, pourtant plus fourni. Le rythme de baisse est néanmoins légèrement moins fort.

Le périmètre de la ZTL a connu une progression de la part de locaux inactifs beaucoup plus forte que la moyenne de la Ville de Paris, entre 2017 et 2020: +20%, contre +9% en moyenne.

De même, les activités non commerciales sont en repli de 14% sur la période au sein du périmètre de la ZTL, alors que le repli n'est que de 2% à l'échelle de la Ville de Paris. Hors périmètre de la ZTL, on note en fait une stabilité du nombre d'occupation de ce type.

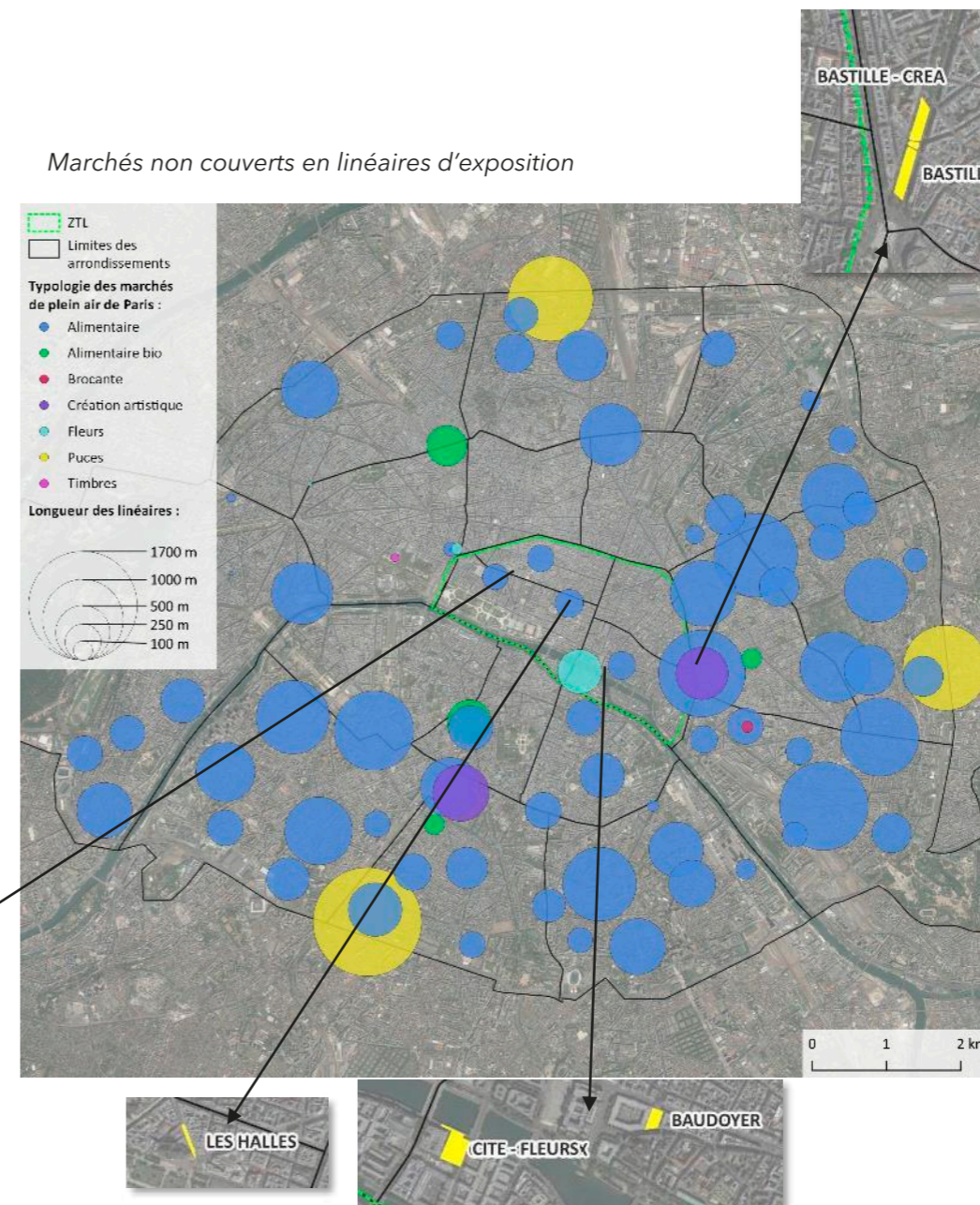
ZTL	ZTL 2017	ZTL 2020	Evolution en nombre dans la ZTL de 2017 à 2020	Evolution de 2017 à 2020	Hors ZTL 2017	Hors ZTL 2020	Evolution en nombre hors ZTL de 2017 à 2020	Evolution de 2017 à 2020	Paris 2017	Paris 2020	Evolution en nombre dans Paris de 2017 à 2020	Evolution dans Paris de 2017 à 2020
Commerces et services actifs	7776	7657	-119	-2%	52700	51635	-1065	-2%	60476	59292	-1184	-2%
Locaux inactifs	1346	1630	284	21%	7321	7854	533	7%	8667	9484	817	9%
Activités non commerciales	1932	1652	-280	-14%	12956	12954	-2	-0,02%	14888	14606	-282	-2%
Alimentaire spécialisé	574	573	-1	-0,2%	5904	5959	55	1%	6478	6532	54	1%
Généraliste	75	141	66	88%	1349	1389	40	3%	1424	1530	106	7%
Equipement de la personne	2076	1839	-237	-11%	7113	6184	-929	-13%	9189	8023	-1166	-13%
Equipement de la maison	796	753	-43	-5%	4275	3954	-321	-8%	5071	4707	-364	-7%
Hygiène santé beauté	823	878	55	7%	7920	8084	164	2%	8743	8962	219	3%
Culture loisirs	698	666	-32	-5%	4862	4604	-258	-5%	5560	5270	-290	-5%
Cycles auto	45	38	-7	-16%	1240	1184	-56	-5%	1285	1222	-63	-5%
Cafés hôtels restaurants	2199	2299	100	5%	14325	14808	483	3%	16524	17107	583	4%
Services en agence	490	470	-20	-4%	5712	5469	-243	-4%	6202	5939	-263	-4%

2.3. Marchés non couverts

5 marchés de plein air ont lieu au sein du périmètre de la ZTL. Il s'agit plutôt de « petits » marchés par rapport au maillage des marchés de plein air de la ville de Paris.

Il convient néanmoins de souligner l'importance du marché Bastille, bd Richard Lenoir, en bordure du périmètre de la ZTL.

On peut également remarquer le cas spécifique du marché aux fleurs, sur l'île de la Cité.



2.4. Centres commerciaux

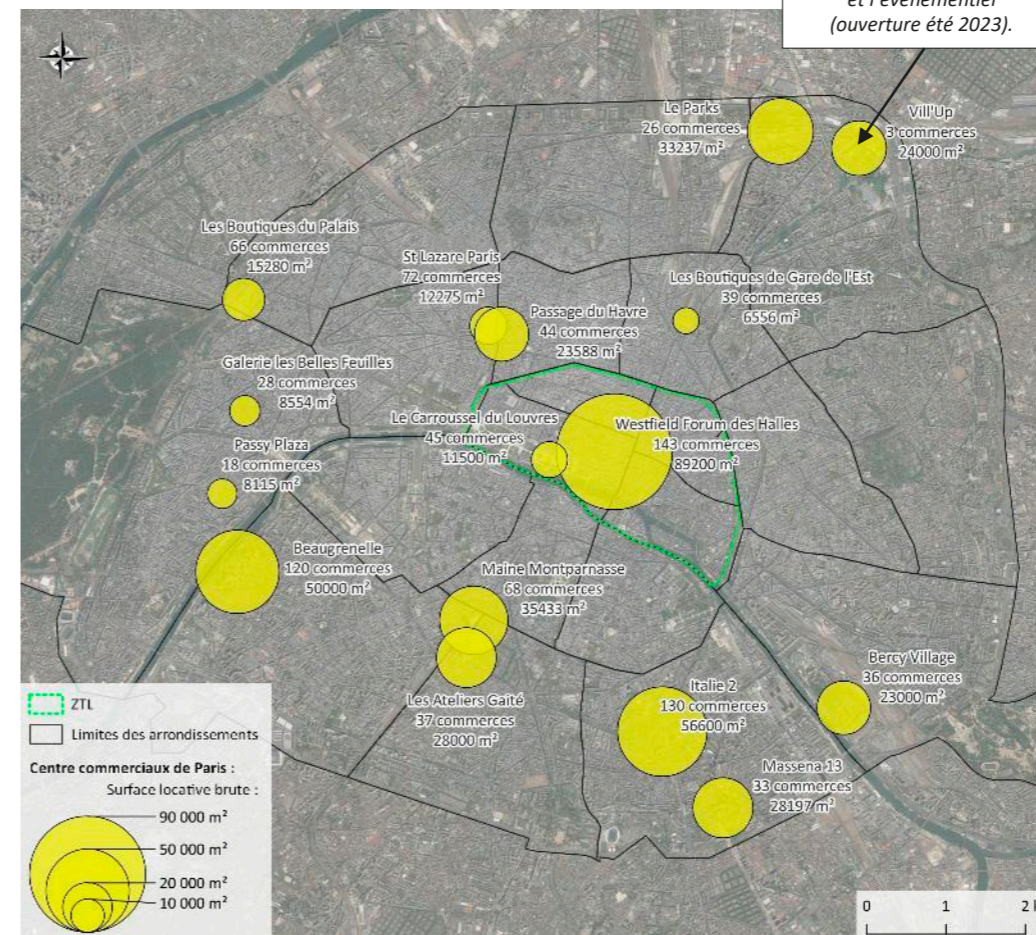
2 des 16 centres commerciaux implantés sur la ville de Paris se situent au sein du périmètre de la ZTL, tous deux souterrains:

- le Forum des Halles, premier centre commercial de Paris en surface et en nombre de boutiques,
- le Carrousel du Louvre.

Ces deux centres commerciaux totalisent 100.700 m² de surfaces pour 188 boutiques, soit:

- 24% des surfaces développées en centres commerciaux sur Paris,
- 22% des boutiques de centres commerciaux.

Centres commerciaux



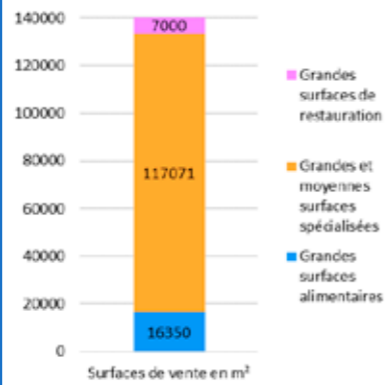
Source : LSA Expert

Source: LSA Expert retraité par Pivadis

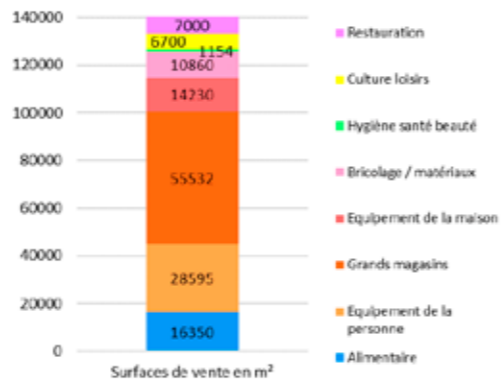
2.5. Grandes et moyennes surfaces (>400 m²)

On dénombre, au sein du périmètre ZTL, 84 grandes et moyennes surfaces (plus de 400 m² de surface de vente) totalisant 140.250 m² de surfaces de vente, dont 13 dans le domaine alimentaire (y compris magasins populaires), pour 16.350 m² de surface de vente.

Répartition des surfaces de vente entre les 3 grandes catégories de grandes surfaces



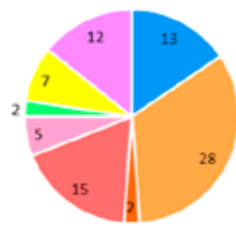
Répartition des surfaces de vente selon le type d'activité des grandes surfaces



Répartition des 84 grandes surfaces situées dans la ZTL selon les 3 grandes catégories

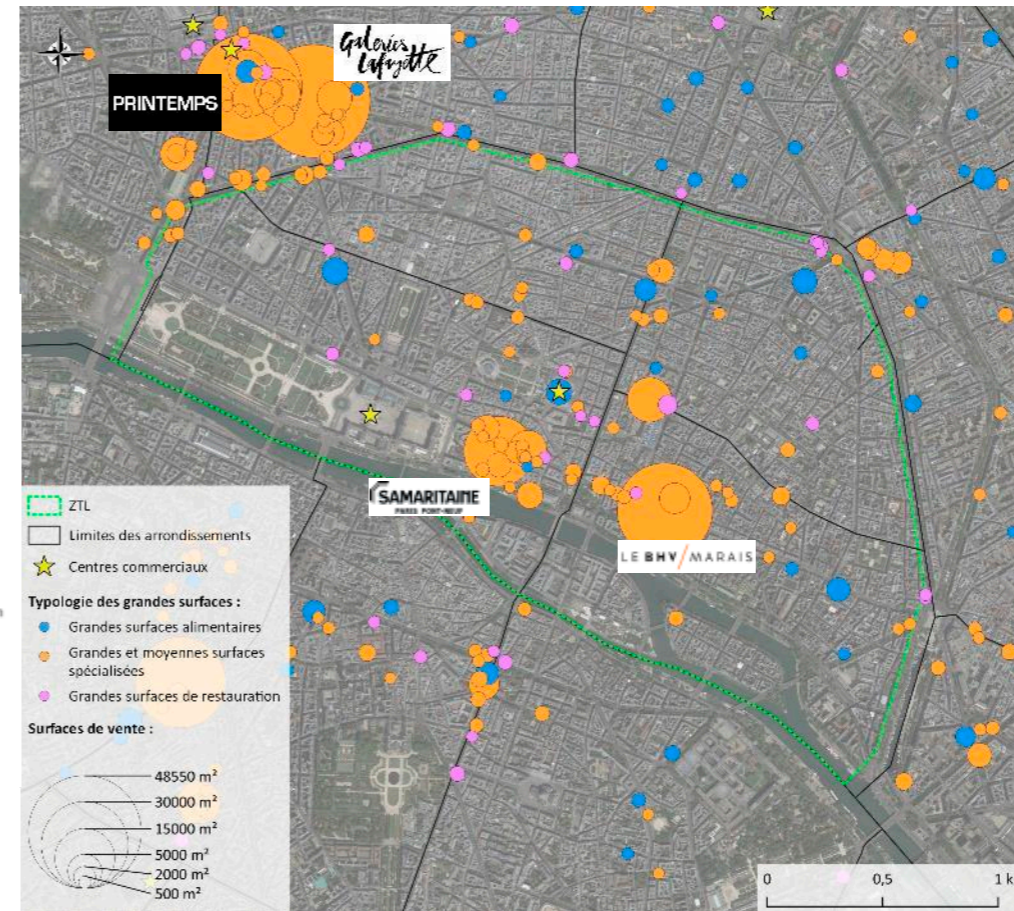


Répartition des 84 grandes surfaces situées dans la ZTL selon leur type d'activité



Grandes surfaces alimentaires
Grandes et moyennes surfaces spécialisées
Grandes surfaces de restauration

Alimentaire
Grands magasins
Bricolage / matériaux
Culture loisirs
Équipement de la personne
Équipement de la maison
Hygiène santé beauté
Restauration



L'équipement de la personne est fortement présent (28 établissements), alors que les grands magasins dominent en surfaces de vente (55.532 m² pour 2 établissements, dont 35.532 m² pour le BHV/Marais et 20.000 m² pour Samaritaine).

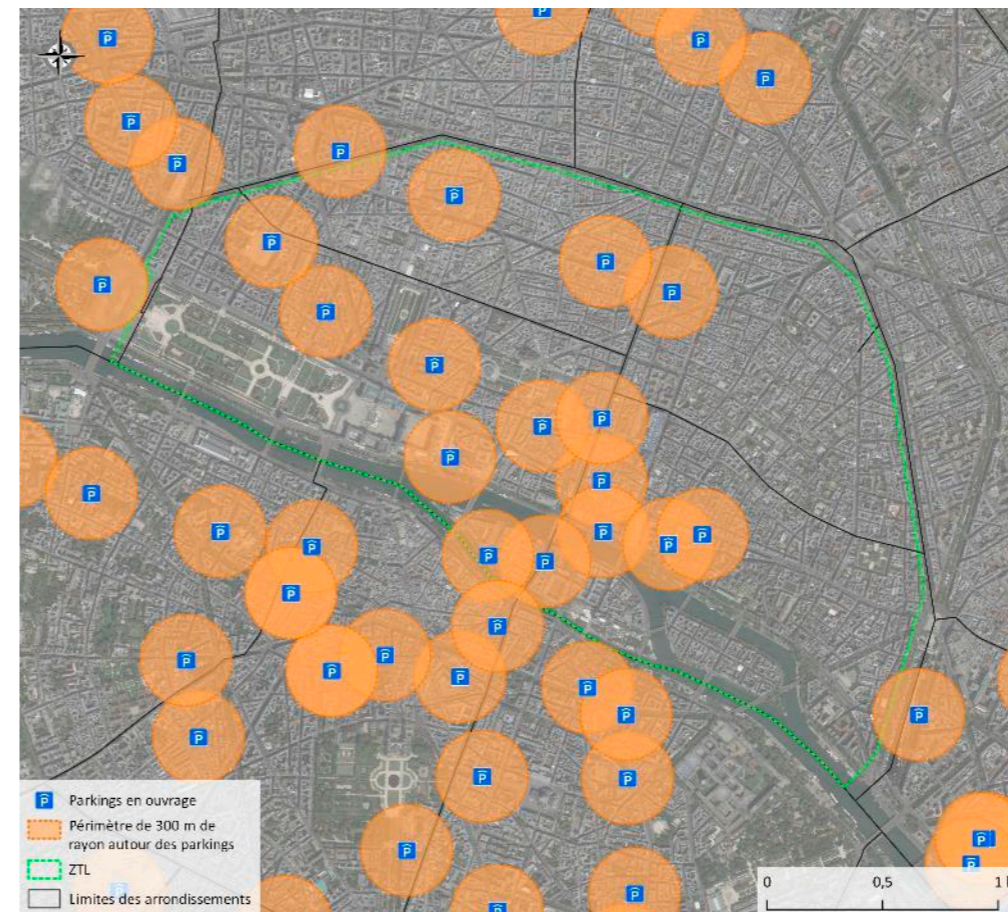
Source: LSA Expert retraité par Pivadis

2.6. Activités desservies par un parking souterrain à moins de 300 mètres

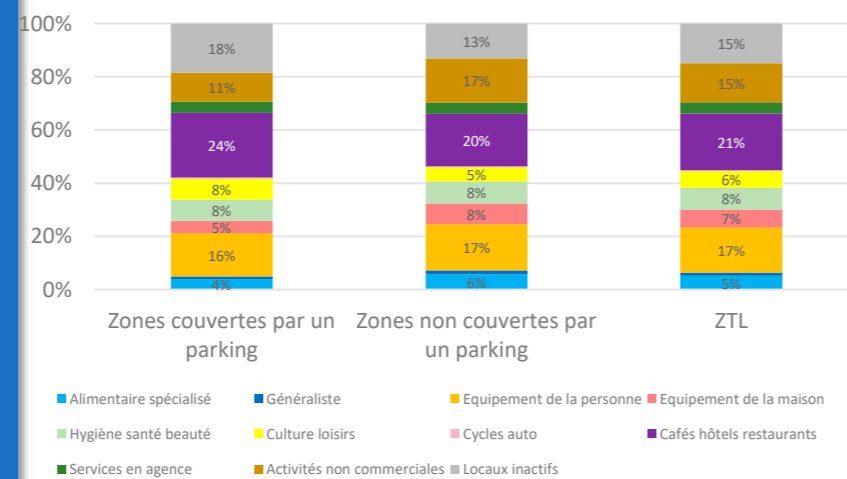
On dénombre, au sein du périmètre ZTL, 15 parkings souterrain publics (source Open Data Paris).

Dans un périmètre de 300 mètres autour de ces parkings, on dénombre 4.000 et 11.500 locaux commerciaux présents au sein de la ZTL. La composition de l'offre active est proche de la moyenne constatée à l'échelle de la ZTL, avec néanmoins plus de cafés hôtels restaurants et moins d'activité non commerciales. Par contre, **la proportion de locaux inactifs est beaucoup plus importante sur ces périmètres, avec 18% en moyenne, contre 13% pour ceux non couverts directement par un parking souterrain. Cela souligne une absence d'effet positif de la présence des parkings souterrain sur l'occupation des locaux commerciaux à proximité.**

Localisation des parkings souterrain



Composition de l'offre 2020



Source: Open Data Paris pour les parkings souterrain / BDCOM 2020 retraité par Pivadis

2.7. Armature commerciale / répartition en séquences commerciales

Dans une vision à grandes mailles, le périmètre de la ZTL compte **27 séquences commerciales différenciées**. Ces séquences ont été définies à partir de la méthode suivante:

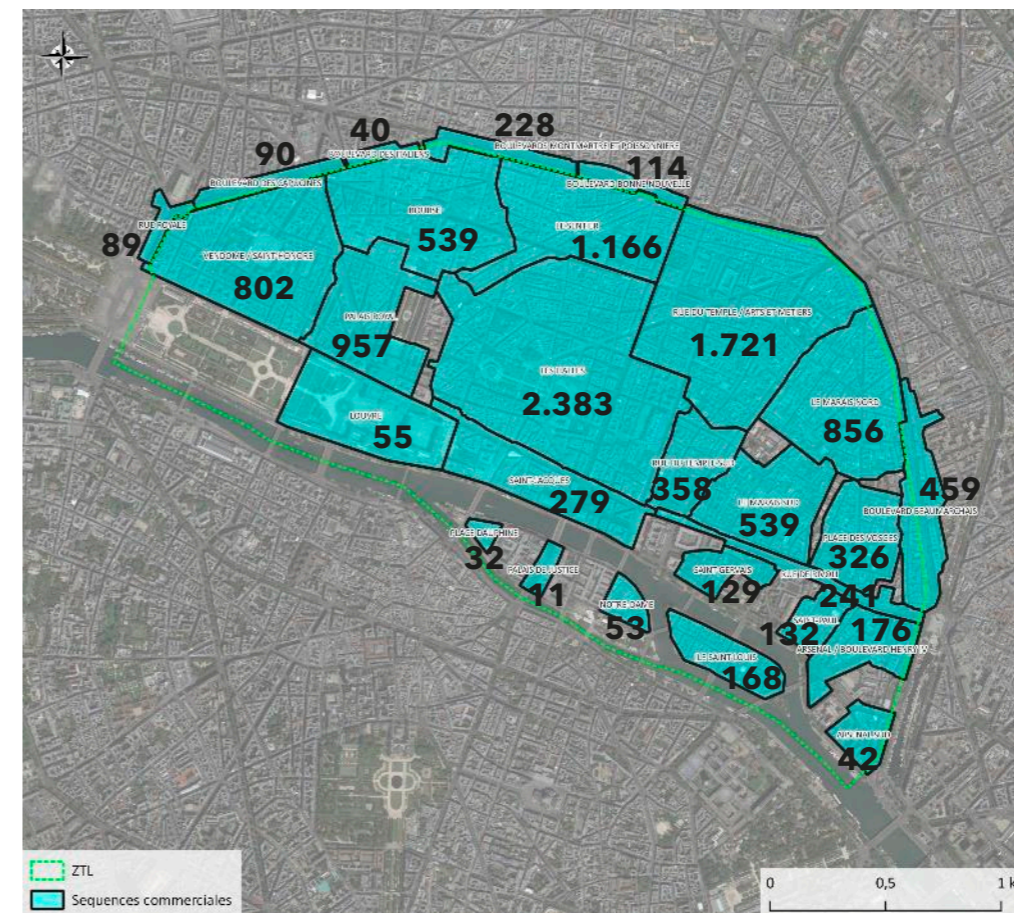
1. Identification des ruptures de plus de 150 mètres dans le linéaire de commerces,
2. Analyse des thématiques / activités présentes pour identifier des points de bascule en typologie d'activités.

Les séquences des boulevards au Nord du périmètre sont néanmoins en frange et non incluses dans le périmètre à proprement dit: Bd des Capucines, Boulevard des Italiens, Boulevards Montmartre et Poissonnière, Boulevard Bonne Nouvelle. Certaines séquences ne sont qu'en partie dans le périmètre ZTL: rue Royale, Boulevard Beaumarchais.

L'Atlas des séquences, au chapitre 4, précise la composition et les dynamiques constatées pour chaque séquence.

La carte page suivante en propose une synthèse en quelques chiffres.

Nombre de locaux par séquence commerciale



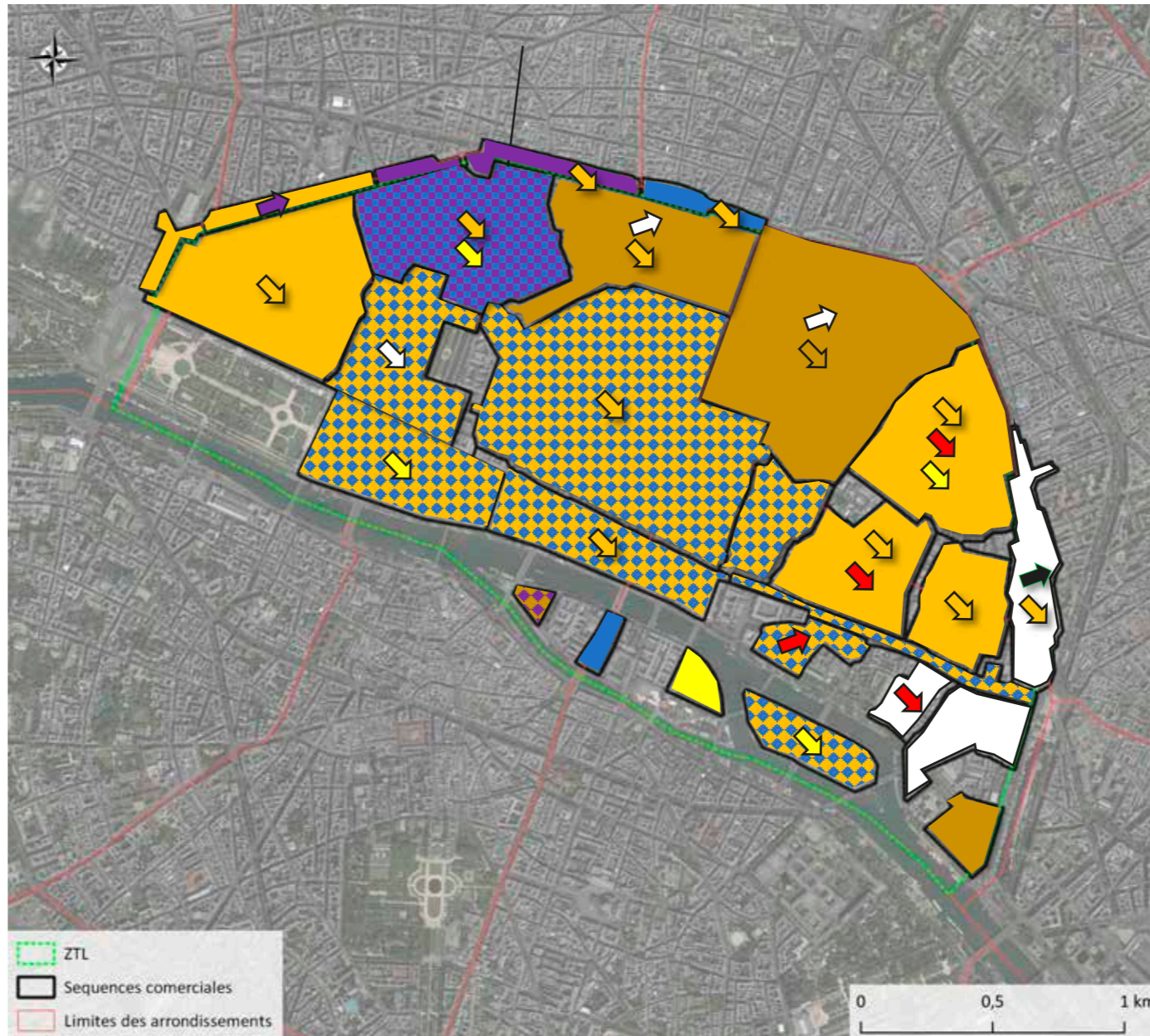
Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

Dominante d'activité par séquence

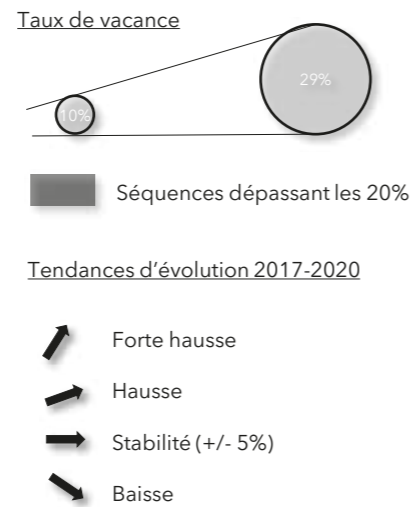
- Besoins courants
- Achats désirs
- Besoins courants + achats désirs
- Équipement de la maison
- Culture loisirs
- Restauration
- Restauration + hors commerce
- Services en agence
- Hors commerce de détail (dont commerce de gros)
- Forte mixité / sans dominante

Tendances d'évolution

- Hausse
- Baisse



Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis



Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

2.8. Zoom sur l'alimentaire

573 établissements proposaient en 2020 une offre alimentaire (hors supérette, supermarchés et rayons alimentaires des surfaces généralistes), soit un chiffre globalement stable par rapport à 2017, avec de faibles variations par métiers, à l'exception de certains :

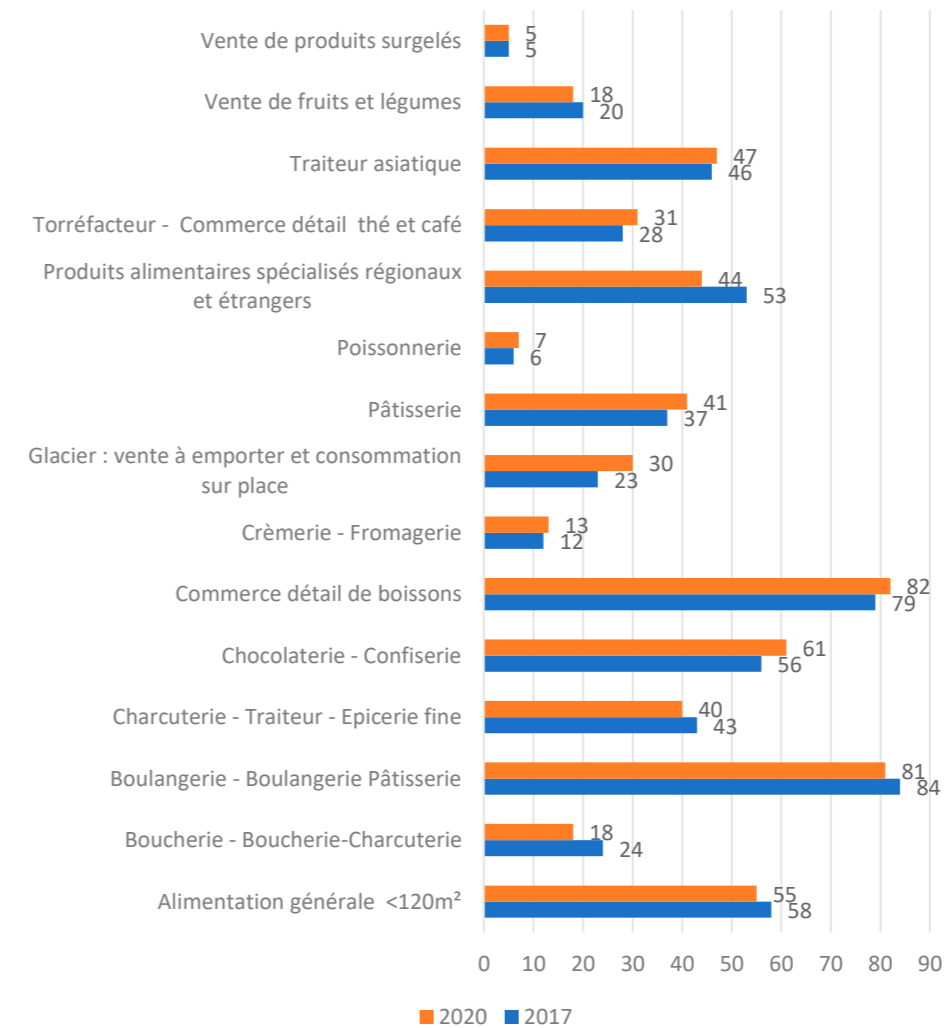
- Perte de 9 établissements en produits alimentaires spécialisés régionaux
- perte de 6 boucheries sur la période 2017-2020,
- perte de 3 charcuteries,
- gain de 3 commerces de détail de boissons,
- gain de 7 glaciers.

S'y ajoutent 3 AMAP, ainsi que 4 marchés de plein air, à vocation alimentaire, d'une relative petite taille et 2 marchés couverts, tout deux situés au Nord-Est du périmètre: le marché du Temple et le marché des Enfants Rouges.

En amont et pour les établissements assurant la transformation, on dénombre au sein du périmètre de la ZTL :

- 116 établissements de production agricole, au sens large, dont 8 cultures de céréales (sur 61 à l'échelle de la ville), 1 culture de légumes (sur 10), 6 culture de la vigne (sur 61), 11 élevages d'animaux (sur 162)... Sur ce chiffre, 15 ets seulement sont employeurs et correspondent plus à la réalité de la présence effective sur le territoire, hors sièges sociaux.
- 335 établissements de production alimentaire, 143 établissements de boulangerie, 65 de pâtisserie, 21 de chocolats, 7 de glaces, 10 de charcuterie, 12 de boissons alcooliques distillées...

Evolution du nombre de commerces alimentaires par spécialité



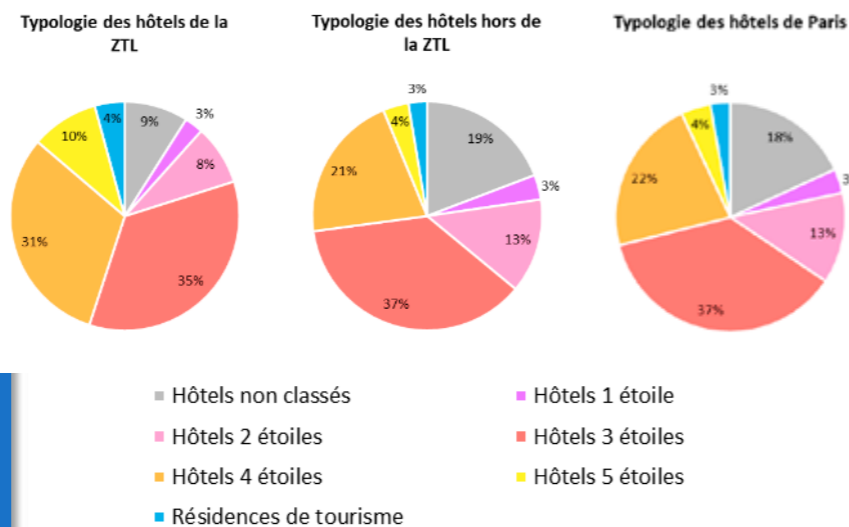
Source: BDCOM 2020 et Sirene Octobre 2022, retraités par Pivadis

2.9. Zoom sur le secteur Hôtelier

Le périmètre de la ZTL accueille 189 établissements hôteliers, soit 10% des hôtels sur la ville de Paris, **mais 23% des hôtels 5 étoiles et 14% des hôtels 4 étoiles.**

Les catégories les plus simples sont proportionnellement moins présentes, en particulier les hôtels non classés. Il convient de rappeler la concentration des hôtels 5 étoiles autour de la place Vendôme et du Louvre.

Localisation des établissements hôteliers au sein de la ZTL et autour.



	Hôtels non classés	Hôtels 1 étoile	Hôtels 2 étoiles	Hôtels 3 étoiles	Hôtels 4 étoiles	Hôtels 5 étoiles	Résidences de tourisme	Total
Nbre Ets dans la ZTL	17	5	16	66	59	18	8	189

Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

2.10. Zoom sur l'offre Airbnb

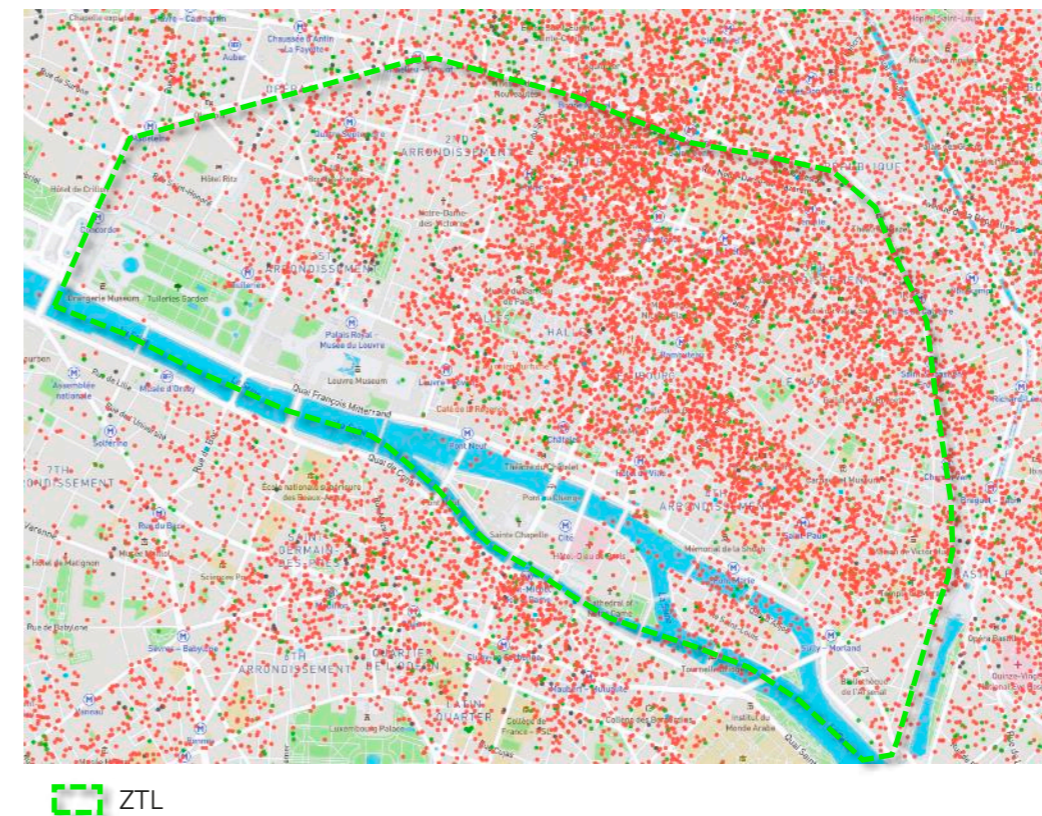
La périmètre de la ZTL, sur la base des 4 premiers arrondissements de Paris, compte 7.518 offres Airbnb, à Décembre 2022, 12,2% des offres enregistrées à l'échelle de la ville de Paris. Il s'agit dans 89% de logements entiers (84% à l'échelle de la ville de Paris). Dans 73% des cas, il s'agit d'offres de location court terme (72% à l'échelle de la ville de Paris).

Néanmoins, seuls 3.062 logements ont été effectivement loués dans les 12 derniers mois, soit 41%, au sein des 4 premiers arrondissements (47% à l'échelle de la ville de Paris).

Le nombre moyen de nuits louées au sein du périmètre ZTL est beaucoup plus important que la moyenne parisienne (62 nuits en moyenne). Il s'échelonne de 75 à 90 en fonction des arrondissements, pour une moyenne de 81 nuits. Il génère également beaucoup plus de revenus, du fait d'un meilleur taux de location, mais aussi de prix bien plus élevés (207 € la nuit en moyenne sur le 3^{ème} arrondissement, 228 € sur le 2^{ème}, 235 € sur le 4^{ème}, 278 € sur le 1^{er} arrondissement).

Ainsi, le revenu moyen par logement est de 20.162 € par an, soit le double de la moyenne parisienne: 10.566 €.

Offres Airbnb à l'échelle de la ZTL et de son environnement



Source: Airbnb

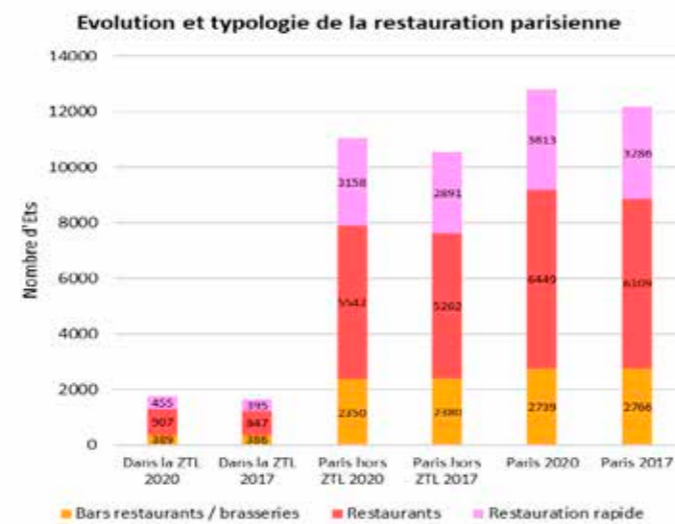
2.11. Zoom sur le secteur de la restauration

La restauration occupe près d'un quart des locaux de rez-de-chaussée au sein de la ZTL (contre 21% en moyenne). Au total il s'agit de 1.751 établissements dont:

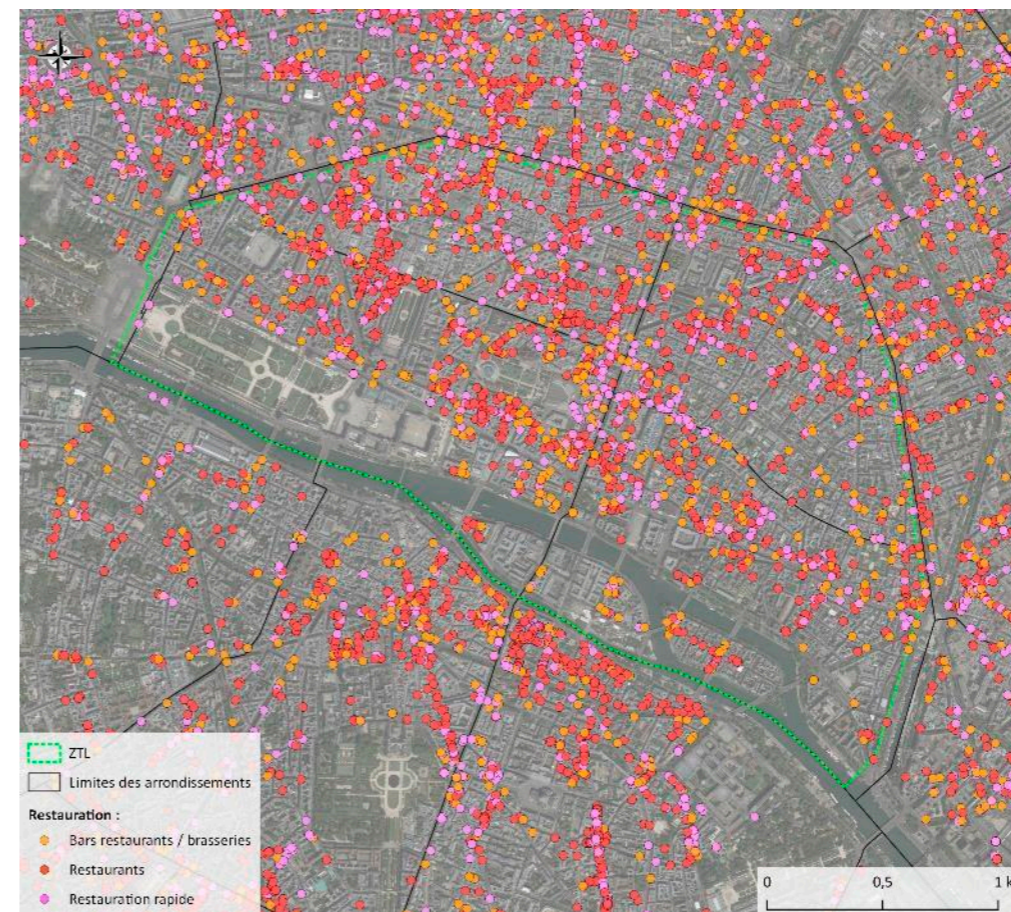
- 389 bars restaurants / brasseries
- 907 restaurants
- 455 restaurants rapides

Ces chiffres sont en nette évolution entre 2017 et 2020 pour les restaurants (+60) et pour la restauration rapide (+60 également), en cohérence avec la dynamique constatée globalement à l'échelle de la ville.

La restauration rapide est plus concentrée autour de l'axe Nord Sud alors que la restauration au sens strict présente une plus forte concentration dans le secteur du Palais Royal à l'Opéra.



Localisation des offres de restauration au sein de la ZTL et alentours.

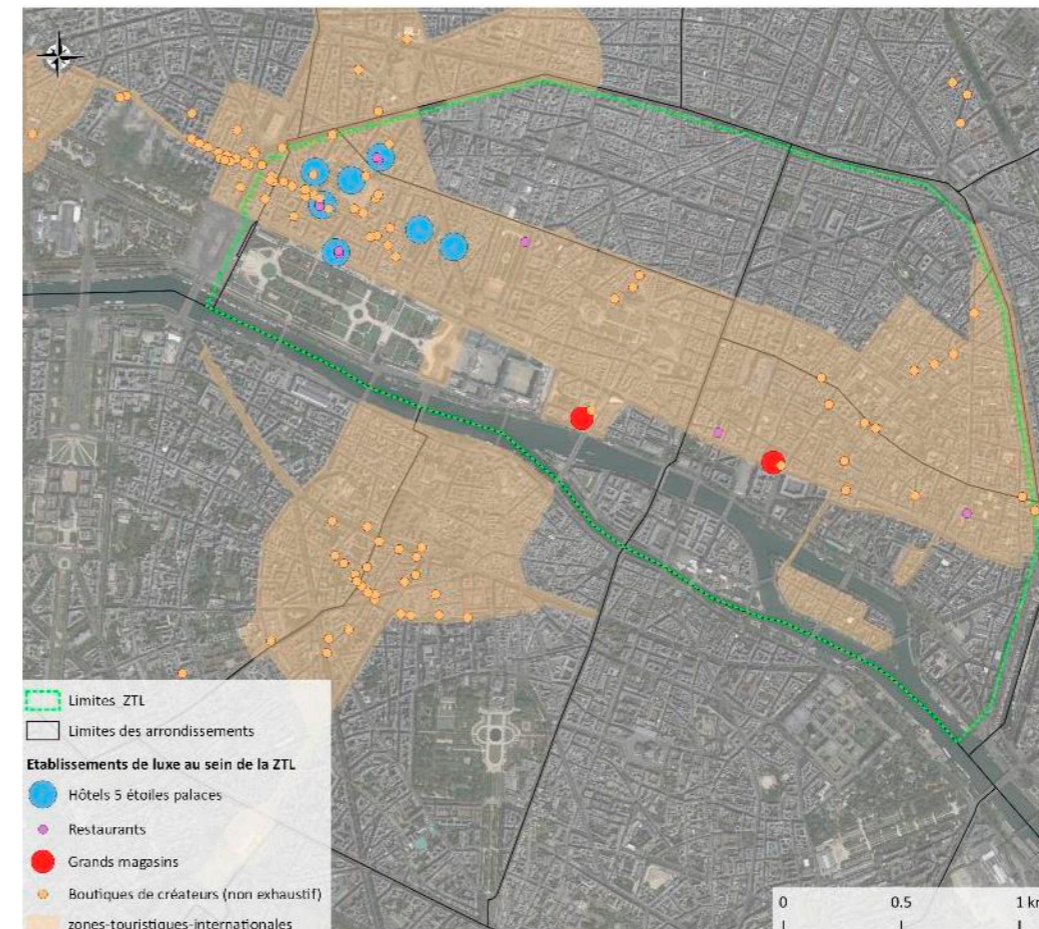


Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

2.12 Approche de l'univers du luxe

Au sein du périmètre de la ZTL, l'univers du luxe se concentre principalement autour de la place Vendôme, de Madeleine à l'Ouest à Palais Royal à l'Est, avec ses prolongations en particulier sur la rue Saint Honoré.

Repérage des établissements de luxe au sein de la ZTL et aux alentours (pour les boutiques de créateurs)



Source: Dossier de presse « Paris sur mesure » 2019

2.13 Principaux points d'attrait touristiques

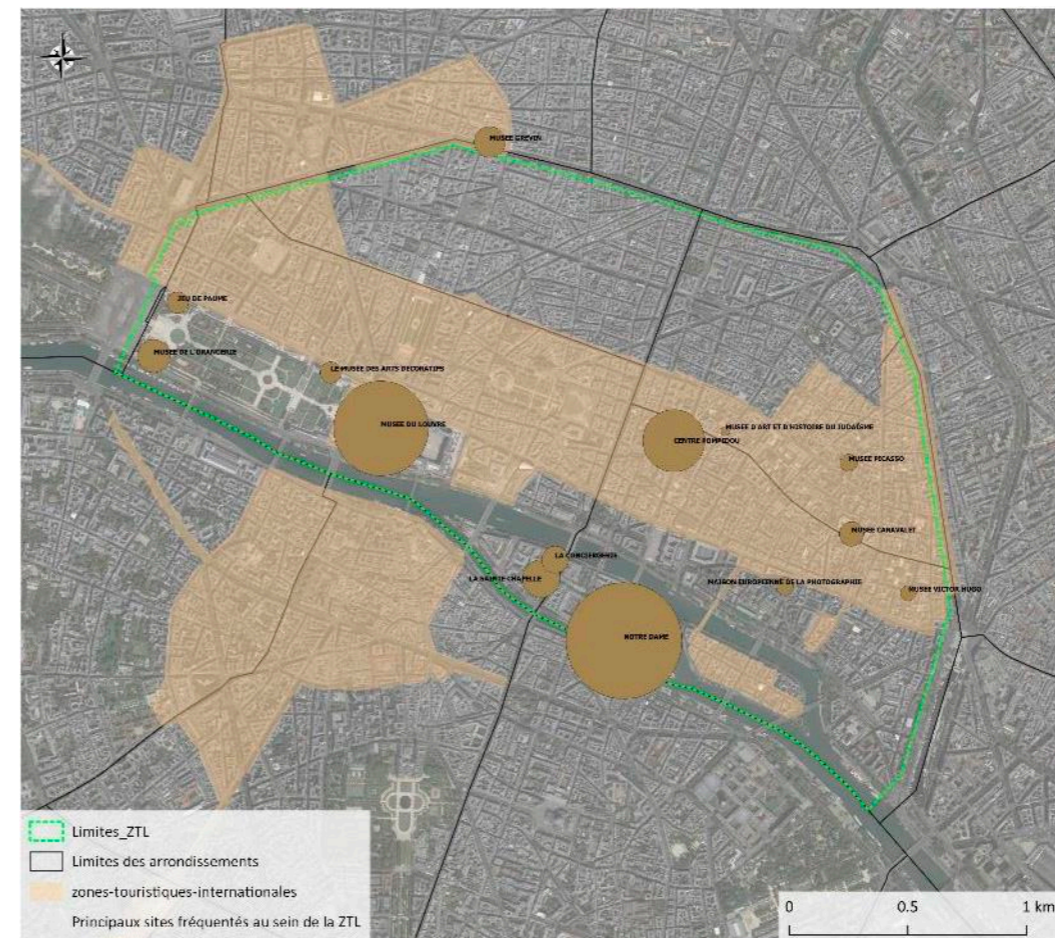
Au-delà de la concentration de l'offre de luxe, près de la moitié du périmètre de la ZTL est inscrit en zone touristique internationale.

On y retrouve, en intégrant ses franges, près de la moitié des lieux patrimoniaux majeurs de la ville de Paris. Parmi les lieux les plus visités (chiffres avant Covid / lieux accueillant plus de 100.000 visiteurs – source Tout Paris):

la cathédrale Notre Dame (environ 14 millions de visiteurs avant incendie / les tours de Notre Dame 0,5 millions), le musée du Louvre (plus de 9 millions), le centre Pompidou (3,5 environ), la Sainte Chapelle (1,1), le musée Grévin (sur la frange Nord - 0,7), le musée de l'Orangerie (0,8), la Conciergerie (0,5 environ), le musée Carnavalet (0,4 environ), le Jeu de Paume (en frange: 0,3), le musée des arts décoratifs (0,3), le musée Picasso (0,2), la maison européenne de la photographie (0,2 environ), le musée Victor Hugo (0,17), le musée d'Art et d'Histoire du Judaïsme 0,12).

Sur la base de la source Statista, sont donnés les chiffres suivants pour 2021: musée du Louvre (2,8 millions), Centre Pompidou (1,5), la Sainte Chapelle (0,37).

Niveaux de fréquentation des principaux sites d'attraction touristiques:

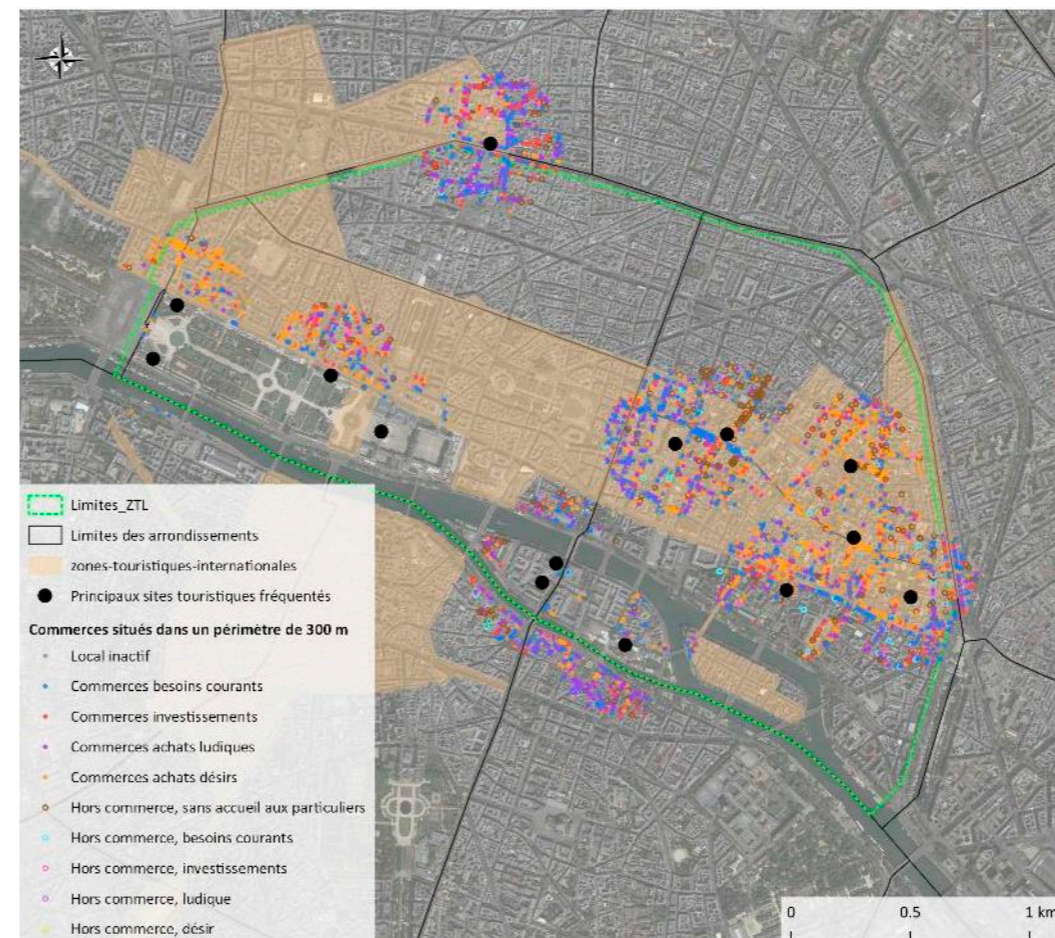


On dénombre 6.581 locaux commerciaux dans un périmètre de 300 mètres autour de chaque site à forte attractivité touristique dont pour les plus grands nombres:

- 848 locaux dans l'environnement du Centre Pompidou avec une double dominante: besoins courants pour 33% et achats désirs pour 22% / 14% des locaux étaient inactifs en 2020.
- 781 locaux dans l'environnement du Musée Grévin, avec une majorité hors périmètre ZTL. La composante est multiples avec en premiers besoins courants (28%) et achats ludiques (27%). Restauration à 36%. Vacances: 13%
- 669 autour de la maison européenne de la photographie, avec une tendance achats désirs (34%). Vacances: 13%.
- 662 autour du musée Victor Hugo. Double dominante: besoins courants (30%) et achats désirs (29%). Vacances: 9%.
- 641 autour du musée d'Art et d'Histoire du Judaïsme. Forte mixité d'offre avec tendance besoins courants (28%). Vacances: 15%.
- 607 autour du musée Carnavalet. Dominante achats désirs (46%). Vacances: 9%.
- 578 autour du musée Picasso. Dominante achats désirs (50%). Vacances: 9%.

Les détails sites pour l'ensemble des sites sont présentés au chapitre 6.

Environnement commercial des principaux sites d'attraction touristiques:



Source: BDCOM 2020 retraité par Pivadis

SYNTHESE

1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS

2. ACTIVITES COMMERCIALES

3. EMPLOIS

4. NOMENCLATURES UTILISEES

3.1. Evolution du nombre d'actifs

Le périmètre de la ZTL, dans la limite des 4 premiers arrondissements de Paris, accueille 73.766 personnes de 15 à 64 ans, dont 60.138 actifs dans la même tranche d'âge, soit **un taux d'activité élevé de 82%** (78% en moyenne à l'échelle de la ville de Paris).

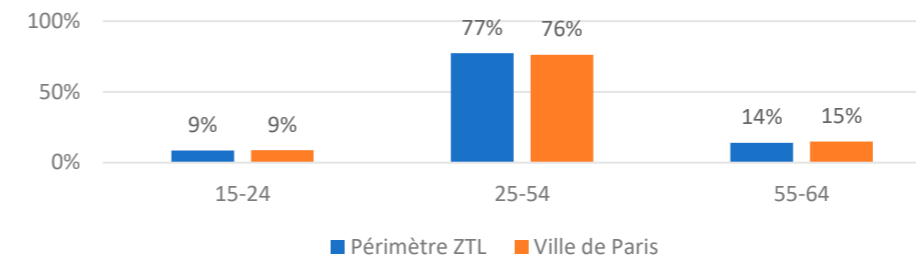
Le nombre d'actifs baisse régulièrement. Il est passé de 61.312 en 2008 à 61.207 en 2013, pour atteindre 60.138 en 2019 (-2% en 11 ans). Dans le même temps, le nombre d'habitants de 15 à 64 ans baissait également, mais plus rapidement, passant de 77.278 à 75.773 puis 73.766 (-5% en 11 ans).

L'âge des actifs a également progressé, les plus de 54 ans représentant 14% des actifs, contre 12% en 2008.

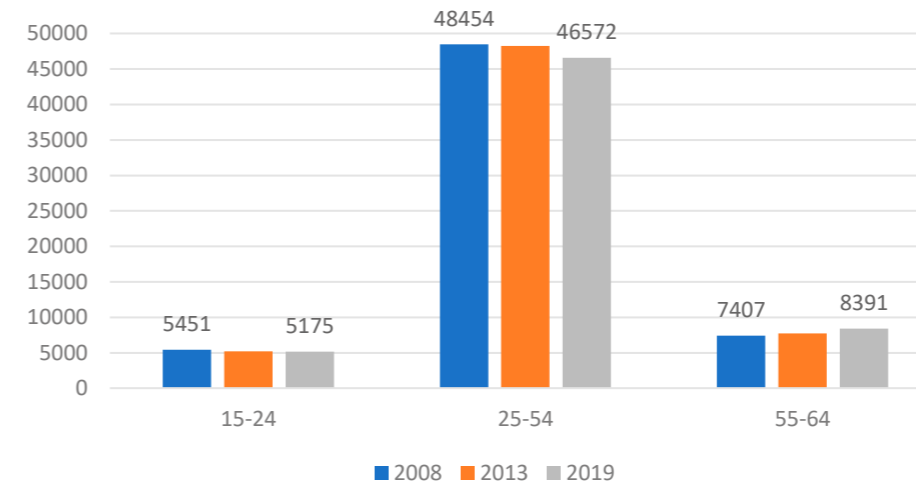
48% des actifs sont des femmes, contre 51% en moyenne sur la ville de Paris.

90% des actifs habitant le périmètre de la ZTL sont occupés, pour 89% à l'échelle de la ville de Paris.

Répartition des actifs par tranches d'âge



Evolution du nombre d'actifs par tranche d'âge



Source: INSEE 2019

3.2. Caractéristiques des actifs

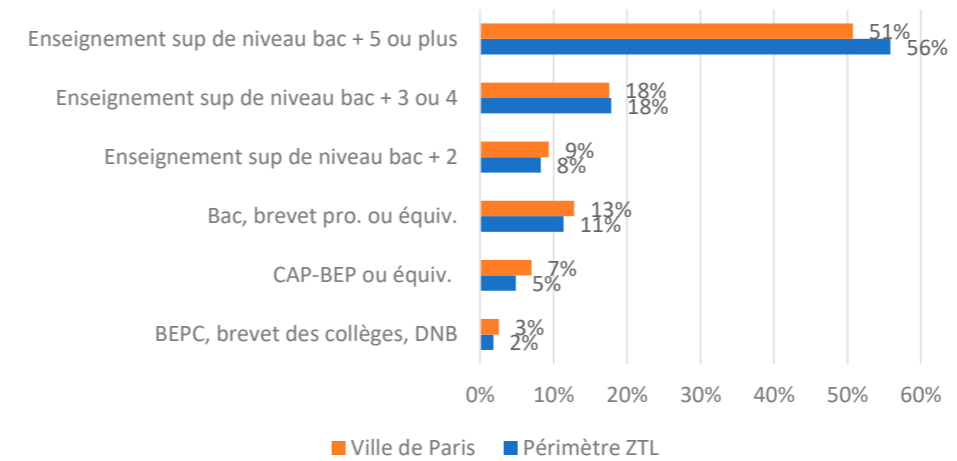
Les actifs habitant le périmètre ZTL présentent un niveau d'études légèrement supérieur à la moyenne, avec 56% de diplômés de l'enseignement supérieur (bac +5 ou plus).

En cohérence avec le niveau de diplôme les cadres et professions intellectuelles supérieures sont plus représentés au sein du périmètre de la ZTL que la moyenne de la Ville de Paris, déjà très élevée.

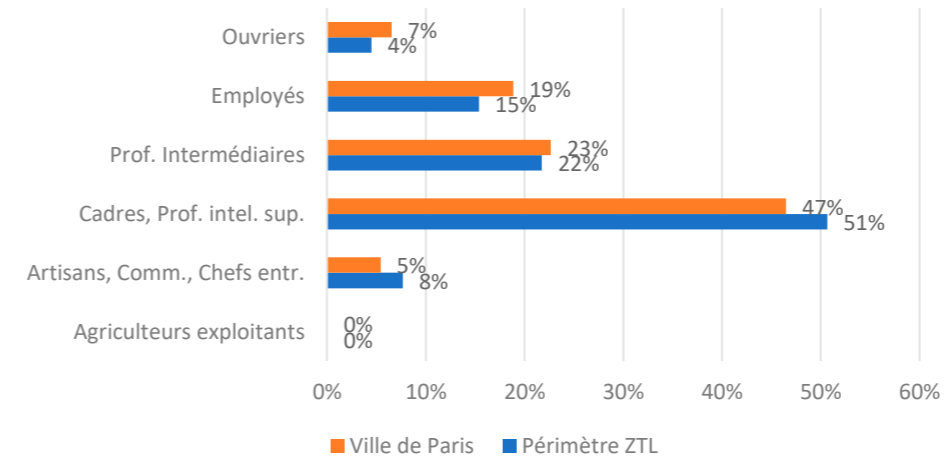
Le taux d'actifs occupés varie de 61% (pour les 20 agriculteurs exploitants) à 96% chez les artisans commerçants et chefs d'entreprise. Les cadres et professions intellectuelles supérieures présente un taux d'occupation de 93%. Celui-ci descend à 88% pour les professions intermédiaires, 85% pour les employés et 81% pour les ouvriers. Ces chiffres et tendances sont quasiment identiques à la moyenne de la Ville de Paris, à l'exception des agriculteurs exploitants (92%).

S'y ajoutent 8.014 élèves, étudiants et stagiaires non rémunérés dans la tranche d'âge 15 à 64 ans.

Actifs en fonction du niveau de diplôme



Actifs selon la catégorie socio-professionnelle

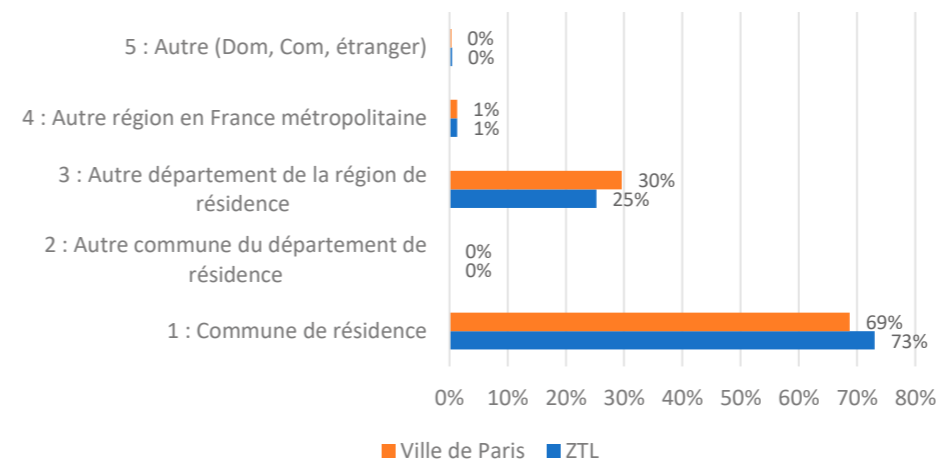


Source: INSEE 2019

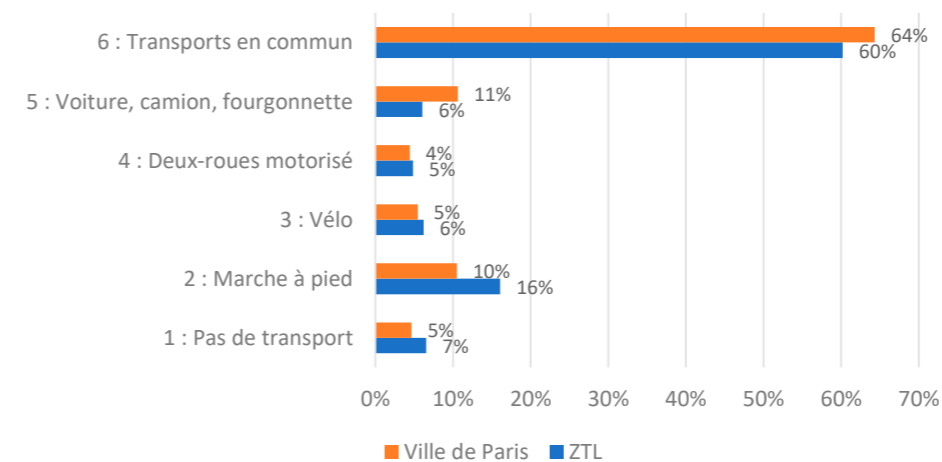
73% des actifs résidant au sein de la ZTL travaille sur Paris et 25% en Ile de France hors Paris, contre en moyenne 69% et 30% sur la ville de Paris.

60% se rendent à leur travail en transports en commun. 6% seulement prennent la voiture (contre 11% en moyenne sur la ville de Paris) alors que 16% y vont à pied.

Lieu de travail



Moyen de transport pour se rendre au travail



3.3. Evolution du nombre d'emplois

Les 4 premiers arrondissements de Paris, correspondant à peu près au périmètre ZTL, accueillent **204.654 emplois au lieu de travail**, pour 55.874 actifs habitant le périmètre.

86% de ces emplois sont des emplois salariés, soit un chiffre identique la moyenne parisienne.

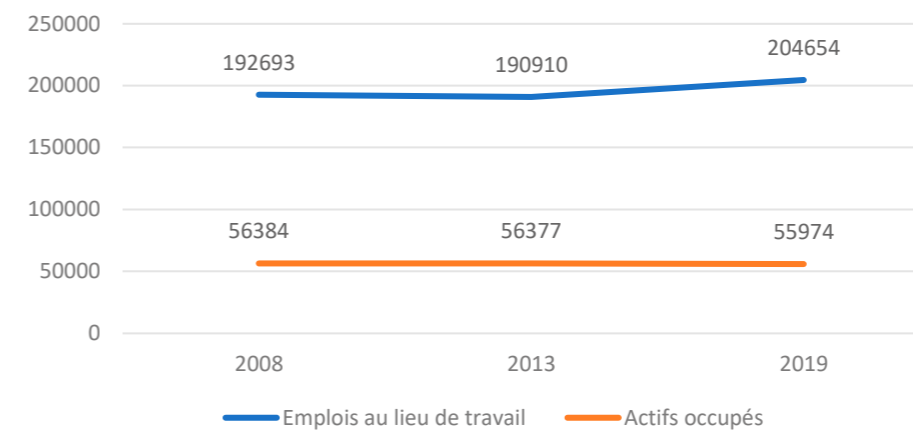
52% sont des emplois salariés occupés par des femmes (même proportion que la moyenne Ville de Paris). Ce taux descend par contre à 37% pour les emplois non salariés (39% à l'échelle parisienne).

Après un petit repli au début des années 2010, le nombre d'emplois à nettement progressé entre 2013 et 2019.

Le principal pourvoyeur d'emplois est le secteur du commerce, des transports et des services, avec une forte progression dans les 10 dernières années (+12%), suivi du secteur publique, en légère progression (+1%).

14% des emplois salariés au sein du périmètre sont à temps partiel (contre 15% à l'échelle de la ville de Paris). Ce taux était respectivement de 15% et 16% en 2008.

Evolution du nombre d'emplois et d'actifs occupés



Répartition des emplois par grands secteurs



Source: INSEE 2019

3.4. Emplois salariés privés

Les données de l'URSSAF donnent **187.930 emplois salariés privés** au sein du périmètre ZTL.

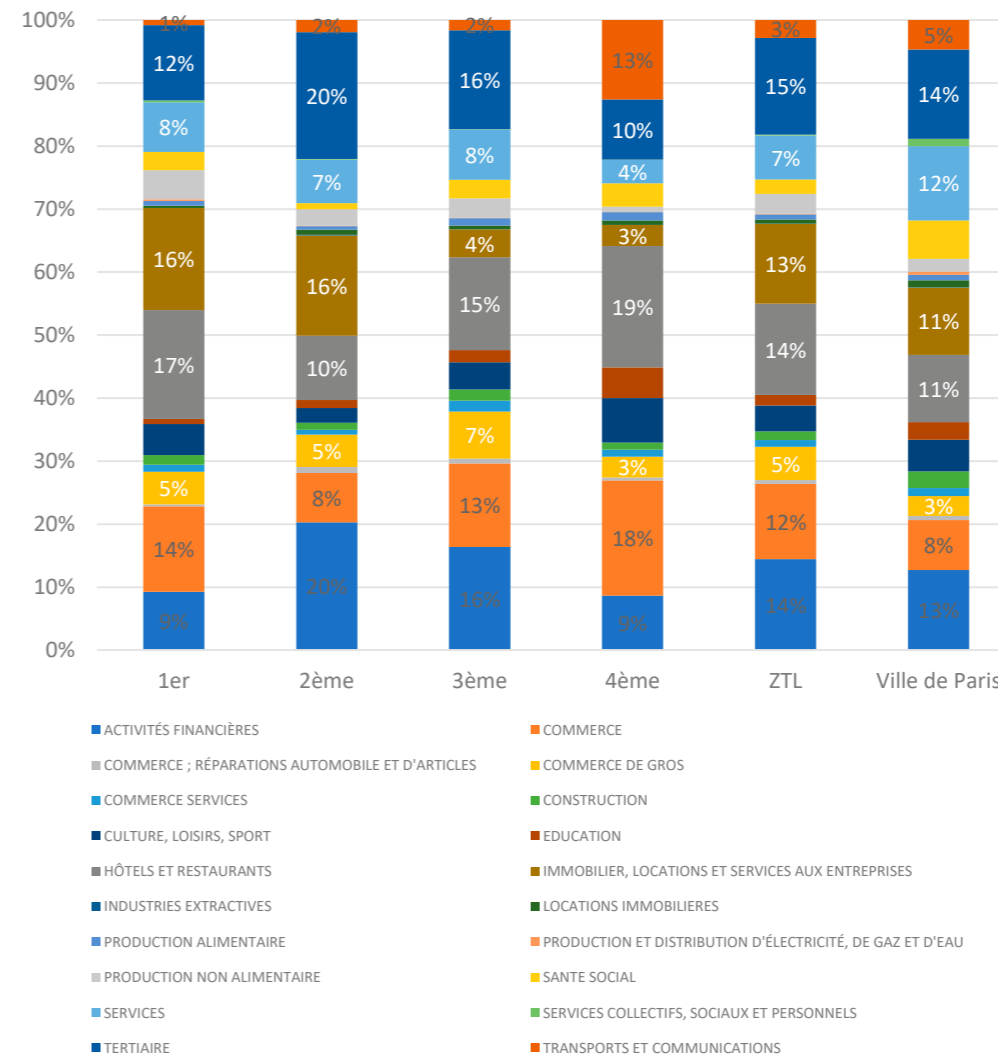
Le premier employeur est le secteur tertiaire, avec 15% des emplois en moyenne, montant à 20% sur le 2^{ème} arrondissement, devant les activités financières. Dans le 4^{ème} arrondissement, ce sont les hôtels et restaurants (19%) qui sont les premiers employeurs, devant le commerce au sens strict (18%). Plus globalement au sein de la ZTL, le commerce au sens large, l'hôtellerie et la restauration représentent un tiers des emplois salariés privés.

Les emplois salariés liés aux tertiaires ont fortement progressé entre 2006 et 2021: +11.478. Les activités financières sont également très fortement en progression: +10.944, dont +4.000 entre 2020 et 2021. Entre 2016 et (année du vote du Brexit) et 2021, les emplois salariés liés aux activités financières ont progressé de 45% au sein du périmètre de la ZTL.

On constate également une forte progression sur hôtellerie et la restauration (+8.258, avec un repli en 2020, récupéré presque en totalité en 2021, à moins de 200 emplois près: 1%).

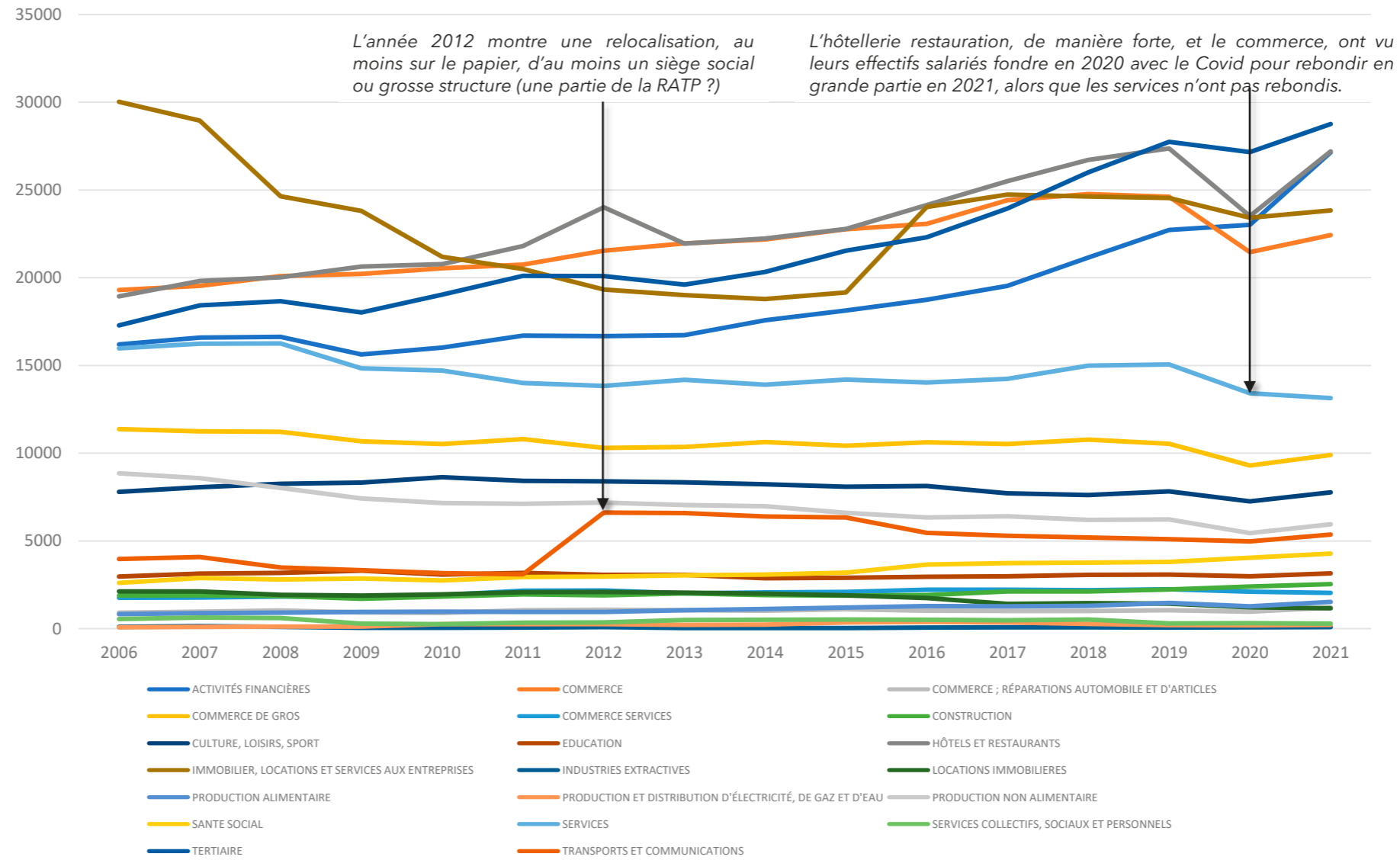
Le secteur immobilier / services aux entreprises est par contre en net repli (-6.187 emplois salariés), ainsi que le commerce de gros (-1.475) et les locations immobilières (-959).

Répartition des emplois salariés privés en 2021



Source: Urssaf 2006-2021 retraité par Pivadis

Evolution de l'emploi salarié privé au sein du périmètre ZTL



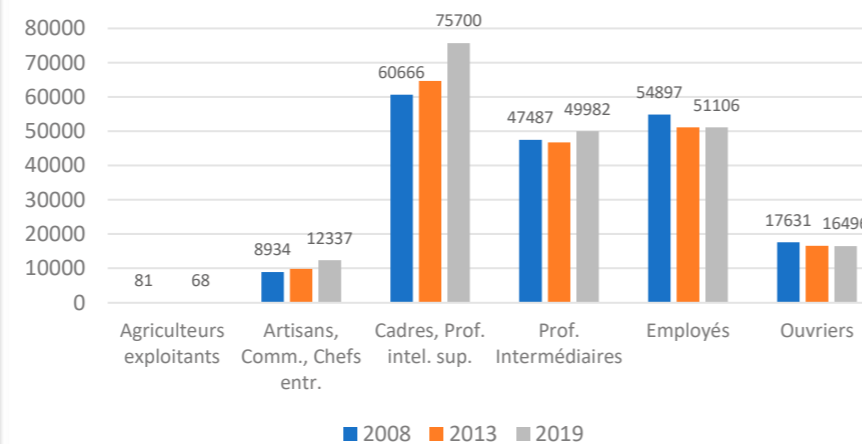
3.5. Indices de concentration de l'emploi

A l'échelle de la ville de Paris, on compte, d'après les données INSEE 2019, 170 emplois pour 100 actifs. A l'échelle du périmètre ZTL, on dénombre **370 emplois pour 100 actifs**, soit un très fort flux d'actifs venant travailler au sein du périmètre.

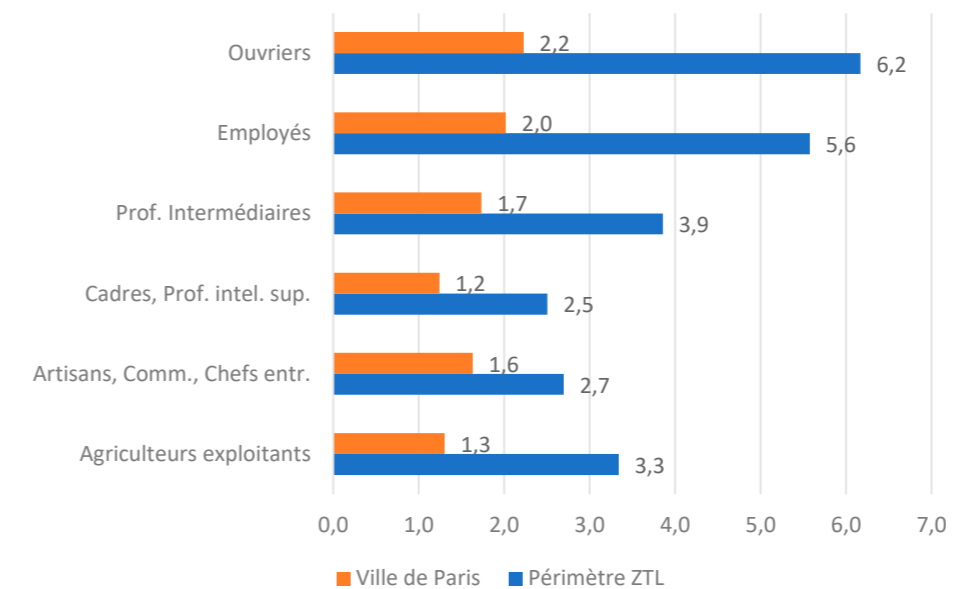
Ce ratio moyen (3,7) dit « indice de concentration de l'emploi » est nettement différencié en fonction des catégories socio-professionnelles, variant de 2,5 pour les cadres et professions intellectuelles supérieures à 6,2 pour les ouvriers.

Ce ratio a nettement évolué entre 2008 et 2019, avec une progression du nombre d'emplois (en particulier les cadres et professions intellectuelles supérieures) et un repli du nombre d'actifs sur la même période.

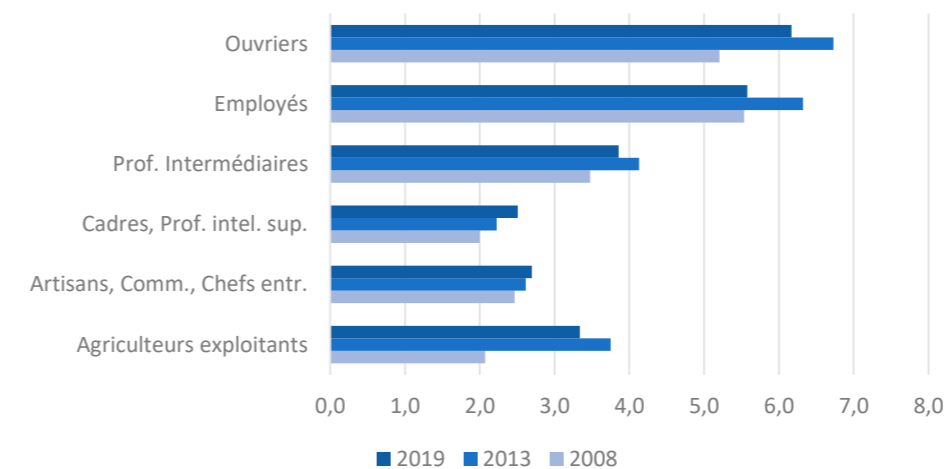
Evolution du nombre d'emplois par CSP



Indice de concentration de l'emploi par CSP



Evolution de l'indice de concentration de l'emploi par CSP



SYNTHESE

1. ACTIVITES ECONOMIQUES - CARACTERISTIQUES DES ETABLISSEMENTS

2. ACTIVITES COMMERCIALES

3. EMPLOIS

4. NOMENCLATURES UTILISEES

6.1. Univers économiques et groupes d'activités à partir des codes APE

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
0111Z	Culture de céréales (à l'exception du riz), de légumineuses et de graines oléagineuses	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0112Z	Culture du riz	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0113Z	Culture de légumes, de melons, de racines et de tubercules	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0114Z	Culture de la canne à sucre	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0115Z	Culture du tabac	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0116Z	Culture de plantes à fibres	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0119Z	Autres cultures non permanentes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0121Z	Culture de la vigne	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0122Z	Culture de fruits tropicaux et subtropicaux	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0123Z	Culture d'agrumes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0124Z	Culture de fruits à pépins et à noyau	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0125Z	Culture d'autres fruits d'arbres ou d'arbustes et de fruits à coque	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0126Z	Culture de fruits oléagineux	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0127Z	Culture de plantes à boissons	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0128Z	Culture de plantes à épices, aromatiques, médicinales et pharmaceutiques	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0129Z	Autres cultures permanentes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0130Z	Reproduction de plantes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0141Z	Élevage de vaches laitières	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0142Z	Élevage d'autres bovins et de buffles	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0143Z	Élevage de chevaux et d'autres équidés	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0144Z	Élevage de chameaux et d'autres camélidés	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0145Z	Élevage d'ovins et de caprins	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0146Z	Élevage de porcins	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0147Z	Élevage de volailles	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0149Z	Élevage d'autres animaux	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0150Z	Culture et élevage associés	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0161Z	Activités de soutien aux cultures	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0162Z	Activités de soutien à la production animale	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0163Z	Traitement primaire des récoltes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0164Z	Traitement des semences	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0170Z	Chasse, piégeage et services annexes	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0210Z	Sylviculture et autres activités forestières	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0220Z	Exploitation forestière	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0230Z	Récolte de produits forestiers non ligneux poussant à l'état sauvage	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0240Z	Services de soutien à l'exploitation forestière	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0311Z	Pêche en mer	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0312Z	Pêche en eau douce	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0321Z	Aquaculture en mer	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0322Z	Aquaculture en eau douce	AGRICULTURE, CHASSE, SYLVICULTURE	AGRICULTURE
0510Z	Extraction de houille	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0520Z	Extraction de lignite	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0610Z	Extraction de pétrole brut	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
0620Z	Extraction de gaz naturel	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0710Z	Extraction de minerais de fer	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0721Z	Extraction de minerais d'uranium et de thorium	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0729Z	Extraction d'autres minerais de métaux non ferreux	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0811Z	Extraction de pierres ornementales et de construction, de calcaire industriel, de gypse, de craie et d'ardoise	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0812Z	Exploitation de gravières et sablières, extraction d'argiles et de kaolin	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0891Z	Extraction des minéraux chimiques et d'engrais minéraux	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0892Z	Extraction de tourbe	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0893Z	Production de sel	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0899Z	Autres activités extractives n.c.a.	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0910Z	Activités de soutien à l'extraction d'hydrocarbures	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
0990Z	Activités de soutien aux autres industries extractives	INDUSTRIES EXTRACTIVES	RAYONNEMENT
1011Z	Transformation et conservation de la viande de boucherie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1012Z	Transformation et conservation de la viande de volaille	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1013A	Préparation industrielle de produits à base de viande	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1013B	Charcuterie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1020Z	Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1031Z	Transformation et conservation de pommes de terre	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1032Z	Préparation de jus de fruits et légumes	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1039A	Autre transformation et conservation de légumes	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1039B	Transformation et conservation de fruits	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1041A	Fabrication d'huiles et graisses brutes	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1041B	Fabrication d'huiles et graisses raffinées	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1042Z	Fabrication de margarine et graisses comestibles similaires	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1051A	Fabrication de lait liquide et de produits frais	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1051B	Fabrication de beurre	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1051C	Fabrication de fromage	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1051D	Fabrication d'autres produits laitiers	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1052Z	Fabrication de glaces et sorbets	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1061A	Meunerie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1061B	Autres activités du travail des grains	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1062Z	Fabrication de produits amylacés	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1071A	Fabrication industrielle de pain et de pâtisserie fraîche	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1071B	Cuisson de produits de boulangerie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1071C	Boulangerie et boulangerie-pâtisserie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1071D	Pâtisserie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1072Z	Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1073Z	Fabrication de pâtes alimentaires	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1081Z	Fabrication de sucre	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1082Z	Fabrication de cacao, chocolat et de produits de confiserie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1083Z	Transformation du thé et du café	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1084Z	Fabrication de condiments et assaisonnements	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
1085Z	Fabrication de plats préparés	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1086Z	Fabrication d'aliments homogénéisés et diététiques	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1089Z	Fabrication d'autres produits alimentaires n.c.a.	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1091Z	Fabrication d'aliments pour animaux de ferme	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1092Z	Fabrication d'aliments pour animaux de compagnie	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1101Z	Production de boissons alcooliques distillées	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1102A	Fabrication de vins effervescents	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1102B	Vinification	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1103Z	Fabrication de cidre et de vins de fruits	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1104Z	Production d'autres boissons fermentées non distillées	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1105Z	Fabrication de bière	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1106Z	Fabrication de malt	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1107A	Industrie des eaux de table	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1107B	Production de boissons rafraîchissantes	PRODUCTION ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1200Z	Fabrication de produits à base de tabac	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1310Z	Préparation de fibres textiles et filature	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1320Z	Tissage	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1330Z	Ennoblement textile	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1391Z	Fabrication d'étoffes à mailles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1392Z	Fabrication d'articles textiles, sauf habillement	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1393Z	Fabrication de tapis et moquettes	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1394Z	Fabrication de ficelles, cordes et filets	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1395Z	Fabrication de non-tissés, sauf habillement	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1396Z	Fabrication d'autres textiles techniques et industriels	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1399Z	Fabrication d'autres textiles n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1411Z	Fabrication de vêtements en cuir	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1412Z	Fabrication de vêtements de travail	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1413Z	Fabrication de vêtements de dessus	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1414Z	Fabrication de vêtements de dessous	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1419Z	Fabrication d'autres vêtements et accessoires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1420Z	Fabrication d'articles en fourrure	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1431Z	Fabrication d'articles chaussants à mailles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1439Z	Fabrication d'autres articles à mailles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1511Z	Apprêt et tannage des cuirs ; préparation et teinture des fourrures	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1512Z	Fabrication d'articles de voyage, de maroquinerie et de sellerie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1520Z	Fabrication de chaussures	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1610A	Sciage et rabotage du bois, hors imprégnation	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1610B	Imprégnation du bois	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1621Z	Fabrication de placage et de panneaux de bois	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1622Z	Fabrication de parquets assemblés	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1623Z	Fabrication de charpentes et d'autres menuiseries	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1624Z	Fabrication d'emballages en bois	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
1629Z	Fabrication d'objets divers en bois ; fabrication d'objets en liège, vannerie et sparterie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1711Z	Fabrication de pâte à papier	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1712Z	Fabrication de papier et de carton	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1721A	Fabrication de carton ondulé	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1721B	Fabrication de cartonnages	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1721C	Fabrication d'emballages en papier	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1722Z	Fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1723Z	Fabrication d'articles de papeterie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1724Z	Fabrication de papiers peints	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1729Z	Fabrication d'autres articles en papier ou en carton	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1811Z	Imprimerie de journaux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1812Z	Autre imprimerie (labeur)	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1813Z	Activités de pré-presse	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1814Z	Reliure et activités connexes	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1820Z	Reproduction d'enregistrements	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1910Z	Cokéfaction	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
1920Z	Raffinage du pétrole	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2011Z	Fabrication de gaz industriels	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2012Z	Fabrication de colorants et de pigments	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2013A	Enrichissement et retraitement de matières nucléaires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2013B	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2014Z	Fabrication d'autres produits chimiques organiques de base	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2015Z	Fabrication de produits azotés et d'engrais	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2016Z	Fabrication de matières plastiques de base	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2017Z	Fabrication de caoutchouc synthétique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2020Z	Fabrication de pesticides et d'autres produits agrochimiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2030Z	Fabrication de peintures, vernis, encres et mastics	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2041Z	Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2042Z	Fabrication de parfums et de produits pour la toilette	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2051Z	Fabrication de produits explosifs	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2052Z	Fabrication de colles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2053Z	Fabrication d'huiles essentielles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2059Z	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2060Z	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2110Z	Fabrication de produits pharmaceutiques de base	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2120Z	Fabrication de préparations pharmaceutiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2211Z	Fabrication et rechapage de pneumatiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2219Z	Fabrication d'autres articles en caoutchouc	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2221Z	Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2222Z	Fabrication d'emballages en matières plastiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2223Z	Fabrication d'éléments en matières plastiques pour la construction	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2229A	Fabrication de pièces techniques à base de matières plastiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
2229B	Fabrication de produits de consommation courante en matières plastiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2311Z	Fabrication de verre plat	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2312Z	Façonnage et transformation du verre plat	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2313Z	Fabrication de verre creux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2314Z	Fabrication de fibres de verre	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2319Z	Fabrication et façonnage d'autres articles en verre, y compris verre technique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2320Z	Fabrication de produits réfractaires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2331Z	Fabrication de carreaux en céramique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2332Z	Fabrication de briques, tuiles et produits de construction, en terre cuite	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2341Z	Fabrication d'articles céramiques à usage domestique ou ornemental	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2342Z	Fabrication d'appareils sanitaires en céramique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2343Z	Fabrication d'isolateurs et pièces isolantes en céramique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2344Z	Fabrication d'autres produits céramiques à usage technique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2349Z	Fabrication d'autres produits céramiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2351Z	Fabrication de ciment	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2352Z	Fabrication de chaux et plâtre	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2361Z	Fabrication d'éléments en béton pour la construction	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2362Z	Fabrication d'éléments en plâtre pour la construction	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2363Z	Fabrication de béton prêt à l'emploi	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2364Z	Fabrication de mortiers et bétons secs	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2365Z	Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2369Z	Fabrication d'autres ouvrages en béton, en ciment ou en plâtre	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2370Z	Taille, façonnage et finissage de pierres	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2391Z	Fabrication de produits abrasifs	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2399Z	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2410Z	Sidérurgie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2420Z	Fabrication de tubes, tuyaux, profilés creux et accessoires correspondants en acier	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2431Z	Étirage à froid de barres	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2432Z	Laminage à froid de feuillards	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2433Z	Profilage à froid par formage ou pliage	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2434Z	Tréfilage à froid	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2441Z	Production de métaux précieux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2442Z	Métallurgie de l'aluminium	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2443Z	Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2444Z	Métallurgie du cuivre	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2445Z	Métallurgie des autres métaux non ferreux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2446Z	Élaboration et transformation de matières nucléaires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2451Z	Fonderie de fonte	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2452Z	Fonderie d'acier	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2453Z	Fonderie de métaux légers	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2454Z	Fonderie d'autres métaux non ferreux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2511Z	Fabrication de structures métalliques et de parties de structures	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2512Z	Fabrication de portes et fenêtres en métal	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
2521Z	Fabrication de radiateurs et de chaudières pour le chauffage central	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2529Z	Fabrication d'autres réservoirs, citernes et conteneurs métalliques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2530Z	Fabrication de générateurs de vapeur, à l'exception des chaudières pour le chauffage central	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2540Z	Fabrication d'armes et de munitions	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2550A	Forge, estampage, matriçage ; métallurgie des poudres	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2550B	Découpage, emboutissage	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2561Z	Traitement et revêtement des métaux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2562A	Décolletage	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2562B	Mécanique industrielle	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2571Z	Fabrication de coutellerie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2572Z	Fabrication de serrures et de ferrures	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2573A	Fabrication de moules et modèles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2573B	Fabrication d'autres outillages	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2591Z	Fabrication de fûts et emballages métalliques similaires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2592Z	Fabrication d'emballages métalliques légers	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2593Z	Fabrication d'articles en fils métalliques, de chaînes et de ressorts	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2594Z	Fabrication de vis et de boulons	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2599A	Fabrication d'articles métalliques ménagers	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2599B	Fabrication d'autres articles métalliques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2611Z	Fabrication de composants électroniques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2612Z	Fabrication de cartes électroniques assemblées	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2620Z	Fabrication d'ordinateurs et d'équipements périphériques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2630Z	Fabrication d'équipements de communication	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2640Z	Fabrication de produits électroniques grand public	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2651A	Fabrication d'équipements d'aide à la navigation	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2651B	Fabrication d'instrumentation scientifique et technique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2652Z	Horlogerie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2660Z	Fabrication d'équipements d'irradiation médicale, d'équipements électromédicaux et électrothérapeutiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2670Z	Fabrication de matériels optique et photographique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2680Z	Fabrication de supports magnétiques et optiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2711Z	Fabrication de moteurs, génératrices et transformateurs électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2712Z	Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2720Z	Fabrication de piles et d'accumulateurs électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2731Z	Fabrication de câbles de fibres optiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2732Z	Fabrication d'autres fils et câbles électroniques ou électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2733Z	Fabrication de matériel d'installation électrique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2740Z	Fabrication d'appareils d'éclairage électrique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2751Z	Fabrication d'appareils électroménagers	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2752Z	Fabrication d'appareils ménagers non électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2790Z	Fabrication d'autres matériels électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
2811Z	Fabrication de moteurs et turbines, à l'exception des moteurs d'avions et de véhicules	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2812Z	Fabrication d'équipements hydrauliques et pneumatiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2813Z	Fabrication d'autres pompes et compresseurs	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2814Z	Fabrication d'autres articles de robinetterie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2815Z	Fabrication d'engrenages et d'organes mécaniques de transmission	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2821Z	Fabrication de fours et brûleurs	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2822Z	Fabrication de matériel de levage et de manutention	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2823Z	Fabrication de machines et d'équipements de bureau (à l'exception des ordinateurs et équipements périphériques)	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2824Z	Fabrication d'outillage portatif à moteur incorporé	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2825Z	Fabrication d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2829A	Fabrication d'équipements d'emballage, de conditionnement et de pesage	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2829B	Fabrication d'autres machines d'usage général	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2830Z	Fabrication de machines agricoles et forestières	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2841Z	Fabrication de machines-outils pour le travail des métaux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2849Z	Fabrication d'autres machines-outils	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2891Z	Fabrication de machines pour la métallurgie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2892Z	Fabrication de machines pour l'extraction ou la construction	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2893Z	Fabrication de machines pour l'industrie agro-alimentaire	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2894Z	Fabrication de machines pour les industries textiles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2895Z	Fabrication de machines pour les industries du papier et du carton	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2896Z	Fabrication de machines pour le travail du caoutchouc ou des plastiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2899A	Fabrication de machines d'imprimerie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2899B	Fabrication d'autres machines spécialisées	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2910Z	Construction de véhicules automobiles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2920Z	Fabrication de carrosseries et remorques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2931Z	Fabrication d'équipements électriques et électroniques automobiles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
2932Z	Fabrication d'autres équipements automobiles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3011Z	Construction de navires et de structures flottantes	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3012Z	Construction de bateaux de plaisance	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3020Z	Construction de locomotives et d'autre matériel ferroviaire roulant	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3030Z	Construction aéronautique et spatiale	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3040Z	Construction de véhicules militaires de combat	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3091Z	Fabrication de motocycles	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3092Z	Fabrication de bicyclettes et de véhicules pour invalides	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3099Z	Fabrication d'autres équipements de transport n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3101Z	Fabrication de meubles de bureau et de magasin	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3102Z	Fabrication de meubles de cuisine	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3103Z	Fabrication de matelas	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3109A	Fabrication de sièges d'ameublement d'intérieur	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3109B	Fabrication d'autres meubles et industries connexes de l'ameublement	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3211Z	Frappe de monnaie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
3212Z	Fabrication d'articles de joaillerie et bijouterie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3213Z	Fabrication d'articles de bijouterie fantaisie et articles similaires	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3220Z	Fabrication d'instruments de musique	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3230Z	Fabrication d'articles de sport	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3240Z	Fabrication de jeux et jouets	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3250A	Fabrication de matériel médico-chirurgical et dentaire	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3250B	Fabrication de lunettes	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3291Z	Fabrication d'articles de broserie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3299Z	Autres activités manufacturières n.c.a.	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3311Z	Réparation d'ouvrages en métaux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3312Z	Réparation de machines et équipements mécaniques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3313Z	Réparation de matériels électroniques et optiques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3314Z	Réparation d'équipements électriques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3315Z	Réparation et maintenance navale	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3316Z	Réparation et maintenance d'aéronefs et d'engins spatiaux	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3317Z	Réparation et maintenance d'autres équipements de transport	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3319Z	Réparation d'autres équipements	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3320A	Installation de structures métalliques, chaudronnées et de tuyauterie	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3320B	Installation de machines et équipements mécaniques	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3320C	Conception d'ensemble et assemblage sur site industriel d'équipements de contrôle des processus industriels	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3320D	Installation d'équipements électriques, de matériels électroniques et optiques ou d'autres matériels	PRODUCTION NON ALIMENTAIRE	RAYONNEMENT
3511Z	Production d'électricité	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3512Z	Transport d'électricité	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3513Z	Distribution d'électricité	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3514Z	Commerce d'électricité	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3521Z	Production de combustibles gazeux	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3522Z	Distribution de combustibles gazeux par conduites	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3523Z	Commerce de combustibles gazeux par conduites	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3530Z	Production et distribution de vapeur et d'air conditionné	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3600Z	Captage, traitement et distribution d'eau	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3700Z	Collecte et traitement des eaux usées	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3811Z	Collecte des déchets non dangereux	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3812Z	Collecte des déchets dangereux	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3821Z	Traitement et élimination des déchets non dangereux	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3822Z	Traitement et élimination des déchets dangereux	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3831Z	Démantèlement d'épaves	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3832Z	Récupération de déchets triés	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
3900Z	Dépollution et autres services de gestion des déchets	PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ, DE GAZ ET D'EAU	LOCAL
4110A	Promotion immobilière de logements	CONSTRUCTION	LOCAL
4110B	Promotion immobilière de bureaux	CONSTRUCTION	LOCAL
4110C	Promotion immobilière d'autres bâtiments	CONSTRUCTION	LOCAL

APE	INTITULES	GRUPE	UNIVERS
4110D	Supports juridiques de programmes	CONSTRUCTION	LOCAL
4120A	Construction de maisons individuelles	CONSTRUCTION	LOCAL
4120B	Construction d'autres bâtiments	CONSTRUCTION	LOCAL
4211Z	Construction de routes et autoroutes	CONSTRUCTION	LOCAL
4212Z	Construction de voies ferrées de surface et souterraines	CONSTRUCTION	LOCAL
4213A	Construction d'ouvrages d'art	CONSTRUCTION	LOCAL
4213B	Construction et entretien de tunnels	CONSTRUCTION	LOCAL
4221Z	Construction de réseaux pour fluides	CONSTRUCTION	LOCAL
4222Z	Construction de réseaux électriques et de télécommunications	CONSTRUCTION	LOCAL
4291Z	Construction d'ouvrages maritimes et fluviaux	CONSTRUCTION	LOCAL
4299Z	Construction d'autres ouvrages de génie civil n.c.a.	CONSTRUCTION	LOCAL
4311Z	Travaux de démolition	CONSTRUCTION	LOCAL
4312A	Travaux de terrassement courants et travaux préparatoires	CONSTRUCTION	LOCAL
4312B	Travaux de terrassement spécialisés ou de grande masse	CONSTRUCTION	LOCAL
4313Z	Forages et sondages	CONSTRUCTION	LOCAL
4321A	Travaux d'installation électrique dans tous locaux	CONSTRUCTION	LOCAL
4321B	Travaux d'installation électrique sur la voie publique	CONSTRUCTION	LOCAL
4322A	Travaux d'installation d'eau et de gaz en tous locaux	CONSTRUCTION	LOCAL
4322B	Travaux d'installation d'équipements thermiques et de climatisation	CONSTRUCTION	LOCAL
4329A	Travaux d'isolation	CONSTRUCTION	LOCAL
4329B	Autres travaux d'installation n.c.a.	CONSTRUCTION	LOCAL
4331Z	Travaux de plâtrerie	CONSTRUCTION	LOCAL
4332A	Travaux de menuiserie bois et PVC	CONSTRUCTION	LOCAL
4332B	Travaux de menuiserie métallique et serrurerie	CONSTRUCTION	LOCAL
4332C	Agencement de lieux de vente	CONSTRUCTION	LOCAL
4333Z	Travaux de revêtement des sols et des murs	CONSTRUCTION	LOCAL
4334Z	Travaux de peinture et vitrerie	CONSTRUCTION	LOCAL
4339Z	Autres travaux de finition	CONSTRUCTION	LOCAL
4391A	Travaux de charpente	CONSTRUCTION	LOCAL
4391B	Travaux de couverture par éléments	CONSTRUCTION	LOCAL
4399A	Travaux d'étanchéification	CONSTRUCTION	LOCAL
4399B	Travaux de montage de structures métalliques	CONSTRUCTION	LOCAL
4399C	Travaux de maçonnerie générale et gros œuvre de bâtiment	CONSTRUCTION	LOCAL
4399D	Autres travaux spécialisés de construction	CONSTRUCTION	LOCAL
4399E	Location avec opérateur de matériel de construction	CONSTRUCTION	LOCAL
4511Z	Commerce de voitures et de véhicules automobiles légers	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4519Z	Commerce d'autres véhicules automobiles	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4520A	Entretien et réparation de véhicules automobiles légers	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4520B	Entretien et réparation d'autres véhicules automobiles	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4531Z	Commerce de gros d'équipements automobiles	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4532Z	Commerce de détail d'équipements automobiles	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4540Z	Commerce et réparation de motocycles	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
4611Z	Intermédiaires du commerce en matières premières agricoles, animaux vivants, matières premières textiles et produits semi-finis	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4612A	Centrales d'achat de carburant	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4612B	Autres intermédiaires du commerce en combustibles, métaux, minéraux et produits chimiques	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4613Z	Intermédiaires du commerce en bois et matériaux de construction	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4614Z	Intermédiaires du commerce en machines, équipements industriels, navires et avions	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4615Z	Intermédiaires du commerce en meubles, articles de ménage et quincaillerie	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4616Z	Intermédiaires du commerce en textiles, habillement, fourrures, chaussures et articles en cuir	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4617A	Centrales d'achat alimentaires	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4617B	Autres intermédiaires du commerce en denrées, boissons et tabac	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4618Z	Intermédiaires spécialisés dans le commerce d'autres produits spécifiques	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4619A	Centrales d'achat non alimentaires	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4619B	Autres intermédiaires du commerce en produits divers	COMMERCE ; RÉPARATIONS AUTOMOBILE ET D'ARTICLES	PROXIMITE
4621Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de céréales, de tabac non manufacturé, de semences et d'aliments pour le bétail	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4622Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fleurs et plantes	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4623Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'animaux vivants	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4624Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de cuirs et peaux	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4631Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fruits et légumes	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4632A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de viandes de boucherie	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4632B	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits à base de viande	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4632C	Commerce de gros (commerce interentreprises) de volailles et gibier	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4633Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits laitiers, œufs, huiles et matières grasses comestibles	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4634Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de boissons	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4635Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits à base de tabac	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4636Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de sucre, chocolat et confiserie	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4637Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de café, thé, cacao et épices	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4638A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de poissons, crustacés et mollusques	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4638B	Commerce de gros (commerce interentreprises) alimentaire spécialisé divers	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4639A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits surgelés	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4639B	Commerce de gros (commerce interentreprises) alimentaire non spécialisé	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4641Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de textiles	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4642Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'habillement et de chaussures	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4643Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'appareils électroménagers	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4644Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de vaisselle, verrerie et produits d'entretien	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4645Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de parfumerie et de produits de beauté	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
4646Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits pharmaceutiques	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4647Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de meubles, de tapis et d'appareils d'éclairage	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4648Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'articles d'horlogerie et de bijouterie	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4649Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'autres biens domestiques	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4651Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'ordinateurs, d'équipements informatiques périphériques et de logiciels	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4652Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de composants et d'équipements électroniques et de télécommunication	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4661Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de matériel agricole	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4662Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de machines-outils	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4663Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de machines pour l'extraction, la construction et le génie civil	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4664Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de machines pour l'industrie textile et l'habillement	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4665Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de mobilier de bureau	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4666Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'autres machines et équipements de bureau	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4669A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de matériel électrique	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4669B	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements industriels divers	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4669C	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures et équipements divers pour le commerce et les services	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4671Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de combustibles et de produits annexes	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4672Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de minerais et métaux	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4673A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de bois et de matériaux de construction	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4673B	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'appareils sanitaires et de produits de décoration	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4674A	Commerce de gros (commerce interentreprises) de quincaillerie	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4674B	Commerce de gros (commerce interentreprises) de fournitures pour la plomberie et le chauffage	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4675Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de produits chimiques	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4676Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) d'autres produits intermédiaires	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4677Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) de déchets et débris	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4690Z	Commerce de gros (commerce interentreprises) non spécialisé	COMMERCE DE GROS	PROXIMITE
4711A	Commerce de détail de produits surgelés	COMMERCE	PROXIMITE
4711B	Commerce d'alimentation générale	COMMERCE	PROXIMITE
4711C	Supérettes	COMMERCE	PROXIMITE
4711D	Supermarchés	COMMERCE	PROXIMITE
4711E	Magasins multi-commerces	COMMERCE	PROXIMITE

APE	INTITULES	GRUPE	UNIVERS
4711F	Hypermarchés	COMMERCE	PROXIMITE
4719A	Grands magasins	COMMERCE	PROXIMITE
4719B	Autres commerces de détail en magasin non spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4721Z	Commerce de détail de fruits et légumes en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4722Z	Commerce de détail de viandes et de produits à base de viande en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4723Z	Commerce de détail de poissons, crustacés et mollusques en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4724Z	Commerce de détail de pain, pâtisserie et confiserie en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4725Z	Commerce de détail de boissons en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4726Z	Commerce de détail de produits à base de tabac en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4729Z	Autres commerces de détail alimentaires en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4730Z	Commerce de détail de carburants en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4741Z	Commerce de détail d'ordinateurs, d'unités périphériques et de logiciels en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4742Z	Commerce de détail de matériels de télécommunication en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4743Z	Commerce de détail de matériels audio et vidéo en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4751Z	Commerce de détail de textiles en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4752A	Commerce de détail de quincaillerie, peintures et verres en petites surfaces (moins de 400 m2)	COMMERCE	PROXIMITE
4752B	Commerce de détail de quincaillerie, peintures et verres en grandes surfaces (400 m2 et plus)	COMMERCE	PROXIMITE
4753Z	Commerce de détail de tapis, moquettes et revêtements de murs et de sols en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4754Z	Commerce de détail d'appareils électroménagers en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4759A	Commerce de détail de meubles	COMMERCE	PROXIMITE
4759B	Commerce de détail d'autres équipements du foyer	COMMERCE	PROXIMITE
4761Z	Commerce de détail de livres en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4762Z	Commerce de détail de journaux et papeterie en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4763Z	Commerce de détail d'enregistrements musicaux et vidéo en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4764Z	Commerce de détail d'articles de sport en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4765Z	Commerce de détail de jeux et jouets en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4771Z	Commerce de détail d'habillement en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4772A	Commerce de détail de la chaussure	COMMERCE	PROXIMITE
4772B	Commerce de détail de maroquinerie et d'articles de voyage	COMMERCE	PROXIMITE
4773Z	Commerce de détail de produits pharmaceutiques en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4774Z	Commerce de détail d'articles médicaux et orthopédiques en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4775Z	Commerce de détail de parfumerie et de produits de beauté en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4776Z	Commerce de détail de fleurs, plantes, graines, engrais, animaux de compagnie et aliments pour ces animaux en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4777Z	Commerce de détail d'articles d'horlogerie et de bijouterie en magasin spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4778A	Commerces de détail d'optique	COMMERCE	PROXIMITE
4778B	Commerces de détail de charbons et combustibles	COMMERCE	PROXIMITE
4778C	Autres commerces de détail spécialisés divers	COMMERCE	PROXIMITE

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
4779Z	Commerce de détail de biens d'occasion en magasin	COMMERCE	PROXIMITE
4781Z	Commerce de détail alimentaire sur éventaires et marchés	COMMERCE	PROXIMITE
4782Z	Commerce de détail de textiles, d'habillement et de chaussures sur éventaires et marchés	COMMERCE	PROXIMITE
4789Z	Autres commerces de détail sur éventaires et marchés	COMMERCE	PROXIMITE
4791A	Vente à distance sur catalogue général	COMMERCE	PROXIMITE
4791B	Vente à distance sur catalogue spécialisé	COMMERCE	PROXIMITE
4799A	Vente à domicile	COMMERCE	PROXIMITE
4799B	Vente par automates et autres commerces de détail hors magasin, éventaires ou marchés n.c.a.	COMMERCE	PROXIMITE
4910Z	Transport ferroviaire interurbain de voyageurs	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4920Z	Transports ferroviaires de fret	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4931Z	Transports urbains et suburbains de voyageurs	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4932Z	Transports de voyageurs par taxis	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4939A	Transports routiers réguliers de voyageurs	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4939B	Autres transports routiers de voyageurs	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4939C	Téléphériques et remontées mécaniques	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4941A	Transports routiers de fret interurbains	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4941B	Transports routiers de fret de proximité	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4941C	Location de camions avec chauffeur	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4942Z	Services de déménagement	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
4950Z	Transports par conduites	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5010Z	Transports maritimes et côtiers de passagers	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5020Z	Transports maritimes et côtiers de fret	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5030Z	Transports fluviaux de passagers	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5040Z	Transports fluviaux de fret	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5110Z	Transports aériens de passagers	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5121Z	Transports aériens de fret	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5122Z	Transports spatiaux	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5210A	Entreposage et stockage frigorifique	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5210B	Entreposage et stockage non frigorifique	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5221Z	Services auxiliaires des transports terrestres	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5222Z	Services auxiliaires des transports par eau	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5223Z	Services auxiliaires des transports aériens	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5224A	Manutention portuaire	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5224B	Manutention non portuaire	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5229A	Messagerie, fret express	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5229B	Affrètement et organisation des transports	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5310Z	Activités de poste dans le cadre d'une obligation de service universel	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	RAYONNEMENT
5320Z	Autres activités de poste et de courrier	TRANSPORTS ET COMMUNICATIONS	PROXIMITE
5510Z	Hôtels et hébergement similaire	HÔTELS ET RESTAURANTS	RAYONNEMENT
5520Z	Hébergement touristique et autre hébergement de courte durée	HÔTELS ET RESTAURANTS	RAYONNEMENT
5530Z	Terrains de camping et parcs pour caravanes ou véhicules de loisirs	HÔTELS ET RESTAURANTS	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
5590Z	Autres hébergements	HÔTELS ET RESTAURANTS	RAYONNEMENT
5610A	Restauration traditionnelle	HÔTELS ET RESTAURANTS	RAYONNEMENT
5610B	Cafétérias et autres libres-services	HÔTELS ET RESTAURANTS	PROXIMITE
5610C	Restauration de type rapide	HÔTELS ET RESTAURANTS	PROXIMITE
5621Z	Services des traiteurs	HÔTELS ET RESTAURANTS	LOCAL
5629A	Restauration collective sous contrat	HÔTELS ET RESTAURANTS	LOCAL
5629B	Autres services de restauration n.c.a.	HÔTELS ET RESTAURANTS	LOCAL
5630Z	Débites de boissons	HÔTELS ET RESTAURANTS	PROXIMITE
5811Z	Édition de livres	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5812Z	Édition de répertoires et de fichiers d'adresses	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5813Z	Édition de journaux	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5814Z	Édition de revues et périodiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5819Z	Autres activités d'édition	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5821Z	Édition de jeux électroniques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5829A	Édition de logiciels système et de réseau	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5829B	Edition de logiciels outils de développement et de langages	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5829C	Edition de logiciels applicatifs	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5911A	Production de films et de programmes pour la télévision	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5911B	Production de films institutionnels et publicitaires	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5911C	Production de films pour le cinéma	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5912Z	Post-production de films cinématographiques, de vidéo et de programmes de télévision	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5913A	Distribution de films cinématographiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5913B	Edition et distribution vidéo	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5914Z	Projection de films cinématographiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
5920Z	Enregistrement sonore et édition musicale	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6010Z	Édition et diffusion de programmes radio	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6020A	Edition de chaînes généralistes	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6020B	Edition de chaînes thématiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6110Z	Télécommunications filaires	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6120Z	Télécommunications sans fil	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6130Z	Télécommunications par satellite	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6190Z	Autres activités de télécommunication	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6201Z	Programmation informatique	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6202A	Conseil en systèmes et logiciels informatiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6202B	Tierce maintenance de systèmes et d'applications informatiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6203Z	Gestion d'installations informatiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6209Z	Autres activités informatiques	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6311Z	Traitement de données, hébergement et activités connexes	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6312Z	Portails Internet	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6391Z	Activités des agences de presse	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6399Z	Autres services d'information n.c.a.	ACTIVITÉS FINANCIÈRES	RAYONNEMENT
6411Z	Activités de banque centrale	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
6419Z	Autres intermédiations monétaires	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6420Z	Activités des sociétés holding	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6430Z	Fonds de placement et entités financières similaires	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6491Z	Crédit-bail	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6492Z	Autre distribution de crédit	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6499Z	Autres activités des services financiers, hors assurance et caisses de retraite, n.c.a.	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6511Z	Assurance vie	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6512Z	Autres assurances	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6520Z	Réassurance	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6530Z	Caisses de retraite	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6611Z	Administration de marchés financiers	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6612Z	Courtage de valeurs mobilières et de marchandises	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6619A	Supports juridiques de gestion de patrimoine mobilier	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6619B	Autres activités auxiliaires de services financiers, hors assurance et caisses de retraite, n.c.a.	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6621Z	Évaluation des risques et dommages	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6622Z	Activités des agents et courtiers d'assurances	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	PROXIMITE
6629Z	Autres activités auxiliaires d'assurance et de caisses de retraite	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	PROXIMITE
6630Z	Gestion de fonds	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	RAYONNEMENT
6810Z	Activités des marchands de biens immobiliers	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6820A	Location de logements	LOCATIONS IMMOBILIERES	
6820B	Location de terrains et d'autres biens immobiliers	LOCATIONS IMMOBILIERES	
6831Z	Agences immobilières	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6832A	Administration d'immeubles et autres biens immobiliers	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6832B	Supports juridiques de gestion de patrimoine immobilier	IMMOBILIER, LOCATIONS ET SERVICES AUX ENTREPRISES	LOCAL
6910Z	Activités juridiques	TERTIAIRE	LOCAL
6920Z	Activités comptables	TERTIAIRE	LOCAL
7010Z	Activités des sièges sociaux	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7021Z	Conseil en relations publiques et communication	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7022Z	Conseil pour les affaires et autres conseils de gestion	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7111Z	Activités d'architecture	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7112A	Activité des géomètres	TERTIAIRE	LOCAL
7112B	Ingénierie, études techniques	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7120A	Contrôle technique automobile	TERTIAIRE	PROXIMITE
7120B	Analyses, essais et inspections techniques	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7211Z	Recherche-développement en biotechnologie	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7219Z	Recherche-développement en autres sciences physiques et naturelles	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7220Z	Recherche-développement en sciences humaines et sociales	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7311Z	Activités des agences de publicité	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7312Z	Régie publicitaire de médias	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7320Z	Études de marché et sondages	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7410Z	Activités spécialisées de design	TERTIAIRE	RAYONNEMENT
7420Z	Activités photographiques	TERTIAIRE	LOCAL

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
7430Z	Traduction et interprétation	TERTIAIRE	LOCAL
7490A	Activité des économistes de la construction	TERTIAIRE	LOCAL
7490B	Activités spécialisées, scientifiques et techniques diverses	TERTIAIRE	LOCAL
7500Z	Activités vétérinaires	TERTIAIRE	PROXIMITE
7711A	Location de courte durée de voitures et de véhicules automobiles légers	SERVICES	PROXIMITE
7711B	Location de longue durée de voitures et de véhicules automobiles légers	SERVICES	PROXIMITE
7712Z	Location et location-bail de camions	SERVICES	PROXIMITE
7721Z	Location et location-bail d'articles de loisirs et de sport	SERVICES	PROXIMITE
7722Z	Location de vidéocassettes et disques vidéo	SERVICES	PROXIMITE
7729Z	Location et location-bail d'autres biens personnels et domestiques	SERVICES	PROXIMITE
7731Z	Location et location-bail de machines et équipements agricoles	SERVICES	PROXIMITE
7732Z	Location et location-bail de machines et équipements pour la construction	SERVICES	PROXIMITE
7733Z	Location et location-bail de machines de bureau et de matériel informatique	SERVICES	PROXIMITE
7734Z	Location et location-bail de matériels de transport par eau	SERVICES	PROXIMITE
7735Z	Location et location-bail de matériels de transport aérien	SERVICES	PROXIMITE
7739Z	Location et location-bail d'autres machines, équipements et biens matériels n.c.a.	SERVICES	PROXIMITE
7740Z	Location-bail de propriété intellectuelle et de produits similaires, à l'exception des œuvres soumises à copyright	SERVICES	PROXIMITE
7810Z	Activités des agences de placement de main-d'œuvre	SERVICES	PROXIMITE
7820Z	Activités des agences de travail temporaire	SERVICES	PROXIMITE
7830Z	Autre mise à disposition de ressources humaines	SERVICES	PROXIMITE
7911Z	Activités des agences de voyage	SERVICES	PROXIMITE
7912Z	Activités des voyagistes	SERVICES	PROXIMITE
7990Z	Autres services de réservation et activités connexes	SERVICES	LOCAL
8010Z	Activités de sécurité privée	SERVICES	LOCAL
8020Z	Activités liées aux systèmes de sécurité	SERVICES	LOCAL
8030Z	Activités d'enquête	SERVICES	RAYONNEMENT
8110Z	Activités combinées de soutien lié aux bâtiments	SERVICES	LOCAL
8121Z	Nettoyage courant des bâtiments	SERVICES	PROXIMITE
8122Z	Autres activités de nettoyage des bâtiments et nettoyage industriel	SERVICES	PROXIMITE
8129A	Désinfection, désinsectisation, dératisation	SERVICES	PROXIMITE
8129B	Autres activités de nettoyage n.c.a.	SERVICES	PROXIMITE
8130Z	Services d'aménagement paysager	SERVICES	LOCAL
8211Z	Services administratifs combinés de bureau	SERVICES	RAYONNEMENT
8219Z	Photocopie, préparation de documents et autres activités spécialisées de soutien de bureau	SERVICES	PROXIMITE
8220Z	Activités de centres d'appels	SERVICES	RAYONNEMENT
8230Z	Organisation de foires, salons professionnels et congrès	SERVICES	LOCAL
8291Z	Activités des agences de recouvrement de factures et des sociétés d'information financière sur la clientèle	SERVICES	RAYONNEMENT
8292Z	Activités de conditionnement	SERVICES	RAYONNEMENT
8299Z	Autres activités de soutien aux entreprises n.c.a.	SERVICES	RAYONNEMENT
8411Z	Administration publique générale	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
8412Z	Administration publique (tutelle) de la santé, de la formation, de la culture et des services sociaux, autre que sécurité sociale	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8413Z	Administration publique (tutelle) des activités économiques	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8421Z	Affaires étrangères	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	RAYONNEMENT
8422Z	Défense	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	RAYONNEMENT
8423Z	Justice	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8424Z	Activités d'ordre public et de sécurité	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8425Z	Services du feu et de secours	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8430A	Activités générales de sécurité sociale	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8430B	Gestion des retraites complémentaires	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8430C	Distribution sociale de revenus	SERVICES COLLECTIFS, SOCIAUX ET PERSONNELS	LOCAL
8510Z	Enseignement pré-primaire	EDUCATION	PROXIMITE
8520Z	Enseignement primaire	EDUCATION	PROXIMITE
8531Z	Enseignement secondaire général	EDUCATION	PROXIMITE
8532Z	Enseignement secondaire technique ou professionnel	EDUCATION	PROXIMITE
8541Z	Enseignement post-secondaire non supérieur	EDUCATION	LOCAL
8542Z	Enseignement supérieur	EDUCATION	RAYONNEMENT
8551Z	Enseignement de disciplines sportives et d'activités de loisirs	EDUCATION	LOCAL
8552Z	Enseignement culturel	EDUCATION	LOCAL
8553Z	Enseignement de la conduite	EDUCATION	PROXIMITE
8559A	Formation continue d'adultes	EDUCATION	LOCAL
8559B	Autres enseignements	EDUCATION	LOCAL
8560Z	Activités de soutien à l'enseignement	EDUCATION	LOCAL
8610Z	Activités hospitalières	SANTE SOCIAL	LOCAL
8621Z	Activité des médecins généralistes	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8622A	Activités de radiodiagnostic et de radiothérapie	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8622B	Activités chirurgicales	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8622C	Autres activités des médecins spécialistes	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8623Z	Pratique dentaire	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8690A	Ambulances	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8690B	Laboratoires d'analyses médicales	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8690C	Centres de collecte et banques d'organes	SANTE SOCIAL	LOCAL
8690D	Activités des infirmiers et des sages-femmes	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8690E	Activités des professionnels de la rééducation, de l'appareillage et des pédicures-podologues	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8690F	Activités de santé humaine non classées ailleurs	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8710A	Hébergement médicalisé pour personnes âgées	SANTE SOCIAL	LOCAL
8710B	Hébergement médicalisé pour enfants handicapés	SANTE SOCIAL	LOCAL
8710C	Hébergement médicalisé pour adultes handicapés et autre hébergement médicalisé	SANTE SOCIAL	LOCAL
8720A	Hébergement social pour handicapés mentaux et malades mentaux	SANTE SOCIAL	LOCAL
8720B	Hébergement social pour toxicomanes	SANTE SOCIAL	LOCAL
8730A	Hébergement social pour personnes âgées	SANTE SOCIAL	LOCAL

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
8730B	Hébergement social pour handicapés physiques	SANTE SOCIAL	LOCAL
8790A	Hébergement social pour enfants en difficultés	SANTE SOCIAL	LOCAL
8790B	Hébergement social pour adultes et familles en difficultés et autre hébergement social	SANTE SOCIAL	LOCAL
8810A	Aide à domicile	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8810B	Accueil ou accompagnement sans hébergement d'adultes handicapés ou de personnes âgées	SANTE SOCIAL	LOCAL
8810C	Aide par le travail	SANTE SOCIAL	LOCAL
8891A	Accueil de jeunes enfants	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8891B	Accueil ou accompagnement sans hébergement d'enfants handicapés	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8899A	Autre accueil ou accompagnement sans hébergement d'enfants et d'adolescents	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
8899B	Action sociale sans hébergement n.c.a.	SANTE SOCIAL	PROXIMITE
9001Z	Arts du spectacle vivant	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9002Z	Activités de soutien au spectacle vivant	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9003A	Création artistique relevant des arts plastiques	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9003B	Autre création artistique	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9004Z	Gestion de salles de spectacles	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9101Z	Gestion des bibliothèques et des archives	CULTURE, LOISIRS, SPORT	PROXIMITE
9102Z	Gestion des musées	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9103Z	Gestion des sites et monuments historiques et des attractions touristiques similaires	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9104Z	Gestion des jardins botaniques et zoologiques et des réserves naturelles	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9200Z	Organisation de jeux de hasard et d'argent	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9311Z	Gestion d'installations sportives	CULTURE, LOISIRS, SPORT	PROXIMITE
9312Z	Activités de clubs de sports	CULTURE, LOISIRS, SPORT	PROXIMITE
9313Z	Activités des centres de culture physique	CULTURE, LOISIRS, SPORT	PROXIMITE
9319Z	Autres activités liées au sport	CULTURE, LOISIRS, SPORT	PROXIMITE
9321Z	Activités des parcs d'attractions et parcs à thèmes	CULTURE, LOISIRS, SPORT	RAYONNEMENT
9329Z	Autres activités récréatives et de loisirs	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9411Z	Activités des organisations patronales et consulaires	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9412Z	Activités des organisations professionnelles	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9420Z	Activités des syndicats de salariés	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9491Z	Activités des organisations religieuses	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9492Z	Activités des organisations politiques	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9499Z	Autres organisations fonctionnant par adhésion volontaire	CULTURE, LOISIRS, SPORT	LOCAL
9511Z	Réparation d'ordinateurs et d'équipements périphériques	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9512Z	Réparation d'équipements de communication	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9521Z	Réparation de produits électroniques grand public	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9522Z	Réparation d'appareils électroménagers et d'équipements pour la maison et le jardin	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9523Z	Réparation de chaussures et d'articles en cuir	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9524Z	Réparation de meubles et d'équipements du foyer	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE

APE	INTITULES	GROUPE	UNIVERS
9525Z	Réparation d'articles d'horlogerie et de bijouterie	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9529Z	Réparation d'autres biens personnels et domestiques	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9601A	Blanchisserie-teinturerie de gros	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9601B	Blanchisserie-teinturerie de détail	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9602A	Coiffure	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9602B	Soins de beauté	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9603Z	Services funéraires	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9604Z	Entretien corporel	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9609Z	Autres services personnels n.c.a.	COMMERCE SERVICES	PROXIMITE
9700Z	Activités des ménages en tant qu'employeurs de personnel domestique		
9810Z	Activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de biens pour usage propre		
9820Z	Activités indifférenciées des ménages en tant que producteurs de services pour usage propre		
9900Z	Activités des organisations et organismes extraterritoriaux		

6.2 Codes activités des locaux commerciaux à partir de la BDCOM

CODE ACTIVITE	LIBELLE ACTIVITE	REGROUPEMENT	LIBELLE REGROUPEMENT	CODE ACTIVITE PIVADIS	GROUPE D'ACTIVITE PIVADIS	LIBELLE GROUPE PIVADIS	FONCTION PIVADIS	LIBELLE FONCTION PIVADIS
AA101	Locaux Vacants	6	Local vacant	99000	0	Local inactif	0	Local inactif
AA102	Locaux en travaux	6	Local vacant	99100	0	Local inactif	0	Local inactif
AB101	Commerce de gros alimentaire	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AB102	Commerce de gros fabrication textile	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AB103	Commerce de gros fabrication habillement	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AB104	Commerce de gros maroquinerie et chaussures	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AB105	Commerce de gros bijouterie	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AB106	Autre commerce de gros	7	Autre local	17000	17	Vente à distance	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AC101	Imprimerie	7	Autre local	15003	15	Production	13	Hors commerce, ludique
AC102	Services annexes aux entreprises	7	Autre local	11000	11	Services aux entreprises / particuliers	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AC103	Studio de reportages photographiques	7	Autre local	61100	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
AD101	Cabinet médical	7	Autre local	10002	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD102	Centre de radiologie	7	Autre local	10008	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD103	Cabinet dentaire	7	Autre local	10003	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD104	Cabinet de kinésithérapeute	7	Autre local	10005	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD105	Cabinet d'infirmière	7	Autre local	10010	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD106	Autre activité d'auxiliaire médical - Orthophoniste	7	Autre local	10011	10	Services médicaux	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AD107	Ambulances	7	Autre local	10009	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD108	Laboratoire d'analyses médicales	7	Autre local	10004	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AD109	Vétérinaire	7	Autre local	10007	10	Services médicaux	11	Hors commerce, besoins courants
AE101	Théâtre	7	Autre local	63002	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
AE102	Salle de concert	7	Autre local	63003	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
AE103	Autre lieu de spectacle	7	Autre local	63003	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
AF101	Atelier en boutique	7	Autre local	14004	14	Autres	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AF102	Bureau en boutique	7	Autre local	14001	14	Autres	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
AF103	Equipement en boutique	7	Autre local	14002	14	Autres	11	Hors commerce, besoins courants
AF104	Stockage en boutique	7	Autre local	99300	0	Local inactif	0	Local inactif
CA101	Charcuterie - Traiteur - Epicerie fine	2	Alimentaire	10600	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA102	Traiteur asiatique	2	Alimentaire	11400	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA103	Boulangerie - Boulangerie Pâtisserie	2	Alimentaire	10100	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA104	Pâtisserie	2	Alimentaire	10200	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA105	Chocolaterie - Confiserie	2	Alimentaire	11900	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA106	Torréfacteur - Commerce détail thé et café	2	Alimentaire	11401	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA107	Vente de produits surgelés	2	Alimentaire	11300	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA108	Vente de fruits et légumes	2	Alimentaire	11100	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA109	Boucherie - Boucherie-Charcuterie	2	Alimentaire	10500	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA110	Poissonnerie	2	Alimentaire	10900	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA111	Commerce détail de boissons	2	Alimentaire	11200	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA112	Crèmerie - Fromagerie	2	Alimentaire	10800	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA113	Glacier : vente à emporter et consommation sur place	2	Alimentaire	10400	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA114	Produits alimentaires spécialisés régionaux et étrangers	2	Alimentaire	11400	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants
CA201	Monoprix	2	Alimentaire	20300	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA202	Supermarché classique	2	Alimentaire	20501	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA203	Supermarché discount	2	Alimentaire	20502	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA204	Supermarché spécialisé	2	Alimentaire	20503	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA205	Alimentation générale de luxe > 300 m²	2	Alimentaire	20200	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA206	Hypermarché	2	Alimentaire	20700	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA301	Alimentation générale <120m²	2	Alimentaire	11500	1	Alimentaire spécialisé	1	Commerces besoins courants

CODE ACTIVITE	LIBELLE ACTIVITE	REGROUPEMENT	LIBELLE REGROUPEMENT	CODE ACTIVITE PIVADIS	GROUPE D'ACTIVITE PIVADIS	LIBILLE GROUPE PIVADIS	FONCTION PIVADIS	LIBILLE FONCTION PIVADIS
CA302	Supérette classique	2	Alimentaire	20200	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA303	Supérette discount	2	Alimentaire	20200	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA304	Supérette spécialisée	2	Alimentaire	20200	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CA305	Drive piéton	2	Alimentaire	20801	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
CB101	Haute couture - Créateurs	3	Non Alimentaire	30500	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB102	Tailleur sur mesure	3	Non Alimentaire	31100	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB103	Vente et fabrication de tenues de mariées	3	Non Alimentaire	31900	3	Equipelement de la personne	2	Commerces investissements
CB104	Prêt à porter Femme	3	Non Alimentaire	30300	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB105	Prêt à porter Homme	3	Non Alimentaire	30200	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB106	Prêt à porter Enfant	3	Non Alimentaire	30800	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB107	Prêt à porter Mixte	3	Non Alimentaire	30500	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB108	Prêt à porter Lingerie	3	Non Alimentaire	30400	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB109	Friperie - Solderie - Dépôt-vente de vêtements	3	Non Alimentaire	31000	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB110	Puériculture	3	Non Alimentaire	30900	3	Equipelement de la personne	2	Commerces investissements
CB111	Sport - Habillement et chaussures	3	Non Alimentaire	61801	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CB201	Chaussures Femme	3	Non Alimentaire	31200	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB202	Chaussures Homme	3	Non Alimentaire	31200	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB203	Chaussures Enfant	3	Non Alimentaire	31300	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB204	Chaussures Mixte	3	Non Alimentaire	31200	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB205	Maroquinerie - Articles de voyages	3	Non Alimentaire	31400	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB301	Joaillerie	3	Non Alimentaire	31600	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB302	Horlogerie - Bijouterie	3	Non Alimentaire	31600	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB303	Montres	3	Non Alimentaire	31601	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CB304	Bijouterie fantaisie - Accessoire de mode	3	Non Alimentaire	31700	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CC101	Pharmacie	3	Non Alimentaire	50100	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
CC102	Vente articles médicaux - Prothèses et semelles orthopédiques	3	Non Alimentaire	50200	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
CC103	Vente de prothèses auditives	3	Non Alimentaire	50200	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
CC201	Parapharmacie	3	Non Alimentaire	51900	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
CC202	Parfumerie - Produits de beauté	3	Non Alimentaire	50400	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
CC301	Opticien	3	Non Alimentaire	50300	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
CD101	Vente de meubles et multispécialistes	3	Non Alimentaire	41001	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD102	Vente de meubles de cuisines et salle de bain	3	Non Alimentaire	41002	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD103	Vente de meubles salon et chambre	3	Non Alimentaire	41007	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD201	Equipement du foyer généraliste	3	Non Alimentaire	41000	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD202	Linge de maison	3	Non Alimentaire	40100	4	Equipelement de la maison	4	Commerces achats désirs
CD203	Tissus - Textile - Mercerie	3	Non Alimentaire	30100	3	Equipelement de la personne	4	Commerces achats désirs
CD204	Vente de luminaires	3	Non Alimentaire	40300	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD205	Vente de vaisselle - Ustensiles ménagers - Art de la table	3	Non Alimentaire	40200	4	Equipelement de la maison	4	Commerces achats désirs
CD301	Spécialiste électroménager	3	Non Alimentaire	41600	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD302	Spécialiste Radio - TV - Hi-Fi	3	Non Alimentaire	41603	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD303	Généraliste électroménager - Radio - TV - Hi-Fi	3	Non Alimentaire	41601	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD401	Antiquités	3	Non Alimentaire	40801	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD402	Salle des ventes	3	Non Alimentaire	43000	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD403	Brocante - Dépôt-vente - Biens d'occasion	3	Non Alimentaire	40802	4	Equipelement de la maison	2	Commerces investissements
CD501	Bazar	3	Non Alimentaire	20100	2	Généraliste	4	Commerces achats désirs
CE101	Librairie	3	Non Alimentaire	60500	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE102	Papeterie - Fournitures de bureau	3	Non Alimentaire	60600	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
CE103	Vente de journaux	3	Non Alimentaire	60101	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants

CODE ACTIVITE	LIBELLE ACTIVITE	REGROUPEMENT	LIBELLE REGROUPEMENT	CODE ACTIVITE PIVADIS	GROUPE D'ACTIVITE PIVADIS	LIBELLE GROUPE PIVADIS	FONCTION PIVADIS	LIBELLE FONCTION PIVADIS
CE104	Kiosque à journaux	3	Non Alimentaire	60101	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
CE105	Matériels d'arts graphiques - Loisirs créatifs	3	Non Alimentaire	63800	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE201	Généraliste Sport	3	Non Alimentaire	61800	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE202	Spécialiste d'un sport	3	Non Alimentaire	61803	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE203	Vente, réparation, location de vélos / vélos électriques	3	Non Alimentaire	70200	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CE301	Vente de monnaies et médailles	3	Non Alimentaire	61700	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE302	Galerie d'art	3	Non Alimentaire	40600	4	Equipement de la maison	4	Commerces achats désirs
CE303	Philatélie	3	Non Alimentaire	61700	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE304	Vente de livres anciens - Autographes	3	Non Alimentaire	60502	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE401	Fabrication et vente d'instruments de musique	3	Non Alimentaire	61300	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE402	Téléphonie (Grands opérateurs + revendeurs)	3	Non Alimentaire	41300	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
CE403	Téléphonie discount et accessoires (pas d'enseigne particulière)	3	Non Alimentaire	41300	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
CE404	Vente de jeux vidéo (+ salle de jeux vidéos)	3	Non Alimentaire	61501	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE405	Vente de disques, cassettes, CD, DVD	3	Non Alimentaire	63400	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE406	Vente d'appareils photos	3	Non Alimentaire	61100	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE407	Vente de matériel informatique	3	Non Alimentaire	63300	6	Culture loisirs	2	Commerces investissements
CE501	Tabac	3	Non Alimentaire	60102	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
CE502	Vente d'articles érotiques et sex-shop	3	Non Alimentaire	63200	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE503	Vente de jouets et jeux	3	Non Alimentaire	61500	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE504	Bimbeloterie - Articles souvenirs	3	Non Alimentaire	60802	6	Culture loisirs	4	Commerces achats désirs
CE505	Vente d'articles religieux	3	Non Alimentaire	60804	6	Culture loisirs	4	Commerces achats désirs
CE506	Vente d'animaux de compagnie	3	Non Alimentaire	62500	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CE507	Jeux de hasard et d'argent	3	Non Alimentaire	60300	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
CE508	Vente de cigarettes électroniques	3	Non Alimentaire	60200	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
CE601	Grand multispécialiste culturel	3	Non Alimentaire	61200	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CF101	Quincaillerie et droguerie	3	Non Alimentaire	41700	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
CF102	Bricolage	3	Non Alimentaire	42000	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
CF103	Revêtements sols et murs	3	Non Alimentaire	41900	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
CF201	Fleuriste	3	Non Alimentaire	62100	6	Culture loisirs	4	Commerces achats désirs
CF202	Jardinerie - Pépiniériste	3	Non Alimentaire	62300	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CG101	Concessionnaire automobiles	3	Non Alimentaire	72000	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG102	Concessionnaire Auto + Essence	3	Non Alimentaire	70600	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG103	Concessionnaire Auto + Garage	3	Non Alimentaire	70500	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG104	Concessionnaire Auto + Essence + Garage	3	Non Alimentaire	70600	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG105	Concessionnaire motos	3	Non Alimentaire	70200	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG106	Concession + Réparation de motos	3	Non Alimentaire	70200	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG201	Garage	3	Non Alimentaire	70500	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG202	Garage + Vente essence	3	Non Alimentaire	70600	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG203	Vente équipements automobiles	3	Non Alimentaire	70400	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
CG204	Réparation de motos	3	Non Alimentaire	70300	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG205	Station service	3	Non Alimentaire	70700	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG206	Contrôle technique automobile	3	Non Alimentaire	70900	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CG301	Location de véhicules automobiles	3	Non Alimentaire	71000	7	Cycles auto	1	Commerces besoins courants
CH101	Restaurant traditionnel français	5	Restauration	80500	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH102	Restaurant antillais	5	Restauration	80512	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH103	Restaurant asiatique	5	Restauration	80504	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH104	Restaurant maghrébin	5	Restauration	80509	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH105	Restaurant africain	5	Restauration	80512	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques

CODE ACTIVITE	LIBELLE ACTIVITE	REGROUPEMENT	LIBELLE REGROUPEMENT	CODE ACTIVITE PIVADIS	GROUPE D'ACTIVITE PIVADIS	LIBELLE GROUPE PIVADIS	FONCTION PIVADIS	LIBELLE FONCTION PIVADIS
CH106	Restaurant européen	5	Restauration	80502	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH107	Restaurant central et sud américain	5	Restauration	80513	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH108	Restaurant indien, pakistanais et Moyen Orient	5	Restauration	80506	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH109	Autre restaurant du monde	5	Restauration	80500	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH201	Brasserie - Restauration continue sans tabac	5	Restauration	80401	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH202	Brasserie - Restauration continue avec tabac	5	Restauration	80300	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH301	Cafétéria	5	Restauration	80602	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH302	Restauration rapide debout	5	Restauration	80900	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH303	Restauration rapide assise	5	Restauration	80600	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH401	Salon de thé	5	Restauration	80205	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
CH402	Café - Tabac		Restauration	80300	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH403	Bar ou Café sans tabac	5	Restauration	80200	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
CH501	Cabaret - Diner-Spectacle	5	Restauration	63004	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
CH502	Livraison à domicile plats alimentaires	5	Restauration	15004	15	Production	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
CI101	Hôtel de tourisme sans étoile	8	Hôtel	80800	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI102	Hôtel de tourisme avec 1 étoile	8	Hôtel	80801	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI103	Hôtel de tourisme avec 2 étoiles	8	Hôtel	80802	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI104	Hôtel de tourisme avec 3 étoiles	8	Hôtel	80803	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI105	Hôtel de tourisme avec 4 étoiles	8	Hôtel	80804	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI106	Hôtel de tourisme avec 5 étoiles	8	Hôtel	80805	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI107	Hôtel de tourisme - Palace	8	Hôtel	80805	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI108	Location d'appartements (Appart Hotel, Citadines)	8	Hôtel	81100	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI201	Hôtel de préfecture	8	Hôtel	80700	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
CI301	Auberge de jeunesse	8	Hôtel	83200	8	Cafés hôtels restaurants	2	Commerces investissements
GM101	Grand magasin	1	Grand magasin	20600	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
SA101	Cordonnerie - Réparation "minute" (clés, talons)	4	Service commercial	90100	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SA102	Retouches de vêtements	4	Service commercial	31100	3	Equipement de la personne	4	Commerces achats désirs
SA103	Location de costumes ou accessoires - Loisirs	4	Service commercial	31901	3	Equipement de la personne	3	Commerces achats ludiques
SA104	Blanchisserie - Pressing	4	Service commercial	51200	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
SA105	Laverie automatique	4	Service commercial	51001	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
SA201	Coiffure	4	Service commercial	50700	5	Hygiène santé beauté	1	Commerces besoins courants
SA202	Institut de beauté - Activités thermales et thalasso	4	Service commercial	50500	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
SA203	Onglerie	4	Service commercial	50502	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
SA204	Salon de bronzage - Solaire / UV	4	Service commercial	50501	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
SA205	Salon de massage	4	Service commercial	50504	5	Hygiène santé beauté	3	Commerces achats ludiques
SA206	Bars à sourire	4	Service commercial	50500	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
SA207	Tatouage - Piercing	4	Service commercial	50505	5	Hygiène santé beauté	4	Commerces achats désirs
SA301	Encadrement - Vente de tableaux - Posters	4	Service commercial	63500	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA302	Artisanat de l'ameublement (tapissier, ébéniste)	4	Service commercial	42700	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
SA303	Travaux généraux du bâtiment (électricité, plomberie,	4	Service commercial	12001	12	Artisans	12	Hors commerce, investissements
SA304	Menuiserie - Vitrierie - Miroiterie	4	Service commercial	42303	4	Equipement de la maison	1	Commerces besoins courants
SA305	Serrurerie	4	Service commercial	42304	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
SA306	Réparation d'articles électriques ou électroniques	4	Service commercial	42600	4	Equipement de la maison	1	Commerces besoins courants
SA307	Location de matériel de bricolage et équipement de la maison	4	Service commercial	42900	4	Equipement de la maison	2	Commerces investissements
SA401	Vidéo Club (Location de cassettes, DVD)	4	Service commercial	61400	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA403	Billetterie - Réservation spectacles	4	Service commercial	90900	9	Service en agence	3	Commerces achats ludiques
SA404	Discothèque et club privé	4	Service commercial	83100	8	Cafés hôtels restaurants	3	Commerces achats ludiques
SA405	Salle multisports	4	Service commercial	62000	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques

CODE ACTIVITE	LIBELLE ACTIVITE	REGROUPEMENT	LIBELLE REGROUPEMENT	CODE ACTIVITE PIVADIS	GROUPE D'ACTIVITE PIVADIS	LIBILLE GROUPE PIVADIS	FONCTION PIVADIS	LIBILLE FONCTION PIVADIS
SA406	Salle de sport spécialisée	4	Service commercial	62000	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA407	Salle ou club de jeux	4	Service commercial	62800	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA408	Cinéma	4	Service commercial	63001	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA501	Photocopies	4	Service commercial	90300	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SA502	Gravure	4	Service commercial	90900	9	Service en agence	3	Commerces achats ludiques
SA503	Reliure et finition	4	Service commercial	60503	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA504	Déménagement / Garde meuble	4	Service commercial	16003	16	Transports / logistique	12	Hors commerce, investissements
SA505	Agence voyage-tourisme - Compagnies aériennes	4	Service commercial	90400	9	Service en agence	2	Commerces investissements
SA506	Agence Pôle emploi	4	Service commercial	11001	11	Services aux entreprises / particuliers	11	Hors commerce, besoins courants
SA507	Agence d'intérim	4	Service commercial	11001	11	Services aux entreprises / particuliers	11	Hors commerce, besoins courants
SA508	Développement rapide - Vente pellicule photo	4	Service commercial	61101	6	Culture loisirs	3	Commerces achats ludiques
SA509	Ecole de conduite	4	Service commercial	70100	7	Cycles auto	2	Commerces investissements
SA510	Pompes funèbres	4	Service commercial	90800	9	Service en agence	2	Commerces investissements
SA511	Toilettage et équipements pour animaux	4	Service commercial	62501	6	Culture loisirs	1	Commerces besoins courants
SA512	Libre service informatique - Cybercafé	4	Service commercial	80204	8	Cafés hôtels restaurants	1	Commerces besoins courants
SA513	Cours scolaires/parascolaires (Acadomia)	4	Service commercial	13004	13	Services aux particuliers	13	Hors commerce, ludique
SA514	Cours formation professionnelle (langues, informatique)	4	Service commercial	11015	11	Services aux entreprises / particuliers	12	Hors commerce, investissements
SA515	Cours activités culturelles et de loisirs (poterie, danse)	4	Service commercial	13004	13	Services aux particuliers	13	Hors commerce, ludique
SA516	Services à la personne (nettoyage, aide personnes Agées)	4	Service commercial	13008	13	Services aux particuliers	11	Hors commerce, besoins courants
SA517	Magasin éphémère (pop-up store)	4	Service commercial	20900	2	Généraliste	1	Commerces besoins courants
SB101	Agence immobilière	4	Service commercial	90500	9	Service en agence	2	Commerces investissements
SB201	Banque - Caisse d'épargne	4	Service commercial	90500	9	Service en agence	2	Commerces investissements
SB202	Distributeur automatique de billets (non lié une banque)	4	Service commercial	91100	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SB203	Assurances	4	Service commercial	91000	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SB204	Bureau de change	4	Service commercial	90700	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SB205	Achat - Vente d'or	4	Service commercial	90900	9	Service en agence	3	Commerces achats ludiques
SB301	Bureau de poste	4	Service commercial	95000	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants
SB302	Courses et courrier express	4	Service commercial	16000	16	Transports / logistique	10	Hors commerce, sans accueil aux particuliers
SB303	Télécommunication en boutique	4	Service commercial	41301	9	Service en agence	1	Commerces besoins courants



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 5b : Étude activités économiques et commerciales – PIVADIS

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024



www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.3.b

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 5b :
Étude activités économiques
et commerciales – PIVADIS

PROJET DE ZONE DE TRAFIC LIMITE

ETUDE D'IMPACT

Volet activités économiques et commerciales

VILLE DE PARIS (75)

1. ANALYSE AU FIL DE L'EAU

2. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET

1.1. EVOLUTION DE L'EMPLOI

L'augmentation de l'emploi salarié privé dans les 4 premiers arrondissements de Paris a été forte dans les 15 dernières années. Elle montre aussi une forte sensibilité aux crises (2008 crise financière - 2020 crise sanitaire) et aux changements géopolitiques (2016 - Brexit). Pour l'instant, les effets de la crise géopolitique en cours (guerre en Ukraine) et du retour de l'inflation ne ressortent pas des statistiques disponibles, et en tous les cas, pas à une échelle si fine.

Si l'on envisage une projection à un horizon 2030, la prise en compte du rythme moyen de croissance de l'emploi salarié privé sur les 15 dernières années, bien inférieur à celui des 6 dernières années, impliquerait une augmentation de plus de 8% du nombre d'actifs salariés privés travaillant sur les 4 premiers arrondissements de Paris, soit près de 16.500 supplémentaires. Cette hypothèse paraît peu probable pour 2 raisons:

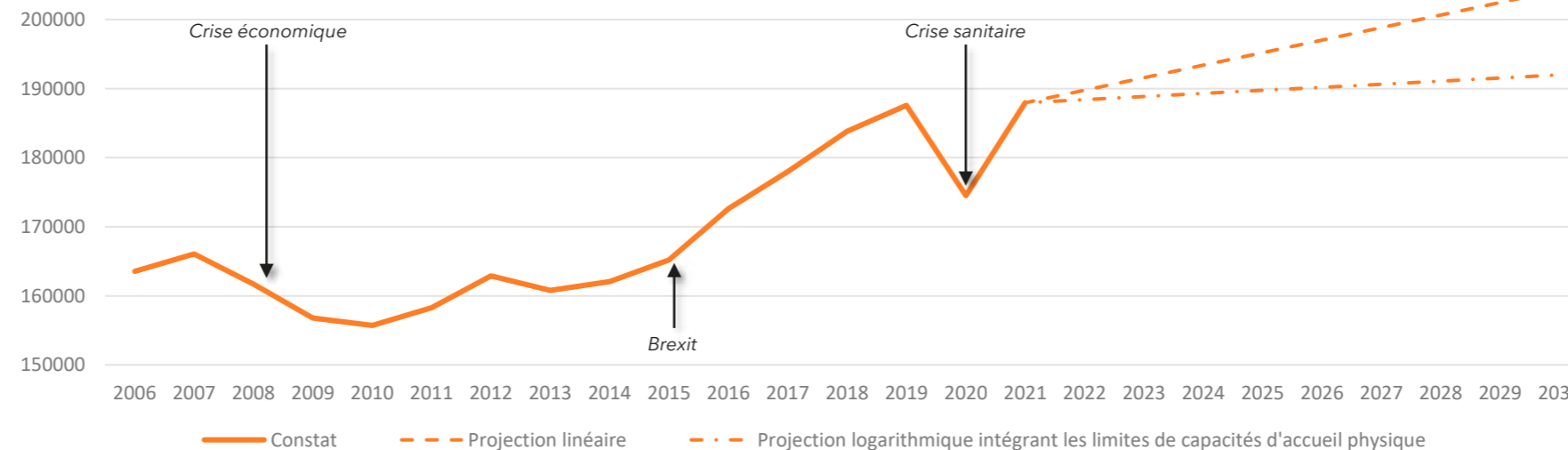
- l'effet de croissance lié au Brexit arrive forcément à ses limites,
- les capacités physiques d'accueil de salariés vont aussi trouver leurs limites.

Une projection logarithmique* intégrant les capacités d'accueil physique donne un résultat moins fort, avec une progression théorique d'un peu plus de 2% seulement, pour environ 4.000 emplois de plus à l'horizon 2030, au sein des 4 premiers arrondissements.

Une hypothèse médiane est probable, sous réserve de nouvelles crises.

* La courbe de tendance générée à partir de la méthode mathématique du logarithme permet de prendre en compte une évolution non linéaire, comme c'est le cas sur les 4 premiers arrondissements. Compte tenu de la très forte augmentation constatée depuis 2015, cette méthode permet aussi de fait de prendre en compte une logique de capacités d'accueil dans un contexte dense constitué.

Evolution de l'emploi salarié privé sur les 4 premiers arrondissements



Ces 2 projections de la « démographie » de l'emploi ne sont pas à l'abri de nouvelles crises économiques provoquées par des événements extérieurs, tout à fait possibles dans les années à venir, et qui ralentiraient le rythme ou créeraient des phases de repli.

D'autre part, le nombre de salariés au lieu de travail correspond à la localisation de l'établissement employeur. Cela ne veut pas forcément dire que ces actifs travaillent en permanence à cette adresse. Avec l'explosion du télétravail, la présence sur site se réduit nettement pour les activités tertiaires et financières, qui représentent respectivement 23% et 8% des emplois salariés privés au sein du périmètre de la ZTL.

Complémentairement, pour les actifs salariés des services publics (sachant que les établissements parapublics sont déjà comptabilisés précédemment), une croissance du nombre d'emplois apparaît peu probable.

* Selon la DREIAT 50% des emplois télétravaillables seront effectivement télétravaillées 1,5 jour / semaine à l'horizon 2025. Cela donne une moyenne de 15% du temps en télétravail.

⇒ Il convient donc d'être prudent sur une vision au fil de l'eau. Une croissance du nombre d'emplois sur le secteur est possible, voire probable, mais pas certaine dans un contexte de mutations économiques.

⇒ Au-delà du nombre de salariés domiciliés « au lieu de travail » au sein du périmètre de la ZTL, la prise en compte du télétravail partiel a un impact important sur les flux. Ainsi, une simple prise en compte de 15%* du temps en télétravail pour les activités tertiaires, financières et de services, qui représentent un peu moins de 36.000 emplois salariés sur le périmètre de la ZTL, implique une « non présence effective » de 5.400 actifs.

⇒ **Même avec une croissance du nombre d'actifs domiciliés, le nombre d'actifs effectivement présent au sein du périmètre de la ZTL ne devrait pas croître. Il pourrait même légèrement baisser.**

⇒ **A part modale constante (11% d'actifs venant travailler en voiture sur Paris selon source), le flux généré par les actifs, qui peut être estimé en 2021 autour de 9.500 véhicules / jour en semaine, serait constant ou en légère baisse.**

⇒ **La part modale de la voiture ne cessant de baisser, une hypothèse à 10% génère, en combinant le télétravail (-5.400) et une croissance modérée du nombre d'emplois (+4.000), environ 8.750 véhicules / jour en semaine, soit une baisse de l'ordre de 8% malgré 2% d'emplois en plus.**

1.2. SPECIFICITES DE L'ACTIVITE COMMERCIALE

Durant la période 2017-2020, avant la crise sanitaire, on a observé la disparition de 120 commerces et services, au sein du périmètre de la ZTL, soit une baisse de 1,5%, et la disparition de 280 activités non commerciales occupant des locaux de rez-de-chaussée, soit une diminution de 14,5%.

Cette tendance s'explique fortement par:

- le repli du nombre de commerces d'équipement de la personne, au sein du périmètre de la ZTL, est constaté à hauteur de 10% sur la période, soit une perte de près de 260 établissements,
- le repli du nombre du commerce de gros pour les activités « non commerciales ».

Inversement, la restauration a fortement progressé sur la période: +113 établissements (+4,6%), dont 65 établissements de plus en restauration rapide, et 47 établissements de plus en restauration thématique asiatique.

Globalement, on note que les commerces correspondant à des achats « récurrents » ou « exceptionnels » sont en repli, alors que les établissements correspondant à des « besoins courants » sont plutôt en progression (+147 établissements entre 2017 et 2020). Or, la part modale de la voiture pour les achats « exceptionnels » est bien plus forte que celle pour les « besoins courants » effectués en proximité directe du domicile et/ou du lieu de travail.

Cette tendance n'est pas spécifique à Paris. La baisse du niveau de dépenses en équipement de la personne est pratiquement une constante depuis la crise de 2008 et la crise sanitaire a marqué une accélération du recours aux achats d'occasion et au e-commerce.

De même, la croissance de l'offre de restauration répond à une logique d'augmentation des repas pris à l'extérieur du domicile*, face à la réduction des surfaces de logements et au caractère plus tardif de la constitution de familles.

D'autre part, il convient de préciser que 1.786 des 10.939 locaux commerciaux (soit 16,3%) au sein du périmètre ZTL ne sont pas, à 2023, directement accessibles en voiture sur rue pour la clientèle (voies piétonnes, voies réservées aux transports en commun et vélos, voies réservées aux riverains) dont:

- 519 commerces et services actifs répondant aux besoins courants (21,2%)
- 98 commerces et services actifs répondant à des achats d'investissement (10,8%)
- 282 commerces et services actifs en achats ludiques (19,7%)
- 555 commerces et services actifs en achats désirs (18,5%)
- 98 locaux occupés par des activités non commerciales (5,9%)
- 234 locaux inactifs (14,4%)

* source: GIRA Foodservice: augmentation de 3% du nombre de repas pris en dehors du domicile entre 2017 et 2020.

Les commerces représentent en moyenne 21% des déplacements en France (source: Base unifiée des enquêtes ménages-déplacement, 2017). Dans les grandes agglomérations, la part modale de la voiture, dans les déplacements à motif achat au sein de la commune centre est de 24% (petits et moyens commerces).

En 1999, la part modale de la voiture dans les achats effectués sur Paris était de 9% en moyenne (2% pour les achats quotidiens, 9% pour les achats hebdomadaires, 17% pour les achats exceptionnels - source: APUR).

En 2010, l'EGT indiquait une part modale de 5% / 6% pour les achats occasionnels. En 2016, elle étaient en moyenne estimée à 5% (source: Sustrans) soit une forte réduction de la part modale de la voiture dans les actes d'achats sur Paris dans les 20 dernières années.

⇒ **Les tendances lourdes d'évolution de la structuration de l'appareil commercial, en particulier au sein du périmètre de la ZTL, contribuent à une baisse de la part modale de la voiture dans les déplacements liés aux achats.**

⇒ **Compte tenu des restrictions d'accès automobile déjà mis en place**

⇒ **Zone de Faible Emission, avec un renforcement progressif des restrictions d'ici 2030**

⇒ **Diminution du nombre de places et augmentation des tarifs de stationnement en voirie.**

la part modale de la voiture individuelle dans les déplacements au motif achats devrait se poursuivre à l'horizon 2030, même avec des véhicules dits « propres ».

1.3. LA QUESTION DES LIVRAISONS DES ACTIVITES IMPLANTEES AU SEIN DU PERIMETRE

Dans le cadre du diagnostic, sur la base de la méthodologie du Certu, le nombre de flux générés par les activités présentes au sein du périmètre de la ZTL a été évalué aux environs de **277.000 par semaine**, dont un peu plus de 80.000 liés aux activités commerciales.

Ces chiffres s'entendent hors flux de livraisons aux particuliers, et hors activités des postes et entrepôts. Concernant les 31 entrepôts identifiés sur la base Sirene, des recherches et enquêtes complémentaires montrent que leur adressage correspond en fait à des bureaux et non à des entrepôts logistiques à proprement dit. Il n'y a donc pas d'enjeu spécifique autour de ces établissements.

Cependant, quelques sites au sein de la ZTL nécessitent des approvisionnements massifs de petits porteurs et gros véhicules utilitaires pour une redistribution dans le quartier en cyclologistique ce qui retirent des flux de véhicules utilitaires dans le quartier pour les marchandises: Espace de Logistique Urbaine de la Poste du Louvre / immeuble invers rue du grenier Saint Lazare / parking Harley Ile de la Cité / Espace Colis rue de Moussy.

L'évolution du nombre d'établissements et d'emplois ne devrait pas avoir beaucoup d'influence sur les flux globaux générés.

Néanmoins,

- la tendance à la réduction du nombre de commerces d'équipement de la personne, faiblement générateurs de flux, remplacés par une logique de services et de restauration, peut impliquer, à nombre de locaux commerciaux constant, une petite augmentation des flux. Ainsi, les flux sont 2 fois plus importants pour de la restauration que pour l'équipement de la personne. Si l'on prend une hypothèse de poursuite de la tendance constatée entre 2017 et 2020, cela impliquerait, pour 100 établissements transférés d'une activité à l'autre, une augmentation de 300 mouvements par semaine (uniquement en approvisionnement, sans compter la logistique de livraisons à domicile).

- la tendance à la réduction du nombre de commerces de gros, forte et en corrélation avec le repli général de l'équipement de la personne, implique par contre un net repli des mouvements générés. Pour 100 commerces de gros, remplacés par des logiques de services, c'est au moins 1.900 mouvements de moins.

⇒ **Les tendances constatées dans la modification de l'occupation des locaux commerciaux tend vers une baisse des mouvements générés par les activités. Cette tendance, significative en proportion des flux liés aux activités commerciales (jusqu'à 7% / 5.500 mouvements par semaine) reste néanmoins potentiellement modeste par rapport aux flux globaux générés par l'activité au sein du périmètre: 2%, qui seront compensés potentiellement par l'augmentation du nombre d'établissement à un horizon 2030.**

1.4. LA QUESTION DES LIVRAISONS AUX PARTICULIERS

En 2019, Les Echos annonçaient 200.000 achats livrés chaque jour dans la capitale. Avec l'augmentation du recours à cette forme d'achats, en particulier avec la crise sanitaire, il est probable que ce chiffre se situe aujourd'hui au-delà de 250.000, si l'on se base sur la croissance des ventes en e-commerce ressortant des publications de la Fevad (voir plus bas).

Si l'on raisonne proportionnellement au nombre de ménages habitant dans le périmètre de la ZTL (5,1% des ménages de Paris), cela implique un flux quotidien autour de 12.500 achats / jour livrés.

Ce chiffre est à comparer avec les 55.000* mouvements / jour pour les activités implantées au sein du périmètre ZTL. Il est potentiellement amené à augmenter, mais pas au même rythme. Ainsi, suite à une croissance de l'ordre de 40% en 2020 avec la crise sanitaire, le e-commerce était en repli (7% de baisse entre 2021 et 2022, pour une croissance totale de 2019 à 2022 de 33% - source: Fevad).

Le phénomène de retour de l'inflation implique également une baisse du niveau d'achats en volume à court terme, voire à moyen terme, avec de nouvelles attentes et pratiques, tendant à moins de consommation. Nous sortons en partie du « Je consomme donc je suis ». Les enquêtes menées par Pivadis régulièrement, en particulier depuis la sortie du premier confinement, vont toutes dans ce même sens.

⇒ **Il convient donc de ne pas anticiper de croissance significative des livraisons d'achats effectués à distance au sein du périmètre de la ZTL, d'autant plus que le taux d'utilisateurs sur Paris était déjà évalué à 95% dès 2017.**



Au-delà du e-commerce à proprement dit, la livraison de repas est un sujet un peu plus récent, mais en très forte croissance. Selon l'INSEE, on est passé de 5,6% des ménages se faisant livrer des repas à domicile en 2016 à 6% en 2018 puis 8% en 2020 (source: Food Service Vision). La croissance est telle (+47% entre 2018 et 2020) que certains restaurateurs s'adaptent et se dédient à ce marché. La conséquence est l'apparition de Dark Kitchen, mais aussi une démultiplication des livraisons, d'autant plus que livraisons se font plus pour le dîner, et que 70% des commandes passent par les plateformes de livraison (contre 50% en 2019).

⇒ **Contrairement aux achats effectués en e-commerce, les livraisons de repas devraient poursuivre sa croissance. Ainsi, Food Service Vision estime le chiffre d'affaires potentiel à 10,3 milliards d'euros en 2024, soit 19% de la restauration commerciale dans son ensemble.**

1. ANALYSE AU FIL DE L'EAU

2. EVALUATION DES EFFETS DU PROJET

2.1. IMPACT POTENTIEL DES ELEMENTS MODIFICATEURS APPORTES PAR LE PROJET DE ZONE A TRAFIC LIMITE PAR RAPPORT A L'ANALYSE AU FIL DE L'EAU

Principes de mise en place et éléments de comportement potentiellement induits	Sur la localisation de l'emploi	Sur la fréquentation des commerces et restaurants	Sur les flux d'approvisionnement et d'expédition des entreprises	Sur la livraison d'achats réalisés à distance (e-commerce)
Interdiction de traverser la ZTL	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
Contrôles aléatoires en sortie de zone avec obligation de justificatif	Aucun au sein du périmètre de la ZTL	Marginal <i>(modalités de présentation d'un justificatif)</i>	En fonction des modalités concrètes de mise en œuvre <i>(craintes sur les temps de livraison)</i>	Aucun
Si contrôle et verbalisation automatisés par caméras	Aucun au sein du périmètre de la ZTL	Marginal <i>(car part modale de la voiture extrêmement faible)</i>	Aucun	Aucun
Report de trafic automobile vers les secteurs d'interface	Marginal	Dégradation potentielle ponctuelle de l'agrément de fréquentation <i>(y compris offre non sédentaire)</i>	Contraintes potentielles plus fortes pour ces flux	Aucun*
Réaménagement des espaces publics à terme suite à la réduction du trafic	Aucun	Amélioration potentielle de l'agrément de fréquentation**	Attention particulière à avoir sur les conditions d'accès pour les livraisons.	Aucun*

• En considérant des adaptations de toutes façons nécessaires des conditions de fonctionnement de la logistique de proximité.

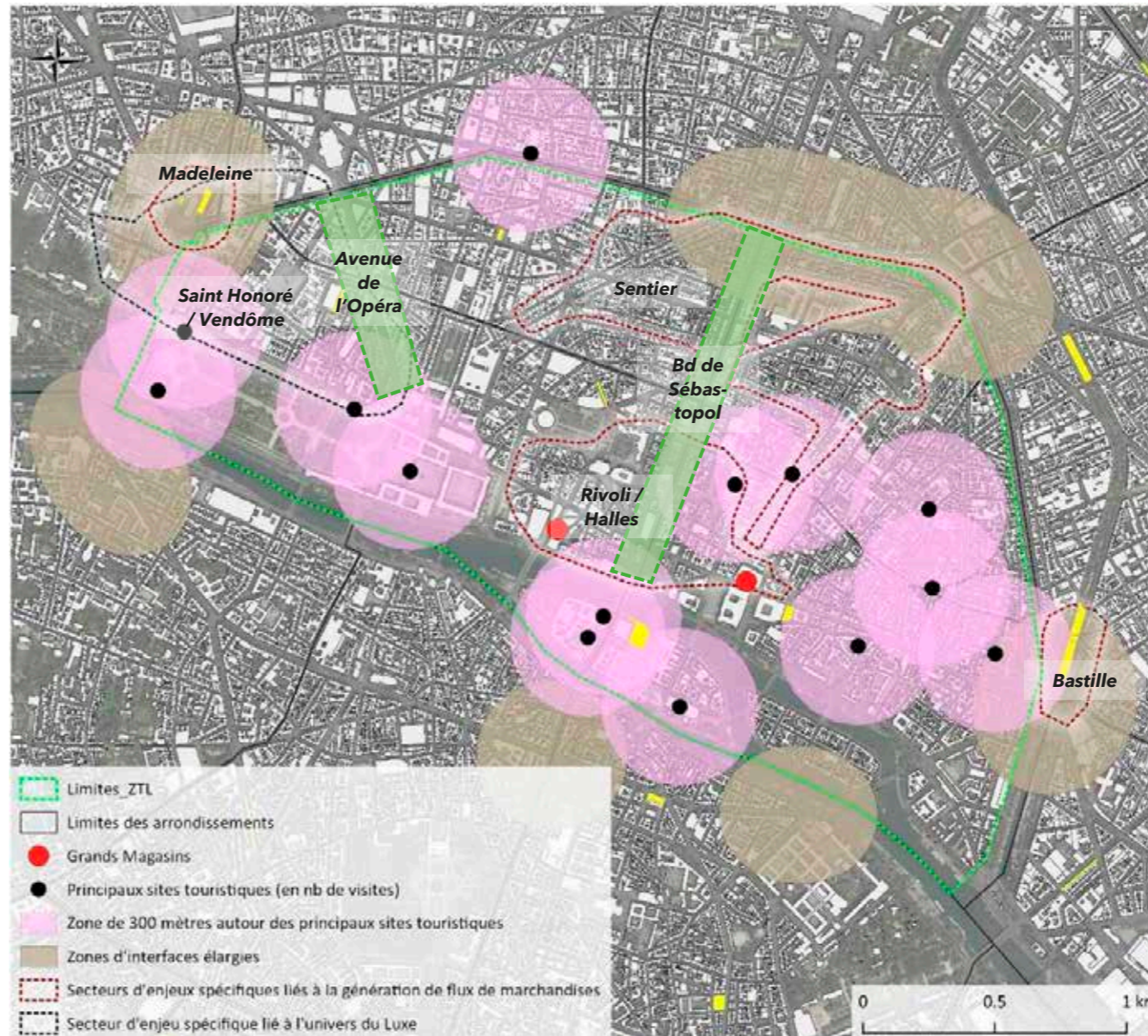
** Sachant que l'état initial a montré l'absence d'effet positif de la présence d'un parking sur la commercialité dans un périmètre de 300 mètres.


2.2. POINTS DE VIGILANCE SUR DES POINTS SPECIFIQUES


	Univers du Luxe - Saint Honoré / Vendôme	Génération de flux de marchandises - Madeleine	Génération de flux de marchandises - Sentier	Génération de flux de marchandises - Rivoli centre / Halles	Génération de flux de marchandises - Bastille
Nombre d'établissements concernés (Sirene)	-	9.500 environ	-	-	3.750 environ
Nombre de locaux commerciaux actifs concernés	1.000 environ	700 <i>en chevauchement avec l'univers du Luxe</i>	2.780 environ <i>dont 600 commerces de gros sur 1.000 existants à l'échelle de Paris</i>	1.250 environ	500 environ
<i>Tendances constatées sur le secteur</i>	<i>Baisse de l'équipement de la personne sur le secteur, hors établissements de luxe.</i>	<i>Hausse des activités culture loisirs et restauration. Baisse de l'équipement de la personne.</i>	<i>Baisse du nombre de commerces de gros. Progression des commerces hors équipement de la personne.</i>	<i>Baisse assez forte des commerces de destination (équipement de la personne).</i>	<i>Hausse du taux de vacance. Baisse des commerces alimentaires et équipement de la personne.</i>
Flux de marchandises théorique au sein du secteur	-	43.000 environ par semaine	-	-	19.000 environ par semaine
Spécificité des enjeux	Services de mobilité individuelle à optimiser. Visibilité et qualité des cheminements piétons, notamment à partir des parkings en structure en proximité de la ZTL.	En fonction du niveau de report du trafic sur le secteur, dans un contexte d'augmentation naturelle du flux: - approvisionnement des activités, - Agrément de fréquentation dans un contexte secteur Luxe.	Gestion des flux générés par les commerces de gros, restant très nombreux, malgré une baisse.	Approvisionnement des grosses structures commerciales. Communication sur les modalités d'accès et d'orientation vers les parkings en structure dédié.	En fonction du niveau de report du trafic sur le secteur: - fonctionnement du marché de plein air (le samedi, le plus grand du centre de Paris avec 472 mètres linéaires), - approvisionnement des activités.

2.3. ILLUSTRATION DES ENJEUX SPATIALISES

XX



 Secteur où l'apaisement des flux peut favoriser la qualification de la fonction commerciale.

 Emprise des marchés non sédentaires sur l'espace public.



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.4.a Annexe 6 :
Bilan Carbone – SYMOE

III.4.b Annexe 7 :
Diagnostic faune / flore / habitat –
RAINETTE



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 6 :
Bilan Carbone – SYMOE

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE
III.4.a

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 6 :
Bilan Carbone – SYMOE



VILLE DE PARIS
DIRECTION DE LA VOIRIE ET DES DEPLACEMENTS
AGENCE DE LA MOBILITE

ZONE A TRAFIC LIMITE
1, 2,3 ET 4EME ARRONDISSEMENTS

ETUDE D'IMPACT
BILAN CARBONE

INDICE	Date	Modifications / Commentaires	Etabl.	Vérif.
0.a	16/12/2022	Création du document	M. Musy	E. Woestelandt
0.b	13/03/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.c	21/03/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.d	22/03/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.e	24/03/2023	Ajout état projet/fil de l'eau	M. Musy	E. Woestelandt
0.f	28/03/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.g	29/03/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.h	17/04/2023	Mise à jour état initial selon données comptage trafic retravaillées	M. Musy	E. Woestelandt
0.i	11/05/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.j	02/06/2023	Prise en compte des remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt
0.k	23/10/2023	MAJ figures 20, 34 et tableaux de l'annexe 3.2	M. Musy	E. Woestelandt

Symoé

Lille : 677 av. de la République 4^{ème} étage - 59000 Lille - 03 20 74 59 14
Nantes : 8, rue de Saint Domingue - Le Solilab - 44200 Nantes - 02 85 52 33 79
contact@symoe.fr - symoe.fr

En sous-traitance avec :



Sommaire

Glossaire	3		
1. Etude des Gaz à effet de Serre et Bilan Carbone	4		
1.1. Contexte	4		
1.2. Définition des périmètres	5		
1.2.1. Périmètre organisationnel	5		
1.2.1.1. Zone géographique et surfaces considérées	5		
1.2.2. Périmètre opérationnel.....	6		
1.2.2.1. Emissions ponctuelles	6		
1.2.2.2. Emissions récurrentes	6		
1.2.2.3. Emissions non prises en compte dans l'étude.....	6		
1.2.3. Périmètre temporel	6		
1.3. Outils de calcul	7		
1.3.1. Facteurs d'émissions	7		
1.3.1.1. Consommations énergétiques.....	7		
1.3.1.2. Transports	7		
1.3.1.3. Arbres et espaces verts.....	8		
1.4. Analyse de l'état initial.....	8		
1.4.1. Description des principaux éléments constituant le bilan	8		
1.4.1.1. Flux de déplacements	8		
1.4.1.2. Motorisations	8		
1.4.1.3. Espaces verts.....	9		
1.4.1.4. Eclairage.....	9		
1.4.2. Analyse de l'état initial carbone de la ZTL	10		
1.4.2.1. Bilan général.....	10		
1.4.2.2. Analyse détaillée de l'impact carbone des déplacements	10		
1.4.2.3. Analyse détaillée de l'impact carbone des espaces verts	11		
1.4.2.4. Analyse détaillée de l'impact carbone de l'éclairage.....	11		
1.4.3. Comparaison de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris	12		
1.4.3.1. Répartition comparative des impacts carbone associés	12		
1.4.3.2. Répartition des flux et des impacts par type de véhicule.....	13		
1.4.3.3. Répartition des impacts par type de carburant.....	13		
1.5. Analyse des scénarios « fil de l'eau » et « projet » du site	14		
1.5.1. Rappel des objectifs de la création de la ZTL.....	14		
1.5.2. Evolution des principaux éléments constituant le bilan	14		
1.5.2.1. Flux de déplacements	14		
1.5.2.2. Motorisations	14		
1.5.2.3. Espaces verts.....	15		
1.5.2.4. Eclairage	15		
1.5.3. Evolution des émissions de GES de la ZTL selon les différents scénarios.....	15		
1.5.3.1. Comparaison de l'impact global des différents scénarios.....	15		
1.5.3.2. Evolution de l'impact carbone des déplacements	15		
1.5.3.2.1. Répartition de l'impact carbone des déplacements – Scénario Fil de l'eau	16		
1.5.4. Evolution de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris (hors boulevard périphérique)	17		
1.5.4.1. Répartition comparative des impacts carbone associés	17		
1.5.5. Limites de l'analyse/étude.....	17		
1.6. Conclusion générale.....	18		
2. Analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement	19		
3. ANNEXE	20		
3.1. Flux de véhicules par typologie et motorisation – détail des distances parcourues	20		
3.1.1.1. ZTL état initial	20		
3.1.1.2. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique état initial.....	20		
3.1.1.1. ZTL 2024 « fil de l'eau »	20		
3.1.1.2. ZTL 2024 « Projet »	20		
3.1.1.3. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique 2024 (Fil de l'eau/projet)*	20		
3.2. Flux de véhicules par typologie et motorisation – détail des émissions de GES	21		
3.2.1.1. ZTL état initial	21		
3.2.1.2. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique état initial.....	21		
3.2.1.3. ZTL 2024 « fil de l'eau »	21		
3.2.1.4. ZTL 2024 « Projet »	21		
3.2.1.5. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique 2024 « fil de l'eau »	21		
3.2.1.6. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique 2024 « projet »	21		

Liste des figures

Figure 1 - Evolution prévisionnelle des sources d'énergie pour les déplacements - source: Plan Climat de la ville de Paris	4
Figure 2 - Trajectoires carbone du Plan Climat de Paris (Source : Plan climat de la Ville de Paris)	4
Figure 3 - Périmètre de la ville de Paris (source: QGis d'après données Ville de Paris)	5
Figure 4 - Périmètre de la ZTL (Source : QGis d'après données Ville de Paris)	5
Figure 5 - Les différents périmètres du bilan carbone du projet	6
Figure 6 - Extrait de la documentation de la base ADEME.....	7
Figure 7 - Evolution moyenne de l'accroissement du volume d'un arbre.....	8
Figure 8 - Evolution moyenne annuelle du taux de séquestration carbone d'un arbre	8
Figure 9 - Répartition des motorisations circulant dans la ZTL.....	8
Figure 10 - Répartition des motorisations circulant dans Paris intramuros et sur le boulevard périphérique.....	8
Figure 11 - Localisation des principaux arbres et espaces verts sur le périmètre étudié	9
Figure 12 - Répartition des luminaires par typologie sur le périmètre de la ZTL.....	9
Figure 13 - Consommations d'éclairage selon le type de luminaire	9
Figure 14 - Répartition des émissions de GES	10
Figure 15 - Répartition des flux en fonction des motorisations et types de véhicule.....	10
Figure 16 - Répartition des émissions de CO ₂ en fonction des motorisations et types de véhicules.....	10
Figure 17 - Emissions de GES liées aux espaces verts.....	11
Figure 18 - Emissions de GES liées à l'éclairage	11
Figure 19 - Comparaison des flux de circulation ZTL - Paris intramuros (PIM).....	12
Figure 20 - Comparaison des émissions de CO ₂ liées aux transports ZTL - Paris intramuros (PIM).....	12
Figure 21 - Comparaison des flux de circulation ZTL - Paris et BP	12
Figure 22 - Comparaison des émissions de CO ₂ liées aux transports ZTL - Paris et BP	12
Figure 23 - Répartition des flux par type de véhicule - ZTL / Paris et BP.....	13
Figure 24 - Répartition des impacts CO ₂ par type de véhicule - ZTL / Paris et BP	13
Figure 25 - Répartition des impacts CO ₂ par type de carburant - ZTL / Paris et BP	13
Figure 26 - Répartition du trafic routier selon les scénarios	14
Figure 27 - Répartition des motorisations circulant dans la ZTL dans le scénario « fil de l'eau » en 2024.....	14
Figure 28 - Répartition moyenne des motorisations circulant dans Paris et sur le Boulevard périphérique en 2024.....	15
Figure 29 - Comparaison de l'impact carbone global des différents scénarios.....	15
Figure 30 Répartition des flux dans la ZTL - scénario fil de l'eau	16
Figure 31 - Répartition des impacts CO ₂ dans la ZTL - scénario fil de l'eau	16
Figure 32 - Répartition des flux dans la ZTL - scénario projet.....	16
Figure 33 - Répartition des impacts CO ₂ dans la ZTL - scénario projet	16
Figure 34 - Evolution des émissions de GES dans Paris + BP, PIM hors ZTL et ZTL.....	17

GLOSSAIRE

Sigle	Signification
GES	Gaz à effet de Serre : Ce sont les gaz qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent ainsi au réchauffement de l'atmosphère. Le principal gaz à effet de serre surveillé aujourd'hui dans le bâtiment est le dioxyde de carbone. Il est issu des énergies fossiles servant à chauffer les bâtiments.
T. eq. CO₂	Tonne équivalent CO ₂
ZTL	Zone à trafic Limité
BP	Boulevard périphérique
VP	Voiture particulière
VUL	Véhicule utilitaire léger
PL	Poids lourds (dont bus)
2R	2 roues
2RM	2 roues motorisées
Infradensité	L'infradensité du bois représente le rapport entre la masse de bois sec et le volume de bois vert, c'est-à-dire la masse sèche contenue dans le volume humide.
Litière	Dans une forêt, la litière représente la couche supérieure du sol formée par les débris végétaux (feuilles, branches, fragments d'écorce, brindilles, etc.) récemment tombés et qui sont légèrement décomposés

1. ETUDE DES GAZ A EFFET DE SERRE ET BILAN CARBONE

Sources

- Plan Climat de la Ville de Paris, 2018
- Bilan mi-parcours plan climat de Paris 2018-2020 :
- Simulations de trafic AIMSUN 2017 et 2024 (fil de l'eau et avec projet)
- Enquête plaques Ville de Paris réalisée en 2019 et projection à horizon 2024
- Base carbone ® de l'ADEME : base de données et documentation
- Méthode Label Bas Carbone, méthode « boisement »

1.1. CONTEXTE

Depuis 2004, la Ville de Paris réalise tous les 4 à 5 ans une évaluation de ses émissions de gaz à effet de serre. Ce bilan permet d'identifier les secteurs les plus contributeurs, ainsi que l'influence des comportements individuels et des politiques locales, nationales ou européennes sur l'évolution de ces émissions. Ce bilan des émissions de gaz à effets de serre réalisé par la ville recense à la fois les émissions intramuros, liées aux consommations énergétiques des bâtiments, aux transports et aux déchets, mais également l'empreinte carbone de la ville, qui comprend toutes les émissions de gaz à effets de serre indirectes, liées au fonctionnement de la ville : alimentation (agriculture et approvisionnement), déplacements hors Paris (en particulier transport aérien), approvisionnement en matériaux...

Grâce à une politique environnementale ambitieuse qui a notamment permis de faire baisser la circulation automobile de 32% entre 2004 et 2018, les émissions de gaz à effet de serre du trafic routier ont diminué de 41% sur la même période. .

Lors de l'actualisation du plan climat en 2018, les transports représentaient près de 17% des consommations d'énergie et 24% des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire de Paris Intramuros.

Pour atteindre les objectifs du plan climat, l'objectif est désormais de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 50% à horizon 2030.

Les émissions de gaz à effet de serre de Paris (22,7 millions de tonnes de CO₂ en 2018)
 se décomposent en deux grands ensembles :

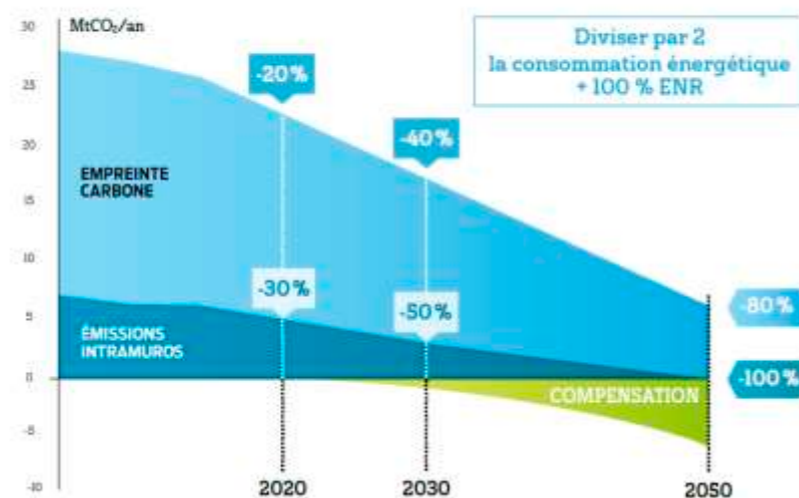


Figure 2 - Trajectoires carbone du Plan Climat de Paris (Source : Plan climat de la Ville de Paris)

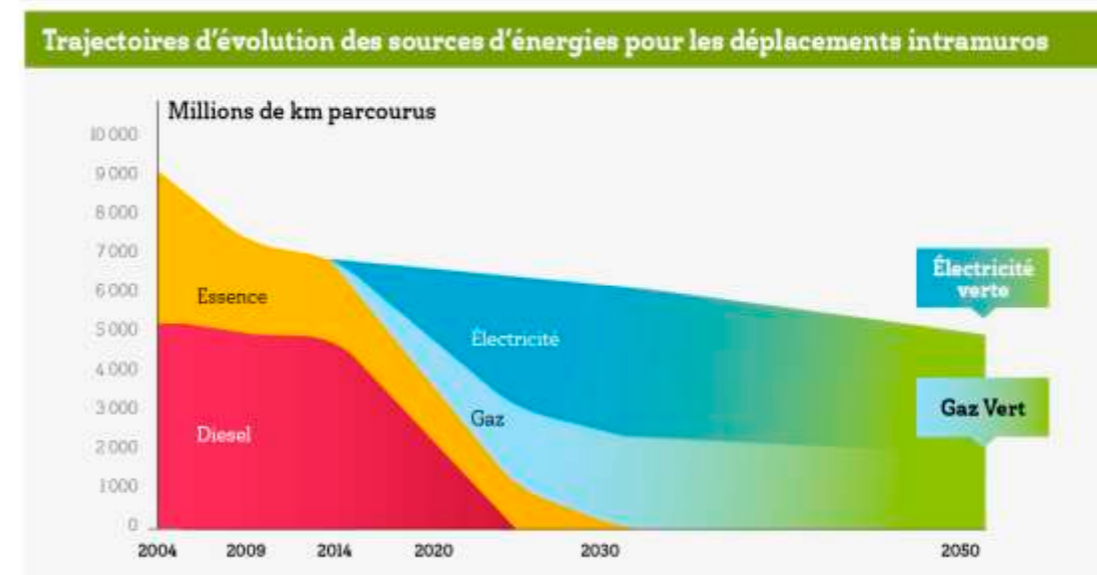


Figure 1 - Evolution prévisionnelle des sources d'énergie pour les déplacements - source: Plan Climat de la ville de Paris

La création de la ZTL (Zone à Trafic Limité) dans les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements de Paris a pour objectif de réduire les flux de véhicules transitant par les arrondissements centraux de la ville, afin d'apaiser la circulation, améliorer la sécurité routière; rééquilibrer l'espace public en faveur des piétons, des transports en commun et des cyclistes ; inciter au report modal.

L'objectif de cette étude est dans un premier temps d'analyser, au sein du périmètre de la ZTL, l'impact des émissions de CO₂ liées à l'espace public, c'est-à-dire uniquement les flux de transports, l'éclairage public, et les espaces verts.

Dans un deuxième temps, nous analyserons l'impact carbone des flux routiers sur le périmètre de la ville de Paris intramuros et du boulevard périphérique, puis son évolution selon les reports de trafic générés par la mise en œuvre de la ZTL.

L'étude se décompose en 2 parties :

Partie 1 : analyse de l'état initial.

Partie 2 : analyse de l'état projet en 2024, selon les 2 scénarios suivants:

- Scénario avec mise en place du projet ZTL
- Scénario fil de l'eau, sans mise en place du projet ZTL

1.2. DEFINITION DES PERIMETRES

Un bilan carbone analyse les émissions de gaz à effet de serre émis par les activités humaines. Il recense plusieurs types d'émissions :

Les émissions ponctuelles englobent par exemple les émissions carbone liées à la construction d'un bâtiment. Ces émissions sont amorties linéairement, en règle générale sur 50 ans.

Les émissions récurrentes comprennent par exemple les émissions liées aux consommations énergétiques des bâtiments (chauffage, électricité, eau...) ou encore aux déplacements (transports en commun, voiture...) des personnes habitant dans le périmètre (résidents) et des visiteurs.

Ces émissions peuvent être directes (énergie consommée) **ou indirectes** (liées aux déplacements des visiteurs et des résidents, ou encore au traitement des déchets).

Il est important d'identifier les périmètres organisationnel, opérationnel et temporel impactant le bilan (activités, déplacements).

Pour cette étude, seules les émissions récurrentes liées aux transports, à l'éclairage et aux espaces verts seront étudiées.

1.2.1. Périmètre organisationnel

Le périmètre organisationnel comprend l'ensemble des sites et installations à prendre en compte. Pour cette étude, nous analyserons uniquement l'impact carbone des espaces extérieurs : voiries, aménagements urbains, espaces verts et éclairage.

Les données utilisées pour la réalisation de ce bilan carbone sont issues de la base de données « Open data de la ville de Paris » pour les espaces verts, arbres et éclairages, et des trafics routiers modélisés par Aimsun et des données issues de l'enquête plaques réalisée par la Ville de Paris pour la composition du parc automobile en 2019, et projetée à horizon 2024. La méthodologie est décrite dans la partie de l'étude relative à la qualité de l'air réalisée par ARIA.

1.2.1.1. ZONE GEOGRAPHIQUE ET SURFACES CONSIDEREES

- **Périmètre 1 : ZTL**

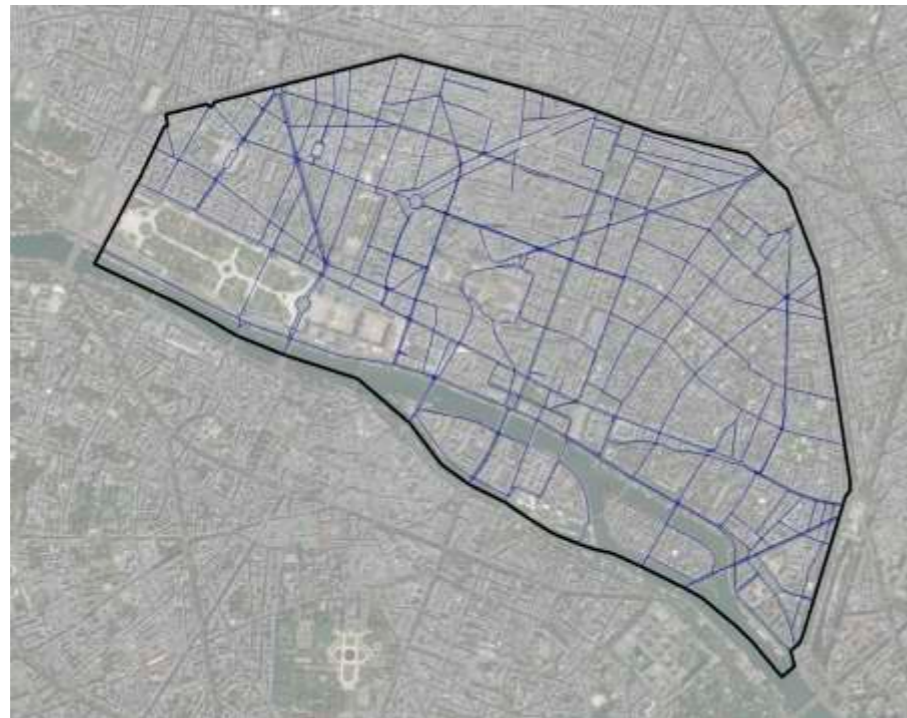


Figure 4 - Périmètre de la ZTL (Source : QGIS d'après données Ville de Paris)

Le premier périmètre de l'étude est celui de la ZTL. Sa surface est de 544ha.

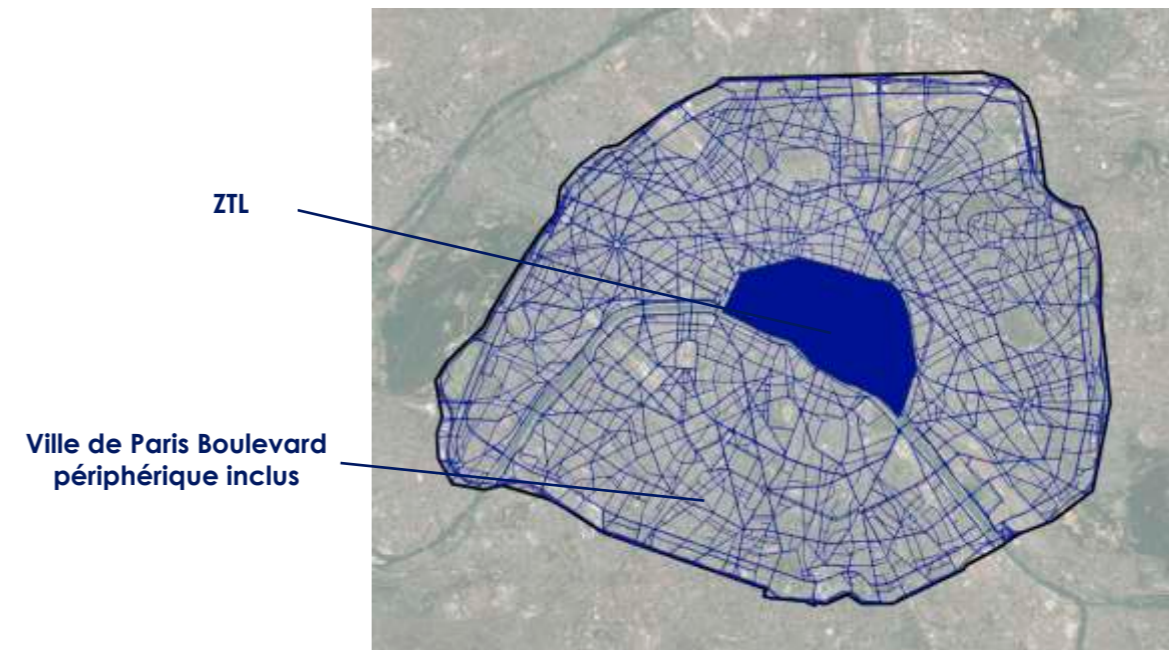


Figure 3 - Périmètre de la ville de Paris (source: QGIS d'après données Ville de Paris)

- **Périmètre 2 : Paris Intramuros**

Le second périmètre de l'étude est celui de Paris intramuros (hors bois de Boulogne et Parc de Vincennes), boulevard périphérique inclus. Sa surface est environ de 9000ha.

Les périmètres étudiés pour l'état initial comprennent les surfaces et quantités suivantes :

	ZTL	Paris intramuros
Voiries (linéaires)*	135 km	1 837 km
Espaces verts	42 ha	Non étudié
Arbres	5 514 unités	Non étudié
Points d'éclairage	13 789 unités	Non étudié

* Pour les voiries, l'analyse se base sur les mêmes linéaires que ceux modélisés par Aimsun. Ces linéaires diffèrent des linéaires de voiries renseignés dans la base de données open data de la ville de Paris. La méthodologie liée à la modélisation des trafics routiers est décrite dans le [chapitre XXX](#).

- **Population impactant le bilan**

La population des 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} arrondissements est estimée à environ 100 668 personnes (données INSEE, 2022). Néanmoins, cette étude n'intègre pas directement l'impact de la population du quartier dans le bilan carbone de l'opération. Les consommations énergétiques des bâtiments, consommations d'eau ou production de déchets sont par exemple exclues de l'analyse.

Seul l'impact des déplacements routiers effectués au départ, à destination ou en transit dans le futur périmètre de la ZTL sont considérés. Cette partie de l'étude est basée sur des comptages de trafic, et ne permet pas d'attribuer les déplacements comptabilisés aux résidents de la zone étudiée ou aux « visiteurs » se rendant ou transitant dans le périmètre. Cette analyse pourra être en partie réalisée en phase projet, en étudiant l'impact des limitations de trafic dans le périmètre sur le bilan carbone.

1.2.2. Périmètre opérationnel

Les postes d'émissions carbone pris en compte dans ce diagnostic sont les suivants :

1.2.2.1. EMISSIONS PONCTUELLES

- Immobilisations : il s'agit des émissions de gaz à effet de serre liées à la construction des bâtiments ou des aménagements. Cela comprend la production des matériaux de construction, l'énergie nécessaire pour la réalisation du chantier, les éventuelles démolitions préalables et la construction des bâtiments et infrastructures. La prise en compte de ces émissions est lissée sur la durée de vie des bâtiments (50 ans en moyenne).

Les travaux en lien avec la ZTL étant limités (signalisation, fermeture ou inversion de sens de circulation, mise en œuvre d'une voie vélo-bus), les émissions liées à ces actions sont exclues du périmètre de l'étude.

1.2.2.2. EMISSIONS RECURRENTES

- Déplacements : Cela englobe les déplacements depuis, vers ou à l'intérieur du périmètre étudié, effectués par les résidents ou les visiteurs. Ces émissions sont calculées à partir des trafics routiers modélisés par Aimsun, et selon les résultats de l'enquête plaques réalisée par la Ville de Paris en 2019 pour l'état initial ; et retraitée à l'horizon 2024 pour le scénario projet. L'analyse prend en compte la répartition des différents modes de transports à l'intérieur du périmètre (voiture, utilitaires, poids lourds, 2 roues), et le type d'énergie utilisée (diesel, essence, électricité...).

Ces émissions seront étudiées à la fois pour le périmètre ZTL et pour le périmètre « Paris intramuros et boulevard périphérique », pour les parties 1 et 2 de l'étude.

- Espaces verts : Cet aspect évalue le potentiel de captage de CO₂ des espaces verts existants. Les données utilisées pour cette étude proviennent de l'open data de la ville de Paris ; à la fois pour les parcs et jardins, et les arbres plantés dans les rues du périmètre.

Ces émissions seront étudiées exclusivement pour le périmètre ZTL, pour les parties 1 et 2 de l'étude.

- Eclairage public :

Cela englobe la consommation électrique des différents points lumineux installés dans les voiries et espaces publics de la ZTL. Leur nombre et leur puissance ont été estimés à partir des données disponibles sur l'open data de la Ville de Paris.

Ces émissions seront étudiées exclusivement pour le périmètre ZTL, pour les parties 1 et 2 de l'étude.

1.2.2.3. EMISSIONS NON PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE

Les éléments suivants ne sont pas inclus dans l'étude :

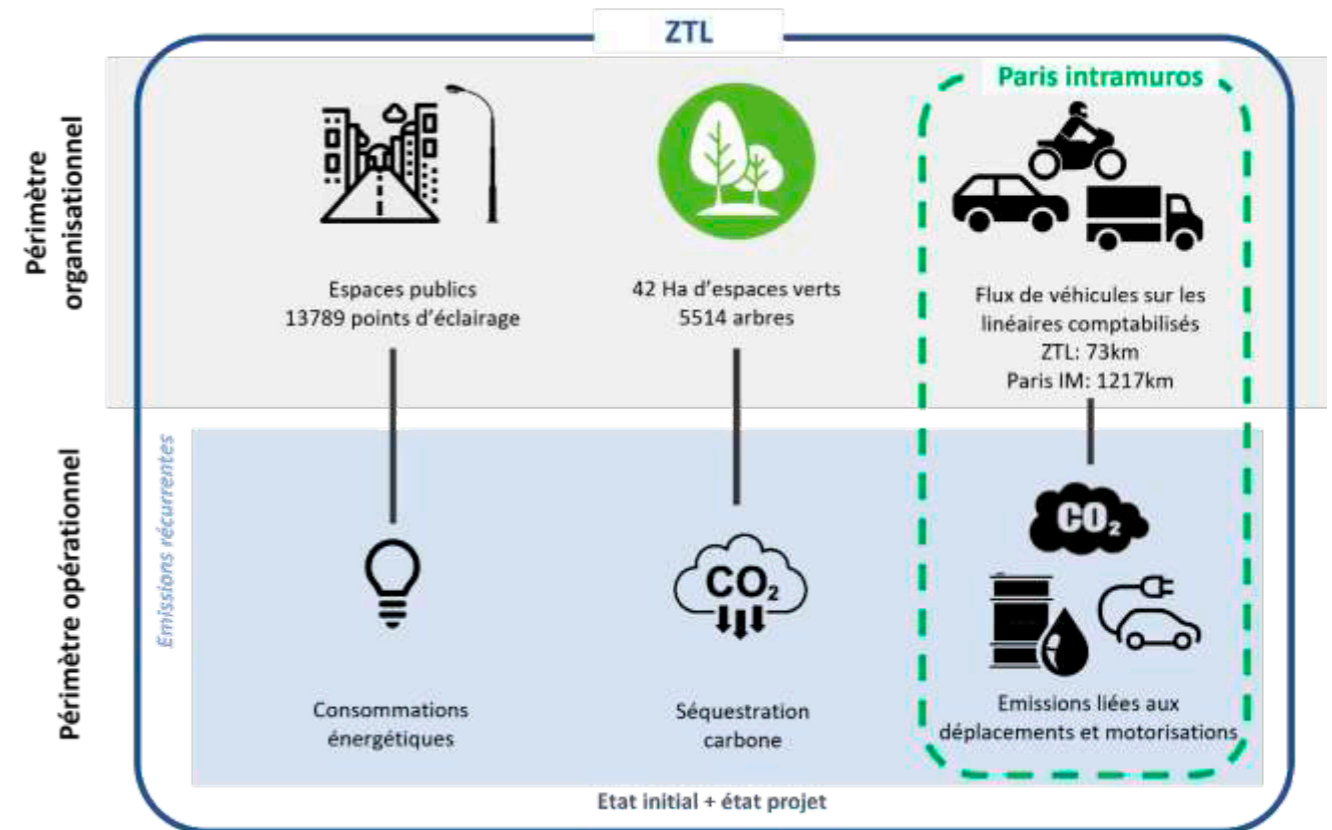
- La signalisation nécessaire pour la mise en œuvre de la ZTL. Ces éléments sont exclus de l'étude, compte tenu de leur faible impact attendu sur le bilan carbone.
- Consommations énergétiques des bâtiments
- Consommations d'eau des bâtiments
- Les déchets ménagers et d'activités
- L'approvisionnement alimentaire
- Les transports aériens (personnes et marchandises)

1.2.3. Périmètre temporel

Un bilan carbone est en général annuel. Les émissions récurrentes sont donc actualisées chaque année. La prise en compte des émissions ponctuelles dépend en revanche de leur impact à moyen et long terme. Par exemple, pour la construction des bâtiments, la durée de vie considérée est de 50 ans, ce qui correspond à leur durée de vie moyenne, durant laquelle aucuns travaux lourds de rénovation ne sont nécessaires. Au-delà de cette période, ces émissions n'apparaissent plus dans le bilan.

La première partie de cette étude constitue le diagnostic de l'état initial de la ZTL. La seconde partie de l'étude permettra une évaluation comparative de l'impact carbone du futur projet d'aménagement avec le scénario « fil de l'eau », c'est à dire sans aménagement.

Le périmètre opérationnel défini ne comprend pas d'émissions ponctuelles. En conséquence, **seules les émissions récurrentes seront comptabilisées dans cette analyse (état initial, projet et fil de l'eau).**



Périmètre spatial du projet

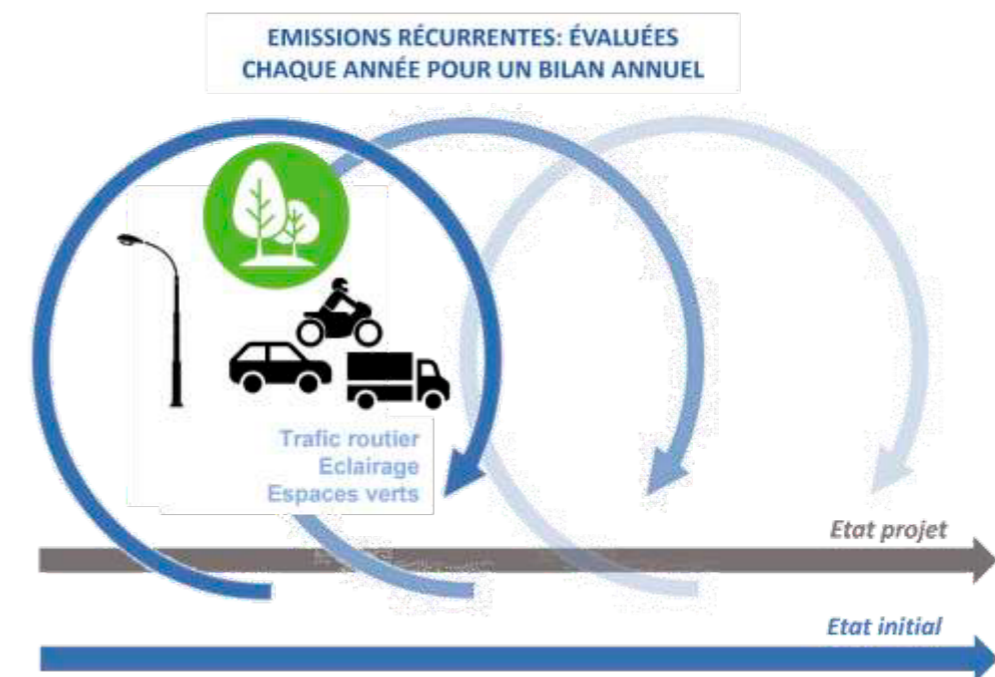


Figure 5 - Les différents périmètres du bilan carbone du projet

1.3. OUTILS DE CALCUL

Le calcul des émissions carbone s'effectue via la **multiplication d'une quantité U** (KWh consommés, mètres linéaires de voirie, nombre d'arbres ...) **par un facteur d'émissions FE exprimé en kgCO₂ eq./ U**. En cas de stockage carbone (par exemple dans le cas de la présence d'espaces arborés importants), le résultat de ce calcul peut être négatif.

Notre étude s'appuie sur plusieurs outils :

- Logiciel QGIS (système d'information géographique), pour le traitement des données Open Data de la Ville de Paris et des données de trafics routiers AIMSUN.
- Base Carbone ® de l'ADEME (V22.0 du 4/06/2022) pour les facteurs d'émissions des consommations énergétiques et des déplacements
- GES Urba version 2.0.2 (Application du Cerema) pour la séquestration carbone des espaces verts
- Méthode Label bas-carbone méthode boisement, pour le calcul du potentiel de stockage de CO₂ des arbres hors espaces verts. Cette méthode quantifie le taux de séquestration des arbres plantés « dans le but de convertir en terres forestières des terres qui ne l'étaient pas auparavant ». Cette méthode a été adaptée et simplifiée pour mieux répondre aux besoins de l'étude.

1.3.1. Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés pour la réalisation de cette étude sont tirés, pour les transports et l'énergie de la Base Carbone ®, pour les immobilisations de la méthode Bilan Carbone ® de l'ADEME, de l'outil GES Urba pour les espaces verts, et de la méthode « Label Bas Carbone » pour les arbres. Ces facteurs seront considérés comme constants entre l'état initial et les scénarios fil de l'eau et projet.

1.3.1.1. CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Ces facteurs d'émissions seront utilisés pour évaluer l'impact des consommations de l'éclairage des voiries. L'année de référence pour le facteur d'émission est l'année 2019.

Energie	Electricité éclairage public
Facteur d'émission (Kg eq CO ₂ /kWh)	0,0618 Kg eq CO ₂ /kWh

1.3.1.2. TRANSPORTS

Les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées en fonction du nombre de kilomètres parcourus au sein du périmètre étudié, et en fonction du moyen de transport utilisé et de sa motorisation. Le facteur d'émission utilisé comprend à la fois une part d'émissions liées à la fabrication du véhicule, une part liée à la consommation de carburant (amont + combustion) pendant les km parcourus.

Précisions sur les facteurs d'émission liés au transport :

Pour les transports, les facteurs d'émissions de la base ADEME sont calculés à partir de différentes sources et données d'entrées. Elles sont consultables sur la documentation (en ligne ou téléchargeable), par exemple pour les transports de marchandises les charges utiles des utilitaires et des poids lourds sont :

	Unité BC	Facteur kgCO ₂ /kg de véhicule	Charge utile (en tonnes)	Durée de vie en km	Masse type (en tonnes)
Marchandise					
VUL < 3,5 tonnes thermique	/t.km	Voiture	0,3	194 400	2,3
Rigide - 3,5 à 7,5 tonnes thermique	/t.km	Poids lourds	2,5	372 000	3,5
Articulé 34 à 40 tonnes - thermique	/t.km	Poids lourds	16,3	750 000	15,4

Figure 6 - Extrait de la documentation de la base ADEME

L'année de référence pour les facteurs d'émission pour chaque type de motorisation est 2018. Ce facteur est défini à partir d'une moyenne nationale calculée à partir de la totalité du parc routier roulant à cette date. Cette donnée n'est pas détaillée par région, ville ou agglomération.

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /km)	Deux Roues Motorisées (2RM) « Cyclomoteur, usage Mixte (2018) »	
	Cyclomoteur (essence)	Electrique (trottinette)
Identifiant base carbone	27989	28329
Total	0,0763	0,0249
Fabrication	0,0119	0,0229
Carburant (amont + combustion)	0,0644	0,002

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /km)	Voiture particulière (VP) « moyenne parc toutes motorisation (2018) »					
	Essence	Diesel	Gaz Naturel pour Véhicules (GNV)	Hybride essence (full)	Hybride Diesel (mild)	Electrique
Identifiant base carbone	27965	27966	27967	28008	28010	28007
Total	0,223	0,212	0,221	0,183	0,217	0,103
Fabrication	0,0256	0,0256	0,0256	0,0481	0,0403	0,0836
Carburant (amont + combustion)	0,1978	0,1865	0,1962	0,1347	0,1773	0,0198

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /t.km)	Véhicule Utilitaire Léger <3,5T (VUL) « flotte moyenne française, VUL <3,5t » (pour charge utile 0,3 tonnes)			VUL et PL ** « flotte moyenne française, rigide 3,5/7,5t » (pour charge utile 2,5 tonnes)	Poids Lourds (PL) « flotte moyenne française, articulé 34/40t » (pour charge utile 16,3 tonnes)	
	Essence	Diesel (7% biodiesel)	Hybride essence	Electrique **	Diesel (7% biodiesel)	GNV
Identifiant base carbone	28023	28022		28030	28041	28042
Total	1,16	0,826		0,058	0,0823	0,0798
Fabrication	0,153	0,153		0,0113	0,0038	0,0038
Carburant (amont + combustion)	1,01	0,673		0,0467	0,0785	0,076
Rapporté à la charge utile (kg eqCO₂/km)	0,348	0,2478	0,348*	0,145	1,3415	1,1731

* Le facteur d'émission pour les véhicules utilitaires hybrides essence n'étant pas disponible dans la base ADEME, nous avons gardé le facteur d'émission essence, plus défavorable. Ces données s'appliquent néanmoins à des quantités minimales de véhicules (0,02% du parc).

**A défaut de données plus précises dans la base ADEME, la même donnée fournie pour un véhicule électrique de type rigide de 3,5 à 7,5 tonnes (charge utile : 2,5t) sera utilisée pour les VUL électriques (0,3% du parc) ainsi que pour les poids lourds électriques (0,04% du parc)

1.3.1.3. ARBRES ET ESPACES VERTS

Pour les espaces verts, le facteur d'émission est issu de la base de données GES URBA et prend en compte le nombre d'arbres et espaces verts présents, ainsi que leur entretien et arrosage. Pour les arbres hors espaces verts, le facteur utilisé est issu de la méthode de calcul « Méthode Label Bas Carbone », selon l'hypothèse détaillée ci-dessous.

Les arbres et espaces verts permettant de stocker du carbone, ces facteurs sont négatifs.

	Espaces verts	Arbres hors espaces verts
Facteur d'émission (T eq CO ₂ /ha)	-3,866 T eq. CO ₂ /ha	-0,1046 T eq. CO ₂ /unité

Hypothèse retenue pour la quantification du facteur d'émission des arbres

Durant leur croissance, les arbres piègent du CO₂ dans leur biomasse par photosynthèse. Dans un espace vert (forêt, haie...), la séquestration de carbone se fait à la fois dans la biomasse des arbres, mais également dans le sol et la litière.

La séquestration carbone dans la biomasse d'un arbre à un instant T dépend de son volume (tronc et branches) et de son infradensité. De manière générale, plus un arbre est âgé, plus son stock de carbone est important. L'évolution de la capacité de séquestration carbone d'un arbre varie d'une espèce à l'autre (feuillu/conifère), et en fonction de sa croissance annuelle plus ou moins rapide. Les premières années, malgré une croissance rapide, la séquestration carbone d'un arbre reste minime. Elle augmente de manière significative à partir de 20 ans. Après 50 ans en moyenne (âge adulte), la courbe de croissance se stabilise et la séquestration carbone annuelle pour un sujet devient plus régulière.



Figure 7 - Evolution moyenne de l'accroissement du volume d'un arbre



Figure 8 - Evolution moyenne annuelle du taux de séquestration carbone d'un arbre

La majorité des arbres présents dans le périmètre de la ZTL sont des arbres feuillus adultes à matures (50 ans et plus), d'une hauteur moyenne de 9 mètres et d'une circonférence moyenne de 83cm. A partir des données disponibles dans la méthode de calcul « Label Bas Carbone », nous considérerons donc pour ces sujets un taux de séquestration carbone annuelle de -0,1046 T eq. CO₂/unité.an.

S'agissant d'arbres plantés en ville, la part de carbone séquestrée annuellement dans la litière et le sol est considérée comme minime. Elle est donc exclue du périmètre de l'étude. Les émissions de CO₂ liées à l'entretien de ces arbres (élagage, arrosage éventuel...), sont également exclues car il n'existe pas de données consolidées à ce sujet à ce jour.

1.4. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

1.4.1. Description des principaux éléments constituant le bilan

1.4.1.1. FLUX DE DEPLACEMENTS

Les flux de déplacements pour l'état initial ont été estimés sur la base de la simulation de trafic AIMSUN pour l'année 2017. Les cartes du trafic de l'état initial sont détaillées dans le paragraphe 2.3 du rapport analysant la qualité de l'air, réalisé par ARIA.

1.4.1.2. MOTORISATIONS

- ZTL

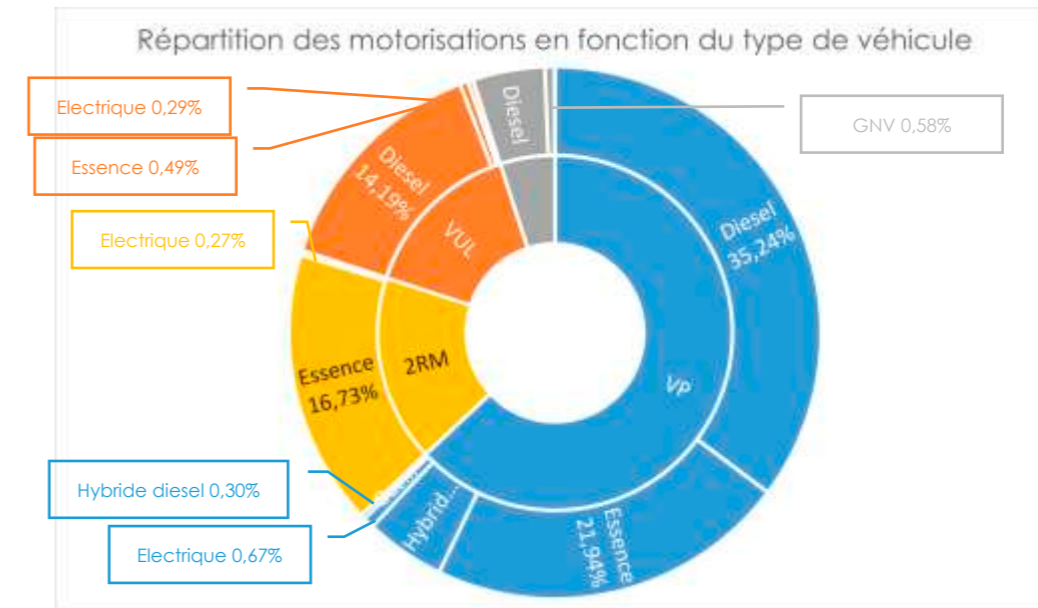


Figure 9 - Répartition des motorisations circulant dans la ZTL

- Paris intramuros – Boulevard Périphérique inclus

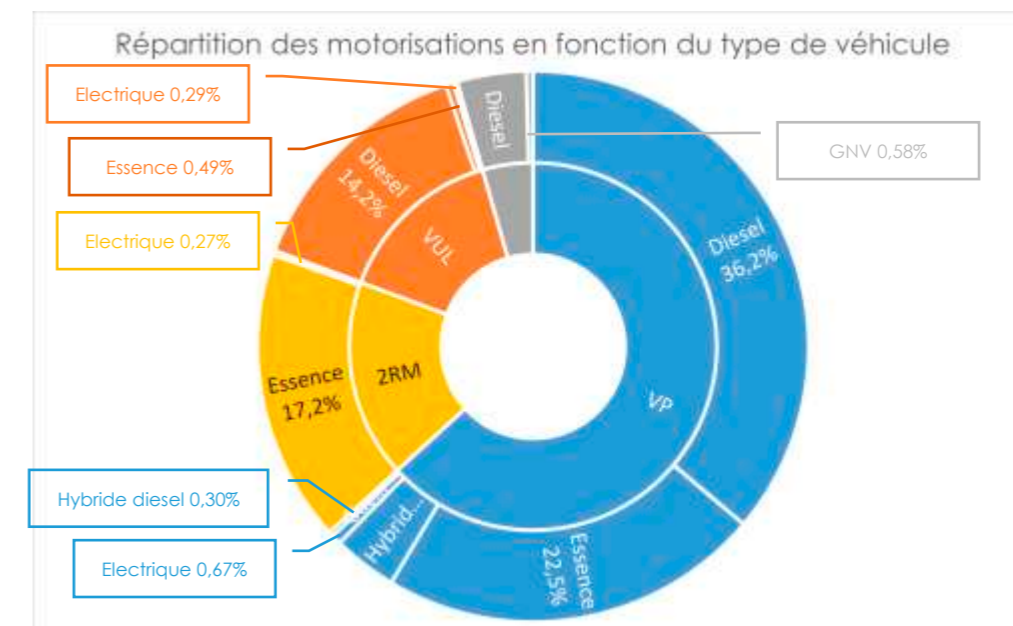


Figure 10 - Répartition des motorisations circulant dans Paris intramuros et sur le boulevard périphérique

Les graphiques précédents illustrent la répartition des flux routiers en fonction des types de véhicules et de leur motorisation. Pour la situation initiale, le parc roulant correspond aux données agrégées du parc roulant technologique 2019 selon la nomenclature « CITEPA » pour le boulevard périphérique et Paris intramuros produites par Airparif, sur la base de l'enquête plaques réalisée en novembre 2019 par la Ville de Paris. Ces données fournissent la répartition du parc roulant pour tous les types de véhicules (VP, VUL, PL, Bus et Cars, 2RM) par normes et catégories.

Le parc 2019 a été projeté à l'horizon 2024 en appliquant au parc parisien les évolutions projetées par le CITEPA entre 2019 et 2024. Le scénario utilisé par le CITEPA est le scénario "Avec Mesures Existantes". Ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées avant le 1er juillet 2016. Les autres restrictions prévues dans les années futures mais non réglementées à ce jour n'ont pas été prises en compte pour les scénarios futurs, ce qui constitue une hypothèse majorante.

La répartition des motorisations circulant dans Paris, boulevard périphérique inclus, est sensiblement équivalente à la répartition observée dans la ZTL.

Les motorisations diesel et essence, représentent 93% des flux dans la ZTL, et 94,4% des flux pour Paris intramuros et le boulevard périphérique.

Dans le périmètre de la ZTL, les véhicules à motorisation diesel représentent 53,8% des véhicules et les véhicules essence 39,2%, contre respectivement 54,4% et 40,1% sur Paris intramuros et le boulevard périphérique. Les motorisations hybrides et électriques représentent 6,5% du parc dans la ZTL contre 5,2% pour Paris intramuros et le boulevard périphérique.

Pour les deux périmètres, environ 63% des flux proviennent des véhicules particuliers, suivis respectivement des 2 roues motorisés (17 à 17,5% des flux), à motorisation essence pour la grande majorité, puis des véhicules utilitaires légers (14 à 15% des flux), à motorisation diesel principalement.

Les poids lourds représentent 5% des flux dans la ZTL contre 4,4 % pour le périmètre élargi Paris et boulevard périphérique. Ils sont alimentés presque exclusivement par des motorisations diesel. La part de poids lourds alimentés au gaz naturel, correspond vraisemblablement aux bus des transports en commun parisiens. Cependant, les données fournies ne permettent pas de dissocier la part des flux « bus de ville » des autres flux poids lourds. La part du flux de poids lourds motorisés au gaz naturel étant très faible (0,6%), cette donnée ne sera pas décomposée plus précisément pour les besoins de l'étude.

Un tableau en annexe détaille les différents flux par type de véhicule, par motorisation et sur les deux périmètres.

1.4.1.3. ESPACES VERTS

D'après les données disponibles sur l'open data de la ville de Paris, le périmètre étudié compte 5500 arbres, essentiellement des feuillus, et environ 42ha d'espaces verts. L'étude se base uniquement sur le patrimoine arboré et les surfaces d'espaces verts existants. Les objectifs de plantation de nouveaux arbres ou de végétalisation de certaines rues ne sont pas pris en compte dans cette étude.

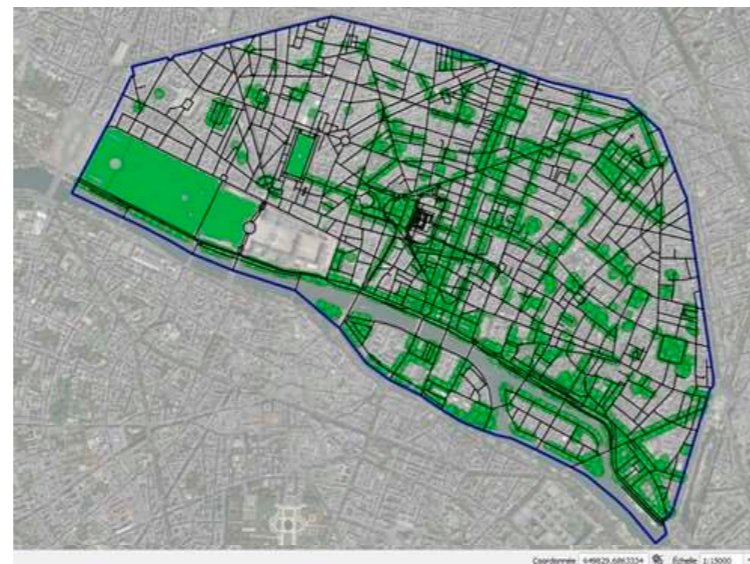


Figure 11 - Localisation des principaux arbres et espaces verts sur le périmètre étudié

1.4.1.4. ECLAIRAGE

Les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements disposent d'une forte densité de points d'éclairage. On dénombre environ 10 points par km, soit un luminaire tous les 10 mètres en moyenne. Cela représente environ 13 800 points d'éclairages sur le périmètre de la ZTL

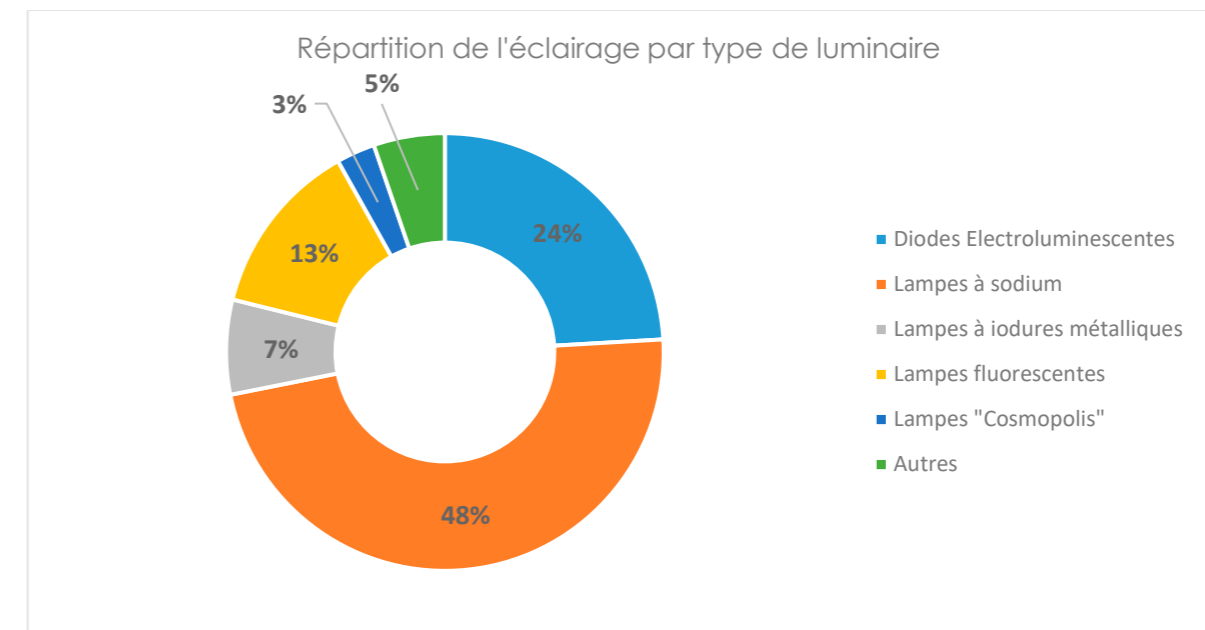


Figure 12 - Répartition des luminaires par typologie sur le périmètre de la ZTL

48% des luminaires installés sur le périmètre sont des lampes à sodium, qui représentent 71% des consommations énergétiques et des émissions de CO₂ du parc. Les 24% des luminaires équipés de LED, représentent quant à eux 8% des consommations énergétiques liées à l'éclairage.

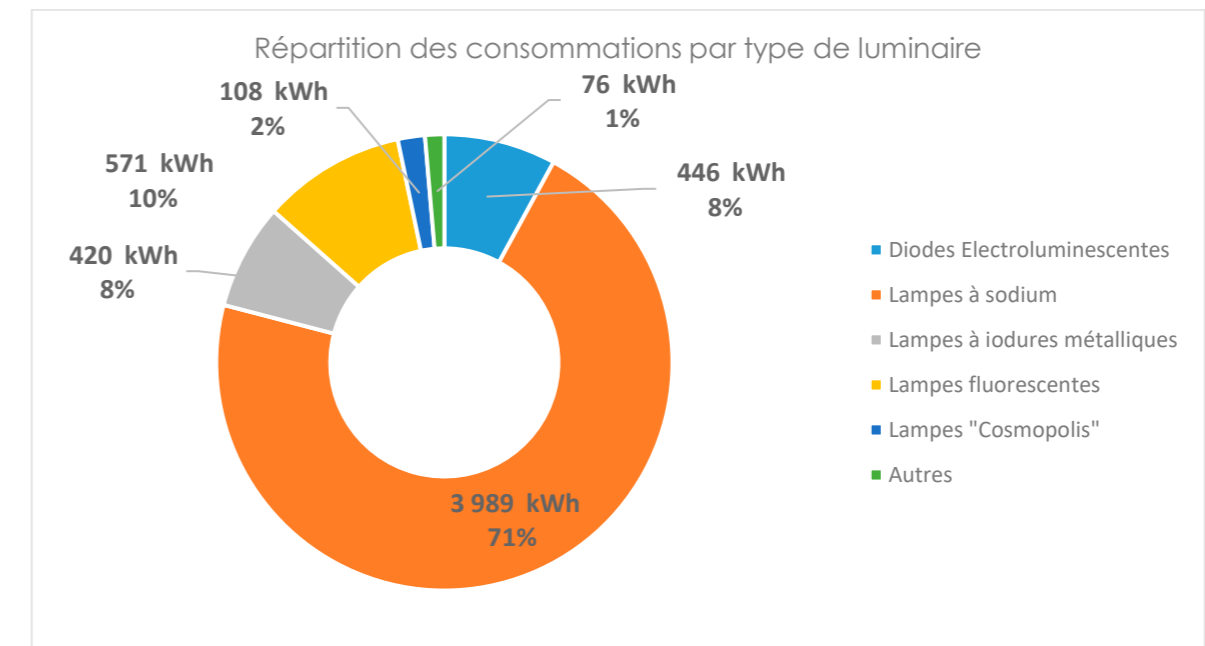


Figure 13 - Consommations d'éclairage selon le type de luminaire

1.4.2. Analyse de l'état initial carbone de la ZTL

1.4.2.1. BILAN GENERAL

Pour l'état initial ; le bilan carbone annuel de l'espace public de la ZTL (hors résidentiel) s'élève à 61396 teqCO₂. Le diagramme ci-dessous présente la répartition de ces émissions.

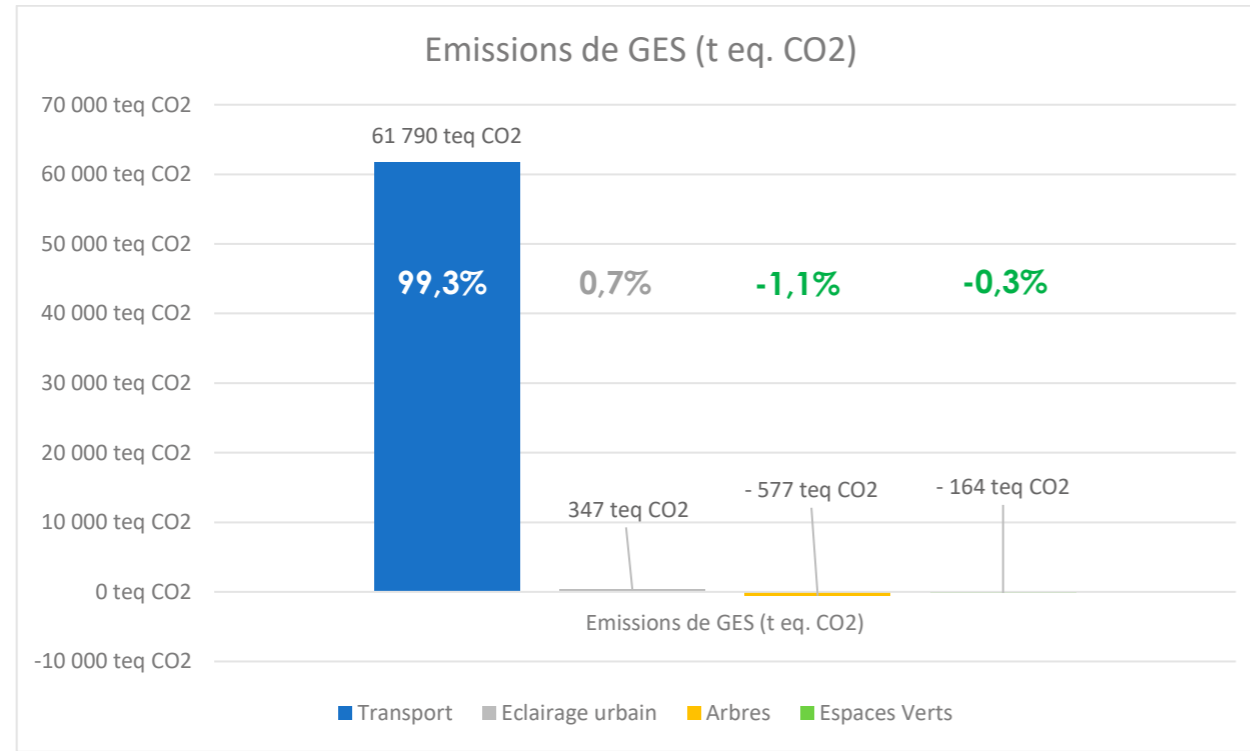


Figure 14 - Répartition des émissions de GES

Les déplacements représentent plus de 99% des émissions de GES de la ZTL.

L'éclairage public représente moins de 1% des émissions de gaz à effet de serre de la ZTL et ces émissions sont largement compensées par la séquestration carbone des espaces verts.

Au-delà de la compensation des émissions de GES liées à l'éclairage, la séquestration carbone des arbres et espaces verts permet de compenser à peine 1% des émissions liées au trafic (Sans les arbres et les espaces verts, le bilan carbone de la ZTL s'élèverait à 62136 TeqCO₂).

1.4.2.2. ANALYSE DETAILLEE DE L'IMPACT CARBONE DES DEPLACEMENTS

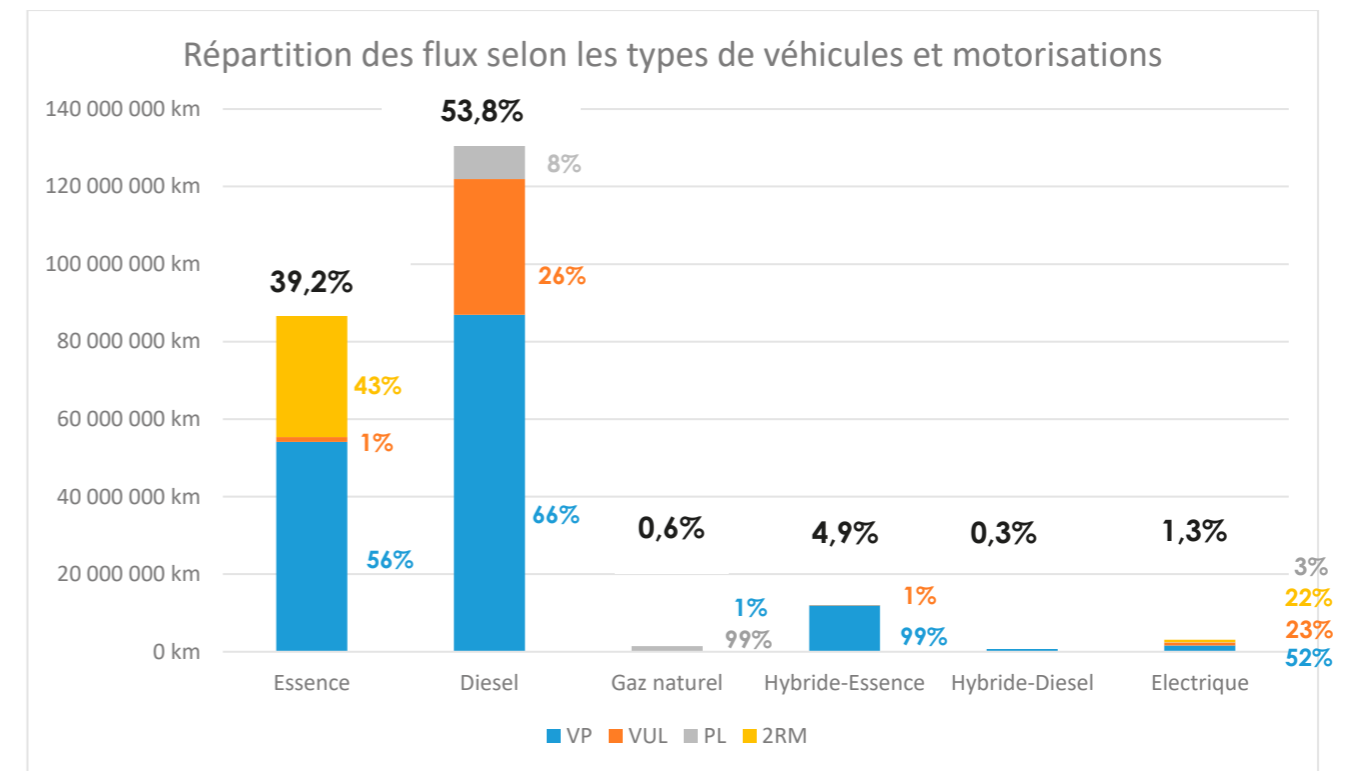


Figure 15 - Répartition des flux en fonction des motorisations et types de véhicule

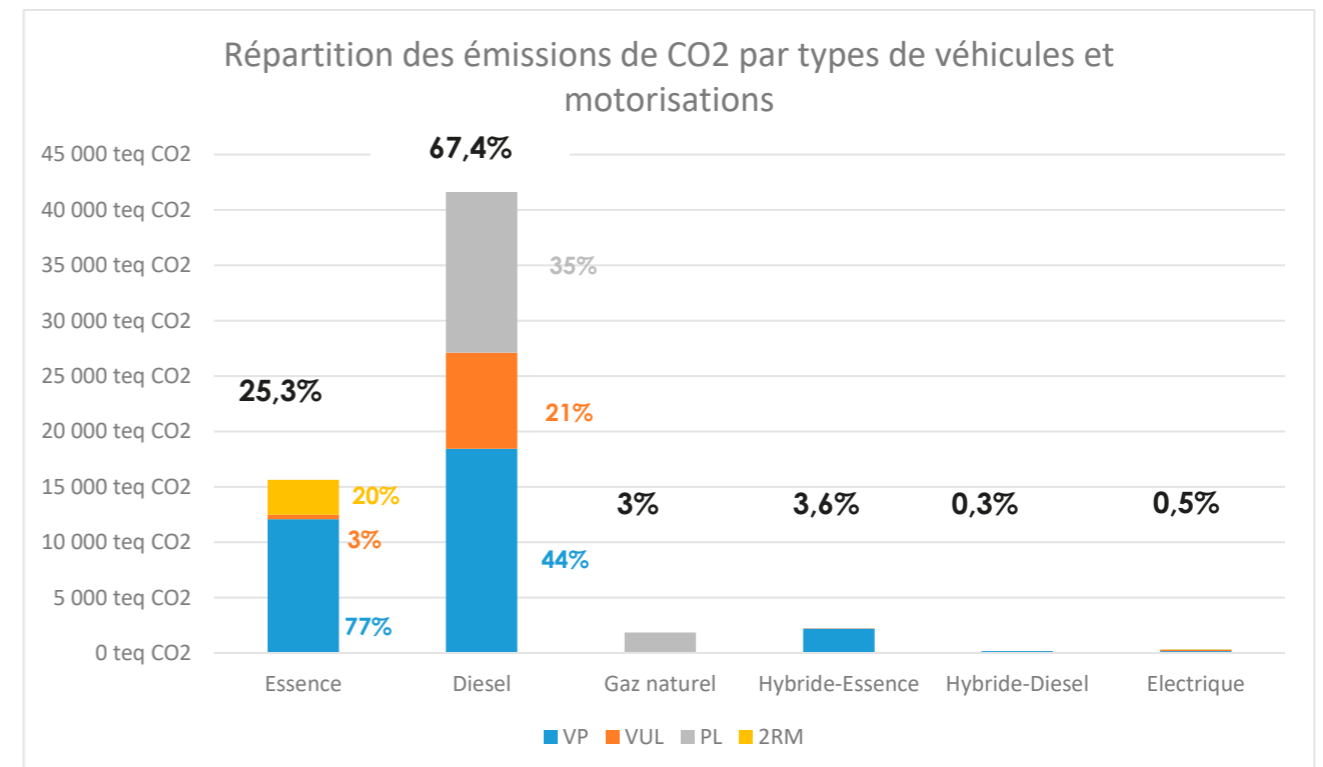


Figure 16 - Répartition des émissions de CO₂ en fonction des motorisations et types de véhicules

Les véhicules à motorisation diesel sont les plus impactants en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Ils représentent 54% des véhicules circulant dans le périmètre de la ZTL, mais 67% des émissions de CO₂ et ce malgré un facteur d'émission par km inférieur aux motorisations essence.

Cela s'explique par le fait que les émissions de CO₂ des véhicules sont liées à la puissance de leur motorisation. Par exemple, le graphique ci-dessus met en évidence l'importance des flux poids lourds, qui représentent plus de 26% des émissions de CO₂ liées aux déplacements, pour seulement 5% des flux. Cela s'explique par la puissance de leurs motorisations, alimentées presque exclusivement au diesel, qui est un carburant fortement émetteur de CO₂. Le gaz naturel utilisé par une partie des poids lourds circulant dans la ZTL, (11,5% des flux poids lourds mais 0,6% des flux totaux de véhicules) reste fortement émetteur de CO₂ mais permet de limiter les émissions des particules fines responsables de la pollution de l'air.

Les véhicules particuliers représentent 63% des flux de véhicules comptabilisés sur le périmètre de la ZTL et 53% des émissions de CO₂ associées, soit la majorité des émissions de CO₂ liées aux déplacements. Ces émissions proviennent principalement des véhicules à motorisation diesel et essence (90% du parc VP). Les deux-roues motorisés représentent respectivement 17% des flux mais seulement 5% des émissions de CO₂, grâce à leur plus petite motorisation.

Les motorisations électriques quant à elles représentent 1,3% des flux de véhicules et 0,5% des émissions de CO₂ liées aux déplacements.

Un tableau en annexe détaille les différents flux par type de véhicule, par motorisation et sur les deux périmètres, ainsi que les impacts CO₂ associés.

1.4.2.3. ANALYSE DETAILLEE DE L'IMPACT CARBONE DES ESPACES VERTS

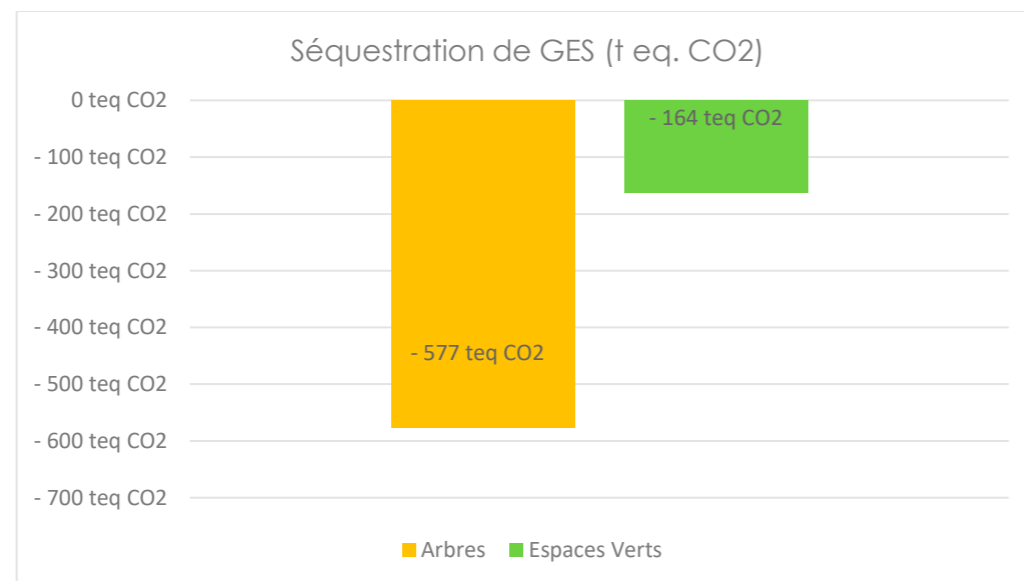


Figure 17 - Emissions de GES liées aux espaces verts

Le graphique ci-dessus détaille la répartition du stockage carbone entre les arbres et les espaces verts du périmètre de la ZTL. Les arbres permettent de stocker environ trois fois plus de CO₂ que les espaces verts. Cela s'explique par la quantité de biomasse bien plus importante dans des arbres matures présents dans le quartier (au-delà de 30 ans), par rapport à la quantité de biomasse présente dans les espaces verts composés de pelouses, arbustes, fleurs et haies.

1.4.2.4. ANALYSE DETAILLEE DE L'IMPACT CARBONE DE L'ECLAIRAGE

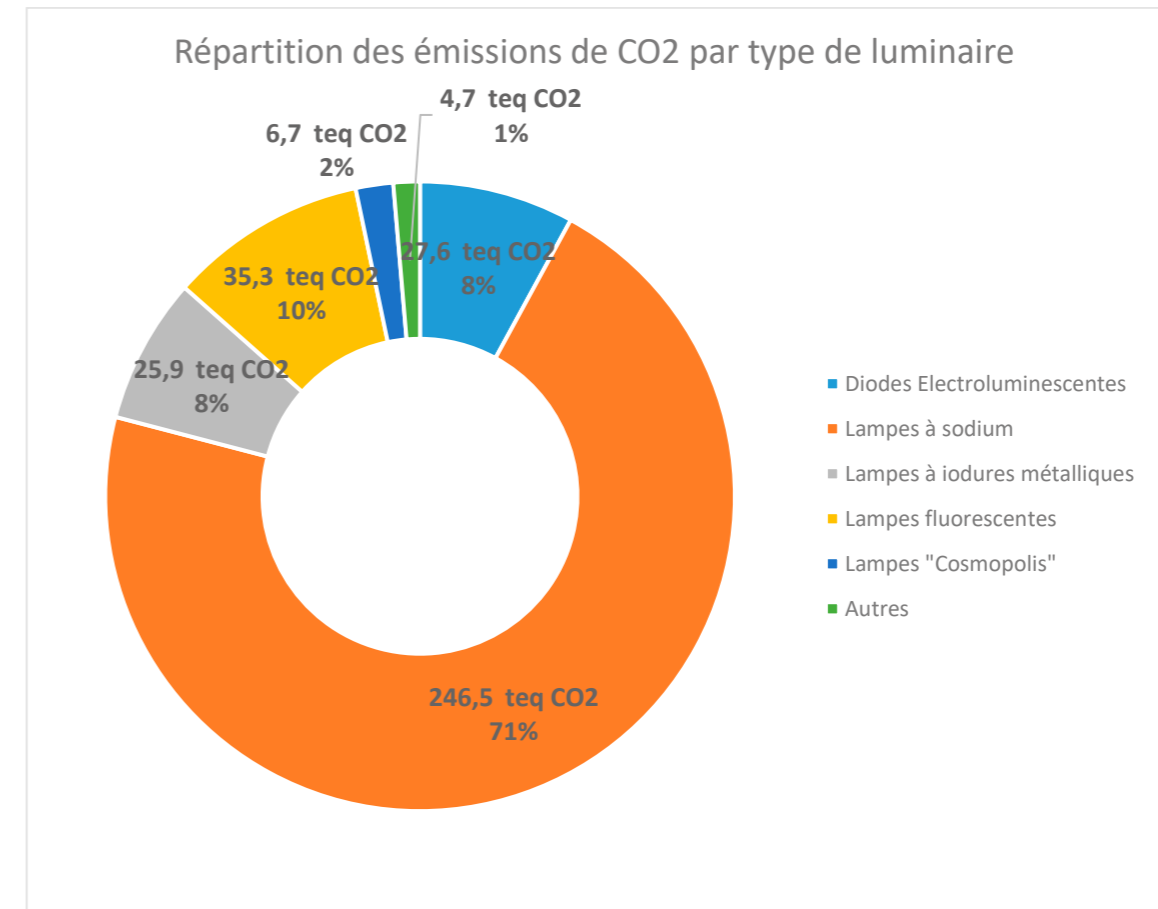


Figure 18 - Emissions de GES liées à l'éclairage

Les luminaires étant tous alimentés à l'électricité, les émissions de GES qui leur sont associées sont proportionnelles à leur consommation énergétique. Comme détaillé dans le paragraphe 1.4.1.3, les lampes à sodium, qui représentent 48% de luminaires installés, sont les plus lumineuses les plus énergivores et émettant donc le plus de gaz à effet de serre (près de 71% des émissions sur le périmètre de la ZAC).

1.4.3. Comparaison de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris

1.4.3.1. REPARTITION COMPARATIVE DES IMPACTS CARBONE ASSOCIES

1.4.3.1.1. Comparaison ZTL / Paris Intramuros

Le périmètre de la ZTL représente 5,4% de la surface de Paris intramuros. Les flux de déplacements à l'intérieur de la ZTL représentent 7,4% des flux comptabilisés sur le territoire parisien hors boulevard périphérique, et 7,5% des émissions de CO₂.

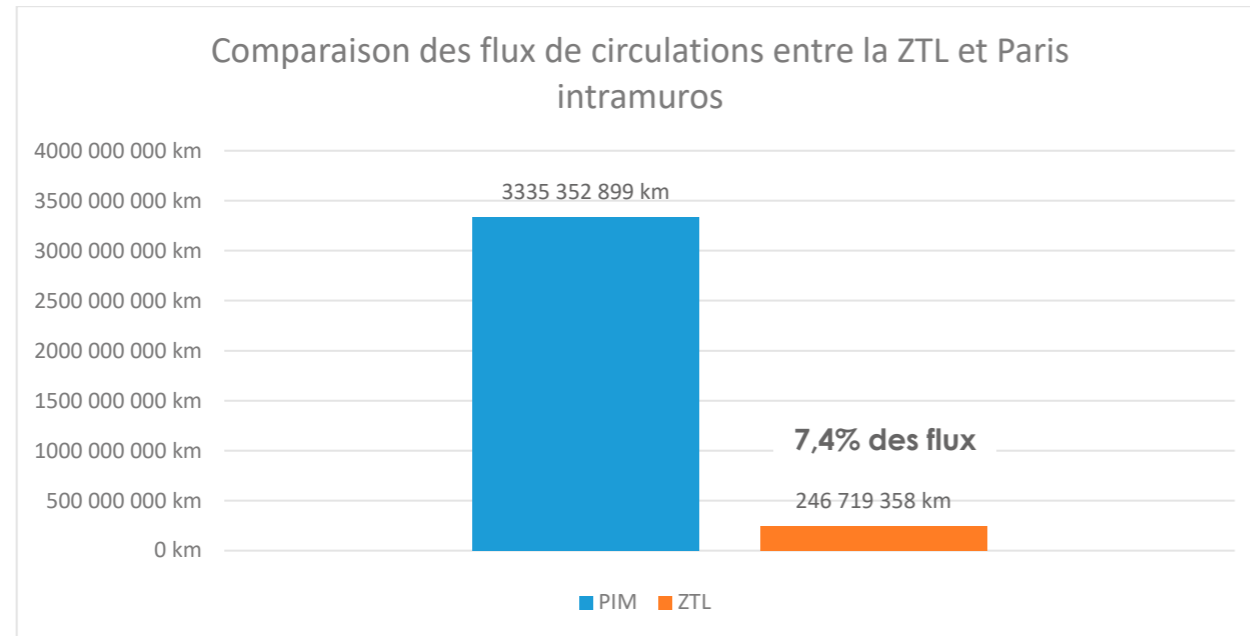


Figure 19 - Comparaison des flux de circulation ZTL - Paris intramuros (PIM)

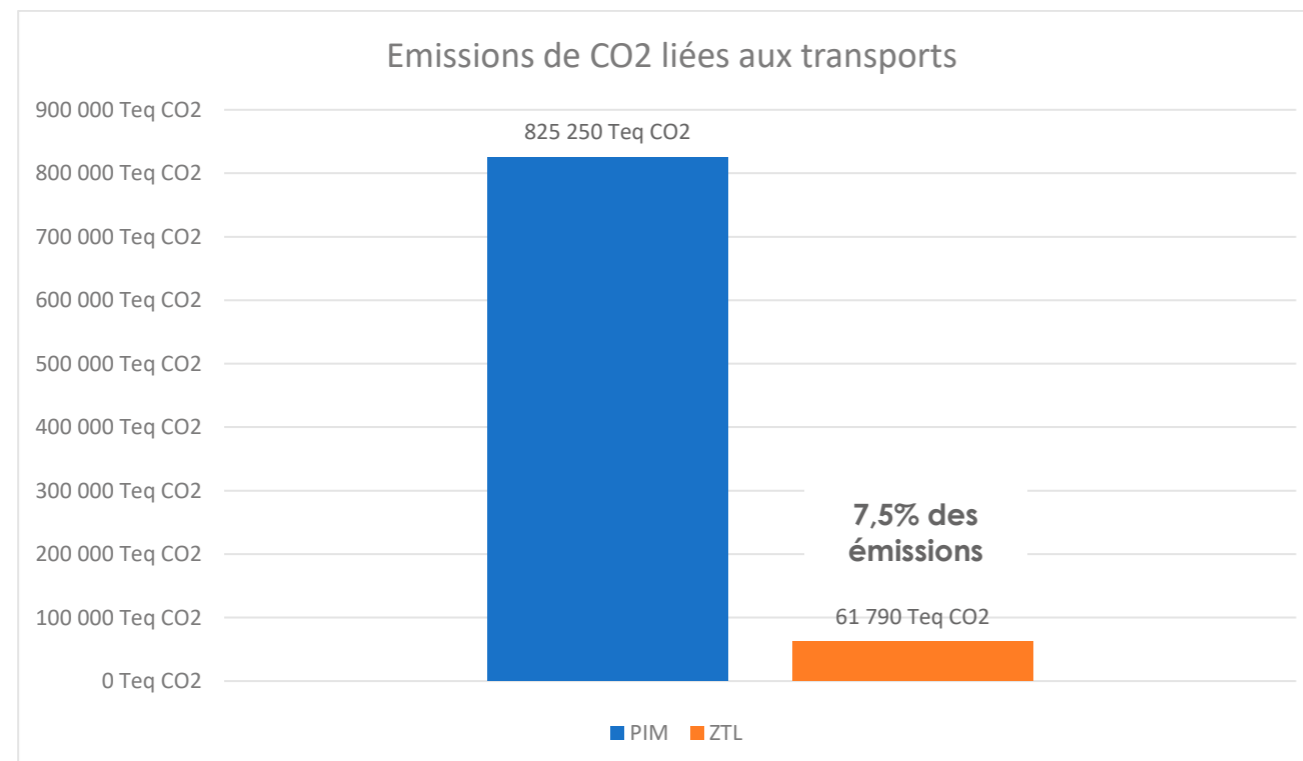


Figure 20 - Comparaison des émissions de CO₂ liées aux transports ZTL - Paris intramuros (PIM)

1.4.3.1.1. Comparaison ZTL / Paris Intramuros et Boulevard périphérique

Les flux de véhicules sur le boulevard périphérique concentrent près de 48,2% des flux de véhicules totaux comptabilisés sur le territoire parisien, boulevard périphérique inclus, et 47,6% des émissions de CO₂.

En incluant le boulevard périphérique, les flux de déplacements à l'intérieur de la ZTL représentent 3,83% des flux comptabilisés et 3,93% des émissions de CO₂.

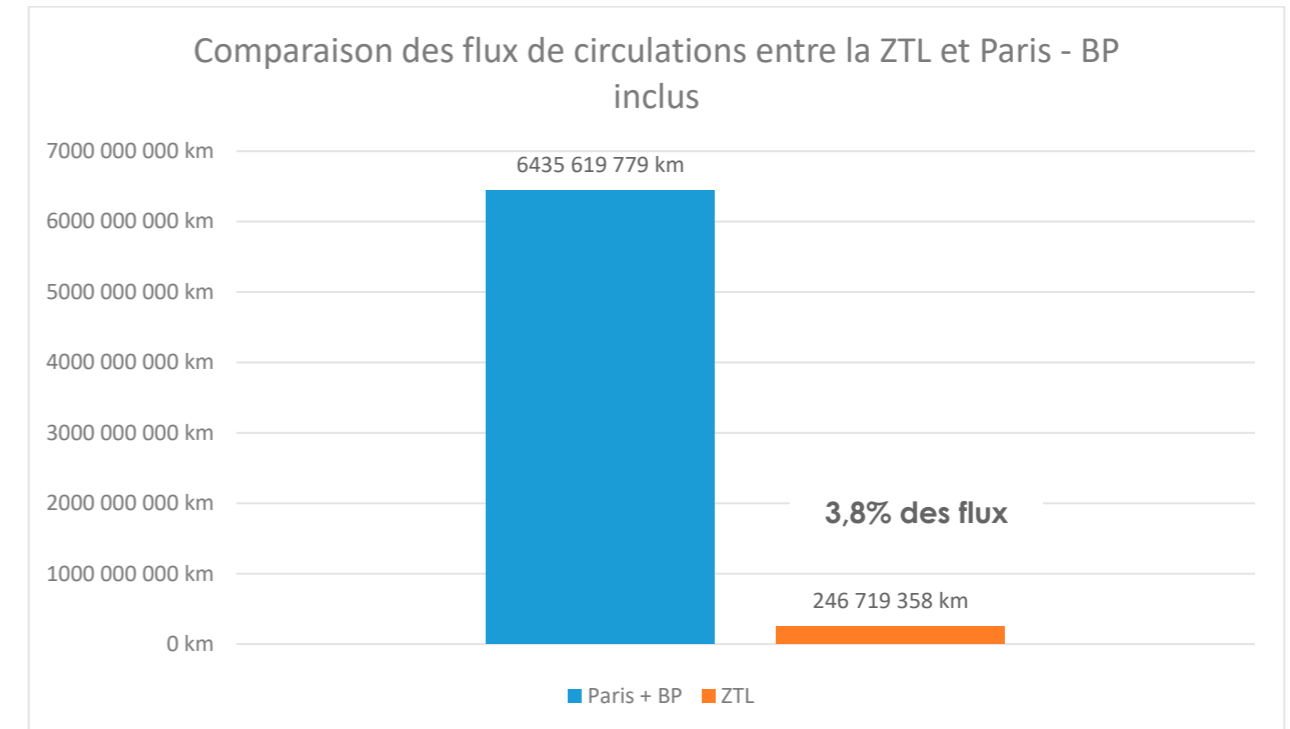


Figure 21 - Comparaison des flux de circulation ZTL - Paris et BP

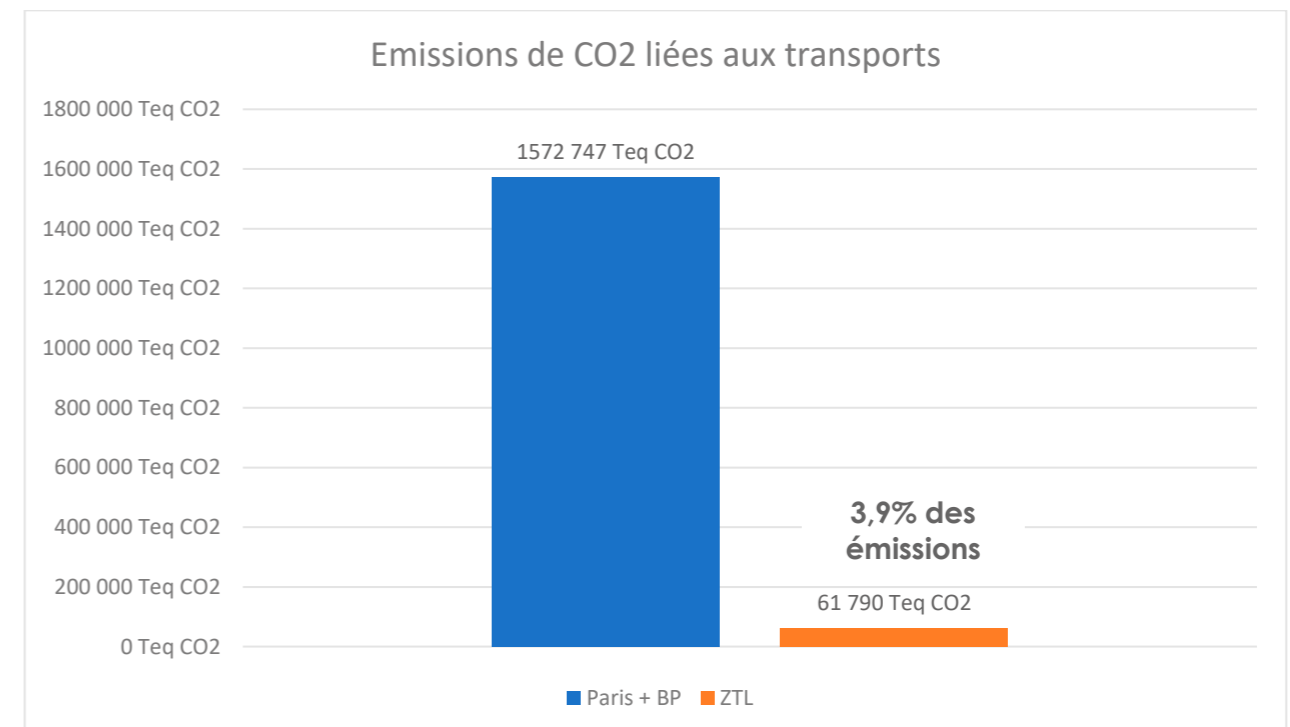


Figure 22 - Comparaison des émissions de CO₂ liées aux transports ZTL - Paris et BP

1.4.3.2. REPARTITION DES FLUX ET DES IMPACTS PAR TYPE DE VEHICULE

Le parc de véhicules roulants étant similaire entre les deux périmètres, la répartition des flux routiers et impacts CO₂ associés est équivalente entre les flux relevés dans la ZTL et ceux dans Paris et sur le boulevard périphérique.

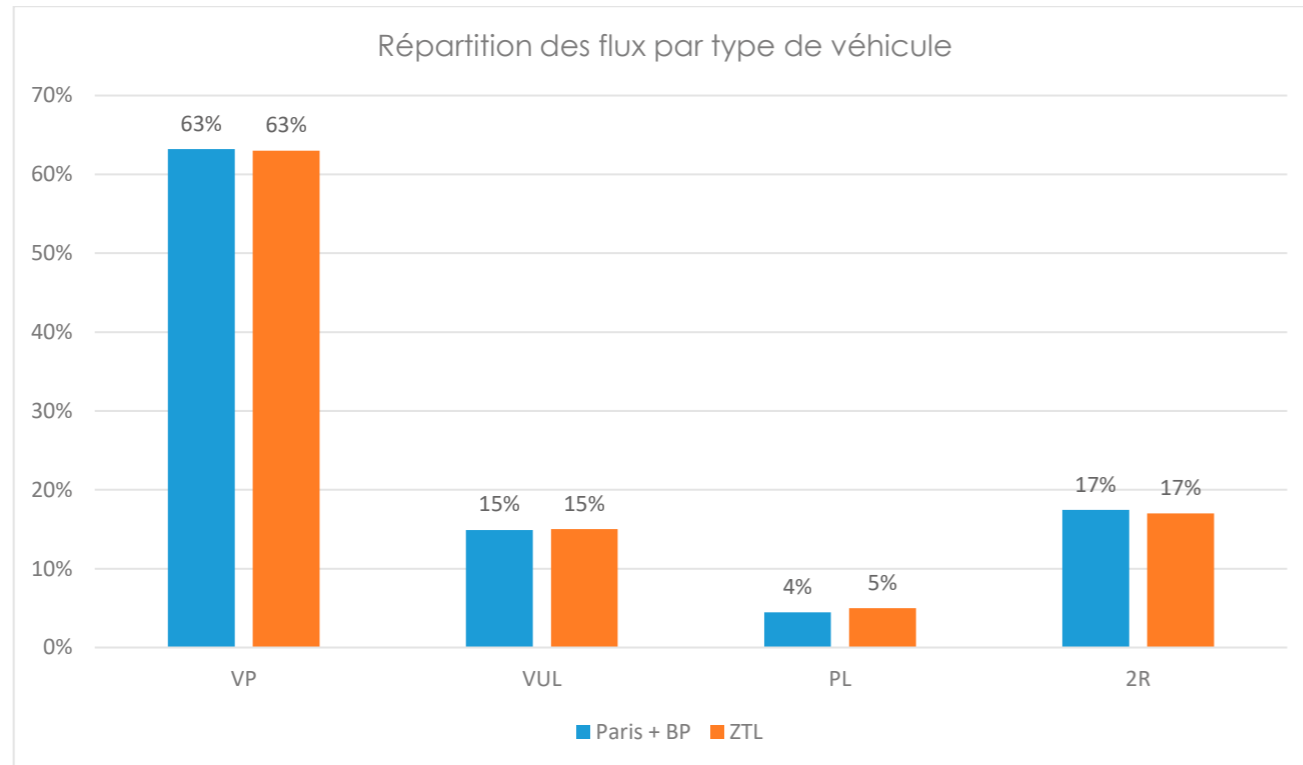


Figure 23 - Répartition des flux par type de véhicule - ZTL / Paris et BP

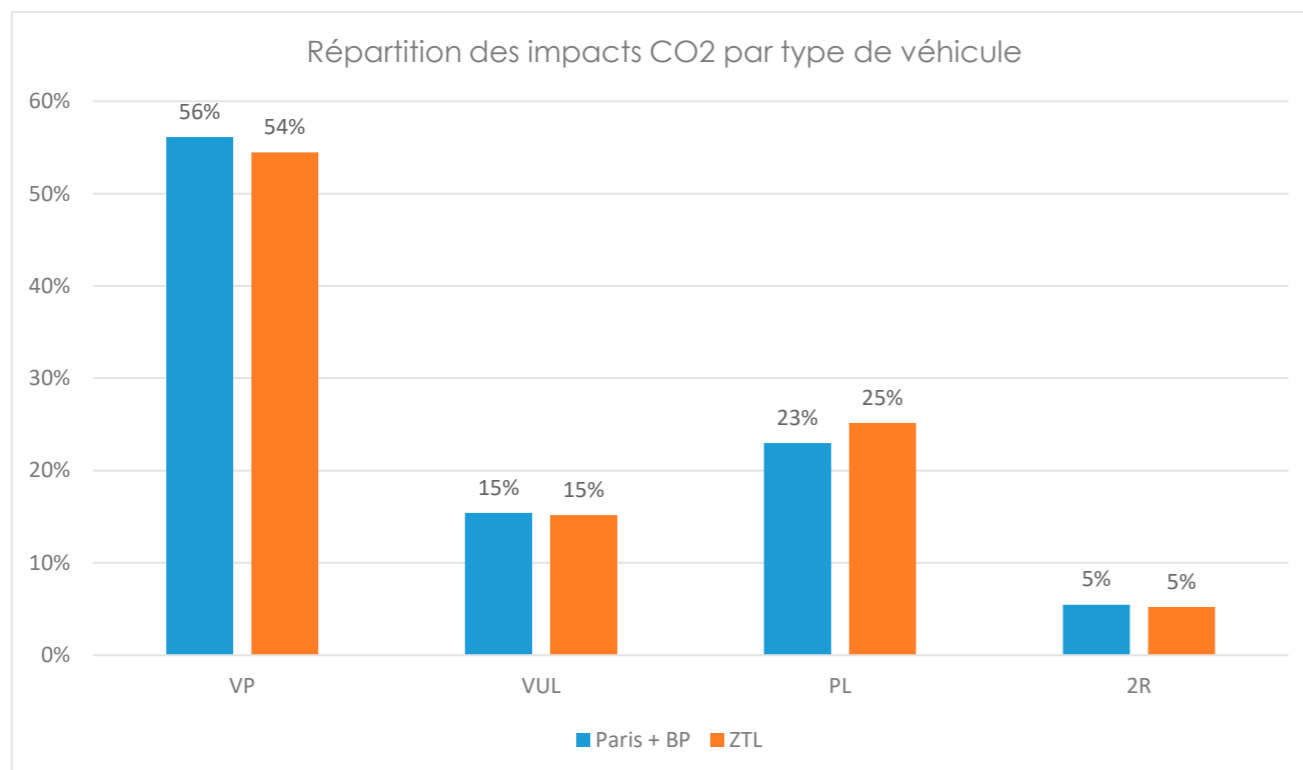


Figure 24 - Répartition des impacts CO₂ par type de véhicule - ZTL / Paris et BP

1.4.3.3. REPARTITION DES IMPACTS PAR TYPE DE CARBURANT

La répartition des impacts CO₂ par type de carburant est également équivalente entre le périmètre ZTL et Paris – Boulevard périphérique inclus.

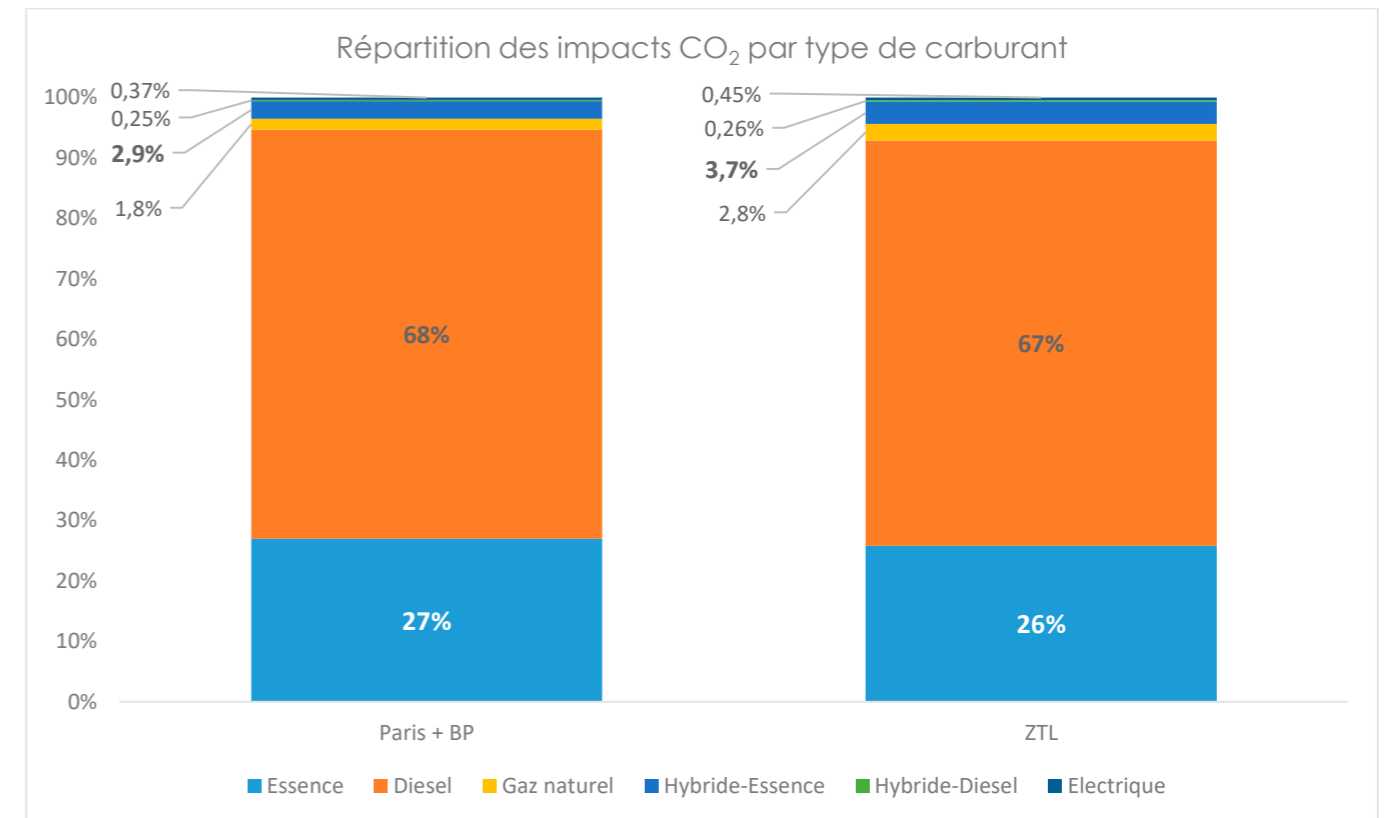


Figure 25 - Répartition des impacts CO₂ par type de carburant - ZTL / Paris et BP

1.5. ANALYSE DES SCENARIOS « FIL DE L'EAU » ET « PROJET » DU SITE

Les scénarii « fil de l'eau » et « projet » de l'aménagement de la ZTL sont évalués à horizon 2024.

1.5.1. Rappel des objectifs de la création de la ZTL

La création de la ZTL vise à réduire le nombre de véhicules motorisés traversant la zone sans s'y arrêter, afin de redonner plus d'espaces aux riverains, aux modes de transport actifs comme les piétons et les vélos et aux transports en commun.

Seuls les véhicules des services de police, de secours, les véhicules d'intérêt général, les transports en commun, les taxis et VTC, les personnes à mobilité réduite, les artisans... pourront traverser la ZTL. Le trafic de destination sera autorisé pour tous les usagers qui ont besoin d'accéder et de s'arrêter dans cette zone, tels que les résidents et les commerçants de la zone. Un descriptif plus précis du projet est détaillé [chapitre XXX](#).

1.5.2. Evolution des principaux éléments constituant le bilan

1.5.2.1. FLUX DE DEPLACEMENTS

Les flux de déplacements pour l'année 2024 sont issus des modélisations réalisées par AIMSUN. Ces flux ont été à la fois estimés pour le scénario fil de l'eau et le scénario projet. Le rapport d'AIMSUN ([voir chapitre XXX de l'étude](#)) analyse l'évolution des flux dans et hors de la ZTL. Globalement, avec la création de la ZTL, les reports se localisent autour de Paris Centre avec des augmentations de débits sur les ponts, boulevards et quais.

Les axes structurants à l'intérieur de la ZTL voient leur trafic diminuer en l'absence de transit possible. Les augmentations de trafic sont localisées aux abords immédiats de la ZTL. Le Boulevard Périphérique est impacté avec de faibles augmentations de débits au regard des volumes de trafic sur le Boulevard Périphérique.

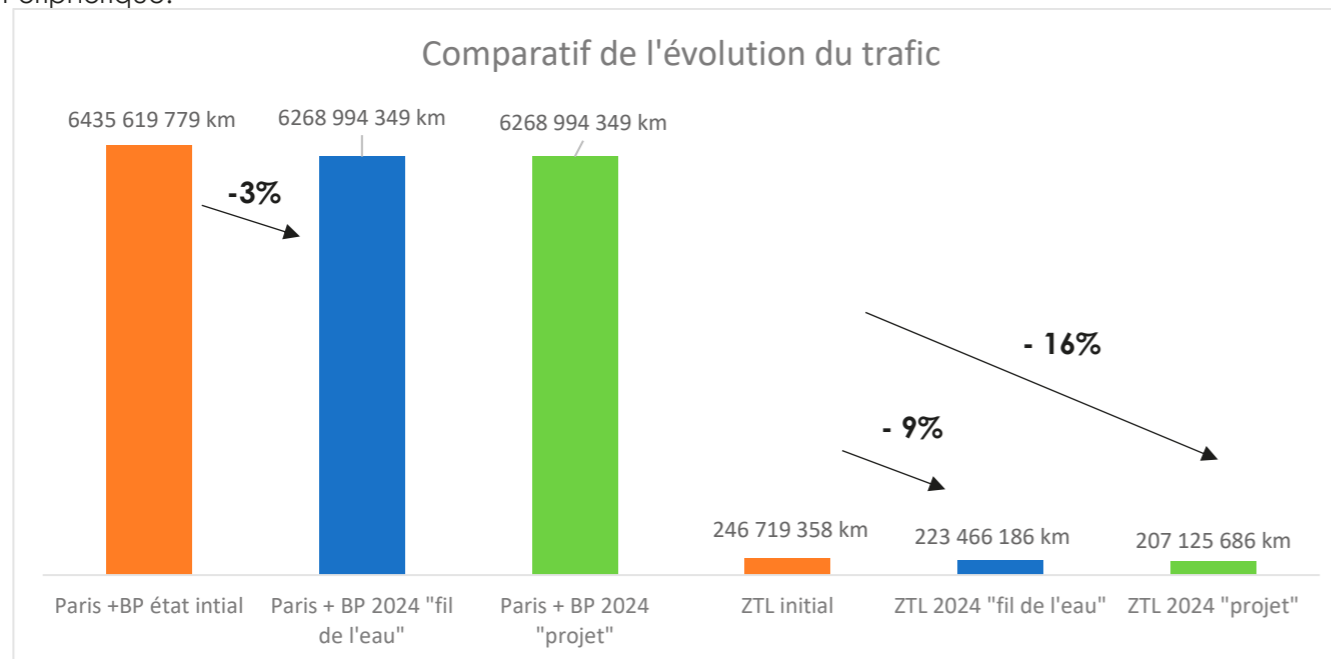


Figure 26 - Répartition du trafic routier selon les scénarios

Les modélisations fournies indiquent que le trafic à l'échelle de Paris et du boulevard périphérique diminue de 3% entre la situation initiale et 2024. Dans la ZTL, dans le scénario « fil de l'eau », on note une diminution du trafic de 9%. Le scénario projet permet une réduction des flux de 7,3% par rapport au scénario fil de l'eau, soit une diminution de 16% sur ce périmètre par rapport à l'état initial. Les reports de trafic sont négligeables sur le périmètre de Paris intramuros et non visibles à l'échelle du boulevard périphérique.

Dans le scénario « fil de l'eau », le trafic routier au sein de la ZTL représente 3,6% des flux du périmètre paris intramuros et boulevard périphérique inclus, contre 3,3 % pour le scénario de création de la ZTL.

1.5.2.2. MOTORISATIONS

La répartition des motorisations s'appuie sur les données de l'enquête plaque réalisée par la Ville de Paris en 2019 et projetée à l'horizon 2024.

Les hypothèses retenues par le CITEPA pour les évolutions projetées de parc entre 2019 et 2024 se basent sur les réglementations en vigueur, et ne tiennent pas compte des évolutions réglementaires en projet mais non encore approuvées.

• ZTL

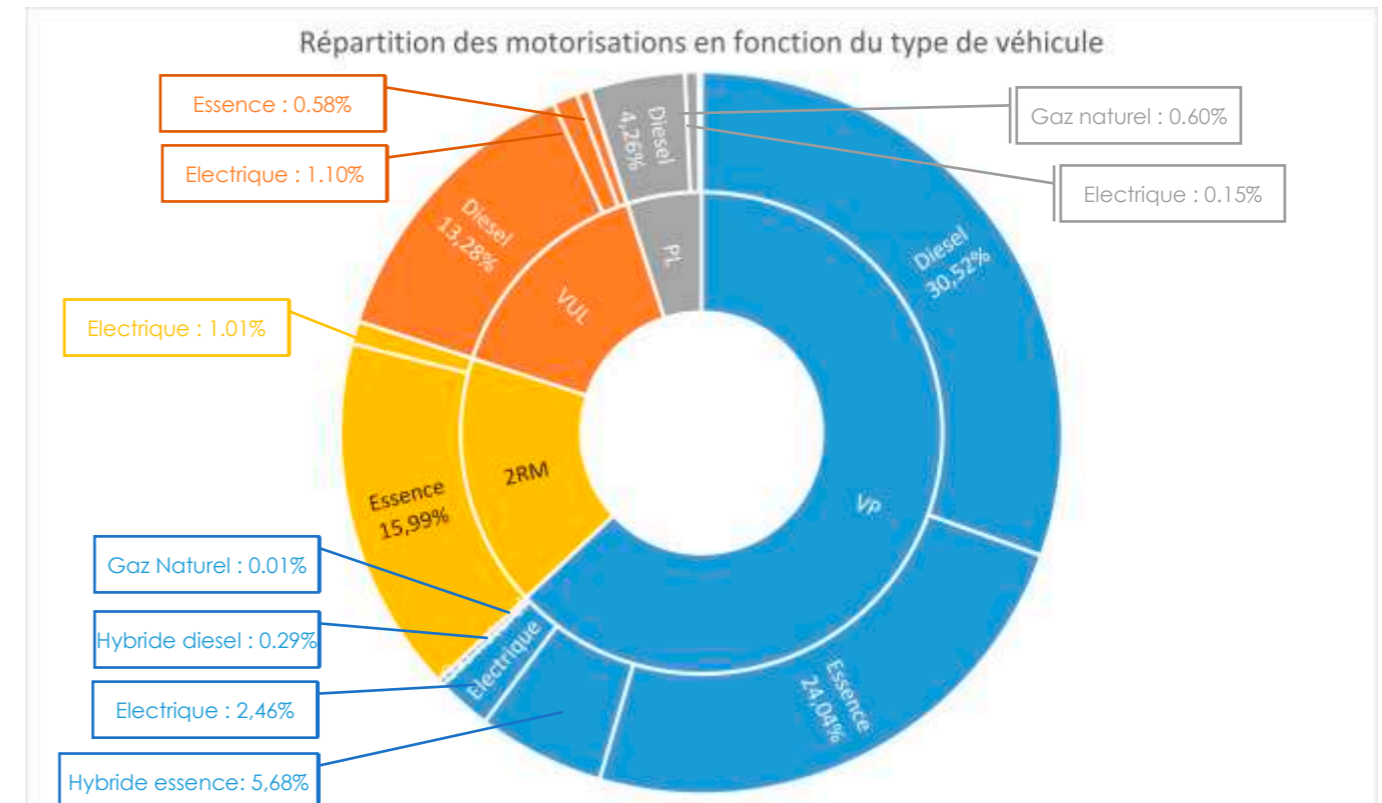


Figure 27 - Répartition des motorisations circulant dans la ZTL dans le scénario « fil de l'eau » en 2024

En 2024, dans Paris intramuros et sur le périmètre de la ZTL, les motorisations diesel et essence, représentent un peu moins de 89% des flux, soit une baisse de 5 points par rapport à l'état initial. Cette diminution s'explique par une réduction importante des motorisations diesel (-6%), une légère augmentation des motorisations gaz (+3%), hybrides (+17%) et essence (+4%), ainsi qu'une multiplication par 4 de la part de véhicules électriques dans le parc roulant.

La répartition des flux entre les véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers, poids lourds et 2 roues motorisés est identique entre l'état initial et 2024. Néanmoins, on peut noter une baisse importante des motorisations diesel pour les véhicules particuliers (-13%), au profit des motorisations essence (+ 9%), hybrides (+16%) et surtout électriques (+ 368%).

Pour les poids lourds, l'augmentation de la part de motorisations gaz et électrique correspond principalement au remplacement progressif des motorisations diesel des bus de transport en commun par ces motorisations plus propres, selon les objectifs du « plan bus 2025 » de la RATP.

L'augmentation des motorisations électriques est également importante pour les VUL et 2 roues motorisés (+370% environ), ce qui permet de réduire la part de motorisations diesel pour les VUL (-7%) et essence pour les 2 roues motorisés (-10%).

• Paris intramuros boulevard périphérique inclus

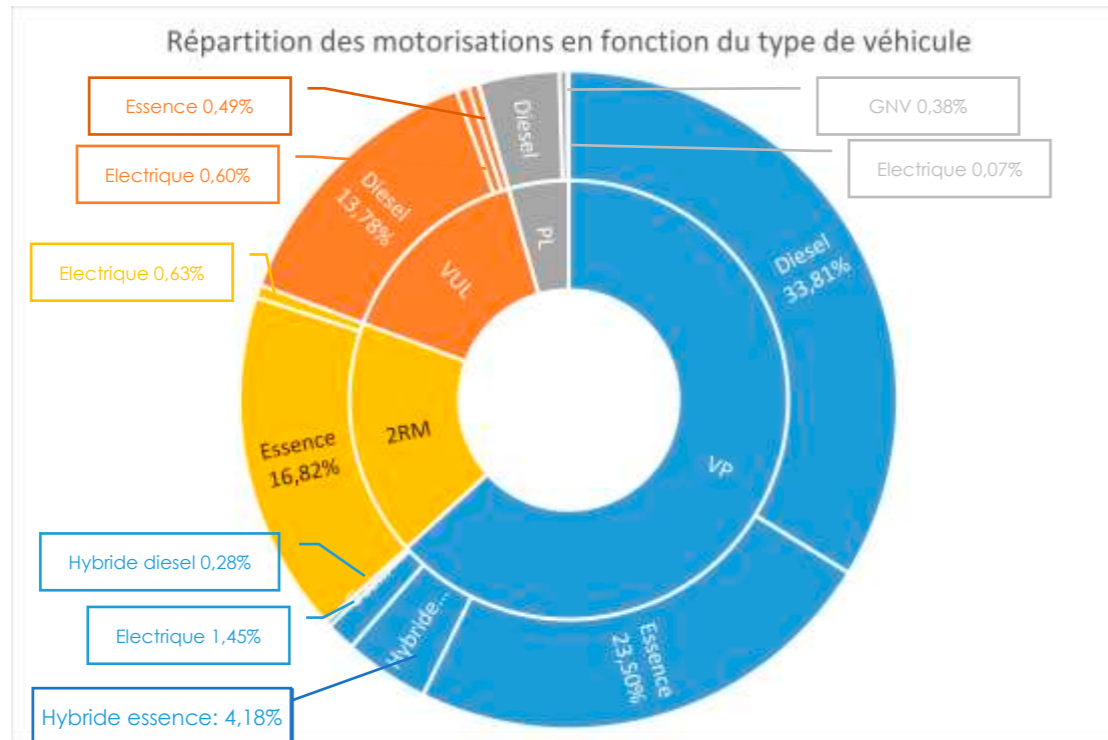


Figure 28 - Répartition moyenne des motorisations circulant dans Paris et sur le Boulevard périphérique en 2024

Si l'on considère le périmètre Paris intramuros et boulevard périphérique, la répartition des motorisations reste similaire à celle de Paris intramuros. Les motorisations diesel et essence, représentent un peu moins de 92,4% des flux, soit une baisse de 2 points par rapport à l'état initial. Les évolutions des motorisations et de répartitions du parc roulant sont similaires aux évolutions observées pour le seul périmètre de Paris intramuros, avec cependant une part de véhicules hybrides et électriques légèrement inférieure sur ce périmètre élargi : 7,2% du parc roulant contre près de 11% dans Paris intramuros, tout type de véhicules confondus.

Un tableau en annexe détaille les différents flux par type de véhicule, par motorisation et sur les deux périmètres, ainsi que les émissions de CO₂ associées.

1.5.2.3. ESPACES VERTS

En l'absence de données précises sur les éventuelles futures plantations d'arbres ou aménagements d'espaces verts au sein de la ZTL, les surfaces d'espaces verts et d'arbres plantés sont considérés comme identiques entre l'état initial et 2024

1.5.2.4. ECLAIRAGE

En l'absence de données précises sur l'évolution du parc lumineux au sein de la ZTL, et notamment le remplacement progressif des lampes à sodium par des LED, les consommations énergétiques et émissions de GES associées sont considérées comme constantes entre la situation initiale et 2024.

1.5.3. Evolution des émissions de GES de la ZTL selon les différents scénarios

1.5.3.1. COMPARAISON DE L'IMPACT GLOBAL DES DIFFERENTS SCENARIOS

Le scénario projet permet de réduire de 7,3% des émissions de GES au sein du périmètre de la ZTL, grâce à la réduction des flux de transports de 7,3 %, par rapport au scénario « fil de l'eau ».

Comme pour l'état initial, les émissions de GES liées à l'éclairage, ainsi que la part de séquestration carbone des arbres et espaces verts du périmètre représentent une part infime du bilan global de la ZTL (respectivement 0,3 et 1,1%) et leur contribution au bilan carbone du périmètre reste inchangée.

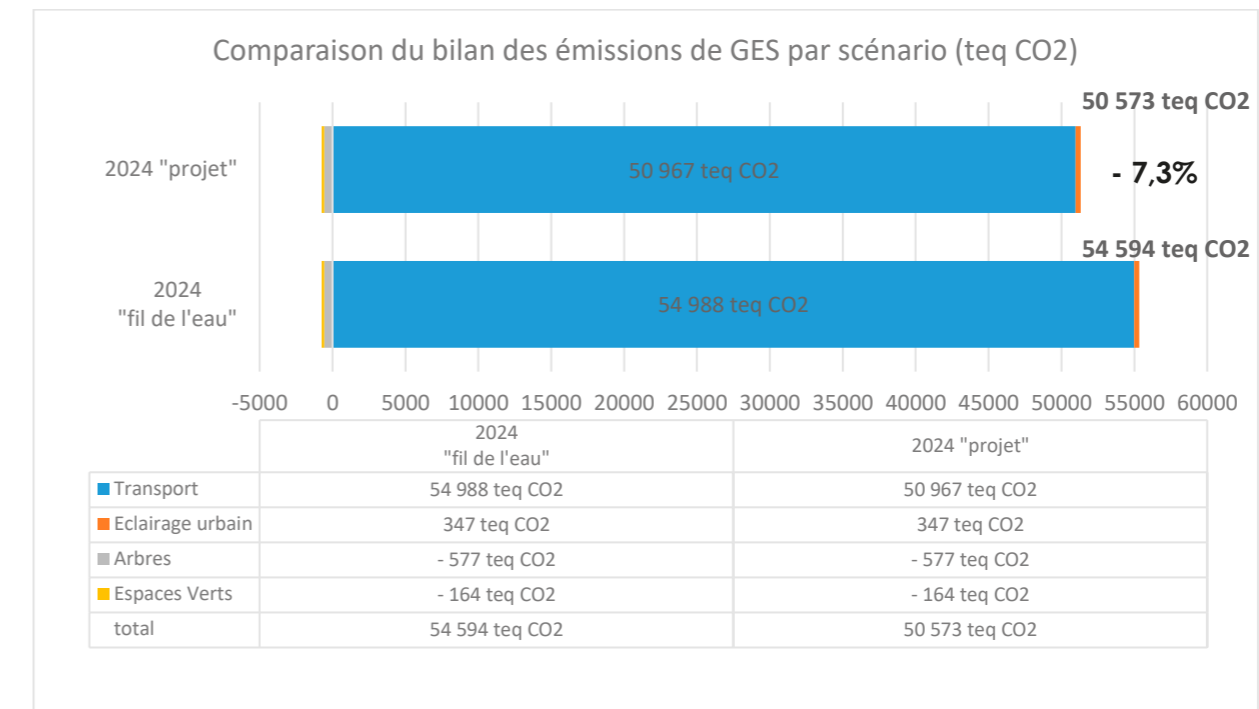


Figure 29 - Comparaison de l'impact carbone global des différents scénarios

1.5.3.2. EVOLUTION DE L'IMPACT CARBONE DES DEPLACEMENTS

En 2024, le parc roulant intègre une part importante de motorisations hybrides et électriques (10,5% du parc contre 4,5% en 2019). Cette évolution du parc induit une baisse des émissions de GES de près de 2% à trafic constant.

Les comptages routiers modélisés pour les 2 scénarios ne mettent pas en évidence de changement de répartition des typologies de véhicules circulant dans la ZTL, entre le scénario fil de l'eau et le scénario projet.

Les figures de la page suivante présentent les flux et les émissions de CO₂ associés au scénario fil de l'eau et au scénario avec projet ZTL, dans le périmètre de la ZTL.

1.5.3.2.1. Répartition de l'impact carbone des déplacements – Scénario Fil de l'eau

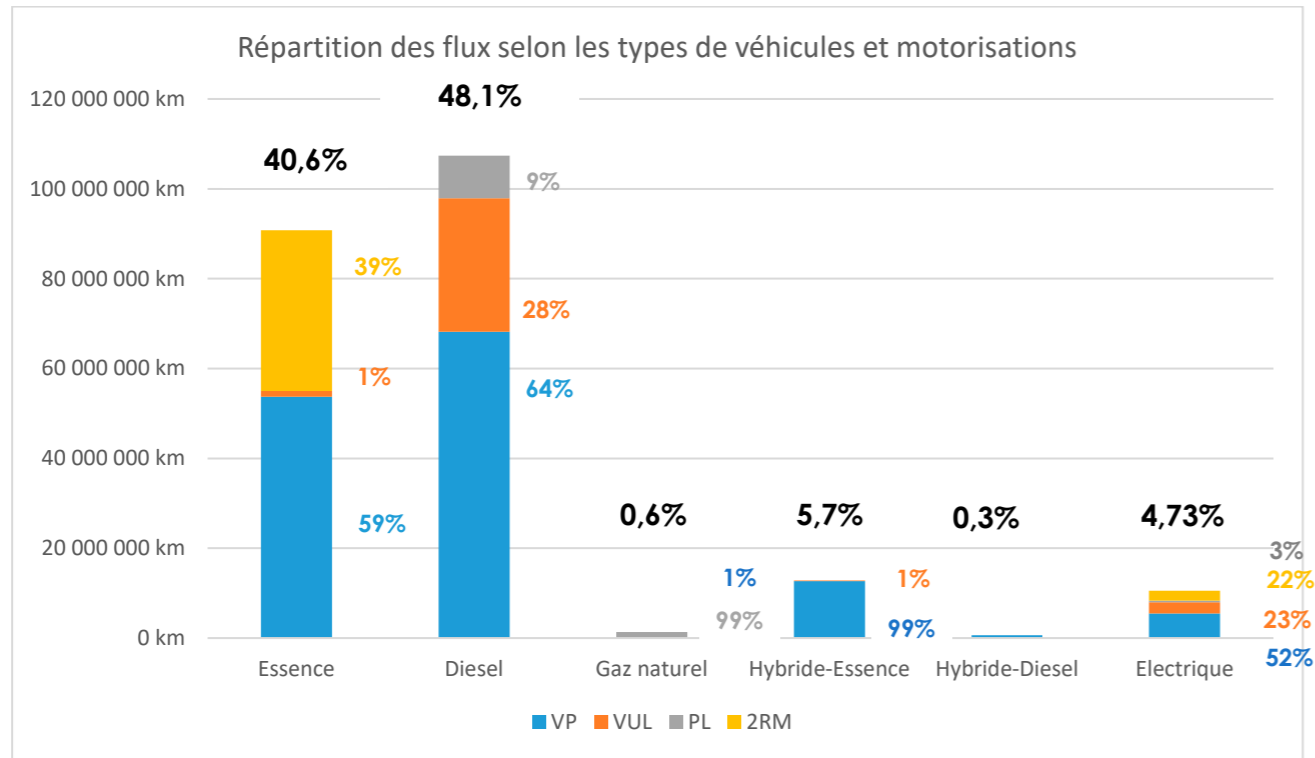


Figure 30 Répartition des flux dans la ZTL - scénario fil de l'eau

1.5.3.2.2. Répartition Analyse de l'impact carbone des déplacements - Scénario Projet

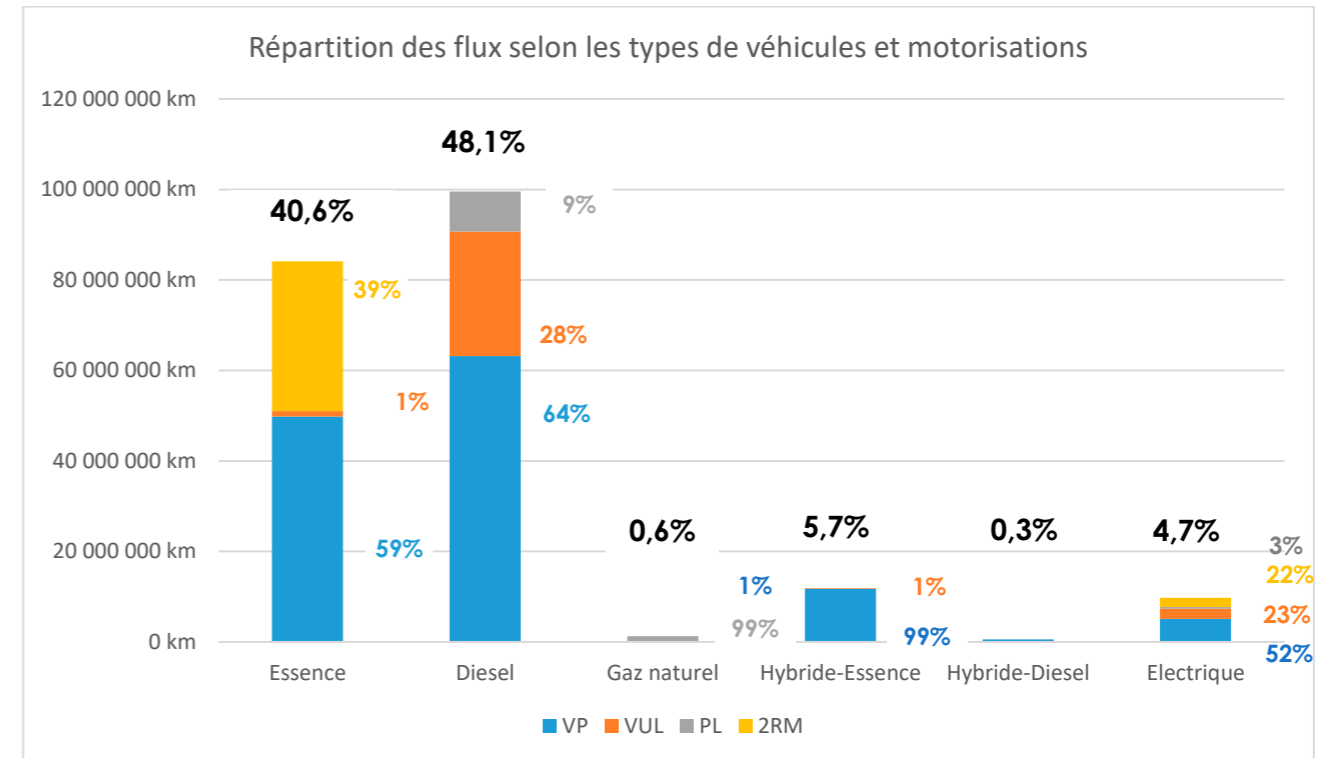


Figure 32 - Répartition des flux dans la ZTL - scénario projet

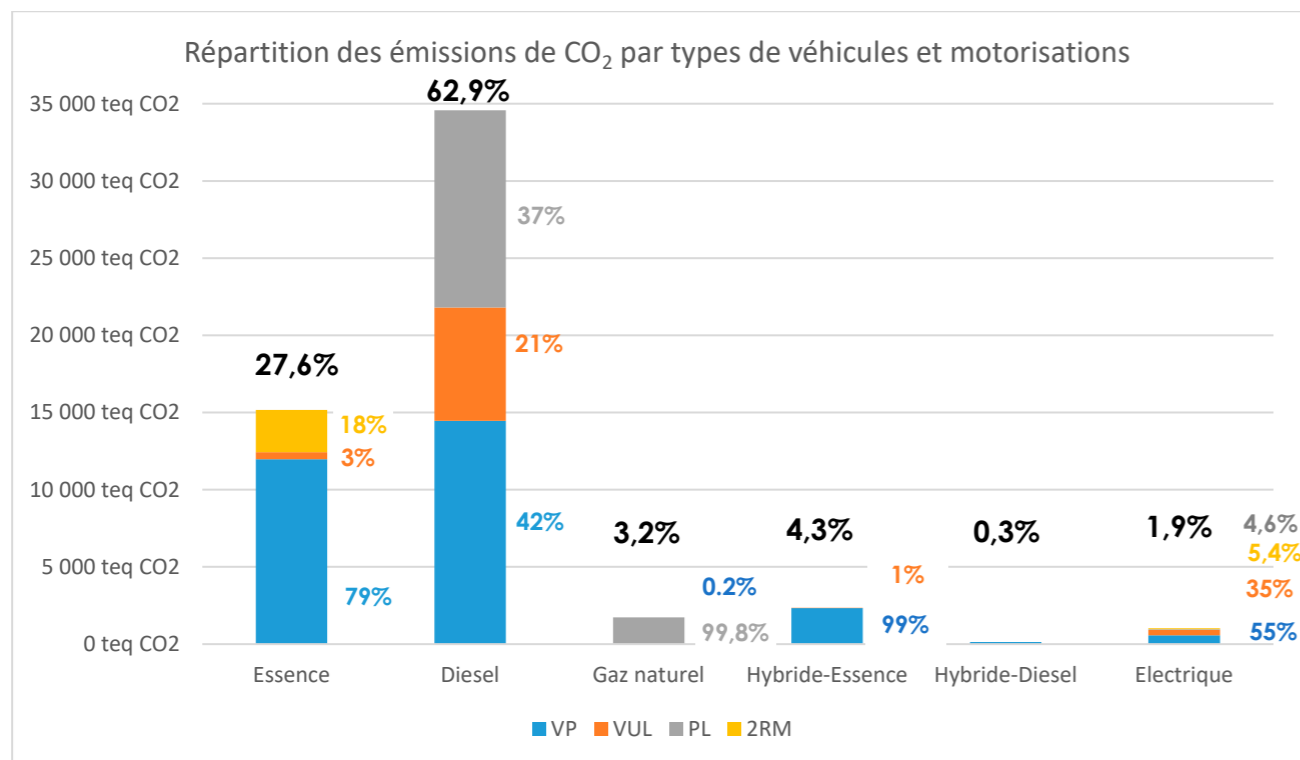


Figure 31 - Répartition des impacts CO₂ dans la ZTL - scénario fil de l'eau

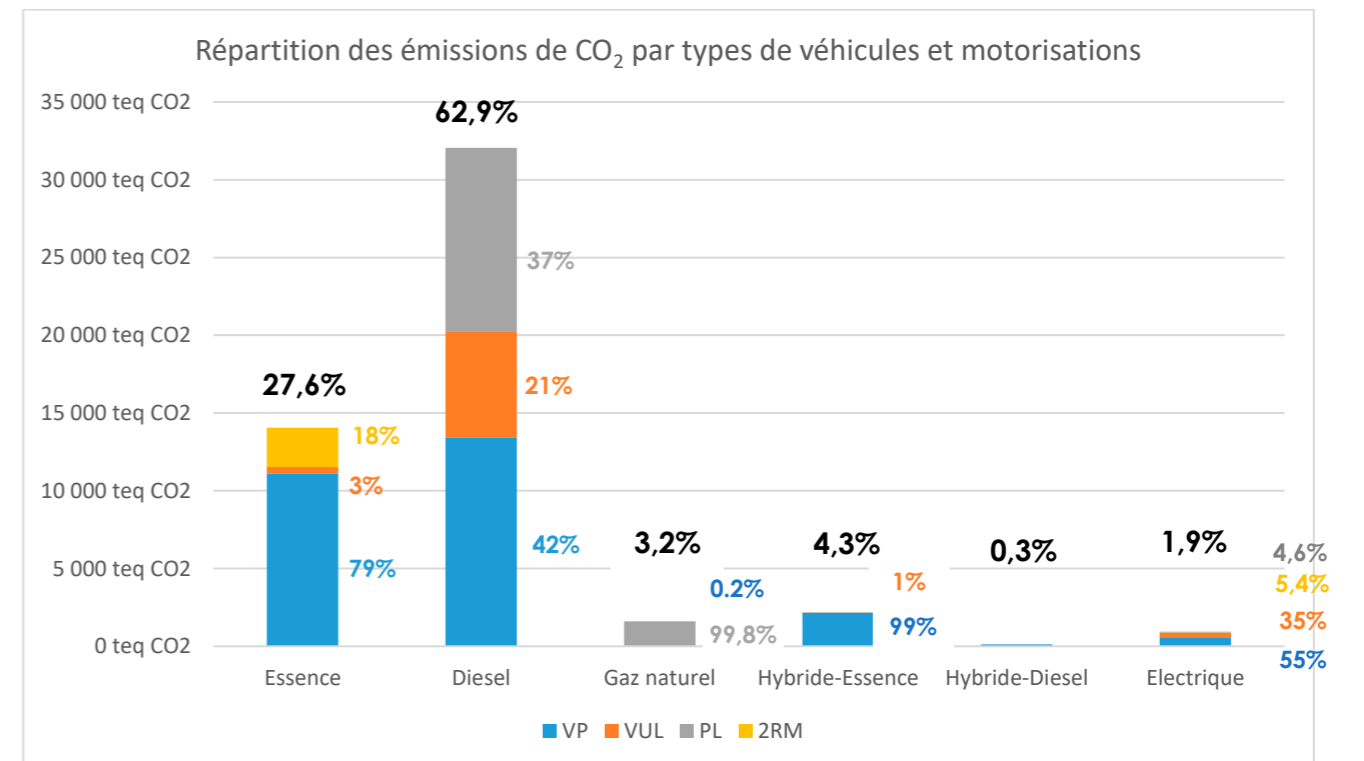


Figure 33 - Répartition des impacts CO₂ dans la ZTL - scénario projet

1.5.4. Evolution de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris (hors boulevard périphérique)

1.5.4.1. REPARTITION COMPARATIVE DES IMPACTS CARBONE ASSOCIES

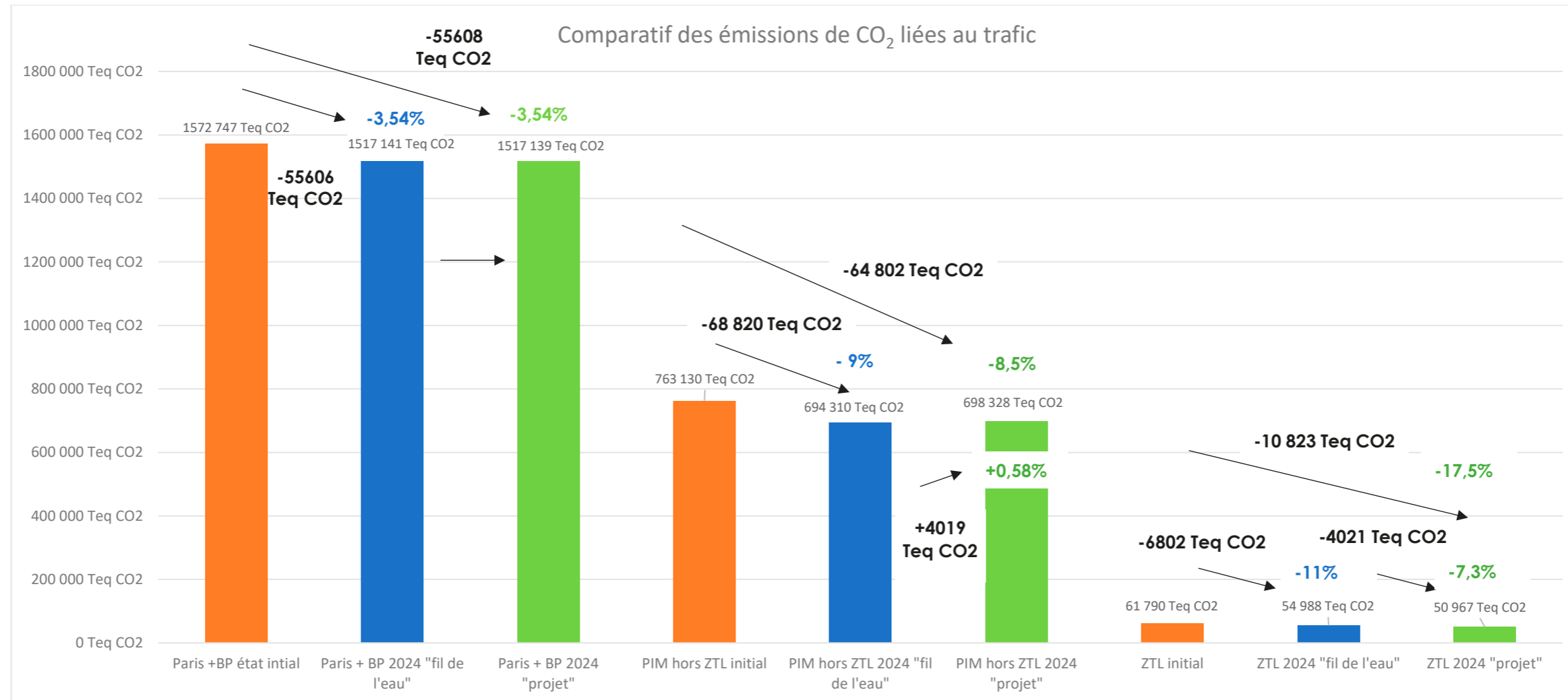


Figure 34 - Evolution des émissions de GES dans Paris + BP, PIM hors ZTL et ZTL

Le graphique ci-dessus permet d'évaluer l'évolution des émissions de GES en fonction des scénarios.

A l'échelle de Paris et du Boulevard périphérique, les émissions de GES diminuent de 3,57% entre l'état initial et 2024, que ce soit pour le scénario fil de l'eau ou le projet. Il n'y a donc pas d'augmentation d'émissions de GES liées à la création de la ZTL sur ce périmètre.

En ce qui concerne Paris intramuros hors ZTL, la diminution de trafic est plus importante entre l'état initial et le scénario fil de l'eau avec près de 9% de baisse des émissions de GES associées. La création de la ZTL n'entraîne qu'une augmentation mineure des GES par rapport au scénario fil de l'eau, de l'ordre de + 0,58%

La création de la ZTL permet de réduire les émissions de GES de 7,5% dans son périmètre par rapport au scénario fil de l'eau,

Au global sur tout Paris, la mise en place de la ZTL génère moins de 1% d'augmentation des émissions de GES dans Paris intramuros. L'impact de la mise en œuvre de la ZTL à l'échelle de la Ville de Paris est donc neutre vis-à-vis du bilan carbone.

1.5.5. Limites de l'analyse/étude

Le scénario projet prend pour hypothèse une diminution équivalente de toutes les catégories de véhicules au sein de la ZTL en 2024. Etant donné les restrictions de trafic qui seront mises en place, dont l'objectif est de restreindre l'accès aux véhicules transitant sur le périmètre et donc à privilégier l'accès aux riverains et personnes se rendant dans la ZTL pour leurs activités (livreurs, artisans...), il est possible que dans la réalité, la répartition des flux routiers évolue différemment selon les catégories de véhicules (véhicules particuliers, poids lourds ou véhicules utilitaires légers...). La réalisation d'enquêtes de composition du trafic routier après la mise en place de la ZTL permettrait d'affiner ces hypothèses et de préciser les données.

1.6. CONCLUSION GENERALE

En conclusion, les flux de transports routiers sont la composante la plus impactante du bilan carbone de la ZTL. La majeure partie de ces émissions provient des motorisations fonctionnant avec des énergies fossiles, en particulier diesel. Les motorisations hybrides et électriques restent aujourd'hui encore très minoritaires parmi les véhicules circulant dans le périmètre.

Les flux de poids lourds au sein du périmètre de la ZTL ne représentent que 5% des flux mais génèrent près de 25% des émissions de CO₂ liées aux transports.

Les arbres et espaces verts présents dans le périmètre, grâce à leur capacité à séquestrer du carbone, permettent de compenser la totalité des émissions de CO₂ générées par l'éclairage public mais représentent une part infime du bilan en comparaison avec les émissions générées par les transports.

Les arrondissements centraux qui composent le futur périmètre de la ZTL représentent 5,4% du territoire de la capitale, mais concentrent 7,4% des flux routiers et 7,5% des émissions de CO₂ associées, hors boulevard périphérique.

La création de la ZTL permettrait de baisser les émissions de CO₂ au sein de ce périmètre de près de 7,3% par rapport au scénario « fil de l'eau », sans créer d'augmentation significative du trafic sur le reste de la capitale : moins de 1% d'augmentation dans Paris intramuros, et pas de report visible sur le boulevard périphérique.

Au global, la variation des émissions de GES sur le périmètre d'étude liée à la mise en œuvre de la ZTL est donc neutre vis-à-vis du bilan carbone de la ville.

Enjeu lié au bilan carbone de la ZTL

Les émissions de CO₂ liées au transport routier à l'intérieur de la ZTL sont générées principalement par les véhicules fonctionnant avec des motorisations diesel et plus particulièrement par les flux de poids lourds. La séquestration carbone des arbres et espaces verts présents dans le périmètre ne permet pas de compenser, même partiellement ces émissions.

Par rapport au scénario fil de l'eau, la création de la ZTL conduit à une évolution négligeable des émissions de GES sur le territoire parisien.

Par conséquent, la création de la ZTL est neutre du point de vue du bilan carbone de la Ville de Paris.

L'analyse des scénarios fil de l'eau et projet prend en compte l'évolution projetée du parc roulant, qui prévoit le remplacement progressif des véhicules alimentés par des carburants fossiles, par des véhicules hybrides et électriques.

A terme, l'apaisement du trafic dans le centre de Paris qui résultera de la mise en œuvre de la ZTL permettra de récupérer de l'espace pour les modes actifs et les transports communs, et conduira donc à de nouveaux gains d'émissions de GES; des espaces pourront aussi être gagnés pour plus de végétation dans la Ville, ce qui sera également bénéfique en matière de bilan carbone. Ces bénéfices induits n'ont pas été chiffrés dans le cadre de ce travail.

L'enjeu lié au bilan carbone du quartier est : **Fort**

2. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

La présente note est établie conformément aux articles R122-1 et suivants et R123-1 et suivants du Code de l'Environnement. Elle recense l'ensemble des méthodologies employées pour réaliser l'étude d'impact et notamment pour évaluer les effets du projet sur l'environnement.

Cette analyse a pour objectif, non seulement de décrire le processus d'étude et les méthodes utilisées pour l'analyse de l'état initial et des impacts, mais également de faire état des difficultés de nature technique ou scientifique ou pratiques rencontrées.

Les documents consultés sont les suivants :

- Plan Climat de la ville de Paris , 2018
- bilan mi-parcours plan climat de Paris 2018-2020 : https://cdn.paris.fr/paris/2023/01/06/bmp_planclimat_paris-wHTm.pdf
- Horaires d'asservissement de l'éclairage public (source Ville de Paris)

Les sites internet consultés sont les suivants :

- Google maps
- Open data de la Ville de Paris (éclairage urbain, parcs et espaces verts, arbres plantés)

Les bases de données utilisées pour l'analyse des émissions carbone des véhicules sont les suivantes :

- Simulations de trafic AIMSUN 2017 et 2024 (fil de l'eau et avec projet)
- Données CITEPA de parc technologique 2019 et 2024,
- Enquête plaques 2019 de la Ville de Paris, traitement AIRPARIF
- La Base Carbone ® de l'ADEME : <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone>
- GES Urba

La méthode employée pour estimer l'évolution du parc roulant est la suivante :

Pour les besoins de l'étude, la répartition du parc roulant à horizon 2024 est calculée sur la base de l'évolution nationale du parc estimée par le CITEPA entre 2019 et 2024. Ces évolutions sont appliquées à la répartition utilisée pour la définition de l'état initial, à savoir les données de l'enquête plaques 2019 de la ville de Paris.

3. ANNEXE

3.1. FLUX DE VEHICULES PAR TYPOLOGIE ET MOTORISATION – DETAIL DES DISTANCES PARCOURUES

3.1.1.1. ZTL ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	54 140 687 km	86 936 170 km	15 349 km	11 961 910 km	731 631 km	1 647 449 km	155 433 195 km
VUL	1 207 011 km	34 999 062 km	0 km	76 771 km	0 km	725 060 km	37 007 904 km
PL	0 km	10 820 176 km	1 419 039 km	0 km	0 km	96 753 km	12 335 968 km
2RM	41 264 516 km	0 km	0 km	0 km	0 km	677 775 km	41 942 291 km
Total	96 612 215 km	132 755 408 km	1 434 388 km	12 038 681 km	731 631 km	3 147 036 km	246 719 358 km

3.1.1.2. PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	1 443 783 065 km	2 324 084 434 km	208 872 km	246 125 094 km	18 102 356 km	36 098 279 km	4 068 402 100 km
VUL	28 721 650 km	914 723 295 km	0 km	2 355 786 km	0 km	13 558 677 km	959 359 407 km
PL	212 945 km	260 519 997 km	24 566 565 km	0 km	0 km	1 345 896 km	286 645 403 km
2RM	1 104 294 767 km	0 km	0 km	0 km	0 km	16 918 101 km	1 121 212 868 km
Total	2 577 012 427 km	3 499 327 725 km	24 775 437 km	248 480 880 km	18 102 356 km	67 920 953 km	6 435 619 779 km

3.1.1.1. ZTL 2024 « FIL DE L'EAU »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	53 727 708 km	68 191 856 km	16 219 km	12 702 359 km	638 611 km	5 506 945 km	140 783 697 km
VUL	1 296 355 km	29 677 065 km	0 km	82 868 km	0 km	2 463 640 km	33 519 928 km
PL	0 km	9 515 334 km	1 330 133 km	0 km	0 km	327 842 km	11 173 309 km
2RM	35 726 474 km	0 km	0 km	0 km	0 km	2 262 778 km	37 989 252 km
Total	90 750 536 km	107 384 255 km	1 346 353 km	12 785 227 km	638 611 km	10 561 205 km	223 466 186 km

3.1.1.2. ZTL 2024 « PROJET »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	49 798 981 km	63 205 468 km	15 033 km	11 773 526 km	591 914 km	5 104 261 km	130 489 182 km
VUL	1 201 562 km	27 506 992 km	0 km	76 808 km	0 km	2 283 491 km	31 068 853 km
PL	0 km	8 819 545 km	1 232 870 km	0 km	0 km	303 869 km	10 356 284 km
2RM	33 114 050 km	0 km	0 km	0 km	0 km	2 097 317 km	35 211 367 km
Total	84 114 592 km	99 532 005 km	1 247 903 km	11 850 334 km	591 914 km	9 788 938 km	207 125 686 km

3.1.1.3. PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE 2024 (FIL DE L'EAU/PROJET)*

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	1 473 129 865 km	2 119 202 713 km	226 176 km	262 467 739 km	17 245 978 km	90 800 216 km	3 963 072 687 km
VUL	30 628 331 km	863 733 282 km	0 km	2 495 286 km	0 km	37 661 005 km	934 517 903 km
PL	215 835 km	248 791 863 km	23 980 233 km	0 km	0 km	4 422 468 km	277 410 398 km
2RM	1 054 710 546 km	0 km	0 km	0 km	0 km	39 282 814 km	1 093 993 360 km
Total	2 558 684 576 km	3 231 727 857 km	24 206 409 km	264 963 025 km	17 245 978 km	172 166 503 km	6 268 994 349 km

*Les flux cumulés sont identiques pour l'état projet et le fil de l'eau, seule la répartition du trafic entre Paris intramuros et la ZTL évolue.

3.2. FLUX DE VEHICULES PAR TYPOLOGIE ET MOTORISATION – DETAIL DES EMISSIONS DE GES

3.2.1.1. ZTL ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	12 073 teq CO2	18 430 teq CO2	3 teq CO2	2 189 teq CO2	159 teq CO2	170 teq CO2	33 025 teq CO2
VUL	420 teq CO2	8 673 teq CO2	0 teq CO2	27 teq CO2	0 teq CO2	105 teq CO2	9 225 teq CO2
PL	0 teq CO2	14 515 teq CO2	1 846 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	14 teq CO2	16 375 teq CO2
2RM	3 148 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	17 teq CO2	3 165 teq CO2
Total	15 642 teq CO2	41 618 teq CO2	1 849 teq CO2	2 216 teq CO2	159 teq CO2	306 teq CO2	61 790 teq CO2

3.2.1.2. PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	321 964 Teq CO2	492 706 Teq CO2	46 Teq CO2	45 041 Teq CO2	3 928 Teq CO2	3 718 Teq CO2	867 403 Teq CO2
VUL	9 995 Teq CO2	226 668 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	1 966 Teq CO2	238 630 Teq CO2
PL	401 Teq CO2	349 485 Teq CO2	31 955 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	195 Teq CO2	382 036 Teq CO2
2RM	84 258 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	421 Teq CO2	84 679 Teq CO2
Total	416 618 Teq CO2	1 068 859 Teq CO2	32 001 Teq CO2	45 041 Teq CO2	3 928 Teq CO2	6 301 Teq CO2	1 572 747 Teq CO2

3.2.1.3. ZTL 2024 « FIL DE L'EAU »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	11 981 teq CO2	14 457 teq CO2	4 teq CO2	2 325 teq CO2	139 teq CO2	567 teq CO2	29 472 teq CO2
VUL	451 teq CO2	7 354 teq CO2	0 teq CO2	29 teq CO2	0 teq CO2	357 teq CO2	8 191 teq CO2
PL	0 teq CO2	12 765 teq CO2	1 730 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	48 teq CO2	14 542 teq CO2
2RM	2 726 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	56 teq CO2	2 782 teq CO2
Total	15 158 teq CO2	34 575 teq CO2	1 734 teq CO2	2 353 teq CO2	139 teq CO2	1 028 teq CO2	54 988 teq CO2

3.2.1.4. ZTL 2024 « PROJET »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	11 105 teq CO2	13 400 teq CO2	3 teq CO2	2 155 teq CO2	128 teq CO2	526 teq CO2	27 317 teq CO2
VUL	418 teq CO2	6 816 teq CO2	0 teq CO2	27 teq CO2	0 teq CO2	331 teq CO2	7 592 teq CO2
PL	0 teq CO2	11 831 teq CO2	1 604 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	44 teq CO2	13 479 teq CO2
2RM	2 527 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	52 teq CO2	2 579 teq CO2
Total	14 050 teq CO2	32 047 teq CO2	1 607 teq CO2	2 181 teq CO2	128 teq CO2	953 teq CO2	50 967 teq CO2

3.2.1.5. PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE 2024 « FIL DE L'EAU »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	328 484 Teq CO2	449 388 Teq CO2	50 Teq CO2	47 983 Teq CO2	3 742 Teq CO2	9 334 Teq CO2	838 981 Teq CO2
VUL	10 653 Teq CO2	214 059 Teq CO2	0 Teq CO2	502 Teq CO2	0 Teq CO2	5 448 Teq CO2	230 160 Teq CO2
PL	411 Teq CO2	333 923 Teq CO2	31 072 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	636 Teq CO2	366 042 Teq CO2
2RM	80 477 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	977 Teq CO2	81 454 Teq CO2
Total	420 024 Teq CO2	997 370 Teq CO2	31 122 Teq CO2	48 487 Teq CO2	3 742 Teq CO2	16 395 Teq CO2	1 517 141 Teq CO2

3.2.1.6. PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE 2024 « PROJET »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	328 484 Teq CO2	449 388 Teq CO2	50 Teq CO2	47 983 Teq CO2	3 742 Teq CO2	9 334 Teq CO2	838 981 Teq CO2
VUL	10 653 Teq CO2	214 059 Teq CO2	0 Teq CO2	504 Teq CO2	0 Teq CO2	5 448 Teq CO2	230 160 Teq CO2
PL	411 Teq CO2	333 923 Teq CO2	31 072 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	636 Teq CO2	366 042 Teq CO2
2RM	80 477 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	977 Teq CO2	81 454 Teq CO2
Total	420 024 Teq CO2	997 370 Teq CO2	31 122 Teq CO2	48 485 Teq CO2	3 742 Teq CO2	16 395 Teq CO2	1 517 139 Teq CO2

ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE

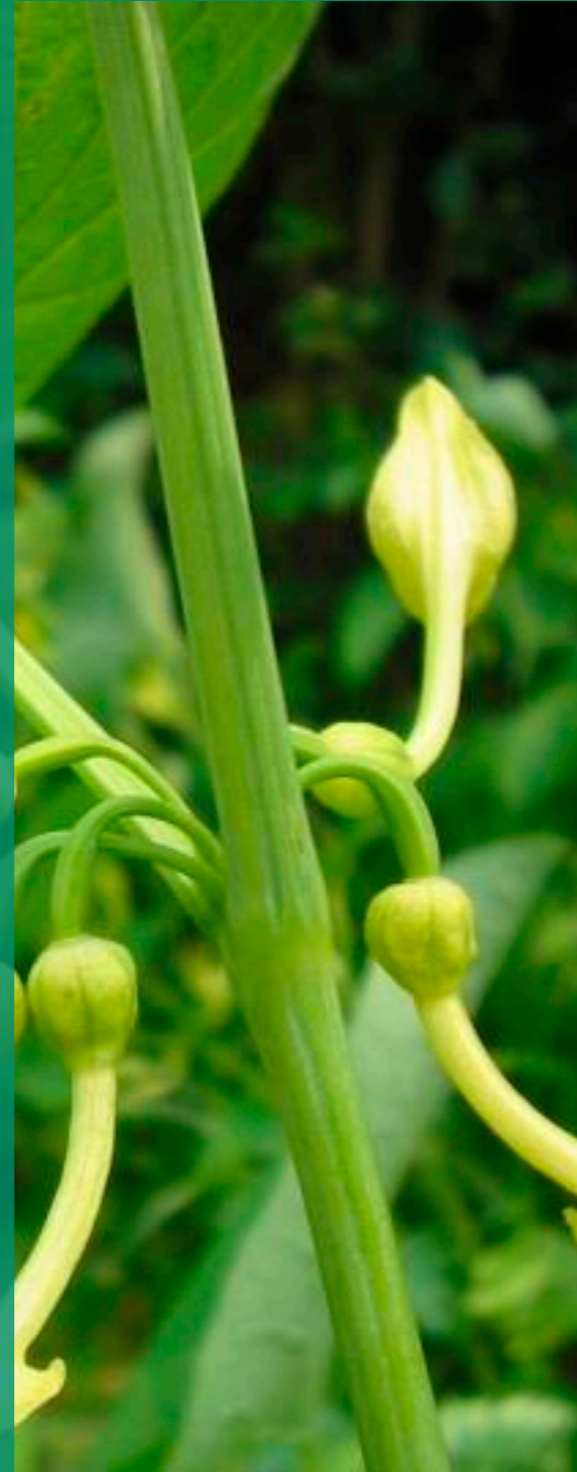


ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 7 :
Diagnostic faune / flore / habitat – RAINETTE

Etude d'impact faune flore habitat, et préconisations d'aménagement

Projet de Zone de Trafic Limité
Ville de Paris



Révision

N° de version	Date	Rédaction	Validation	Objet de la mise à jour
1.3	12/10/2023	Mathilde COSNARD	Mathilde COSNARD	Actualisation de l'étude d'impacts incluant les remarques du client
1.2	26/06/2023	Sophie GUINGAND, Camille VILLEDIEU Guillaume GOSSELIN	Sophie GUINGAND,	Diagnostic écologique
1.1	20/03/2023	Sophie GUINGAND, Camille VILLEDIEU Guillaume GOSSELIN	Sophie GUINGAND	Etude d'impact

Sommaire

Révision	1
Sommaire.....	2
Table des illustrations	5
1. Contexte et objectifs de l'étude.....	7
2. Analyse des méthodes	9
2.1. Equipe missionnée.....	9
2.2. Consultations et bibliographie	9
2.2.1. Concernant les milieux naturels	9
2.3. Définition des zones d'études.....	9
2.3.1. Délimitation de la zone d'étude	9
2.4. Méthodes pour l'expertise écologique	11
2.5. L'évaluation patrimoniale.....	11
2.5.1. Textes de référence pour la flore et les végétations	11
2.5.2. Textes de référence pour la faune.....	12
2.5.3. Méthode d'évaluation et de hiérarchisation des enjeux.....	13
2.6. Identification des effets et évaluation des impacts	16
2.6.1. Identification des effets	16
2.6.2. Identification des impacts	17
2.7. La restitution	18
2.7.1. Synthèse bibliographique des zonages existants	18
2.7.2. Le diagnostic et la bioévaluation	18
2.7.3. Les effets, impacts et mesures	19
2.8. Evaluation des limites.....	19
2.8.1. Limites concernant les inventaires de terrain	19
2.8.2. Limites sur les analyses	19
3. Synthèse bibliographique des zonages existants	21
3.1. Protections réglementaires et inventaires du patrimoine naturel.....	21
3.1.1. Rappel sur les zonages concernés	21
3.1.1.1. Zonages d'inventaire.....	21
3.1.1.1. Zonages de protection.....	21
3.1.2. Synthèse des zonages au droit et à proximité de la zone du projet	22
3.2. Continuités écologiques	26
3.2.1. Au niveau régional : le Schéma Régional de Cohérence Ecologique	26
3.2.1.1. Définition et portée juridique.....	26
3.2.1.2. Situation en Ile-de-France	27
3.2.1.3. Situation dans les départements de Paris et de la petite couronne	30
3.2.1.1. Situation à Paris intramuros	33

3.3. Consultation et analyse des données bibliographiques de la flore et des habitats	35
3.3.1. La Flore	35
3.3.1.1. Consultation des données communales.....	35
3.3.1.2. Zonages	35
3.3.1.3. Consultation des données locales issues de l'extraction transmise par l'Agence Régionale pour la Biodiversité.....	36
3.3.2. Les habitats.....	37
3.4. Consultation et analyse des données bibliographiques de la Faune	38
3.4.1. Avifaune	38
3.4.1.1. Analyse bibliographique.....	38
3.4.1.2. Description des espèces tirées de la bibliographie.....	39
3.4.1.3. Evaluation patrimoniale	45
3.4.2. Les Amphibiens	49
3.4.2.1. Analyse bibliographique	49
3.4.2.2. Description des espèces tirées de la bibliographie.....	49
3.4.2.3. Evaluation patrimoniale	50
3.4.3. Les Reptiles.....	52
3.4.3.1. Analyse bibliographique	52
3.4.3.2. Description des espèces potentielles.....	52
3.4.3.3. Evaluation patrimoniale	53
3.4.4. L'Entomofaune.....	54
3.4.4.1. Analyse bibliographique	54
3.4.4.2. Rhopalocères.....	54
3.4.4.3. Odonates	55
3.4.4.4. Orthoptères	56
3.4.4.5. Evaluation patrimoniale	56
3.4.5. La Mammalofaune.....	59
3.4.5.1. Analyse bibliographique.....	59
3.4.5.1. Description des espèces tirées de la bibliographie.....	59
3.4.6. Evaluation patrimoniale	60
4. Identification des effets et évaluation des impacts bruts.....	64
4.1. Identification des effets globaux et impacts associés.....	64
4.1.1. Effets directs et indirects	64
4.1.1.1. Effets temporaires	64
4.1.1.2. Effets directs permanents.....	66
4.1.2. Effets induits	67
4.1.3. Effets cumulés	67
4.1.4. Synthèse des effets et types d'impacts	68
4.2. Evaluation des impacts bruts du projet	69
4.2.1. Sur les habitats et espèces associées	69
4.2.1.1. Evaluation des impacts directs et indirect.....	69

4.2.1.1.	Evaluation des impacts induits	70
4.2.1.2.	Evaluation des impacts cumulés.....	70
4.2.2.	Sur les continuités écologiques.....	70
4.2.3.	Sur les zonages (hors Natura 2000).....	70
4.3.	Synthèse des impacts bruts	70
4.3.1.	Impacts directs et indirects	70
4.3.2.	Autres impacts	70
5.	Mesures d'évitement et de réduction d'impacts	72
5.1.	Mesures d'évitement	72
5.2.	Mesures de réduction	72
5.2.1.	R2.1.d. Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier.....	72
5.2.2.	R2.1k – Dispositifs de limitation des nuisances envers la faune : adaptation de l'éclairage sur le site	73
6.	Evaluation des impacts résiduels du projet	74
6.1.	Impacts résiduels du projet sur les habitats et espèces associées.....	74
7.	Mesures de compensation et de suivis	76
7.1.	Mesure de compensation.....	76
8.	Mesures d'accompagnement	76
8.1.1.	Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité	76
8.1.1.1.	Installation de nicheris en faveur du Moineau domestique.....	76
8.1.1.2.	Installation de nicheris multi-spécifiques	77
8.1.1.3.	Mise en place d'hôtels à insectes.....	78
8.1.1.4.	Mise en place de gîtes artificiels pour les chiroptères.....	80
8.2.	Suivis de chantier	81
8.3.	Suivis écologiques	81
9.	Préconisations d'aménagements	83
9.1.	Renforcement des continuités écologiques.....	83
9.1.1.	Renforcement qualitatif des sous-trames existantes au sein du site.....	83
Fauche tardi-estivale.....		84
9.1.2.	Renforcement quantitatif des sous-trames aux abords du site	84
Sous-trame herbacée.....		84
Sous-trame arbustive et lianescente		86
10.	Bibliographie	89
10.1.	Bibliographie générale	89
10.2.	Expertise floristique.....	89
10.3.	Expertise faunistique	89

Table des illustrations

FIGURES

Figure 1 :	Schématisme de la notion de continuité écologique (issue du SRCE Ile de France).....	28
Figure 2 :	Trame verte et bleue à l'échelle locale, vue globale (en haut) et vue zoomée (en bas) au niveau de la zone de projet (cercle rouge) (données issues des Chemins de la Nature).....	34
Figure 3 :	Représentation schématique du cycle de vie d'une population d'oiseaux migrateurs.....	38
Figure 4 :	Relation entre abondance de chiroptères en activité de chasse et éclairage urbain (Natureparif, 2011).....	74
Figure 5 :	Orientation et fixation recommandées pour un nicheris	78
Figure 6 :	Trame verte et bleue à l'échelle locale, au niveau de la zone de projet (cercle rouge) (données issues des Chemins de la Nature)	83

PHOTOS

Photo 1 :	Sterne pierregarin, <i>Sterna hirundo</i> (©Rainette).....	40
Photo 2 :	Bergeronnette des ruisseaux, <i>Motacilla cinerea</i> (©Rainette).....	40
Photo 3 :	Accenteur mouchet, <i>Prunella modularis</i> (©Rainette).....	42
Photo 4 :	Verdier d'Europe, <i>Carduelis carduelis</i> (©Rainette).....	42
Photo 5 :	Hirondelle de fenêtre, <i>Delichon urbica</i> (©Rainette)	44
Photo 6 :	Moineau domestique, <i>Passer domesticus</i> (©Rainette).....	44
Photo 7 :	Alyte accoucheur, <i>Alytes obstetricans</i> (©Rainette).....	50
Photo 8 :	Lézard des murailles, <i>Podarcis muralis</i> (©Rainette)	52
Photo 9 :	Paon du jour, <i>Aglais io</i> (©Rainette)	55
Photo 10 :	Mante religieuse, <i>Mantis religiosa</i> (©Rainette)	55
Photo 11 :	Nicheris « boîte aux lettres » (source : internet)	77
Photo 12 :	Exemple d'hôtel à insectes (source : internet).....	79
Photo 13 :	Exemple de gîte extérieur à poser sur et autour du bâti (source : internet).....	80
Photo 14 :	Aménagements récents au niveau du Boulevard Vaugirard (OGI, 2020).....	85
Photo 15 :	Toiture de l'école Agro Paris Tech, Paris 5 ^e , © Christophe Noël	85
Photo 16 :	rue végétale et bacs de plantation, Paris 11 ^e , © Mairie Onze Paris.....	86

CARTES

Carte 1 :	Localisation de la zone d'étude	8
Carte 2 :	Délimitation de la zone d'étude.....	10
Carte 3 :	Zonages d'inventaires et de protection de la biodiversité, dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude	24
Carte 4 :	Zonages d'inventaires relatifs à Natura 2000, dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude.....	25
Carte 5 :	Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) au niveau de la zone d'étude.....	29
Carte 6 :	Carte des voies larges et plantées pour renforcer les km de corridors de biodiversité parisiens (source Atelier Parisien d'Urbanisme, Juin 2020)	88

TABLEAUX


Tableau 1 :	Liste des personnes ayant travaillé sur le projet.....	9
Tableau 2 :	Critère d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante du milieu naturel	14
Tableau 3 :	Critères d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante de la faune (Liste rouge régionale existante)	15
Tableau 4 :	Critères d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante de la faune (absence de Liste rouge régionale)	15
Tableau 5 :	Liste des critères principaux pour l'évaluation des impacts.....	18

Tableau 6 : Zonages d'inventaire du patrimoine naturel présents dans un rayon de 5 km autour du projet.....	23
Tableau 7 : Espèces protégées et/ou menacées potentiellement présentes sur la zone de projet, d'après le CBNBP (Septembre 2022).....	35
Tableau 8 : Espèces protégées et/ou menacées sur les zonages situés à proximité du site d'étude.....	36
Tableau 9 : : Espèces protégées et/ou menacées potentiellement présentes sur la zone de projet, d'après GeoNat'IdF (Octobre 2022).....	37
Tableau 10 : Liste des oiseaux non intégrés dans la présentation et la bioévaluation.....	39
Tableau 11 : Statut de l'avifaune des eaux libres d'après la bibliographie.....	41
Tableau 12 : Statut de l'avifaune liés aux parcs arborés (construisant un nid) d'après la bibliographie.....	42
Tableau 13 : Statut de l'avifaune liés aux parcs arborés (nichant dans une cavité) d'après la bibliographie.....	43
Tableau 14 : Statut de l'avifaune liés aux bâtiments d'après la bibliographie.....	44
Tableau 15 : Bioévaluation de l'avifaune en période de nidification tiré de la bibliographie sur la zone d'étude.....	47
Tableau 16 : Bioévaluation de l'avifaune en période internuptiale tiré de la bibliographie sur la zone d'étude.....	48
Tableau 17 : Bioévaluation des amphibiens tirés de la bibliographie sur la zone d'étude.....	51
Tableau 18 : Bioévaluation des reptiles tirés de la bibliographie sur la zone d'étude.....	53
Tableau 19 : Statut des rhopalocères d'après la bibliographie.....	55
Tableau 20 : Statut des odonates d'après la bibliographie.....	56
Tableau 21 : Statut des orthoptères d'après la bibliographie.....	56
Tableau 22 : Bioévaluation de l'entomofaune tiré de la bibliographie sur la zone d'étude.....	58
Tableau 23 : Statut des mammifères présents d'après la bibliographie.....	60
Tableau 24 : Bioévaluation des mammifères tirés de la bibliographie sur la zone d'étude.....	62
Tableau 25 : Synthèse des principaux effets du projet et types d'impacts.....	68
Tableau 26 : Evaluation des impacts bruts du projet sur les habitats, la faune, et la flore associée.....	69
Tableau 28 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats.....	71
Tableau 30 : Evaluation des impacts résiduels en fonction des mesures appliquées.....	75

1. Contexte et objectifs de l'étude

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Le présent projet de zone à trafic limité, se situe dans les 1^{er}, II^{ème}, III^{ème} et IV^{ème} arrondissement de Paris (75), au centre de la commune.

 [La carte en page suivante](#) localise globalement la zone du projet.

CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Contexte réglementaire

Etude d'impact

Ce projet d'aménagement est soumis à **étude d'impact**, dont l'objectif est de réaliser une analyse scientifique et technique des effets positifs et négatifs du projet sur l'environnement. Cet instrument doit servir à la protection de l'environnement, pour l'information des services de l'Etat et du public, pour le maître d'ouvrage en vue de l'amélioration de son projet.

Notre mission consiste en l'élaboration d'une expertise écologique sur le secteur d'étude.

Dans un premier temps, nous réalisons un **diagnostic initial** sur l'ensemble de cette zone d'étude (qui peut être élargie en fonction des groupes, voir analyse des méthodes). Après un travail bibliographique (zonages de protection et d'inventaire, Trame Verte et Bleue, etc.), nous étudions les groupes suivants :

- La flore et les végétations,
- Les oiseaux,
- Les amphibiens et reptiles,
- Les mammifères (dont les chiroptères),
- Les insectes,

Après ce diagnostic, nous proposons une **évaluation des impacts** engendrés par le projet prévu sur la faune et la flore.

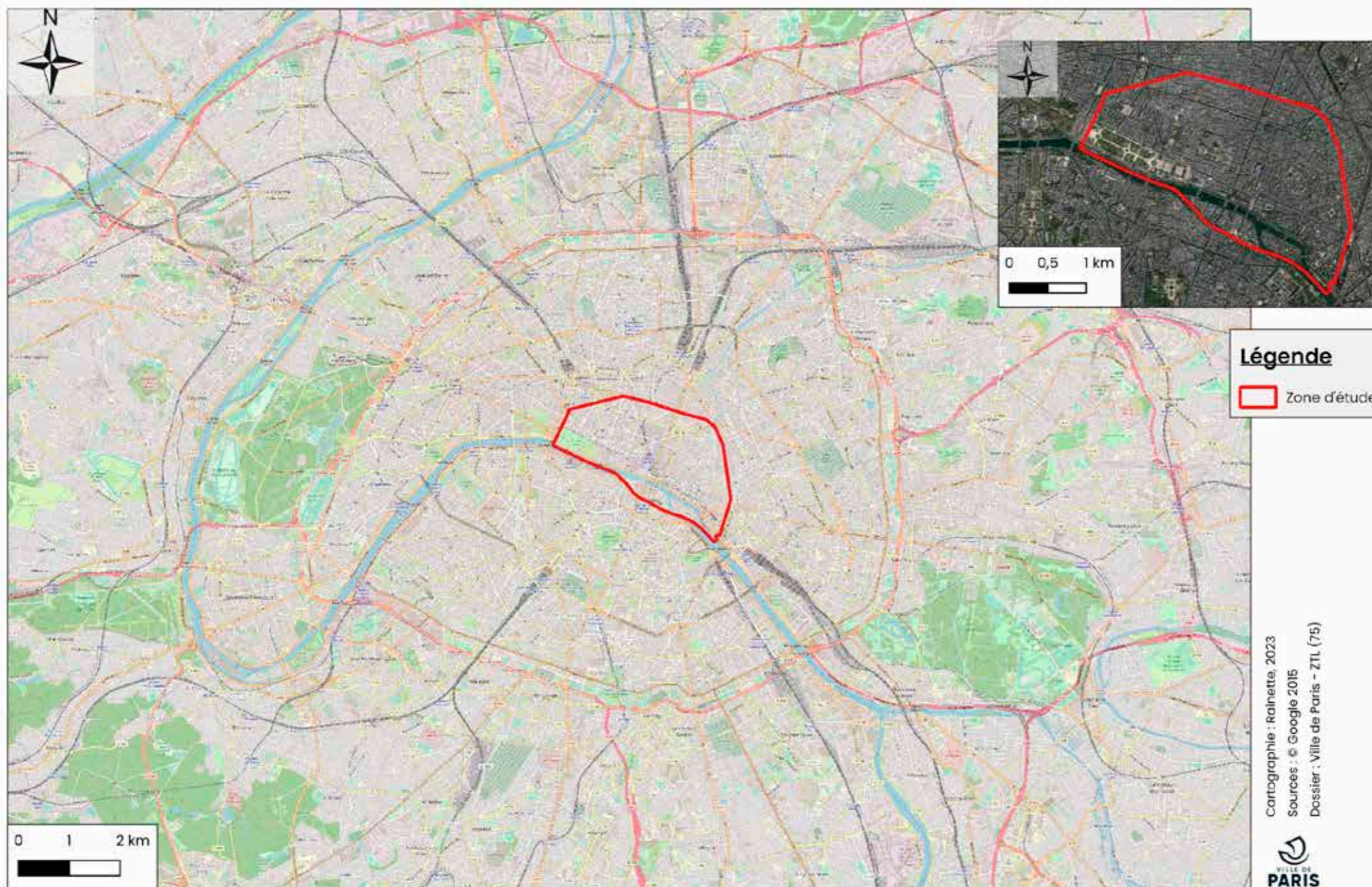
Des propositions de **mesures d'évitement et de réduction d'impacts sont avancées afin de supprimer ou diminuer les impacts détectés. Des mesures compensatoires** peuvent également être préconisées en réponse à d'éventuels impacts résiduels du projet sur le milieu naturel, après la mise en place des mesures d'évitement et de réduction.

Notre mission consiste donc à évaluer les enjeux floristiques et faunistiques sur la zone d'étude et d'évaluer les impacts engendrés par le projet sur la faune et la flore.

CONTEXTE DE L'ETUDE

Le projet de la ZTL est un projet urbain s'articulant autour de la requalification des modalités de circulation en cœur de la ville de Paris. Ce projet ne résultant à aucun travaux (aménagement, paysager, constructions), aucune perturbation ou amélioration de la capacité d'accueil pour la biodiversité de la ville n'est attendue en lien avec la ZTL. Ainsi cette étude d'impact sur le volet de la faune, la flore et les habitats a été réalisée à partir de données issues de la bibliographie. En effet, la nature du projet, le contexte très urbain de ce dernier, et la richesse des données bibliographiques disponibles, nous permettent de dresser les enjeux liés à la biodiversité, et d'analyser les potentiels impacts sur les différents taxons de ces milieux urbains, sans nécessité de réaliser des inventaires complémentaires sur la zone de la future ZTL.

Localisation de la zone d'étude



2. Analyse des méthodes

2.1. Equipe missionnée

La direction et la coordination de l'étude ont été réalisées par **Maximilien RUYFFELAERE**, Gérant.

Les personnes ayant travaillé sur les investigations de terrain ainsi qu'à la rédaction de cette étude sont nommées ci-dessous :

Tableau 1 : Liste des personnes ayant travaillé sur le projet

Chefs de projet		Sophie GUINGAND
Chargés d'étude	Flore	Camille VILLEDIEU
	Faune	Guillaume GOSSELIN
Cartographe		Ensemble des personnes ayant travaillé sur le projet
Contrôle-qualité		Sophie GUINGAND

2.2. Consultations et bibliographie

2.2.1. Concernant les milieux naturels

Des organismes publics tels que l'INPN ou encore le MNHN sont des sources d'informations majeures dans le cadre de nos requêtes bibliographiques. Pour connaître la richesse écologique des différents zonages réglementaires situés à proximité du site d'étude, nous nous sommes basés sur les **inventaires ZNIEFF** et les **Formulaires Standards de Données (FSD)** pour les sites Natura 2000. De plus, ces données ont été analysées afin de mettre en évidence si les enjeux de ces sites sont potentiels sur la zone d'étude.


De plus, différents organismes ont été consultés afin d'effectuer des extractions de données d'inventaires d'espèces de la faune et de la flore tels que la base de données régionale de l'ARB : GéoNat' IdF.

2.3. Définition des zones d'études

2.3.1. Délimitation de la zone d'étude

Les prospections relatives à la faune, flore et aux habitats se sont étendues sur l'ensemble de la zone concernée par le futur projet (périmètre strict).

Les prospections relatives à la faune se sont aussi cantonnées au périmètre strict du projet et ont pu être élargies ponctuellement à certains espaces attenants. Cet élargissement est indispensable pour évaluer les enjeux sur les habitats et espèces observés à proximité. Cela permet en effet de contacter des espèces à grands cantonnements dont le territoire ne s'arrête pas à une zone d'étude stricte.

 La cartographie en page suivante présente la zone d'étude.

Délimitation de la zone d'étude



Légende

 Zone d'étude

Cartographie : Rainette, 2023
Sources : © Google 2015
Dossier : Ville de Paris - ZTL (75)



2.4. Méthodes pour l'expertise écologique

Aucun passage de terrain n'a été réalisé dans le cadre de cette étude. Seule une analyse de la bibliographie a été menée, via les données issues des différents formulaires des zonages avoisinants, et de la base de données régionale GéoNat'IdF de l'Agence Régionale pour la Biodiversité d'Île-de-France.

2.5. L'évaluation patrimoniale

2.5.1. Textes de référence pour la flore et les végétations

TEXTES LEGISLATIFS

Sont présentés ci-dessous les différents textes législatifs relatifs à la protection des espèces et des habitats, en vigueur aux niveaux européen, national et régional et sur lesquels repose l'évaluation patrimoniale.

Protection légale au niveau européen

- **Directive « Habitats-Faune-Flore »** du 21 mai 1992 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune (biologie) et de la flore sauvage,
- **Convention de Berne** du 19 septembre 1979 relative à la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvage.

Protection légale au niveau national

- **Arrêté du 20 janvier 1982** modifié par l'arrêté du 31 août 1995 (version consolidée au **24 février 2007, et modifié par l'arrêté du 23 mai 2013**), relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national.

Protection légale au niveau régional

- Arrêté du **11 mars 1991**, relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Île-de-France complétant la liste nationale
- Habitats prioritaires sur la commune de Paris.

REFERENTIELS

L'évaluation patrimoniale des végétations et des espèces repose notamment sur leur rareté (selon un référentiel géographique donné), leur sensibilité et vulnérabilité face à différentes menaces ou encore leur intérêt communautaire.

Par ailleurs, le ressenti et l'expérience du chargé d'étude permettent d'intégrer des notions difficilement généralisables au sein de référentiels fixes. Ce « dire d'expert » permet notamment d'affiner l'évaluation patrimoniale.

Relatifs aux espèces

Afin de déterminer les **statuts des différents taxons observés**, nous nous référons au Catalogue de la flore d'Île-de-France version mars 2021 (Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 2021). De même, afin d'évaluer les enjeux des taxons observés, nous nous appuyons sur la Liste rouge de la flore vasculaire de France (UICN France, FCBN, AFB & MNHN, 2018. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.).

Sont considérés comme d'intérêt patrimonial les taxons de rang espèce ou sous-espèce :

- bénéficiant d'une PROTECTION légale au niveau international (annexes II et IV de la Directive Habitat, Convention de Berne), national (liste consolidée au 24 février 2007) et régional (arrêté du 11 mars 1991) ;
- dont l'indice de MENACE est égal à VU (vulnérable), EN (en danger), CR (en danger critique) en IdF ou à une échelle géographique supérieure ;

- dont l'indice de RARETE est égal à R (rare), RR (très rare) et RRR (extrêmement rare) en IdF ou à une échelle géographique supérieure ;

- déterminants de ZNIEFF.

A noter que le statut de plante d'intérêt patrimonial n'est pas applicable aux populations cultivées (Cult.) ou subspontanées (Subsp.).

Relatifs aux habitats

Le **Catalogue et référentiel phytosociologique des végétations d'Île-de-France** (date d'extraction : 01/08/2019), diffusée par le CBNBP, rend compte des raretés, menaces et statuts des différentes végétations (syntaxon) déterminées en Île-de-France. Nous nous référons également au **Référentiel phytosociologique des végétations d'Île-de-France**, version du 14 octobre 2015 (Conservatoire botanique national du Bassin parisien, 2015).

De même, le **Guide des végétations remarquables de la région Île-de-France** du Conservatoire botanique national du Bassin parisien (Fernex T., Lafon P., et Hendoux F., 2015) rend compte des raretés et statuts des différentes végétations (syntaxon) déterminées, au niveau régional.

2.5.2. Textes de référence pour la faune

TEXTES LEGISLATIFS

Sont présentés ci-dessous les différents textes législatifs relatifs à la protection des espèces et des habitats, en vigueur aux niveaux européen, national et régional, et sur lesquels repose l'évaluation patrimoniale sont présentés ci-après.

Protection légale au niveau européen

- **Directive « Oiseaux »** (Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages),
- **Directive « Habitats-Faune-Flore »** du 21 mai 1992 92/43/CEE relative à la conservation des habitats naturels ainsi que des espèces de faune (biologie) et de la flore sauvage,
- **Convention de Berne** du 19 septembre 1979 relative à la conservation des habitats naturels ainsi que la faune et la flore sauvage.

Protection légale au niveau national

- Arrêté du 29 octobre 2009 fixant les listes des **Oiseaux protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection,
- Arrêté ministériel du 8 janvier 2021 fixant la liste des **Amphibiens et Reptiles protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection,
- Arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixant la liste des **Insectes protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection,
- Arrêté du 9 juillet 1999, modifié par arrêté du 27 mai 2009, fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département.
- Arrêté du 23 avril 2007, modifié par l'arrêté du 15 septembre 2012, fixant les listes des **Mammifères terrestres protégés** sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection.

Protection légale au niveau régional

- Arrêté du 22 juillet 1993 relatif à la liste des **insectes** protégées en région Île-de-France et les modalités de protection.

REFERENTIELS

Afin de connaître l'état des populations dans la région et en France, nous nous sommes référés également aux différents ouvrages possédant des informations sur les répartitions et raretés.

Au niveau national

- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Oiseaux de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2016) ;
- Liste rouge des **oiseaux non nicheurs de France métropolitaine**, (UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS, 2011) ;
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN & SHF, 2015) ;
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Mammifères de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017) ;
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Papillons de jour de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2014) ;
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Odonates de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, OPIE & SFO, 2016) ;
- **Les Orthoptères menacés en France** - Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques (SARDET E. & B. DEFAUT (coordinateurs), 2004) ;
- Liste rouge des espèces menacées en France, Chapitre "**Papillons de jour de France métropolitaine**" (UICN France, MNHN, OPIE & SEF, 2014).

Au niveau régional

- Liste rouge des **oiseaux nicheurs** d'Ile-de-France, (Birard J., Zucca M., Lois G. et Natureparif, 2018),
- Liste des espèces observées en Ile-de-France (source CORIF),
- Liste rouge régionale des **Papillons de jour** (Rhopalocères et Zygènes) d'Ile-de-France (Natureparif, OPIE, 2016),
- Liste et statuts des **Odonates** de la région Ile-de-France (SFO, OPIE, 2014),
- Liste rouge régionale des **Orthoptères** d'Ile-de-France (OPIE, 2018),
- Liste rouge régionale des **Chauves-souris** d'Ile-de-France (Natureparif, 2017),
- Nouvelle liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en Ile-de-France (2018).
- Espèces « cibles » sur la commune de Paris.

Une espèce « **cible** », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

2.5.3. Méthode d'évaluation et de hiérarchisation des enjeux

L'**enjeu écologique** peut se définir comme l'intérêt particulier que présente une composante du milieu naturel (habitat, espèce), à une échelle donnée (site, région).

A l'heure actuelle, pour l'identification et la hiérarchisation des enjeux écologiques, il n'existe aucune méthodologie standard validée par l'ensemble des acteurs référents en la matière. La méthode que nous proposons est **adaptée aux études**

réglementaires, et **limite la part de subjectivité** par la prise en compte d'un certain nombre de **critères objectifs et de référence** (statuts de protection réglementaires, listes rouges UICN, etc.).

Les principaux critères utilisés sont listés dans le tableau ci-contre (liste non exhaustive). Ils reposent à la fois sur l'appréciation de la **valeur « juridique »** (protection à différentes échelles) et de la **valeur « écologique »** de la composante étudiée.

Tableau 2 : Critère d'appréciation du niveau d'enjeu d'une composante du milieu naturel

Valeur juridique
Protection européenne (Directives "Oiseaux" et "Habitats/Faune/Flore", Convention de Berne)
Protection nationale ou régionale (totale, partielle, des spécimens et/ou des habitats d'espèces...)
Valeur écologique
D'un habitat ou d'un cortège :
Indigénat / naturalité / originalité
Degrés de rareté et de menace (listes rouges nationale et régionale)
Patrimonialité / déterminant ZNIEFF (strict ou selon critères)
Richesse et composition spécifique (habitat et/ou cortège d'espèces)
Etat de conservation (surface, présence d'espèces remarquables, effectifs)
Sensibilité (dynamique naturelle, restaurabilité, résilience) et fonctionnalité (connectivité)
D'une espèce :
Indigénat / naturalité
Degrés de rareté et de menace (listes rouges nationale et régionale)
Patrimonialité / endémisme / déterminant ZNIEFF (strict ou selon critères)
Etat de conservation (effectifs, conditions d'habitat)
Sensibilité (capacités d'adaptation et régénération)

N.B : L'identification et la hiérarchisation des enjeux dépendent directement des référentiels disponibles à l'échelle considérée (listes rouges régionales, atlas de répartition, etc.). L'absence de tels référentiels limite le nombre de critères d'appréciation, et donc la part d'objectivité de notre analyse.

Le croisement des différents critères permet d'attribuer un **niveau d'enjeu** à chacune des composantes étudiées. Ce niveau sera d'autant plus fort que l'intérêt écologique de cette dernière sera élevé. Ce niveau est illustré par une variation de la nuance de vert dans les tableaux d'espèces : plus la nuance est foncée et plus l'enjeu est fort.

En fin de diagnostic, un **tableau de synthèse des enjeux** reprend l'ensemble des enjeux identifiés pour chaque groupe, et les met en lien avec la ou les zone(s) concernée(s) au niveau de la zone de projet.

Chaque habitat se voit alors attribuer un **niveau d'enjeu global** : on distinguera alors différents niveaux d'enjeux : **faible, moyen, fort et très fort**.

Notons également qu'un même habitat peut présenter différents niveaux d'enjeux selon les secteurs, en fonction des enjeux détectés.

Classiquement, l'enjeu de l'habitat reprend par défaut l'enjeu le plus fort identifié sur ce dernier. Notons toutefois que dans certains cas, la multiplication des enjeux sur une même zone peut aboutir à un enjeu supérieur (ex : un habitat présentant plusieurs enjeux moyens pourra se voir attribuer un enjeu fort). Cette appréciation reste soumise au dire d'expert (expérience du chargé d'étude, ressenti de terrain). Cette cotation est par conséquent basée en partie sur un avis d'expert adapté au cas par cas. Ce jugement d'expert contient incontestablement une part de subjectivité mais reste toutefois la façon la plus pragmatique pour conclure efficacement quant au niveau à attribuer.

Notons également qu'un même habitat peut présenter différents niveaux d'enjeux selon les endroits, en fonction des enjeux détectés.

Ces enjeux sont synthétisés sur une **carte** permettant de visualiser les secteurs les plus sensibles écologiquement.

2.6.2. Identification des impacts

Pour chacun des effets analysés précédemment, une appréciation de leur importance est nécessaire : **l'importance de l'impact est alors définie**. Pour cela, **les effets du projet doivent être croisés à la sensibilité de la composante**.

Cette appréciation peut être quantitative ou qualitative. Dans notre cas, la seule quantification possible d'un impact concerne les impacts directs de destruction, avec par exemple la détermination d'un pourcentage d'individus détruits ou de surface détruite. Pour tous les autres types d'impacts (et également pour conclure sur les impacts de destruction), il convient de proposer une appréciation qualitative en suivant les termes suivants : **très fort, fort, modéré, faible, très faible**.

Pour ce faire et pour justifier ces appréciations, nous avons définis une **liste de critères principaux** à prendre en compte pour définir la sensibilité de la composante afin de limiter au maximum la part de subjectivité dans l'évaluation de l'importance d'un impact.

*A noter que les « incertitudes » sont inscrites en tant que « critères ». En effet, un manque de données sur la nature du projet ou sur les retours d'expériences quant aux impacts d'un type de projet peut aboutir à l'évaluation plus ou moins forte d'un impact, en instaurant un **principe de précaution**.*

Dans certains cas, un impact peut être évalué comme potentiel. Les impacts potentiels sont relatifs à des effets mal connus sur des espèces ou des habitats susceptibles de réagir, s'adapter... Un **impact potentiel est donc défini comme pouvant être existant ou inexistant**.

Tableau 5 : Liste des critères principaux pour l'évaluation des impacts

Critères d'appréciation de l'importance des impacts
Caractéristiques de l'impact
Caractère de réversibilité ou non Longue ou courte durée Probabilité de l'impact (prise en compte des pollutions accidentelles par exemple) Nombre d'individus détruits ou % détruits (d'individus ou de surface d'habitat) par rapport à une échelle donnée (du projet, locale...)
Valeur écologique / sensibilité de l'espèce ou du milieu
Rareté, patrimonialité Vulnérabilité Etat de conservation / état de la population, naturalité, pérennité Capacité d'adaptation / de régénération Valeur de la composante par rapport à une échelle donnée (du projet, locale, ...)
Reconnaissance formelle
Protection légale par une loi Classement par décision officielle (réserve, arrêté de protection de biotope, site Natura 2000...)
Incertitudes
Projet innovateur : manque de retours d'expériences Définition du projet (projet final, en cours d'élaboration, manque de plan de masse...) Définition des zones de travaux (non définies, approximativement...) Manque de données à une échelle plus grande que le projet (temps imparti à l'étude trop court, manque de données bibliographiques disponibles...)

2.7. La restitution

2.7.1. Synthèse bibliographique des zonages existants

Après avoir décrit le projet et proposé une carte de localisation de ce dernier, il est réalisé une synthèse bibliographique, en particulier concernant les zonages de protection et d'inventaire existants dans un secteur élargi d'un rayon de cinq kilomètres autour du projet.

Dans ce cadre, il est alors proposé une liste des zonages de protection et d'inventaire, associée à des cartes de localisation. Les zonages englobant tout ou partie du site sont alors décrits.

L'ensemble de ces éléments est issu des données fournies par la DRIEAT et par l'INPN.

Puis, le Schéma Régional de Cohérence Ecologique, et la TVB sont décrits.

2.7.2. Le diagnostic et la bioévaluation

Concernant les habitats et la flore associée, nous proposons une analyse des espèces potentielles, à partir des taxons recensés. En fin de chapitre le tableau de ces espèces associés à leurs différents statuts de vulnérabilité ou de protection est dressé.

Concernant l'avifaune nicheuse, il est défini une liste des espèces recensée en bibliographie par cortège, correspondant à un habitat respectif, afin de simplifier la présentation de l'ensemble des espèces contactées sur l'aire d'étude. Chaque espèce est associée à un statut de nidification selon des critères d'observation définis.

Suit ensuite une analyse et une bioévaluation. Un tableau de synthèse termine le chapitre.

Concernant l'herpétofaune, nous abordons en premier lieu les Amphibiens puis les Reptiles. Les données et les commentaires de chacun des groupes sont présentés espèce par espèce. Dans la mesure du possible, nous évaluons l'état des populations puis nous proposons une analyse des migrations et connexions pour compléter l'expertise. Cette dernière se termine par une bioévaluation commune aux deux groupes, associée à un tableau de synthèse.

Pour l'entomofaune, nous décrivons les groupes étudiés un par un (Rhopalocères, Odonates et Orthoptères) en citant les espèces rencontrées pour chacun des groupes et en portant une attention particulière sur certaines espèces (rares, à forts effectifs...). Dans la mesure du possible, nous évaluons également l'état des populations (diversité spécifique, etc.). Le chapitre sur les insectes se termine par une bioévaluation commune aux différents groupes étudiés.

Concernant la mammalofaune, les chiroptères sont distingués des autres mammifères du fait de leur niveau de patrimonialité, de leur physiologie, de leurs comportements, et de leurs besoins qui diffèrent des autres mammifères.

Les espèces de chiroptères recensées en bibliographie seront décrites, car elles sont strictement protégées. De plus, nous précisons, dans la mesure du possible, l'importance de la fréquentation de la zone par les espèces observées. Nous décrivons ensuite les milieux potentiellement utilisés et définissons le rôle de la zone d'étude dans le cycle de vie des espèces (zone de chasse, gîtes...).

Concernant les autres mammifères, les données et les commentaires de chacune des espèces sont présentés.

Là encore le chapitre se termine par une bioévaluation commune à la mammalofaune.

L'ensemble des données est retranscrit dans un tableau de synthèse des enjeux écologiques en fonction de chaque type d'habitat proposé en fin de diagnostic.

2.7.3. Les effets, impacts et mesures

Dans un premier temps, les effets du projet sont décrits comme le terrassement de zones naturelles, l'augmentation du bruit lié aux travaux ou une pollution accidentelle, etc. A la fin de chaque description d'un effet, nous concluons sur le type d'impact global généré. Un tableau final permet de synthétiser les effets et les types d'impact associés.

L'importance de l'impact est évaluée et détaillée par groupe taxonomique ou par espèce (dans le cas d'espèces patrimoniales) et par secteur lorsque cela est nécessaire. Puis, les impacts sur les zonages et la compatibilité du projet avec la Trame Verte et Bleue sont étudiés.

Après la proposition de mesures d'évitement et de réduction, les impacts résiduels sont évalués pour lesquels des mesures compensatoires et d'accompagnement doivent être proposées afin d'offrir une contrepartie aux effets dommageables du projet.

2.8. Evaluation des limites

2.8.1. Limites concernant les inventaires de terrain

LES LIMITES GENERALES DE L'ETUDE

Dans le cas de la présente étude, aucune expertise de terrain n'a été réalisée. Le diagnostic se base donc sur les vues aériennes ainsi que sur les données bibliographiques disponibles.

Ainsi il est possible que l'étude présente certaines limites, néanmoins notre connaissance du secteur, le contexte urbanisé de du site ainsi que les impacts limités du projet nous permettent de juger que les informations disponibles sont suffisantes pour évaluer de manière globale les impacts du projet sur la flore et les habitats.

2.8.2. Limites sur les analyses

Des limites concernant l'évaluation des impacts peuvent aussi être mises en évidence.

Certains effets sont parfois difficilement prévisibles ou quantifiables, comme l'effet des poussières, du bruit ou encore des vibrations sur les milieux naturels. Cette incertitude est le plus souvent liée au manque de retours d'expérience dans la bibliographie disponible.

Ainsi, nous essayons de qualifier au mieux l'ensemble des impacts dommageables du projet sur les milieux naturels mais il est tout de même possible que certains soient sous-estimés ou à l'inverse surestimés du fait de la limite des connaissances disponibles ou de nos connaissances propres.

En effet, l'appréciation des impacts représente une appréciation qui reste somme toute « subjective » selon les personnes. Toutefois, les limites restent minimales grâce à notre méthode de prise en compte d'une liste de critères objectifs.

Enfin, les aménagements et projets de travaux n'étant pas à ce jour définis avec précision, les impacts sur la biodiversité sont difficilement quantifiables.

3. Synthèse bibliographique des zonages existants

3.1. Protections réglementaires et inventaires du patrimoine naturel

Les différents zonages relatifs au patrimoine naturel ont été recensés dans un périmètre élargi de 5 km autour du projet. Le choix de distance apparaît cohérent avec les objectifs du présent dossier (nature du projet et interactions possibles avec les milieux avoisinants). En effet, le projet de ZTL étant situé en contexte hyper urbain (milieu assez imperméable à la biodiversité), n'influant pas sur les habitats naturels, ou n'étant pas soumis à des travaux quelconques, l'étude des zonages à une distance de 5km suffit à intégrer une biodiversité pouvant se disperser en cœur de ville.

De manière générale sont distingués :

- **Les zonages d'inventaire**, qui n'ont pas de portée réglementaire directe mais apportent une indication quant à la richesse et à la qualité des milieux qui la constituent, et peuvent alors constituer un instrument d'appréciation et de sensibilisation face aux décisions publiques ou privées suivant les dispositions législatives.
- **Les zonages de protection**, qui entraînent une contrainte réglementaire et peuvent être de plusieurs natures : protections réglementaires, protections contractuelles, protection par la maîtrise foncière, etc.

Dans le cas présent, la zone d'étude n'est pas directement concernée par des zonages d'inventaire et de protection du patrimoine naturel, ou relatif à Natura 2000. Toutefois, d'autres zonages d'inventaires du patrimoine naturel sont voisins de la zone d'étude.

3.1.1. Rappel sur les zonages concernés

3.1.1.1. Zonages d'inventaire

LES ZNIEFF

En rappel, une **ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) est un secteur du territoire particulièrement intéressant sur le plan écologique, participant au maintien des grands équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional. On distingue deux types de ZNIEFF :

- Les **ZNIEFF de type I**, d'une superficie généralement limitée, définies par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- Les **ZNIEFF de type II** qui sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ces zones peuvent inclure une ou plusieurs ZNIEFF de type I.

Nous noterons que cette appellation ne confère aucune protection réglementaire à la zone concernée, mais peut tout de même constituer un instrument d'appréciation et de sensibilisation face aux décisions publiques ou privées suivant les dispositions législatives.

3.1.1.1. Zonages de protection

ARRETE PREFECTORAL DE PROTECTION DE BIOTOPE

L'arrêté préfectoral de protection de biotope (APPB) est un outil réglementaire visant à prévenir la disparition d'espèces protégées. Ainsi, le Préfet de département peut réglementer des activités susceptibles de porter atteinte à la conservation de ce biotope.

Le terme biotope vise les mares, marécages, marais, haies, bosquets, landes, dunes, pelouses ou toutes autres formations naturelles, peu exploitées par l'homme.

Les interdictions ou réglementations peuvent concerner diverses activités comme le dépôt de déchets, l'introduction de végétaux ou d'animaux, le brûlage ou le broyage de végétaux, l'épandage de produits phytosanitaires, etc.

LES ESPACES NATURELS SENSIBLES ET ASSOCIES

On considère comme **Espace Naturel Sensible** un espace de nature non exploité ou faiblement exploité par l'Homme et présentant un intérêt en termes de biodiversité ou de fonctionnalité sociale, récréative ou préventive, soit enfin dans sa vocation à la protection du paysage. Ces ENS ont été institués par la loi du 18 juillet 1985 qui dispose que « afin de préserver la qualité des sites, des paysages, des milieux naturels et des champs naturels d'expansion des crues et d'assurer la sauvegarde des habitats naturels... le Département est compétent pour élaborer et mettre en œuvre une politique de protection, de gestion et d'ouverture au public des espaces naturels sensibles, boisés ou non ».

Adopté par le Département des Hauts-de-Seine le 27 avril 2001, le schéma départemental des espaces naturels sensibles inventorie les espaces naturels et les hiérarchise. Il détermine des objectifs de préservation pour chacun d'eux et propose des outils adaptés à ces objectifs. Ce jeu de données les localise sur territoire départemental et précise leur surface.

On distingue les Espaces Naturels Sensibles (ENS) proprement dits et les Espaces Naturels Associés (ENA) qui sont des zones tampons vis à vis des espaces urbanisés.

LE RESEAU NATURA 2000

Le **réseau Natura 2000** est un réseau écologique européen cohérent formé par les **Zones de Protection Spéciale** (ZPS) et les **Zones Spéciale de Conservation** (ZSC (ou SIC avant désignation finale)) classées respectivement au titre de la Directive « Oiseaux » et de la Directive « Habitats-Faune-Flore ». L'objectif est de contribuer à préserver la diversité biologique sur le territoire de l'Union Européenne. Dans ce réseau, les Etats membres s'engagent à maintenir dans un état de conservation favorable les habitats naturels et les espèces d'intérêt communautaire.

3.1.2. Synthèse des zonages au droit et à proximité de la zone du projet

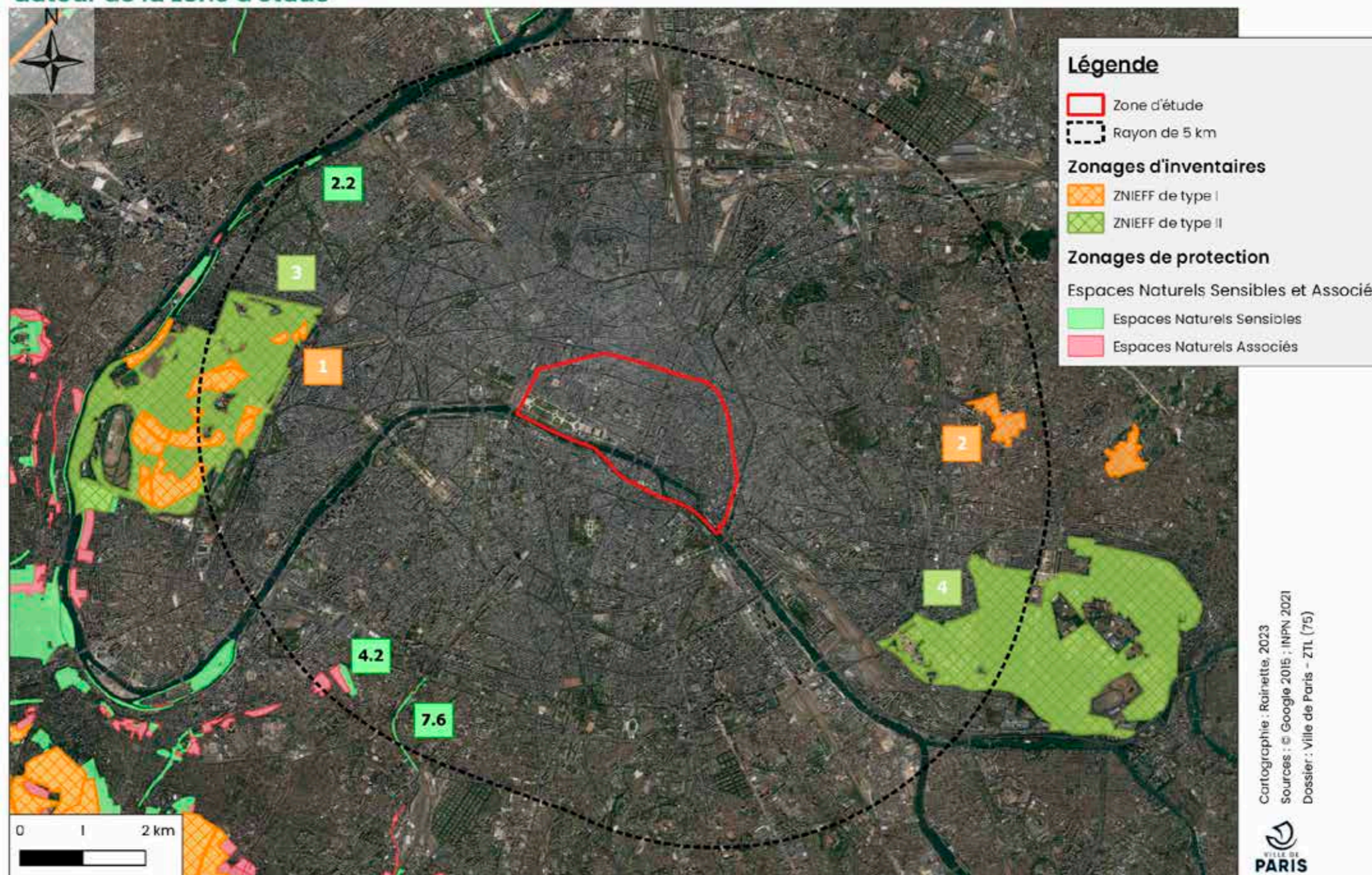
Le tableau ci-après présente une synthèse des zonages d'inventaire du patrimoine naturel au droit et à proximité de la zone d'étude (rayon élargi de 5 km par rapport au projet).

Ces zonages à proximité sont localisés sur la carte page suivante. Par souci de clarté et de lisibilité, seul les zonages présents dans un rayon de 5 autour du projet sont indiqués.

Tableau 6 : Zonages d'inventaire du patrimoine naturel présents dans un rayon de 5 km autour du projet

Type de zonage	Code cartographique	Identifiant	Nom	Superficie (en ha)	Eloignement du site d'étude (en Km)
Zonages d'inventaire du patrimoine naturel					
ZNIEFF de Type I	1	110020422	Vieux boisements et îlots de vieillissement du bois de Boulogne	127	3.7
	2	110030007	Boisements et prairies du parc des Guilands	25.9	3.9
ZNIEFF de Type II	3	110001696	Bois de Boulogne	665.6	3.7
	4	110001701	Bois de Vincennes	773.9	3.1
Zonages de protection du patrimoine naturel					
Espace Naturel Sensible (ENS)	2.2	2.2	Ile de la Jatte	0.6	4.8
	4.2	4.2	Coteaux de la Seine du Brimborion au lycée Michelet	17.2	4.5
	7.6	7.6	Coulée verte du sud parisien	3.1	4.3
Zonages relatifs à Natura 2000					
ZPS	5	FR1112013	Sites de Seine Saint Denis	1156.8	3.9

Zonages d'inventaires et de protection du patrimoine naturel dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude



Zonages relatif au réseau Natura 2000 dans un rayon de 5 km autour de la zone d'étude



3.2. Continuités écologiques

3.2.1. Au niveau régional : le Schéma Régional de Cohérence Ecologique

3.2.1.1. Définition et portée juridique

TRAME VERTE ET BLEUE

Le concept de la Trame Verte et Bleue se positionne **en réponse à l'augmentation croissante de la fragmentation et du morcellement des écosystèmes**, afin d'être utilisé comme un véritable outil pour enrayer cette diminution. Il est en effet établi par la communauté scientifique que la fragmentation des écosystèmes est devenue l'une des premières causes d'atteinte à la biodiversité.

La notion de fragmentation ou de morcellement des écosystèmes englobe tout phénomène artificiel de morcellement de l'espace, qui peut ou pourrait empêcher une ou plusieurs espèces vivantes de se déplacer comme elles le devraient et le pourraient en l'absence de facteur de fragmentation. **Les individus, les espèces et les populations sont différemment affectés par la fragmentation de leur habitat. Ils sont plus ou moins vulnérables selon leurs capacités adaptatives, leur degré de spécialisation, ou selon leur dépendance à certaines structures écopaysagères.**

Concrètement l'élaboration d'une Trame Verte et Bleue vise à diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et des habitats d'espèces, en appliquant une série de mesures, comme :

- Relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par le renforcement ou la restauration des corridors écologiques ;
- Développer le potentiel écologique des cours d'eau et masses d'eau et de leurs abords ;
- Protéger des milieux naturels et maintenir leur qualité écologique et biologique ;
- Restaurer des surfaces de milieux naturels perdues ;
- Améliorer et augmenter l'offre d'aménités et de loisirs en cohérence avec les objectifs de conservation de la biodiversité ;
- Rendre plus poreux vis-à-vis de la circulation de la biodiversité les milieux urbanisés, les infrastructures routières, ferroviaires, les cultures intensives...

La Trame Verte et Bleue a été mise en œuvre réglementairement par le Grenelle de l'Environnement à travers deux lois :

- **La loi du 3 août 2009** de « programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement » (dite Grenelle 1), annonce la réalisation d'un outil d'aménagement du territoire dont l'objectif est de constituer, jusqu'en 2012, une Trame Verte et Bleue, permettant de créer des continuités territoriales contribuant à enrayer la perte de biodiversité.
- **La loi du 12 juillet 2010** portant « engagement national pour l'environnement » (dite Grenelle 2), inscrit la Trame Verte et Bleue dans le Code de l'environnement et dans le Code de l'Urbanisme, définit son contenu et ses outils de mise en œuvre en définissant un ensemble de mesures destinées à préserver la diversité du vivant. Elle dispose que dans chaque région, un Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) doit être élaboré conjointement par l'Etat et le Conseil Régional.

SCHEMA REGIONAL DE COHERENCE ECOLOGIQUE

Le SRCE doit identifier, maintenir et remettre en état les réservoirs de biodiversité qui concentrent l'essentiel du patrimoine naturel de la région, ainsi que les corridors écologiques qui sont indispensables à la survie et au développement de la biodiversité. Le SRCE prend en compte le SDAGE.

Le SRCE doit ensuite se donner les moyens d'agir, au travers d'un plan d'actions stratégique : en définissant des actions prioritaires, ce plan propose des mesures pour permettre la mise en œuvre du SRCE qui se décline à des échelles infrarégionales et repose sur des acteurs locaux.

Les personnes publiques visées à l'art. L. 371-3 du Code de l'environnement (collectivités, groupements de collectivités et Etat) doivent prendre en compte, au sens juridique du terme, le SRCE dans des décisions relatives à des documents de planification, projets ou infrastructures linéaires susceptibles d'affecter les continuités écologiques.

3.2.1.2. Situation en Ile-de-France

Approuvé par délibération du Conseil régional du 26 septembre 2013, le Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) d'Ile-de-France a été adopté par arrêté le 21 octobre 2013.

La démarche d'élaboration du SRCE repose dans un premier temps sur la définition de **sous-trames écologiques fonctionnelles**. Celles-ci représentent « l'ensemble des espaces constitués par un même type de milieu et le réseau que constituent ces espaces plus ou moins connectés. Ils sont composés de réservoirs de biodiversité, de corridors et autres espaces fréquentés régulièrement par les espèces typiques des milieux considérés ».

Quatre sous-trames principales ont été identifiées en Ile-de-France :

- **La sous-trame arborée** correspondant à l'ensemble des formations végétales ligneuses arborées ou arbustives (forêts, bosquets, haies, alignements d'arbres et arbustes, arbres isolés, etc.) ;
- **La sous-trame herbacée** qui comprend toutes les végétations pérennes dominées par des herbes (en-dehors des cultures) ;
- **La sous-trame « grandes cultures »** qui est composée des milieux agricoles cultivés en grandes cultures et des cultures maraîchères ;
- **Et la sous-trame bleue**, qui comprend les eaux courantes et stagnantes, ainsi que les zones humides herbacées et arborées.

Dans un second temps, le SRCE s'articule autour de la définition des **réservoirs de biodiversité** et des **corridors écologiques** qui, associés, forment les continuités écologiques.

- **Les réservoirs de biodiversité** sont définis comme « des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante. Ce sont des espaces pouvant abriter des noyaux de populations d'espèces à partir desquels les individus se dispersent ou sont susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations ». Parmi ces réservoirs, certains sont d'importance nationale, régionale ou interrégionale. Leur composition est codifiée aux articles L.371-1 et R.371-21 du Code de l'environnement. Ils s'appuient sur les contours des zonages existants, de manière obligatoire ou après examen au cas par cas. En Ile-de-France, ils comprennent :
 - o Le socle des espaces à considérer obligatoirement : RNN, RNR, APB et RBF (Réserves Biologiques en Forêt publique) ;
 - o Des entités complémentaires retenues, après examen, par le CSRPN d'Ile-de-France : ZNIEFF de type I, ZNIEFF de type II, sites Natura 2000 et réservoirs biologiques du SDAGE.

Ils occupent une surface totale de 256 579 ha, soit 21,3% de la surface régionale.

- **Les corridors écologiques** « assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité. Ils offrent aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Ils correspondent aux voies de déplacement préférentielles empruntées par la faune et la flore. Ces liaisons fonctionnelles entre écosystèmes ou habitats d'une espèce permettent sa dispersion et sa migration ». Leur identification a été fondée en Ile-de-France sur l'étude des possibilités de déplacement de certaines espèces animales, au regard des habitats naturels dans lesquels ils évoluent et qui correspondent aux différentes sous-trames identifiées.

Dans les sous-trames « bleue » et « grandes cultures », la notion de **continuum** a été utilisée pour désigner les territoires dans lesquels les espèces circulent librement sans axe préférentiel de déplacement.

Un niveau de fonctionnalité a été attribué à chaque corridor, en distinguant les corridors dits « fonctionnels » des corridors « à fonctionnalité réduite ». Les premiers sont empruntés ou susceptibles d'être empruntés par l'ensemble des espèces ou guildes (1) d'espèces de la sous-trame concernée, tandis que les seconds ne peuvent être empruntés

¹ Ensemble d'espèces appartenant à un même groupe taxonomique ou fonctionnel qui exploitent une ressource commune de la même manière en même temps, donc partageant la même niche écologique.

que par une partie des espèces ou guildes d'espèces, généralement les moins exigeantes ou à dispersion aérienne.

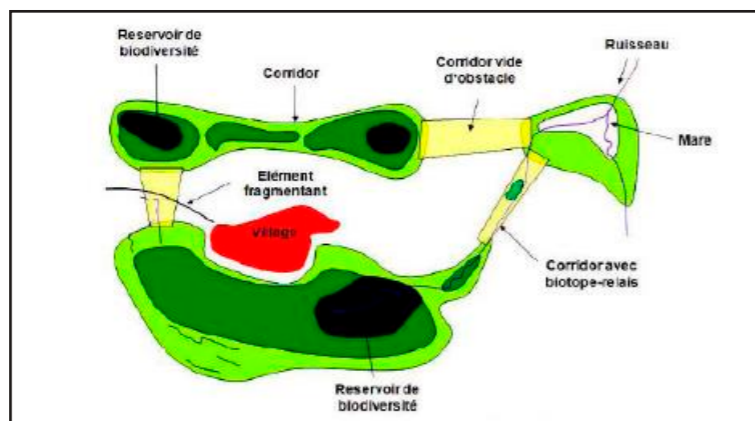


Figure 1 : Schématisation de la notion de continuité écologique (issue du SRCE Ile de France)

Enfin, l'enjeu du SRCE étant d'assurer la préservation des continuités écologiques, les éléments fragmentants à traiter pour rétablir la fonctionnalité des corridors ont également été mis en évidence. Ceux-ci correspondent aux « obstacles et points de fragilité situés sur les corridors et au sein des réservoirs de biodiversité ». Deux catégories d'éléments fragmentants ont été distinguées selon l'intensité de leurs effets :

- **Les obstacles**, qui ont un fort effet de coupure sur les continuités ou induisent une importante fragmentation de l'espace,
- **Les points de fragilité**, qui réduisent l'étendue des fonctionnalités de la continuité bien que celle-ci reste fonctionnelle pour les espèces les moins sensibles.

Pour finir, le SRCE comprend un **plan d'actions stratégiques** qui présente :

- **Les objectifs de préservation et de restauration des continuités écologiques** : les corridors à préserver ou restaurer, les éléments fragmentants à traiter prioritairement, les éléments à préserver, ainsi que les autres éléments d'intérêt majeur pour le fonctionnement des continuités ;
- **Les actions prioritaires** pour répondre à ces objectifs ;
- **Les outils associés à la réalisation de ces objectifs**, pour chaque type d'acteurs ;
- **Les efforts de connaissance à mener**, notamment en vue de l'évaluation et de la mise en œuvre du schéma.

L'ensemble de ces éléments (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, éléments fragmentant) sont représentés sur une **carte des composantes**, exploitable au **1/100 000ème**, qui constitue un état initial de la fonctionnalité des continuités écologiques d'Ile-de-France.

En se référant à cette carte, il apparaît que la zone du projet est en contact direct avec des entités du SRCE-TVb, à savoir le continuum de la sous-trame bleue et les cours d'eau (caractérisés par la Seine). Le site, très enclavé au sein d'une matrice urbaine dense n'est pas situé à proximité d'autres éléments du SRCE.

Une carte en page suivante illustre les éléments du SRCE au droit et à proximité de la zone projet.



3.2.1.3. Situation dans les départements de Paris et de la petite couronne

La ville de Paris a redéfini sa trame verte et bleue de manière locale. En effet, une carte de la trame verte et bleue des départements de Paris et de la petite couronne constitue un zoom sur le territoire infrarégional, déterminé par l'importance des enjeux attachés à la zone urbaine dense.

Cette carte se veut complémentaire à la carte des objectifs du SRCE Ile-de-France, dont elle reprend la totalité des informations. Elle présente toutefois, outre son échelle, deux différences majeures :

- Un degré de précision plus grand concernant l'occupation du sol,
- L'identification d'éléments de continuité propres au milieu urbain : les secteurs reconnus pour leur intérêt écologique en contexte urbain et les liaisons reconnus pour leur intérêt écologique en contexte urbain.

Cette carte est exploitable au 1:75 000 et ne doit pas faire l'objet de zoom pour son interprétation.

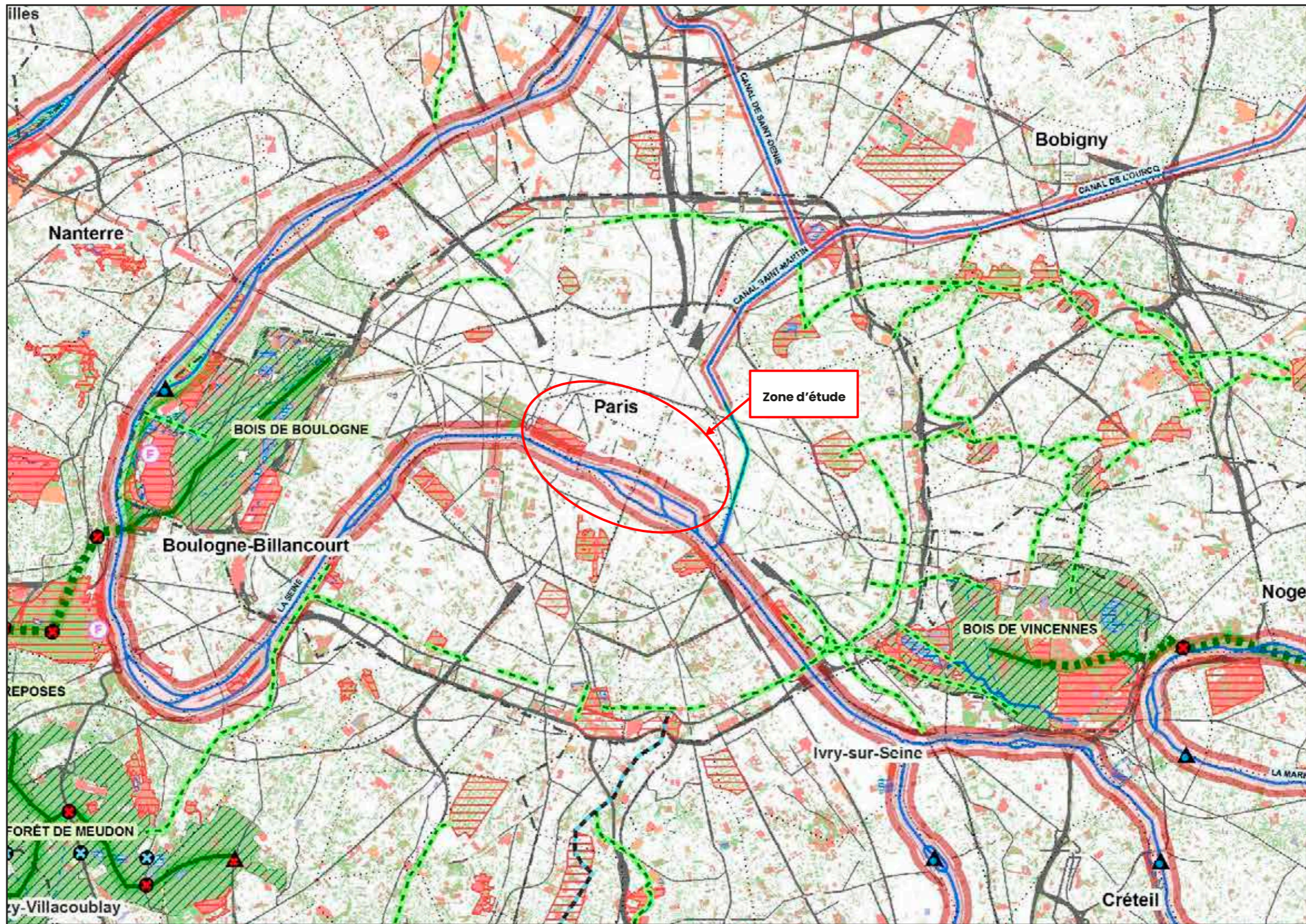
Elle comprend 6 catégories :

- Les corridors à préserver ou restaurer ;
- Les éléments fragmentants à traiter prioritairement ;
- Les éléments à préserver ;
- Les autres éléments d'intérêt majeur pour le fonctionnement des continuités écologiques ;
- Les continuités en contexte urbain ;
- L'occupation des sols.

L'analyse de cette carte révèle que la zone de projet se situe au droit d'un élément de continuité de la TVB, Les corridors multitrames alluviaux en contexte urbain (le long des fleuve et rivières), représenté par la Seine. La zone d'étude contient un autre secteur reconnu pour son intérêt écologique, le jardin des Tuileries et du Carrousel.

La carte en page suivante correspond à la planche centrale de cette carte départementale





3.2.1.1. Situation à Paris intramuros

La Trame Verte et Bleue a été déclinée à l'échelle du territoire parisien au travers d'une cartographie des « chemins de la nature », édition de 2020. Ce schéma des trames verte et bleu locales comprend notamment les éléments du SRCE, les réservoirs urbains de biodiversité (qualifiés selon leur degré de fonctionnalité écologique), les Corridors Urbains de Biodiversité, reliant les réservoirs et se déclinant aussi suivant leur degré de fonctionnalité, les éléments de la trame bleue, ainsi que les éléments relais (petits espaces constituant des refuges pour la biodiversité).

En complément, des habitats considérés comme prioritaires ont été identifiés et catégorisés en 5 sous-trames terrestres et aquatiques (humide et aquatique, herbacée, arbustive, arborée et minérale). Sont rattachées à ces habitats, 39 espèces/groupes d'espèces cibles dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace.

Dans le cas présent, des réservoirs de biodiversité fonctionnels (RUB des Tuileries, Louis XIII, Nelson Mandela, et Palais-Royal), et des éléments relais sont implantés au sein de la zone d'étude, tels que des parc urbain (espaces verts inférieur à 1ha) comme le square de la tour Saint-Jacques, le square du temple, square Emile Chautemps, entre autres. Quelques toitures et murs végétalisés sont aussi présent sur cette zone d'étude. Enfin des Corridors Urbains de Biodiversité de différentes fonctionnalités se trouvent sur ou à la périphérie de la zone d'étude. Un de ces corridors traverse la zone d'étude de nord en sud sur le linéaire des boulevards du Palais et Sébastopol. Les autres corridors sont situés aux boulevards périphériques de la zone d'étude. La majorité de ces BUB sont de fonctionnalité moindre. Le CUB longeant la Seine est reconnu de fonctionnalité forte.

Ces éléments regroupent certainement les 3 types de trame, surtout au niveau des parcs et squares urbains. Ces sous trames semblent toutefois peu fonctionnels au vu du peu d'espèces différentes recensées à la bibliographie. Cela peut s'expliquer par le mode de gestion mais aussi par le manque de connectivité entre ces éléments de RUB et éléments relais qui sont très enclavés au sein de la matrice urbaine.

Les informations issues de la TVB locale concernant les espèces cibles présentes sur la zone d'étude seront reprises et détaillées ultérieurement dans l'analyse bibliographique.

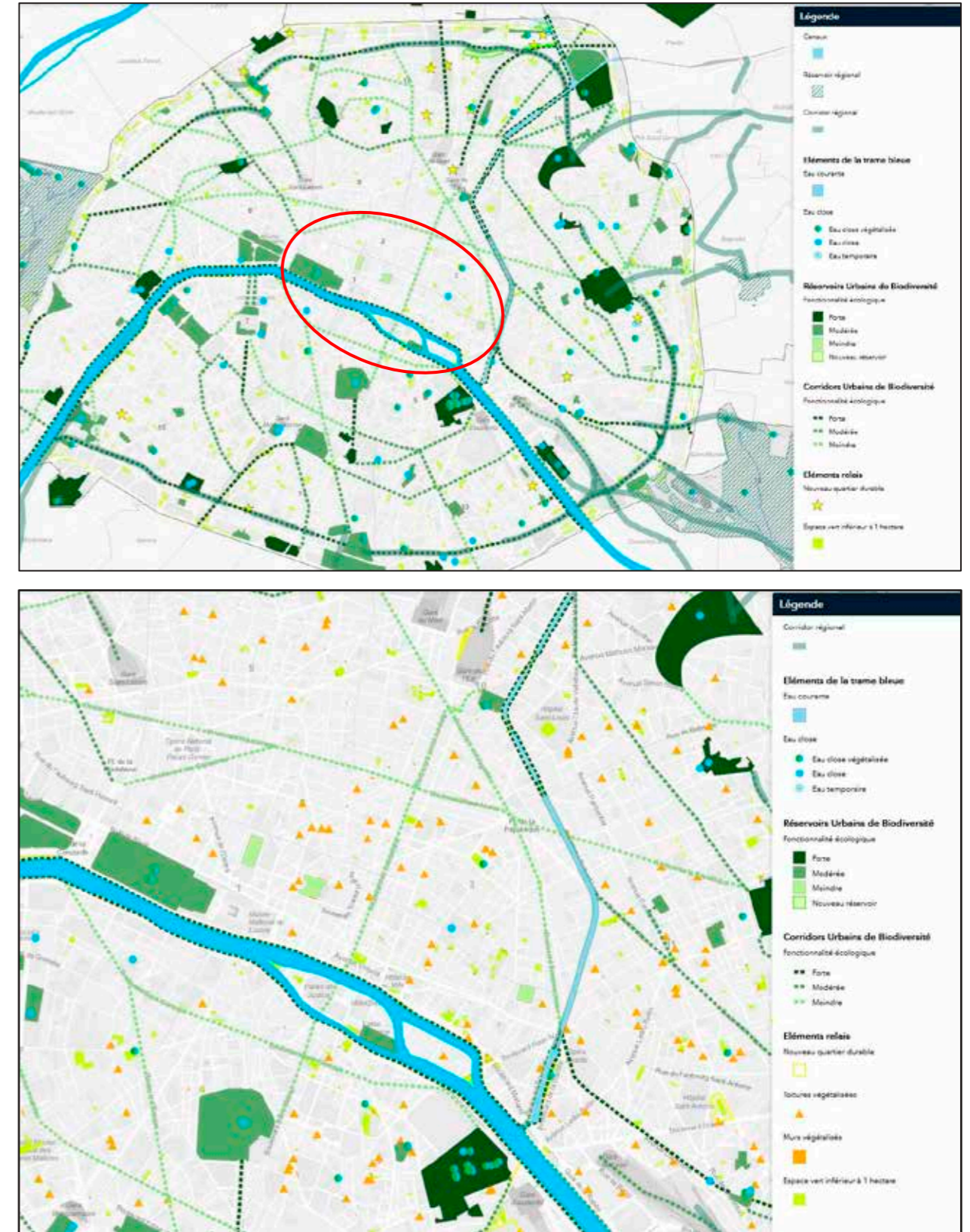


Figure 2 : Trame verte et bleue à l'échelle locale, vue globale (en haut) et vue zoomée (en bas) au niveau de la zone de projet (cercle rouge) (données issues des Chemins de la Nature)

3.3. Consultation et analyse des données bibliographiques de la flore et des habitats

3.3.1. La Flore

Du fait du grand nombre de données bibliographiques disponibles et par souci de clarté, nous nous focaliserons sur les espèces protégées et/ou menacées et présentant donc des enjeux. En effet le contexte très urbain de la zone d'étude implique la présence de nombreuses espèces très communes sur lesquels le projet n'aura pas d'incidence.

3.3.1.1. Consultation des données communales

Une consultation de données a été effectuée auprès du CBNBP, en septembre 2022. Parmi les données récentes (postérieures à 2000), il apparaît que 17 taxons observés au niveau des 1^{er}, II^{ème}, III^{ème}, et IV^{ème} arrondissements de Paris sont considérés comme protégés et/ou menacés en Ile-de-France.

Parmi l'ensemble des espèces observées et au vu des habitats présents sur la zone d'étude par photo-interprétation, ces 17 espèces semblent potentiellement observables sur la zone d'étude. En effet, la plupart sont liés aux milieux rudéraux et s'adaptent aux contraintes des milieux urbains. Ces taxons sont inscrits dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Espèces protégées et/ou menacées potentiellement présentes sur la zone de projet, d'après le CBNBP (Septembre 2022)

Nom latin	Nom français	Statut d'indigénat	Protection régionale	Rareté	Menace en IDF	Menace en France	Dét. ZNIEFF
<i>Atropa belladonna</i> L., 1753	Belladone, Bouton-noir	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Berberis vulgaris</i> L., 1753	Épine-vinette, Berbéris commun	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre, 1800	Langue de Boeuf	Indigène	Oui	RRR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Bromus racemosus</i> L., 1762	Brome en grappe	Indigène		RR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Cuscuta epilinum</i> Weihe, 1824	Cuscute du lin	Indigène		NRR	RE	NA	
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl, 1891	Sisymbre sagesse, Descourainie Sagesse	Indigène		RRR	CR	LC	
<i>Diplotaxis viminea</i> (L.) DC., 1821	Diplotaxe des vignes, Diplotaxis flexible	Indigène		RRR	CR	LC	
<i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv., 1812	Éragrostis poilu	Indigène		RRR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh., 1800	Falcaire de Rivin	Indigène	Oui	RR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Fumaria muralis</i> Sond. ex W.D.J.Koch, 1845	Fumeterre des murs	Indigène		RRR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Fumaria parviflora</i> Lam., 1788	Fumeterre à petites fleurs	Indigène		RRR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Hyoscyamus niger</i> L., 1753	Jusquiame noire	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev, 1994	Gnaphale jaunâtre, Cotonière blanc-jaunâtre	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Leonurus cardiaca</i> L., 1753	Agripaume cardiaque, Queue-de-lion	Indigène		RR	EN	NT	Déterminant ZNIEFF
<i>Myosurus minimus</i> L., 1753	Queue-de-souris naine	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Thelypteris palustris</i> Schott, 1834	Fougère des marais, Thélyptéris des marais, Thélyptéris des marécages	Indigène	Oui	R	LC	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Vicia lathyroides</i> L., 1753	Vesce printannière, Vesce fausse Gesse	Indigène		RR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF

Légende : NRR = Non revu récemment, R = Rare, RR = Très rare, RRR = Extrêmement rare, LC = taxon de préoccupation mineure, NT = Quasi-menacé, VU = Vulnérable, EN = En danger, CR = En danger critique, RE = Disparue, NA = Cotation UICN non applicable, NE = Non évalué.

3.3.1.2. Zonages

Deux ZNIEFF de type I, ainsi que de deux ZNIEFF de type II et une zone protection spéciale sont localisées à proximité de la zone d'étude. Il apparaît alors intéressant d'étudier les taxons remarquables ainsi que les habitats observés au niveau de ces sites, afin d'établir les potentialités de présence d'espèces végétales à enjeux sur la zone d'étude.

Parmi l'ensemble des espèces mentionnées dans ces zonages et au vu des habitats présents sur la zone d'étude, 4 espèces inféodées aux zones rudérales sont potentiellement présentes sur la zone d'étude. Ces espèces sont inscrites dans le tableau ci-après.

Tableau 8 : Espèces protégées et/ou menacées sur les zonages situés à proximité du site d'étude.

Nom latin	Nom français	Statut d'indigénat	Protection régionale	Rareté	Menace en IDF	Menace en France	Dét. ZNIEFF	Zonages concernés		
								ZNIEFF de type I "Barges de Seine au Bois de Boulogne"	ZNIEFF de type II "Bois de Boulogne"	ZNIEFF de type II "Bois de Vincennes"
<i>Cuscuta epithymum</i> (L.) L., 1774	Cuscute à petites fleurs	Indigène		R	VU	LC	Déterminant ZNIEFF	x	x	
<i>Falcaria vulgaris</i> Bernh., 1800	Falcaire de Rivin	Indigène	Oui	RR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF			x
<i>Fumaria parviflora</i> Lam., 1788	Fumeterre à petites fleurs	Indigène		RRR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF			x
<i>Trifolium striatum</i> L., 1753	Trèfle strié	Indigène	Oui	RR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF			x

Légende : R = Rare, RR = Très rare, RRR = Extrêmement rare, LC = taxon de préoccupation mineure, VU = Vulnérable

3.3.1.3. Consultation des données locales issues de l'extraction transmise par l'Agence Régionale pour la Biodiversité

En complément de la consultation du CBNBP, le portail GeoNat'IdF de l'Agence Régionale pour la Biodiversité a été consulté en septembre 2022. Parmi ces données, 6 espèces menacées et/ou protégées ont été observées à proximité de la zone d'étude. Ces espèces sont inféodées aux habitats de friches, et sont donc potentiellement observables sur la zone d'étude. Ces 6 taxons sont inscrits dans le tableau ci-dessous.

- Le Chénopode des murs a été observé le long du Boulevard Voltaire ainsi que sur les berges de la Seine et du canal Saint-Martin.
- Le Calament ascendant a été observé rue des Filles du Calvaire.
- Le Gaillet de Paris a été observé sur l'île de la Cité, en pointe Ouest.
- Le Polypode du Calcaire a également été observé le long du canal Saint-Martin.
- Le Gnaphale jaunâtre a été observé en plusieurs endroits, dans les rues du IV^{ème} arrondissement.
- L'Orpin de Bologne a été identifiée rue Bouchat.

Tableau 9 : Espèces protégées et/ou menacées potentiellement présentes sur la zone de projet, d'après GeoNat'IDF (Octobre 2022)

Nom latin	Nom français	Statut d'indigénat	Protection régionale	Rareté	Menace en IDF	Menace en France	Dét. ZNIEFF
<i>Chenopodium murale</i> (L.) S.Fuentes, Uotila & Borsch, 2012	Chénopode des murs	Indigène		RR	NT	LC	
<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>ascendens</i> (Jord.) B.Bock, 2012	Calament ascendant	Indigène		RRR	EN	LC	
<i>Galium parisiense</i> L., 1753	Gaillet de Paris	Indigène		R	VU	LC	
<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.) Newman, 1851	Polypode du calcaire	Indigène	Oui	NRR	RE	LC	
<i>Laphangium luteoalbum</i> (L.) Tzvelev, 1994	Gnaphale jaunâtre, Cotonière blanc-jaunâtre	Indigène		RR	EN	LC	Déterminant ZNIEFF
<i>Sedum sexangulare</i> L., 1753	Orpin de Bologne, Orpin doux, Orpin à six angles	Indigène	Oui	RRR	VU	LC	Déterminant ZNIEFF

Légende : RRR = Extrêmement rare, RR = Très rare, LC = taxon de préoccupation mineure, NT = Quasi-menacé, VU = Vulnérable, EN = En danger, CR = En danger critique.

3.3.2. Les habitats

D'après photo-interprétation, il apparait que la zone d'étude présente un degré important d'artificialisation avec un réseau routier dense ainsi que de nombreux bâtiments.

Quelques secteurs semblent néanmoins davantage végétalisés, notamment des jardins comme le Jardin des Tuileries, le Jardin du Palais royal, le jardin Nelson Mandela ainsi que quelques squares (square Emilie Chautemps, square du temple Elie Wiesel, etc...).

On constate également la présence de nombreux alignements d'arbres par exemple au niveau du Boulevard de Sébastopol ou le long des quais de la Seine. Ces derniers s'avèrent par ailleurs parfois propices au développement de végétations pionnières qui profitent des anfractuosités des pavés pour croître.

L'enjeu sur la flore et les habitats est globalement faible sur le site d'étude et localement moyen au niveau des square, jardins et alignements d'arbres.

3.4. Consultation et analyse des données bibliographiques de la Faune

L'analyse de la bibliographie pour la faune s'appuie sur une extraction de données issue de la base de données naturalistes GeoNat'IDF gérée par l'Agence Régionale pour la Biodiversité. Elle comprend ainsi toutes les observations (de la plus récente à la plus ancienne) de la faune, réalisées dans une aire incluant un peu plus que le site d'étude. Pour l'analyse des données bibliographiques nous avons décidé de prendre en compte toutes espèces observées ces 12 dernières années, c'est-à-dire jusqu'en 2010.

Les espèces qui seront issues de cette bibliographie sont intégrées à l'évaluation patrimoniale de chaque groupe.

3.4.1. Avifaune

La vie des oiseaux est rythmée par deux grandes phases : la **période nuptiale** (ou de reproduction) et la **période internuptiale**. Au cours de cette dernière, une grande partie des oiseaux effectue une **migration** pour rejoindre leurs sites d'**hivernage** (migration postnuptiale). Ils reconstituent alors leurs réserves énergétiques en prévision de leur retour, au printemps, pour regagner leurs lieux de reproduction (migration pré-nuptiale).

Certaines espèces n'effectuent quant à elles pas de migrations saisonnières et sont présentes toute l'année : ce sont des espèces **sédentaires** (ou résidentes).

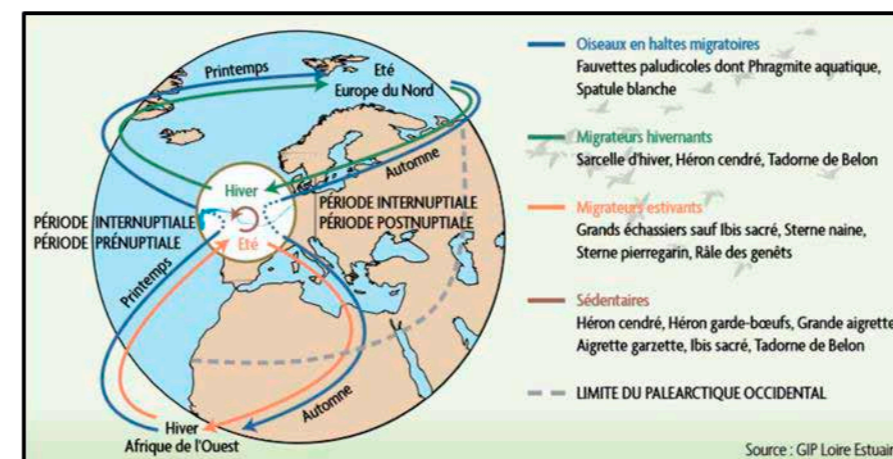


Figure 3 : Représentation schématique du cycle de vie d'une population d'oiseaux migrateurs

3.4.1.1. Analyse bibliographique

L'extraction de données de GeoNat'IDF a permis de faire ressortir 66 espèces d'oiseaux depuis 2010 sur la zone d'étude. Nous avons décidé d'exclure toutes les espèces dont les habitats de l'aire d'étude (zone hyper urbaine) ne présentent pas d'intérêts particuliers pour eux, ce qui représente 15 espèces. Dans un premier temps nous avons exclu les oiseaux vus en en vol migratoire comme la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*), le Vanneau huppé (*Vanellus vanellus*) ou encore l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*) observé en octobre, pleine période migratoire pour cet oiseau. Dans un second temps nous avons enlevé les espèces vues qu'une seule année (hors période de nidification) et généralement vu en une seule fois et de façon isolé comme c'est le cas pour le Canard siffleur (*Mareca penelope*), l'Avocette élégante (*Recurvirostra avosetta*), ou encore le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*). Ainsi ces espèces peuvent être exclues de la bioévaluation car le projet ne leur porte en aucun cas atteinte.

Les 51 autres espèces d'oiseaux sont conservés dans la présentation et bioévaluation car ils peuvent utiliser le site comme zone de reproduction et/ou zone de nourrissage et/ou halte migratoire plus ou moins fréquemment.

Tableau 10 : Liste des oiseaux non intégrés dans la présentation et la bioévaluation

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	2010
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	2013
<i>Asio otus</i>	Hibou moyen-duc	2010
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	2010
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	2015
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	2010
<i>Grus grus</i>	Grue cendrée	2011
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	2012
<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	2012
<i>Mareca penelope</i>	Canard siffleur	2013
<i>Motacilla flava</i>	Bergeronnette printanière	2020
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	2011
<i>Poecile palustris</i>	Mésange nonnette	2011
<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	2015
<i>Turdus iliacus</i>	Grive mauvis	2010
<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé	2013

3.4.1.2. Description des espèces tirées de la bibliographie

51 espèces ont été retenues d'après la bibliographie sur l'ensemble de la zone d'étude. Afin de simplifier la présentation de ces espèces, elles ont été regroupées au sein de cortèges correspondant à des biotopes de l'aire d'étude. Dans le cas présent, nous avons défini 3 cortèges principaux, les oiseaux liés aux eaux libres, les oiseaux liés aux parcs arborés et les oiseaux liés des bâtiments.

Pour chaque cortège un tableau synthétise les espèces et leur « supposé » statut. En effet aucune prospection n'ayant été réalisé nous nous basons uniquement sur les informations recueillies sur GeoNat'IDF et sur nos connaissances des espèces. Ainsi en période de nidification aucune espèce ne se verra attribuer le statut de certain car nous n'avons rien constaté. Cependant une espèce que nous jugeons régulièrement nicheuse sur la zone se verra attribuer un statut « probable » alors qu'une espèce nicheuse moins régulière se verra attribuer un statut « possible ». Le terme « présence » signifie que l'espèce peut être vue sur le site sans s'y reproduire. En période internuptiale (migratoire et hivernante) seul le terme « présence » est noté, ce qui signifie que l'espèce y a été vue plusieurs fois lors des 12 dernières années.

AVIFAUNE LIES AUX EAUX LIBRES

Ce cortège est sur le site d'étude essentiellement lié à la Seine, même si quelques espèces de ce cortège peuvent aller rechercher de la nourriture dans les parcs et jardins aux abords du fleuve comme le jardin des Tuileries.

Période de nidification

La majeure partie de ces espèces présentent en période de nidification, ne sont pas nicheuses sur le site. Ils y passent en vol ou y recherchent leur nourriture principalement sur la Seine. En période de nidification on peut y voir des espèces d'intérêts comme

la **Sterne pierregarin** (*Sterna hirundo*) et la **Mouette mélanocéphale** (*Ichthyaetus melanocephalus*), à noter que cette dernière n'a pas été vue depuis 2012 alors que la Sterne pierregarin est vue assez régulièrement.

D'après l'analyse bibliographique, trois oiseaux de ce cortège peuvent nicher sur le site d'étude, le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), la Gallinule poule-d'eau (*Gallinula chloropus*) et la Bergeronnette des ruisseaux (*Motacilla cinerea*). Cette dernière utilise les ouvrages (pont, quai, berges) pour y installer son nid.



Photo 1 : Sterne pierregarin, *Sterna hirundo* (©Rainette)



Photo 2 : Bergeronnette des ruisseaux, *Motacilla cinerea* (©Rainette)

Période internuptiale

En période migratoire et hivernante la Seine est exploitée par les différents laridés (goélands et mouette rieuse), mais aussi par le Grand cormoran (*Phalacrocorax carbo*), ces espèces sont présentes toute l'année sur le site d'étude. Cependant le Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) ou encore le Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*) ont été observés uniquement en période internuptiale d'après la bibliographie. Il est certain que ces deux espèces n'aient pas d'habitats de nidification favorables sur la zone d'étude.

Tableau 11 : Statut de l'avifaune des eaux libres d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut en période		
			nidification	migratoire	hivernale
<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	2020	-	présence	présence
<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	2019	possible	présence	présence
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	2022	présence	présence	présence
<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	Mouette rieuse	2022	présence	présence	présence
<i>Cygnus olor</i>	Cygne tuberculé	2019	présence	présence	présence
<i>Fulica atra</i>	Foule macroule	2012	-	présence	présence
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule-d'eau	2019	possible	présence	présence
<i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	2012	présence	-	-
<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	2021	présence	présence	présence
<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	2022	présence	présence	présence
<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophaé	2013	présence	présence	présence
<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux	2022	probable	présence	présence
<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	2022	présence	présence	présence
<i>Podiceps cristatus</i>	Grèbe huppé	2018	-	présence	présence
<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	2022	présence	-	-

AVIFAUNE LIES AUX PARCS ARBORES (CONSTRUISANT UN NID)

Pour éviter un trop grand tableau, nous avons séparé ce cortège en fonction d'où ils installent leurs nids dans les arbres, ainsi nous avons les oiseaux construisant un nid et les oiseaux nichant dans une cavité.

Période de nidification

Treize espèces peuvent nicher sur la zone d'étude d'après l'analyse bibliographique. Ces oiseaux utilisent les arbres et buissons des parcs, jardins et allées pour y construire leurs nids. Les oiseaux nicheurs les plus courants de ce cortège mais aussi dans le centre de Paris, sont le Pigeon ramier (*Columba palumbus*), le Merle noir (*Turdus merula*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), le Rougegorgé familier (*Erithacus rubecula*), la Corneille noire (*Corvus corone*) ou encore la Pie bavarde (*Pica pica*).

D'autres espèces nettement moins courantes peuvent nicher dans l'aire d'étude comme le Roitelet triple-bandeau (*Regulus ignicapilla*) contacté dans le square du Temple – Elie Wiesel, la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*) dans le parc Nelson Mandela, la Mésange à longue queue (*Aegithalos caudatus*) sur l'île de la Cité dans le square Jean XVIII ou encore le **Verdier d'Europe** (*Chloris chloris*) contacté dans ce dernier secteur mais aussi dans le Jardin des Tuileries. L'**Accenteur mouchet** (*Prunella modularis*) est également un nicheur assez rare sur le site d'étude.

Période interuptiale

La grande majorité des espèces citées auparavant notamment les plus courants sont des sédentaires et sont donc présents en période migratoire et hivernale d'après la bibliographie. Quelques oiseaux ont été vus exclusivement à cette période, le Pouillot fitis (*Phylloscopus trochilus*) vu en halte migratoire dans le Jardin des Tuileries, mais aussi la Grive litorne (*Turdus pilaris*) qui peut être présente en automne comme hiver. Le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) est lui noté qu'en hiver et l'Épervier d'Europe (*Accipiter nisus*) peut venir chasser dans les parcs en période interuptiale.


 Photo 3 : Accenteur mouchet, *Prunella modularis* (@Rainette)

 Photo 4 : Verdier d'Europe, *Carduelis carduelis* (@Rainette)

Tableau 12 : Statut de l'avifaune liés aux parcs arborés (construisant un nid) d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut en période		
			nidification	migratoire	hivernale
<i>Accipiter nisus</i>	Épervier d'Europe	2018	-	présence	présence
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mésange à longue queue	2018	possible	présence	présence
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	2015	-	potentiel	présence
<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe	2016	possible	présence	présence
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	2022	probable	présence	présence
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	2022	probable	présence	présence
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorgé familier	2022	probable	présence	présence
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	2020	probable	présence	présence
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes	2019	présence	présence	présence
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	2013	possible	présence	-
<i>Phylloscopus trochilus</i>	Pouillot fitis	2012	-	présence	-
<i>Pica pica</i>	Pie bavarde	2022	probable	présence	présence
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet	2022	possible	présence	présence
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple-bandeau	2016	possible	présence	-
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	2022	possible	-	-
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	2022	probable	présence	présence
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	2015	possible	présence	présence
<i>Turdus pilaris</i>	Grive litorne	2013	-	présence	présence

AVIFAUNE LIES AUX PARCS ARBORES (NICHANT DANS UNE CAVITE)

Il s'agit d'un cortège où les oiseaux nichent en grande majorité dans les cavités arbres et s'y nourrissent, toutefois certaines de ces espèces peuvent également utiliser des cavités anthropiques (trous, fissures dans un bâtiment).

Période de nidification

Huit espèces peuvent nicher sur la zone d'étude d'après l'analyse bibliographique. Ces oiseaux utilisent les cavités arbres des parcs, jardins et allées du site d'étude pour y installer leurs nids. Les oiseaux nicheurs les plus courants de ce cortège sont la Mésange charbonnière (*Parus major*) et la Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*). Ces deux espèces peuvent également utiliser des cavités anthropiques, nichoirs pour nicher.

La Perruche à collier (*Psittacula krameri*) est une espèce non indigène qui a colonisé les parcs parisiens tant qu'il y a de gros arbres avec cavités, les platanes lui sont favorables, ce qui fait concurrence au Pigeon colombin (*Columba oenas*). Ce dernier a été contacté sur l'île de la Cité au niveau du square Jean XVIII. Beaucoup plus rare au cœur de Paris, le Pic vert (*Picus viridis*) vu en 2016 au Jardin des Tuileries, c'est aussi là que le Grimpereau des jardins (*Certhia brachydactyla*) a été le plus souvent contacté. **Le Pic épeichette** (*Dendrocopos minor*) a été vu pour la dernière fois en 2012 sur l'aire d'étude dans le square Barye de l'île de Saint Louis.

Période internuptiale

Une grande majorité de ces espèces sont sédentaires, on les retrouve donc en période internuptiale. Toutefois pour le Pic épeichette et le Grimpereau des jardins aucune donnée n'est mentionnée nous les considérons tout de même comme potentiels. Une espèce purement migratrice a été vue en halte migratoire dans le Jardin des Tuileries plusieurs fois, le **Gobemouche noir** (*Ficedula hypoleuca*). C'est un oiseau qui se reproduit dans les forêts.

Tableau 13 : Statut de l'avifaune liés aux parcs arborés (nichant dans une cavité) d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut en période		
			nidification	migratoire	hivernale
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins	2016	possible	potentiel	potentiel
<i>Columba oenas</i>	Pigeon colombin	2014	possible	-	-
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	2022	probable	présence	présence
<i>Dendrocopos minor</i>	Pic épeichette	2012	possible	potentiel	potentiel
<i>Ficedula hypoleuca</i>	Gobemouche noir	2012	-	présence	-
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	2022	probable	présence	présence
<i>Picus viridis</i>	Pic vert	2016	possible	présence	présence
<i>Psittacula krameri</i>	Perruche à collier	2017	possible	présence	présence

AVIFAUNE LIES AUX BATIMENTS

Il s'agit d'oiseaux exploitant les bâtiments, constructions humaines pour y installer leurs nids.

Période de nidification

Neuf espèces peuvent nicher sur la zone d'étude d'après l'analyse bibliographique. Parmi les espèces ayant absolument besoin des bâtiments pour nicher on peut citer l'**Hirondelle de fenêtre** (*Delichon urbica*), une colonie est présente au niveau de l'Arc de Triomphe du Carrousel, d'après les données bibliographiques la population serait en diminution sur ce site. Le **Martinet noir** (*Apus apus*), le Rougequeue noir (*Phoenicurus ochruros*), le Pigeon biset urbain (*Columba livia*) ou encore le **Moineau domestique** (*Passer domesticus*) sont également très liés aux bâtiments. Pour ce dernier on trouve toute une population sur et autour du Jardin Nelson Mandela.

D'autres espèces peuvent nicher au niveau des bâtiments même si elles peuvent nicher ailleurs (arbres notamment), toutefois dans le contexte de l'aire d'étude, elles utilisent probablement les bâtiments, comme l'Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*). Le **Faucon crécerelle** (*Falco tinnunculus*) a été noté régulièrement certaines années, ce qui laisse supposer qu'il peut nicher.

Période internuptiale

Hormis les oiseaux qui doivent migrer comme le Martinet noir et l'Hirondelle de fenêtre les autres espèces sont plutôt sédentaires sur le site d'étude.



Photo 5 : Hirondelle de fenêtre, *Delichon urbica* (©Rainette)



Photo 6 : Moineau domestique, *Passer domesticus* (©Rainette)

Tableau 14 : Statut de l'avifaune liés aux bâtiments d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut en période		
			nidification	migratoire	hivernale
<i>Apus apus</i>	Martinet noir	2022	probable	-	-
<i>Columba livia</i>	Pigeon biset urbain	2022	probable	présence	présence
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	2021	probable	-	-
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	2022	potentiel	présence	potentiel
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	2014	possible	présence	présence
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	2022	probable	présence	présence
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	2022	probable	présence	potentiel
<i>Sturnus vulgaris</i>	Etourneau sansonnet	2022	probable	présence	présence
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	2020	probable	présence	présence

3.4.1.3. Evaluation patrimoniale

REGLEMENTATION NATIONALE

L'arrêté du 29 octobre 2009 fixe la liste des oiseaux protégés et les modalités de leur protection. Celles-ci sont précisées par le code de l'environnement (L411-1). Sur tout le territoire national, pour ces espèces, sont notamment interdits :

- La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids ;
- La mutilation, la destruction, la capture des oiseaux ;
- La perturbation intentionnelle, notamment pendant la période de reproduction et de dépendance ;
- La destruction ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos.

Parmi les 50 espèces conservées après l'analyse bibliographique, 36 sont protégées au niveau national.

AUTRES TEXTES DE REFERENCE

Trois espèces sont citées à l'annexe I de la Directive Oiseaux, le Martin-Pêcheur d'Europe, la Mouette mélanocéphale et la Sterne pierregarin. Vingt-cinq espèces sont citées à l'Annexe II de la Convention de Berne.

Au niveau local, la ville de Paris a élaboré une liste d'espèces dites « cibles ». Une espèce « cible », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

Le Pic épeichette, le Pic vert, le Grimpereau des jardins et le Martin-pêcheur d'Europe sont des espèces cibles.

ESPECES A ENJEUX

Concernant l'avifaune en période de reproduction, est considérée comme espèce à enjeux (au moins moyen), un oiseau répondant à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » (2009/147/CE) ;
- Espèce « cible » au niveau local ;
- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national ou régional (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN).

Concernant l'avifaune en période internuptiale, est considérée comme espèce à enjeux (ou patrimoniale), un oiseau faisant halte, se reposant, s'alimentant ou étant sédentaire au sein du même site. Il doit également répondre à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'Annexe I de la Directive « Oiseaux » (2009/147/CE) ;
- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national en période migratoire ou hivernale (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN) ;
- Espèce « cible » au niveau local ou sédentaire ayant un enjeu en période de nidification.

Enjeux en période de nidification

Parmi les espèces d'oiseaux cités dans le diagnostic, 16 sont à enjeux. On note que 9 espèces qui peuvent être nicheuses et 5 qui ne le sont pas. Ces dernières utilisent la Seine pour leurs déplacements et s'y nourrir.

Deux espèces présentent un enjeu fort :

- Le Pic épeichette, car menacé en région et en France dans la catégorie « Vulnérable ». C'est un oiseau forestier mais que l'on peut retrouver dans les parcs tant qu'il y a des bois tendres. Hormis, les peupleraies plantées, les bois tendres que le Pic épeichette affectionne n'intéresse pas les forestiers. Ces habitats préférentiels ont donc tendance à régresser.
- Le Verdier d'Europe, il est également menacé en région et en France dans la catégorie « Vulnérable ». Il affectionne les parcs et jardins sur le site d'étude. Sa population est en déclin en France depuis plusieurs décennies, l'intensification de l'agriculture en est la principale raison, couplée malheureusement ces dernières années à une épidémie de salmonellose.

On note 3 espèces à enjeux assez forts. Il s'agit d'espèces liées sur l'aire d'étude aux bâtis, l'Hirondelle de fenêtre et le Faucon crécerelle sont inscrits comme « Quasi-menacée » en France comme en Ile-de-France. Le Moineau domestique est lui « vulnérable » en région mais non menacé en France.

Onze espèces sont à enjeux moyens. Certaines sont nicheuses comme :

- Le Martinet noir, « Quasi-menacée » en France,
- La Mésange à longue queue, la Bergeronnette grise, l'Accenteur mouchet, « Quasi-menacée » en région,
- Le Pic vert et le Grimpereau des jardins, espèces « cible »,

Ou non nicheuses (mais semblent exploiter une partie du site d'étude pendant la période de nidification), comme :

- La Mouette rieuse et le Goéland argenté, « Quasi-menacée » en France,
- La Mouette mélanocéphale, « Quasi-menacée » en région et inscrit en annexe I de la directive Oiseaux,
- Le Goéland brun, « Vulnérable » en région,
- La Sterne pierregarin, « Vulnérable » en région et inscrit en annexe I de la directive Oiseaux.

A noter que pour ces espèces non nicheuses, nous avons évalué le niveau d'enjeu à moyen par défaut.

Ces espèces à enjeux sont identifiées en vert dans le 1er tableau de bioévaluation. Elles sont notées nicheuses dans le cas où (d'après la bibliographie) elles peuvent l'être.

Enjeux en période internuptiale

Parmi les espèces d'oiseaux cités dans le diagnostic, 11 sont à enjeux, dont 8 espèces sédentaires et une espèce migratrice.

On note 3 espèces à enjeux assez forts :

- Le Pic épeichette, oiseau sédentaire (menacé en période de nidification) mais non vu en période internuptiale (d'après la bibliographie), nous pensons qu'il peut fréquenter certains parcs en bord de Seine à cette période.
- Le Verdier d'Europe, les populations sont plus ou moins sédentaires, nous avons donc choisi de maintenir un niveau d'enjeu au moins assez fort pour cette espèce,
- Le Moineau domestique, oiseau typiquement sédentaire, nous jugeons donc que son niveau d'enjeu reste le même en période internuptiale.

Concernant les espèces à enjeux moyen. L'Accenteur mouchet est comme le moineau sédentaire, il conserve donc un enjeu moyen. Le Faucon crécerelle plutôt sédentaire a été évalué en enjeu moyen. Pour le Martin-pêcheur d'Europe, il est inscrit en annexe I de la directive Oiseaux. Le Pic vert et le Grimpereau des jardins sont des espèces « cible ». Et enfin, en ce qui concerne le Gobemouche noir, dans un contexte local urbain défavorable, l'observation de cet oiseau rare présente un intérêt non négligeable, son enjeu a donc été évalué à moyen.

Avec un total de 50 espèces estimées d'après la bibliographie, le site présente une richesse spécifique non négligeable dans un contexte fortement anthropisé. C'est notamment grâce à la Seine qu'une partie des différentes espèces, sont vues dans l'aire d'étude.

On note plusieurs espèces pouvant être nicheuses (d'après la bibliographie) avec un enjeu fort ou assez fort, le Pic épeichette, le Verdier d'Europe, l'Hirondelle de fenêtre, le Moineau domestique ou encore le Faucon crécerelle.

Les principaux enjeux sur le site d'étude pour l'avifaune se situent au niveau des parcs et jardins ainsi que de la Seine.

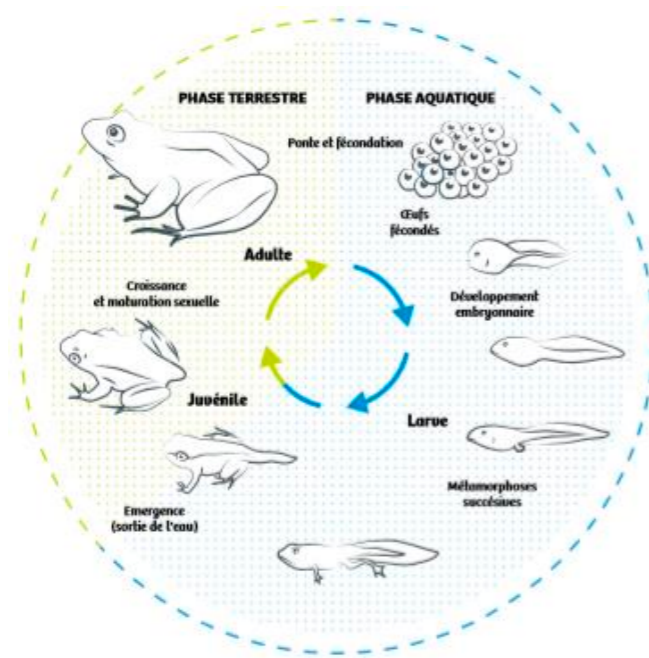
3.4.2. Les Amphibiens

La plupart des espèces d'amphibiens possèdent un cycle vital biphasique, avec une phase terrestre et une phase aquatique : alors que la larve est aquatique, le juvénile poursuit sa croissance en milieu terrestre pour y atteindre sa maturité sexuelle.

L'espace vital de la plupart des amphibiens comprend des quartiers d'hiver, des quartiers d'été et des sites de reproduction. La distance qui sépare ces différents milieux est très variable d'une espèce ou d'une région à l'autre, passant de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres. Chaque printemps, les amphibiens quittent les forêts où ils ont passé l'hiver à l'abri du froid pour gagner des points d'eau où ils se reproduiront, c'est à cette période que des mouvements significatifs d'individus sont observés. Durant les mois de juin-juillet, la migration de retour vers les habitats terrestres est plus diffuse dans le temps et passe plus inaperçue.

Ainsi, le cycle vital des amphibiens ne dépend pas uniquement d'un seul type de milieu mais bien d'un ensemble d'habitats utilisés au cours des différentes phases de leur développement. Ces différents habitats constituent l'**unité fonctionnelle** propre à chaque espèce en fonction de ses exigences écologiques.

Schéma 1 : Cycle biologique des amphibiens (Source : Picardie Nature)



3.4.2.1. Analyse bibliographique

L'extraction de données de GeoNat'IDF a permis de faire ressortir une espèce d'amphibien depuis 2010 sur la zone d'étude, l'Alyte accoucheur. Nous conservons la donnée car cette espèce est l'une des rares à pouvoir se maintenir dans un milieu aussi urbain.

L'Alyte accoucheur est conservé dans la présentation et bioévaluation de ce rapport.

3.4.2.2. Description des espèces tirées de la bibliographie

Une espèce est donc présente sur le site d'étude d'après la bibliographie l'Alyte accoucheur.

ALYTE ACCOUCHEUR (ALYTES OBSTETRICANS)

L'Alyte accoucheur est un petit crapaud qui a la caractéristique d'être le seul anoure en France à se reproduire hors de l'eau. Les mâles vont porter les œufs sur leurs membres postérieurs pendant quelques semaines avant de les déposer dans l'eau pour qu'ils éclosent. Il s'accommode de nombreux habitats avec une préférence pour les habitats ouverts bien exposés au soleil. Il est aussi connu pour sa cohabitation avec l'homme.

L'Alyte accoucheur a été contacté (d'après la bibliographie) près du Jardin National des archives en 2014. Comme décrit dans sa présentation c'est un petit amphibien capable de s'accommoder de la présence humaine, il lui faut toutefois au moins un point d'eau (hors Seine) pour déposer ses œufs et pouvoir survivre dans le secteur.

L'Alyte accoucheur est présent d'après la bibliographie sur l'aire d'étude.



Photo 7 : Alyte accoucheur, *Alytes obstetricans* (©Rainette)

3.4.2.3. Evaluation patrimoniale

REGLEMENTATION NATIONALE

L'ensemble des amphibiens et reptiles sont protégés en France. Différents textes se sont succédé au début des années 2000 pour aboutir à la réglementation actuelle. L'**arrêté du 16 décembre 2004** a permis d'introduire la notion de protection des habitats pour la plupart des espèces de ce groupe. L'**arrêté du 8 janvier 2021** est venu préciser cette notion en fixant des distinctions dans les modalités de protection entre les espèces.

Trois types de protection ressortent de ce texte :

- une protection stricte des individus et de leurs habitats (site de reproduction et aire de repos) d'après l'article 2 ;
- une protection stricte des individus, sans leurs habitats d'après l'article 3 ;
- une protection partielle des individus d'après l'article 5 pour les amphibiens comestibles.

L'**Alyte accoucheur** est protégé au niveau national en tant qu'individu ainsi que ses habitats selon l'article 2.

AUTRES TEXTES DE REFERENCE

L'**Alyte accoucheur est inscrit à l'annexe IV de la Directive Habitats**, il est également à l'Annexe II de la Convention de Berne.

Au **niveau local**, la ville de Paris a élaboré une liste d'espèces dites « cibles ». Une espèce « **cible** », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

L'Alyte accoucheur est une espèce cible.

ESPECES A ENJEUX

Concernant les amphibiens, est considérée comme espèce à enjeux (ou patrimoniale), un amphibien ou un reptile exploitant la zone d'étude. Il doit également répondre à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » ;

- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national ou régional (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN) ;
- Espèce « cible » au niveau local.

L'Alyte accoucheur présente un enjeu moyen d'après notre méthodologie.

Une espèce est pressentie d'après la bibliographie, l'Alyte accoucheur. Cet amphibien qui peut s'accommoder du milieu urbain, semble peu présent sur le site d'étude, il a un niveau d'enjeu moyen.

L'enjeu sur les amphibiens est globalement faible sur le site d'étude avec très peu d'habitats favorables.

Tableau 17 : Bioévaluation des amphibiens tirés de la bibliographie sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge			Espèce "cible"	Rareté régionale	Directive Habitats	Convention de Berne	Statut sur la zone d'étude	Niveau d'enjeu
			Europe	Nat.	Rég.						
<i>Alytes obstetricans</i>	Alyte accoucheur	Nat - art 2	LC	LC	-	oui	AR	Ann. IV	Ann. II	présence	Moyen

Légende :

Listes rouges : LC= préoccupation mineure

Rareté : AR= assez rare

Code couleur : Traduit le niveau d'enjeu

ECHELLE enjeux spécifiques
Faible
Moyen
Assez fort
Fort
Très fort

3.4.3. Les Reptiles

Le choix des reptiles pour un habitat est déterminé principalement par la disponibilité thermique du milieu. En effet, ce sont des organismes ectothermes (à "sang-froid"). Sous nos latitudes, les reptiles ont besoin entre autres, de placettes d'insolation pour maintenir une certaine gamme de températures. Ils sont donc plus sensibles à la structure de l'habitat qu'aux espèces végétales présentes. Ils vont donc être dépendants de la structure de végétation et de la présence de microhabitats variés. Ces derniers doivent présenter des zones de végétation denses pour s'abriter, des zones ensoleillées à proximité immédiate du couvert végétal pour réguler leur température et des proies en nombre suffisant.

3.4.3.1. Analyse bibliographique

L'extraction de données de GeoNat'IDF n'a pas permis de faire ressortir de reptiles sur la zone d'étude.

Aucune donnée bibliographique n'est disponible pour ce groupe sur l'aire d'étude.

3.4.3.2. Description des espèces potentielles

Même si aucune espèce n'est présente sur le site d'étude d'après la bibliographie, nous jugeons tout de même le Lézard des murailles potentiel.

LEZARD DES MURAILLES (PODARCIS MURALIS)

Très ubiquiste, cette espèce fréquente aussi bien les milieux naturels que les zones anthropiques. C'est une espèce commensale de l'Homme, qui apprécie les jardins, les murs fissurés, les murs de pierre, les tas de bois, les cimetières, les carrières, les talus de routes, les bordures de voies de chemins de fer, etc. En milieu naturel, elle se rencontre dans les haies, sur les bords de plans d'eau, les zones en friches, les buissons, les talus, les lisières de forêts ou les éboulis en montagne. Le Lézard des murailles est une espèce insectivore qui se nourrit de divers insectes (coléoptères, chenilles, orthoptères...), arachnides et myriapodes.

Comme décrit dans la description de l'espèce, le Lézard des murailles s'adapte assez bien aux infrastructures. Nous pensons qu'il est tout à fait possible que des individus soient présents dans certains parcs, jardins privés, voir sur les berges bétonnées de la Seine. Il toutefois certain que la population (de l'aire d'étude) si elle existe, n'est pas importante.

Le Lézard des murailles est potentiellement présent sur l'aire d'étude.



Photo 8 : Lézard des murailles, *Podarcis muralis* (©Rainette)

3.4.3.3. Evaluation patrimoniale

REGLEMENTATION NATIONALE

L'ensemble des amphibiens et reptiles sont protégés en France. Différents textes se sont succédé au début des années 2000 pour aboutir à la réglementation actuelle. L'arrêté du 16 décembre 2004 a permis d'introduire la notion de protection des habitats pour la plupart des espèces de ce groupe. L'arrêté du 8 janvier 2021 est venu préciser cette notion en fixant des distinctions dans les modalités de protection entre les espèces.

Trois types de protection ressortent de ce texte :

- une protection stricte des individus et de leurs habitats (site de reproduction et aire de repos) d'après l'article 2 ;
- une protection stricte des individus, sans leurs habitats d'après l'article 3 ;
- une protection partielle des individus d'après l'article 5 pour les amphibiens comestibles.

Le **Lézard des murailles** est protégé au niveau national en tant qu'individu ainsi que ses habitats selon l'article 2.

AUTRES TEXTES DE REFERENCE

Le **Lézard des murailles est inscrit à l'annexe IV de la Directive Habitats**, il est également à l'Annexe II de la Convention de Berne.

Au **niveau local**, la ville de Paris a élaboré une liste d'espèces dites « cibles ». Une espèce « **cible** », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

Le Lézard des murailles est une espèce cible.

ESPECES A ENJEUX

Concernant les amphibiens, est considérée comme espèce à enjeux (ou patrimoniale), un amphibien ou un reptile exploitant la zone d'étude. Il doit également répondre à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » ;
- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national ou régional (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN) ;
- Espèce « cible » au niveau local.

Le Lézard des murailles présente un enjeu moyen d'après notre méthodologie car il est une espèce « cible ».

Une espèce est pressentie d'après nous, le Lézard des murailles. Ce reptile qui peut s'accommoder du milieu urbain, est potentiel sur la zone, il a un niveau d'enjeu moyen.

L'enjeu sur les reptiles est globalement faible sur le site d'étude.

Tableau 18 : Bioévaluation des reptiles tirés de la bibliographie sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge			Espèce "cible"	Rareté régionale	Directive Habitats	Convention de Berne	Statut sur la zone d'étude	Niveau d'enjeu
			Europe	Nat.	Rég.						
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	Nat - art 2	LC	LC	-	oui	C	Ann. IV	Ann. II	potentiel	Moyen

Légende :
 Listes rouges : LC= préoccupation mineure
 Rareté : C= commun
 Code couleur : Traduit le niveau d'enjeu

ECHELLE enjeux spécifiques
Faible
Moyen
Assez fort
Fort
Très fort

3.4.4. L'Entomofaune

L'entomologie a été axé sur trois groupes d'insectes : les odonates (libellules), les rhopalocères (papillons de jour) et les orthoptères (criquets, sauterelles et grillons). Ces groupes ont l'avantage d'être bien connus, d'être aisément identifiables, et reflètent la qualité du milieu qu'ils occupent.

Au cours de ce chapitre, chaque groupe est décrit et présente un tableau recensant les espèces tirées de la bibliographie. Enfin, l'évaluation patrimoniale est réalisée pour l'ensemble des espèces contactées.

3.4.4.1. Analyse bibliographique

L'extraction de données de GeoNat'IDF a permis de faire ressortir 35 espèces d'insectes (dans les groupes analysés) depuis 2010 sur la zone d'étude.

Rhopalocères

Douze papillons sont notés dans la bibliographie, a noté que nous avons choisi d'intégrer le Moro-sphinx (*Macroglossum stellatarum*) et un hétérocère de jour l'Ecaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*) dans cette liste. Parmi ces espèces, certaines n'ont été vues qu'une unique fois lors des 12 dernières années, très probablement des individus erratiques. Ainsi pour la Mégère (*Lasiommata megera*), l'Azuré commun (*Polyommatus icarus*) et la Piéride du chou (*Pieris brassicae*), nous considérons que le site d'étude ne présente pas d'habitats favorables pour elles et avons décidé de ne pas les prendre en compte dans le diagnostic.

Les 9 autres papillons sont conservés dans la présentation et bioévaluation.

Odonates

Quatorze libellules sont notées dans la bibliographie. Parmi ces espèces, certaines n'ont été vues qu'une unique fois lors des 12 dernières années, très probablement des individus erratiques. Ainsi la Petite nymphe au corps de feu (*Pyrrhosoma nymphula*), la Naïade au corps vert (*Erythromma viridulum*), la Cordulie bronzée (*Cordulia aenea*) ne sont pas pris en compte dans le diagnostic.

Les 11 autres libellules sont conservées dans la présentation et bioévaluation.

Orthoptères

Neuf orthoptères sont notés dans la bibliographie. Parmi ces espèces, la Decticelle bariolée (*Roeseliana roeseli*), le Criquet duettiste (*Gomphocerippus brunneus*), le Criquet verte-échine (*Chorthippus dorsatus*) et le Conocéphale bigarré (*Conocephalus fuscus*), sont notées une seule et même année en 2013. Le lieu de l'observation (petite place à proximité du Conseil d'Etat) nous laisse perplexe, car ses espèces ne peuvent s'acclimater dans un lieu dépourvu de végétation, la localisation est-elle peut être erronée. A noter que ces orthoptères ont besoin de végétation herbacée haute, habitat qui semble absent du secteur. Nous considérons que ces 4 orthoptères ne peuvent plus être présents à cet endroit et ne sont donc pas conservés dans le diagnostic.

Les 5 autres orthoptères sont conservées dans la présentation et bioévaluation.

3.4.4.2. Rhopalocères

Neuf espèces peuvent être présentes plus ou moins régulièrement d'après l'analyse bibliographique, la diversité y est donc faible. Une flore faible et peu diversifiée n'aide pas au développement de ce groupe, en effet l'aire d'étude n'est pas favorable à ce groupe. Toutes les espèces observées sont communes, elles ont été observées dans les parcs et jardins du site d'étude, notamment le Jardin des Tuileries où l'Azuré des nerpruns (*Celastrina argiolus*), le Paon du jour (*Aglais io*), la Piéride du rave (*Pieris rapae*) ou encore le Moro-sphinx (*Macroglossum stellatarum*). Ce dernier est un cas particulier chez nous car il a la capacité comme le colibri de faire du surplace pour butiner les fleurs avec sa longue trompe. Les données de cette dernière espèce commencent à dater, 2011.

La zone d'étude présente un intérêt limité pour les rhopalocères.

Tableau 19 : Statut des rhopalocères d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut de reproduction
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	2017	possible
<i>Aglais urticae</i>	Petite tortue	2020	potentiel
<i>Cacyreus marshalli</i>	Brun du pèlargonium	2020	possible
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	2016	potentiel
<i>Euplagia quadripunctaria</i>	Ecaille chinée	2015	possible
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Moro-sphinx	2011	possible
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	2015	possible
<i>Pieris rapae</i>	Piéride de la rave	201	possible
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	2021	possible

3.4.4.3. Odonates

Onze espèces peuvent être présentes plus ou moins régulièrement d'après l'analyse bibliographique (diversité moyenne), principalement au niveau de la Seine. En effet c'est par la Seine que ces espèces transitent, ailleurs l'aire d'étude n'est pas ou très peu favorable à ce groupe. Le fleuve est un vrai corridor pour ce groupe. Certaines libellules peuvent potentiellement se reproduire sur les berges de la Seine comme le Caloptéryx éclatant (*Calopteryx splendens*), l'Agrion à larges pattes (*Platycnemis pennipes*) ou l'Agrion élégant (*Ischnura elegans*).

Pour certaines espèces cependant il s'agit d'individus erratique (noté de passage), transitant par la Seine mais ne s'y reproduisant probablement pas comme l'Aeschne mixte (*Aeshna mixta*), l'Orthétrum réticulé (*Orthetrum cancellatum*) ou encore le Sympétrum rouge sang (*Sympetrum sanguineum*).

La zone d'étude ne présente pas d'enjeu pour ce groupe hormis au niveau de la Seine et de ses berges.



Photo 9 : Paon du jour, *Aglais io* (©Rainette)



Photo 10 : Mante religieuse, *Mantis religiosa* (©Rainette)

Tableau 20 : Statut des odonates d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut de reproduction
<i>Aeshna mixta</i>	Aeschne mixte	2016	de passage
<i>Anax imperator</i>	Anax empereur	2016	possible
<i>Calopteryx splendens</i>	Caloptéryx éclatant	2018	possible
<i>Chalcolestes viridis</i>	Leste vert	2016	possible
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Agrion porte-coupe	2013	potentiel
<i>Erythromma lindenii</i>	Agrion de vander linden	2013	potentiel
<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant	2016	possible
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Orthétrum réticulé	2013	de passage
<i>Platycnemis pennipes</i>	Agrion à larges pattes	2020	possible
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum rouge sang	2016	de passage
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sympétrum fascié	2016	possible

3.4.4.4. Orthoptères

Cinq espèces peuvent être présentes plus ou moins régulièrement d'après l'analyse bibliographique, ce qui représente une diversité très faible. Sachant que nous avons intégré la Mante religieuse (*Mantis religiosa*) qui n'est pas un orthoptère. La Mante a été vue dans la zone d'étude dans un cœur urbain ce qui laisse supposer que l'individu transitait par la zone d'étude mais n'y effectue pas son cycle biologique. Parmi les espèces qui pourraient nicher sur le site, nous avons le Criquet mélodieux (*Chorthippus biguttulus*), la Létophyte ponctuée (*Leptophyes punctatissima*) et le Grillon domestique (*Acheta domesticus*). Ce dernier est le plus probable en reproduction car il peut se maintenir dans les zones urbaines habitations et stations de métro de notamment.

La zone d'étude présente un intérêt très limité pour les orthoptères.

Tableau 21 : Statut des orthoptères d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut de reproduction
<i>Acheta domesticus</i>	Grillon domestique	2018	probable
<i>Gomphocerippus biguttulus</i>	Criquet mélodieux	2016	possible
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Létophyte ponctuée	2013	possible
<i>Mantis religiosa</i>	Mante religieuse	2017	de passage
<i>Phaneroptera nana</i>	Phanérotère méridional	2017	de passage

3.4.4.5. Evaluation patrimoniale

REGLEMENTATION NATIONALE ET REGIONALE

L'arrêté ministériel du 23 avril 2007 fixe la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection. Sur tout le territoire national, pour ces espèces, sont notamment interdits :

- La destruction ou l'enlèvement des œufs, des larves et des nymphes ;
- La mutilation, la capture ou l'enlèvement de ces insectes ;
- La destruction ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos.

Aucune espèce protégée au niveau national n'a été identifiée.

REGLEMENTATION REGIONALE

L'arrêté du 22 juillet 1993 fixe la liste des insectes protégés en Ile-de-France et les modalités de leur protection. Sur tout le territoire régional, pour ces espèces, sont notamment interdits :

- La destruction ou l'enlèvement des œufs, des larves et des nymphes ;
- La mutilation, la capture ou l'enlèvement de ces insectes ;

Une espèce protégée au niveau régional a été identifiée la Mante religieuse.

AUTRES TEXTES DE REFERENCE

Aucune espèce n'est inscrite aux Directives « Habitats-Faune-Flore »,

Au niveau local, la ville de Paris a élaboré une liste d'espèces dites « cibles ». Une espèce « cible », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

L'Azuré des nerpruns, le Paon du jour, le Tircis, le Vulcain, la Mante religieuse, tous les odonates et tous les orthoptères sauf le grillon domestique sont des espèces « cible ».

ESPECES A ENJEUX

Concernant l'entomofaune, est considérée comme espèce à enjeux (au moins moyen), un insecte exploitant la zone d'étude. Il doit également répondre à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » ;
- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national ou régional (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN) ;
- Espèce « cible » au niveau local.

Tous les insectes « cible » présentent un enjeu moyen d'après notre méthodologie.

Avec un total de 25 espèces estimées d'après la bibliographie, le site présente une richesse spécifique non négligeable dans un contexte fortement anthropisé. C'est notamment grâce à la Seine et aux nombreuses espèces de libellules qu'on peut y croiser. En effet ailleurs la richesse spécifique est faible à très faible.

On note de nombreuses espèces à enjeux principalement en raison de nombreux insectes inscrits en espèce « cible ».

Les principaux enjeux sur le site d'étude pour l'entomofaune se situent avant tout au niveau de la Seine, puis dans les parcs et jardins.

Tableau 22 : Bioévaluation de l'entomofaune tiré de la bibliographie sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge			Espèce "cible"	Rareté régionale	Directive Habitats	Convention de Berne	Statut sur la zone d'étude	Niveau d'enjeu
			Eur.	Nat.	Rég.						
Lépidoptères											
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	-	LC	LC	LC	oui	CC	-	-	présence	Moyen
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	-	LC	LC	LC	oui	CC	-	-	présence	Moyen
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	-	LC	LC	LC	oui	CC	-	-	présence	Moyen
<i>Aglais urticae</i>	Petite tortue	-	LC	LC	LC	-	CC	-	-	présence	Faible
<i>Cacyreus marshalli</i>	Brun du pélarгонium	-	-	NA	-	-	-	-	-	présence	Nul
<i>Euplagia quadripunctaria</i>	Ecaille chinée	-	-	NE	-	-	-	-	-	présence	Faible
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Moro-sphinx	-	-	-	-	-	-	-	-	présence	Faible
<i>Pieris rapae</i>	Piérade de la rave	-	LC	LC	LC	-	C	-	-	présence	Faible
Odonates											
<i>Aeshna mixta</i>	Aesche mixte	-	LC	LC	LC	oui	AC	-	-	de passage	Moyen
<i>Anax imperator</i>	Anax empereur	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Calopteryx splendens</i>	Caloptéryx éclatant	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Chalcolestes viridis</i>	Leste vert	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Enallagma cyathigerum</i>	Agrion porte-coupe	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Erythronia lindenii</i>	Agrion de vander linden	-	LC	LC	LC	oui	AC	-	-	présence	Moyen
<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant	-	LC	LC	LC	oui	CC	-	-	présence	Moyen
<i>Orthetrum cancellatum</i>	Orthétrum réticulé	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	de passage	Moyen
<i>Platycnemis pennipes</i>	Agrion à larges pattes	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum rouge sang	-	LC	LC	LC	oui	C	-	-	de passage	Moyen
<i>Sympetrum striolatum</i>	Sympétrum fascié	-	LC	LC	LC	oui	AC	-	-	présence	Moyen
Orthoptères											
<i>Gomphocerippus biguttulus</i>	Criquet mélodieux	-	LC	NM	LC	oui	C	-	-	présence	Moyen
<i>Leptophyes punctatissima</i>	Leptophye ponctuée	-	LC	NM	LC	oui	AC	-	-	présence	Moyen
<i>Mantis religiosa</i>	Mante religieuse	Reg.	LC	-	LC	oui	AC	-	-	de passage	Moyen
<i>Phaneroptera nana</i>	Phanérotère méridional	-	LC	NM	LC	oui	PC	-	-	de passage	Moyen
<i>Acheta domesticus</i>	Grillon domestique	-	-	HS	LC	-	RR	-	-	présence	Nul

Légende :

Listes rouges : LC= préoccupation mineure, NM= non menacé, NA= non applicable, NE= non évaluable, HS= hors-sujet

Rareté : CC= très commun, C= commun, AC= assez commun, RR= très rare

Code couleur : Traduit le niveau d'enjeu

ECHELLE enjeux spécifiques
Faible
Moyen
Assez fort
Fort
Très fort

3.4.5. La Mammalofaune

En ce qui concerne les chiroptères il est important de préciser quelques éléments permettant de mieux connaître leur biologie. Les chauves-souris possèdent un cycle vital contrasté, avec une phase active et une phase d'hibernation, conditionné par la ressource alimentaire, c'est-à-dire de la disponibilité en insectes. Cela implique deux fois par un an des changements d'habitats et une profonde transformation des paramètres physiologiques. Lorsque les températures diminuent et que les insectes se font plus rares, les chauves-souris se regroupent dans des **gîtes d'hibernation** pour passer l'hiver : elles vivent alors au ralenti (hypothermie, diminution du rythme cardiaque) sur leurs réserves de graisses accumulées pendant le reste de l'automne. A la sortie de l'hiver, les chauves-souris se dirigent vers leurs **gîtes d'estivage** utilisés par les femelles pour la mise bas et l'élevage des jeunes. Les mâles utilisent quant à eux des gîtes isolés, qu'ils occupent en solitaire ou en petits groupes. La reproduction a lieu en automne, avant le retour vers les gîtes d'hibernation. La gestation des chauves-souris est alors mise en pause pendant l'hibernation en différant la fécondation (stock de sperme) ou en stoppant le développement embryonnaire jusqu'au printemps suivant.

Dans le cadre de cette étude, et comme pour les autres taxons, **les inventaires des chiroptères sur le terrain non pas été réalisés**, et le diagnostic écologique se base principalement sur les données bibliographiques disponibles pour la zone d'étude et sa proximité. Au regard des habitats présents sur l'aire d'étude, de la structure écologique et des gîtes potentiels, les enjeux relatifs aux chiroptères seront estimés.

3.4.5.1. Analyse bibliographique

L'extraction de données de GeoNat'IDF a permis de faire ressortir 7 espèces de mammifères dont 3 chiroptères. Les différentes espèces citées nous semblent toutes probables, elles sont donc toutes intégrées au diagnostic.

Les 7 mammifères tirés de la bibliographie sont conservés dans la présentation et bioévaluation.

3.4.5.1. Description des espèces tirées de la bibliographie

Sept espèces ont été identifiées d'après la bibliographie concernant les mammifères sont présents le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*), la Souris grise (*Mus musculus*), le Ragondin (*Myocastor coypus*) et la Fouine (*Martes foina*). Le Rat surmulot est bien connu à Paris, la Souris grise un peu moins même si elle est proche de l'homme la dernière donnée date de 2014. Le Ragondin est lui lié à la Seine. Quant à la Fouine, elle est nettement moins courante dans un milieu urbain toutefois déchets, Rat et pigeons sont des proies potentielles pour ce mammifère.

Concernant les 3 chiroptères présents, on était contacté la **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*), la **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus kuhlii*) et le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*).

PIPISTRELLE COMMUNE (PIPISTRELLUS PIPISTRELLUS)

Cette chauve-souris de la taille d'un demi-pouce est la plus commune en France. On la retrouve dans une large gamme de milieux aussi bien en culture que dans les cœurs de ville. Cette espèce anthropophile a su s'adapter pour intégrer les milieux urbains dans son cycle biologique. Bien que très commune, cette espèce est soumise à plusieurs types de menaces (prédation des chats, collisions, destruction de colonies, etc.). Ses gîtes sont multiples, allant d'anfractuosités dans le bâti, aux cavités dans les arbres.

La Pipistrelle commune a été notée en nombre dans le Jardin des Tuileries d'après GeoNat'IDF. Les parcs et jardins sont des zones de chasse très importantes pour cette espèce en milieu urbain, d'autant plus à Paris. Des gîtes sont probablement occupés par l'espèce (arbres à cavités, bâtiments...) dans l'aire d'étude.

La Pipistrelle commune semble bien présente sur l'aire d'étude.

PIPISTRELLE DE KUHLE (PIPISTRELLUS KUHLII)

Cette espèce est légèrement plus grande que la Pipistrelle commune, et le contraste dos-ventre du pelage est également plus marqué. Tout comme celle-ci, elle est très anthropophile et exploite une large gamme de milieux. Elle se reproduit, estive et hiberne dans les bâtiments. La destruction de colonies à la suite de la réfection de bâtiments constitue l'une des principales menaces.

Bien que moins fréquente que la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl reste relativement courante dans les milieux urbains. Gîtant souvent avec la Pipistrelle commune il est tout à fait possible qu'elle gîte également sur l'aire d'étude. Elle a été contactée dans le même secteur que la Pipistrelle commune d'après la bibliographie.

La Pipistrelle de Kuhl est présente sur l'aire d'étude.

MURIN DE DAUBENTON (MYOTIS DAUBENTONII)

Ce murin de petite taille devient actif une demi-heure après le coucher du soleil, lorsqu'il fait sombre car il compte parmi les chauves-souris les plus lucifuges. Espèce associée aux plans d'eau, elle choisit comme sites de mise bas estivaux les disjointements des ponts et les arbres creux principalement, parfois des cavités souterraines. Ce chiroptère chasse la faune inféodée au milieu aquatique, gerris, éphémères, moustiques, sur les lacs, étangs, mares, rivières et canaux. Son territoire de chasse est rarement à plus de 5 km de son gîte. Les mouvements saisonniers sont de l'ordre de 20 km mais peuvent atteindre 250 km. En hibernation, l'espèce est cavernicole et s'installe dans une grande variété de sites majoritairement souterrains, saturés en humidité : caves, grottes, carrières, mines, puits, tunnels.

L'espèce a été contactée en bord de Seine cette année. Le Murin de Daubenton exploite les zones humides et cours d'eau. Sur notre aire d'étude il exploite la Seine, il peut y chasser et/ou y transiter.

Le Murin de Daubenton est de passage sur l'aire d'étude.

Tableau 23 : Statut des mammifères présents d'après la bibliographie

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Dernière année d'observation	Statut de reproduction sur
<i>Martes foina</i>	Fouine	2011	possible
<i>Mus musculus</i>	Souris grise	2014	probable
<i>Myocastor coypus</i>	Ragondin	2014	potentiel
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de daubenton	2022	de passage
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de kuhl	2016	possible
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	2016	probable
<i>Rattus norvegicus</i>	Rat surmulot	2020	probable

3.4.6. Evaluation patrimoniale

REGLEMENTATION NATIONALE

Le statut national relatif à la Loi pour la Protection de la nature de 1976 classe toutes les chauves-souris françaises comme intégralement protégées.

A l'échelle nationale, un **arrêté du 23 avril 2007** fixe la liste des Mammifères protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de protection. Sur tout le territoire national, pour ces espèces, sont notamment interdits :

- La destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement ;
- La perturbation intentionnelle,
- La destruction ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos.

Les 3 espèces de chiroptères sont protégées au niveau national.

AUTRES TEXTES DE REFERENCES

Les 3 espèces de chiroptères sont inscrites à l'annexe IV de la Directive Habitats.

Au **niveau local**, la ville de Paris a élaboré une liste d'espèces dites « cibles ». Une espèce « **cible** », est une espèce dont les exigences écologiques sont représentatives des autres espèces inféodées au même habitat. Il est considéré que la présence régulière d'une population de l'une de ces espèces constitue un indicateur précieux de la qualité de l'espace où elle se trouve et renseigne sur la fonctionnalité écologique de cet espace. Ces espèces animales ont été rattachées en six sous-trames terrestres et aquatiques retenues pour Paris (aquatique courante, milieux humides, herbacée, arbustive, arborée et minérale).

Les chiroptères sont des espèces « cible ».

ESPECES A ENJEUX

Concernant les chiroptères, est considéré comme espèce à enjeux (au moins moyen), un mammifère effectuant en totalité ou en partie son cycle biologique sur l'aire d'étude. Il doit également répondre à au moins un des critères suivants :

- Espèce inscrite à l'annexe II de la Directive « Habitats-Faune-Flore » ;
- Espèce quasi-menacée ou menacée au niveau national ou régional (catégories NT, VU, EN, CR d'après la cotation UICN) ;
- Espèce « cible » au niveau local.

Le **Murin de Daubenton** (*Myotis daubentonii*) est une espèce qui présente un **enjeu fort** d'après notre méthodologie car il est classé dans la catégorie « **en danger** » en Ile-de-France. Il est très peu probable qu'il gîte sur notre aire d'étude, en revanche il peut utiliser la Seine pour ses déplacements et/ou la chasse.

La **Pipistrelle commune** (*Pipistrellus pipistrellus*) s'est vu attribuer un **enjeu assez-fort** car l'espèce est « Quasi-menacé » en France et en région. Cette chauve-souris est en régression, notamment à cause de la rénovation des bâtiments sans prise en compte de l'espèce, la gestion forestière intensive et l'abattage d'arbres y compris en contexte urbain.

La **Pipistrelle de Kuhl** (*Pipistrellus nathusii*) est quant à elle considérée une espèce « cible », elle a donc un niveau d'enjeu moyen.

Avec un total de 7 espèces estimées d'après la bibliographie, le site présente une richesse spécifique faible.

Il n'y a pas d'enjeu particulier concernant les mammifères (hors chiroptères), 2 espèces invasives sont mêmes présentes le Ragondin et le Rat surmulot.

Les chiroptères présentent eux des enjeux avec notamment la présence très probable de colonie pour la Pipistrelle commune (enjeu assez fort) et dans une moindre mesure la Pipistrelle de Kuhl. Le Murin de Daubenton présente lui un enjeu fort mais il n'est probablement que de passage sur la Seine.

La Seine, les parcs et jardins présentent des enjeux pour les chiroptères.

Tableau 24 : Bioévaluation des mammifères tirés de la bibliographie sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge			Espèce "cible"	Rareté régionale	Directive Habitats	Convention de Berne	Statut sur la zone d'étude	Niveau d'enjeu
			Europe	Nat.	Rég.						
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de daubenton	Nat.	LC	LC	EN	oui	-	Ann. IV	Ann. II	de passage	Fort
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Nat.	LC	NT	NT	oui	-	Ann. IV	Ann. III	présence	Assez fort
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrelle de kuhl	Nat.	LC	LC	LC	oui	-	Ann. IV	Ann. II	présence	Moyen
<i>Martes foina</i>	Fouine	-	LC	LC	-	-	C	-	Ann. III	présence	Faible
<i>Mus musculus</i>	Souris grise	-	LC	LC	-	-	C	-	-	présence	Faible
<i>Myocastor coypus</i>	Ragondin	-	-	NA	-	-	C	-	-	présence	Nul
<i>Rattus norvegicus</i>	Rat surmulot	-	-	NA	-	-	C	-	-	présence	Nul

Légende :

Listes rouges : EN= en danger NT= quasi-menacé, LC= préoccupation mineure, NA= non applicable

Rareté : C= commun

Code couleur : Traduit le niveau d'enjeu

ECHELLE enjeux spécifiques
Faible
Moyen
Assez fort
Fort
Très fort

Tableau 25 : Synthèse des enjeux écologiques globaux

Thématique	Caractéristiques	Niveau d'enjeu	
MILIEU NATUREL			
Zonages environnementaux de protection des milieux naturels	<ul style="list-style-type: none"> La zone d'étude est présente au niveau d'1 site Natura 2000; La zone d'étude est présente au niveau de 4 zonages d'inventaire ZNIEFF et d'1 zonage de protection (hors Natura 2000); Ces zonages se situent à distance de la zone d'étude (plus de 3km) mais témoignent de la sensibilité écologique locale du secteur. 	Moyen	
Habitats	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'habitats faiblement diversifiés (zones artificialisées ponctuées d'alignement d'arbres, squares et jardins). 	Globalement Faible et localement Moyen	
Flore	<ul style="list-style-type: none"> Présence potentielle de 6 espèces protégées et 21 espèces menacées en région Ile-de-France, dont 17 espèces déterminantes de ZNIEFF. 	Moyen	
Faune	Oiseaux en période de nidification	<ul style="list-style-type: none"> 42 espèces potentielles sur le site, dont 30 espèces protégées et 16 espèces à enjeux, dont 3 espèces cibles au niveau local. 	Fort
	Oiseaux en période inter-nuptiale	<ul style="list-style-type: none"> 44 espèces potentielles sur le site, dont 31 espèces protégées et 9 espèces à enjeux, dont 4 espèces cibles au niveau local. 	Fort
	Amphibiens	<ul style="list-style-type: none"> 1 espèce potentielle sur le site, protégée et cible au niveau local 	Faible
	Reptiles	<ul style="list-style-type: none"> 1 espèce potentielle sur le site, protégée et cible au niveau local 	Faible
	Entomofaune	<ul style="list-style-type: none"> 25 espèces potentielles sur le site, dont 1 protégée, et 19 espèces à enjeux (espèces cibles au niveau local) 	Moyen
	Mammifères	<ul style="list-style-type: none"> 7 espèces potentielles sur le site, dont 3 espèces protégées, à enjeux et cibles au niveau local 	Moyen

ECHELLE
Nul
Négligeable
Faible
Moyen
Assez fort
Fort
Très fort
Non évaluable

4. Identification des effets et évaluation des impacts bruts

4.1. Identification des effets globaux et impacts associés

Préalablement à notre analyse, nous listons les différents effets associés au projet. Pour rappel, l'effet décrit la conséquence objective du projet sur l'environnement, indépendamment du territoire ou de l'habitat, tandis que l'impact représente la transposition de cette conséquence du projet sur une échelle de valeurs. Il peut donc être défini comme le croisement entre l'effet et la sensibilité du territoire ou de la composante touchée.

Nous distinguons :

- **Les effets directs**, qui expriment une relation de cause à effet entre une composante du projet et un élément de l'environnement (caractère immédiat et *in situ*) ;
- **Les effets indirects**, qui résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct, et peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long ;
- **Les effets induits**, qui ne sont pas liés au projet en lui-même mais à d'autres aménagements ou à des modifications induites par le projet ;
- **Les effets positifs**, qui désignent les conséquences bénéfiques directes et indirectes d'un projet sur l'environnement ;
- **Les effets cumulés**, qui résultent « de la somme et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés conjointement par plusieurs projets dans le temps et dans l'espace. Ils peuvent conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux. Dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires » (Guide MEDDTL, 2011).

Les effets peuvent également être distingués en fonction de leur durée : nous distinguons alors les effets **temporaires** (liés au chantier) des effets **permanents** (liés à la phase d'exploitation). A noter que des effets temporaires peuvent aboutir à des impacts permanents, comme la destruction irréversible d'un milieu.

Ces effets sont décrits ci-après de manière globale, avant de préciser leur nature ramenée au présent projet, en fonction des informations disponibles. Pour chaque effet décrit, les types d'impacts/incidences sont précisés. Ceux-ci seront évalués dans la suite du rapport pour chacun des groupes taxonomiques étudiés.

4.1.1. Effets directs et indirects

4.1.1.1. Effets temporaires

Les travaux constituent l'origine principale des effets temporaires d'un projet. Ces derniers, bien que limités dans le temps, peuvent être à l'origine d'impacts permanents sur le milieu naturel, en détruisant le milieu de façon parfois irrémédiable, ou des individus d'espèces. Les chantiers sont également à l'origine de dérangements non négligeables sur les espèces, qui prennent fin en même temps que les travaux. Une organisation raisonnée de ces derniers permet souvent d'en limiter les impacts sur le milieu naturel.

ZONES DE DEPOTS TEMPORAIRES/PISTES DE CHANTIER

Lors des travaux, des zones de dépôts temporaires et des pistes spécialement conçues pour la circulation des engins de construction sont souvent créées sur des **zones non comprises dans l'enceinte du projet lui-même ou dont la destruction/altération n'était pas prévue.**

Or, il est important de souligner que les conséquences des zones de dépôts seulement liées aux travaux sont le plus souvent à considérer comme des impacts permanents, les dépôts perturbants et détruisant souvent de façon irrémédiable le milieu du lieu de dépôt. Par conséquent, il est indispensable de prendre en compte un périmètre comprenant ces potentielles zones et la nature des perturbations. Dans certains cas, le choix d'emplacement des travaux est tout aussi important que celui du projet lui-même.

Dans le cadre du présent projet, aucune piste de chantier et aucune zone de dépôts temporaires, ne seront créés.

→ **Pas d'impact significatif associé**

MODIFICATIONS DES COMPOSANTES ENVIRONNANTES

Les travaux constituent une source de dérangement non négligeable du fait des modifications des composantes environnantes qu'ils engendrent. La perturbation est liée à la nature et à l'organisation des travaux. Le bruit du chantier et les passages des engins sont les principales causes de dérangement, en augmentant de façon considérable le niveau sonore et en engendrant des envols de poussières par exemple. Certains groupes sont plus sensibles à ces dérangements en fonction de leur écologie et de la période de l'année où ceux-ci ont lieu.

Dans le cadre du présent projet, aucun travaux n'est prévu en dehors d'une modification de certains marquages au sol et qui ne sont pas de nature à modifier les composantes environnementales.

→ **Pas d'impact significatif associé**

CREATION DE PIEGES/CIRCULATION D'ENGINS

Les chantiers sont des zones dangereuses, y compris pour la faune sauvage. Les pièges sont nombreux et peuvent entraîner des conséquences sur une population locale.

Notamment, la **création de milieux temporaires** (bassins de décantation, trous par exemple) peut s'avérer dangereuse, du fait de leur durée de vie très courte. Des espèces pionnières peuvent en effet s'y installer et être détruites lors du remaniement de ces milieux.

De plus, la circulation des engins induit un **risque d'écrasement et/ou de collision** pouvant entraîner des conséquences plus ou moins importantes en fonction du nombre de véhicules, de la situation de la voie par rapport aux axes de déplacements...

Dans le cadre du présent projet, la création de pièges devrait être très limitée, les principaux devant principalement être reliés à des aménagements urbains comme l'installation de panneaux de signalisation (des pièges tels que des poteaux creux peuvent toutefois subsister). Enfin, la circulation d'engins devrait être limitée voire moins importantes dans les zones où le trafic sera voué à être limité, permettant de réduire les risques d'écrasement.

→ **Types d'impacts associés : destruction d'individus**

POLLUTIONS ACCIDENTELLES LIEES AUX TRAVAUX

L'entretien, le nettoyage et le stationnement des engins (voire un accident) peuvent engendrer des pollutions accidentelles (fuites d'hydrocarbures, déversements de produits chimiques, incendies, rejets...).

Les risques résident essentiellement en la pollution de la ressource en eau par infiltration de produits dangereux pour l'environnement ou par ruissellement de ces derniers et atteinte des eaux superficielles.

Dans le cadre du présent dossier, nous n'avons pas d'informations précises sur ces éléments mais nous partons du principe que, comme dans la majorité des chantiers, des mesures seront prises afin de limiter fortement les

risques et d'optimiser les mesures d'urgence à prendre en cas de problème. Ainsi, nous pouvons exclure toute influence significative sur les milieux voisins. Toutefois, les aménagements étant anecdotiques (pose de panneaux de signalisation et marquage au sol ponctuels), le projet de ZTL ne devrait pas être sujet à de la pollution due aux travaux.

→ **Pas d'impact significatif associé**

REMANIEMENT DES SOLS

Le remaniement des sols en phase travaux peut favoriser l'**apport d'espèces exotiques envahissantes** par les engins lors de la phase de travaux, sous la forme de graines ou de rhizomes, **soit par l'apport de terres extérieures soit par la mise à nu de terre contenant des graines ou rhizomes de ces espèces.**

L'introduction d'espèces, volontaire ou non, est un phénomène en expansion. Aujourd'hui, il est prouvé que leur prolifération après naturalisation entraîne des dommages environnementaux considérables, et notamment la perte de la diversité biologique. En effet, par compétition interspécifique, les espèces exotiques envahissantes s'emparent des niches écologiques naturellement occupées par des espèces indigènes. De plus, le caractère invasif de ces espèces a tendance à favoriser l'homogénéité des surfaces et à diminuer la biodiversité végétale et donc animale.

Dans le cadre du présent projet, bien que des espèces exotiques envahissantes puissent être présentes en zone urbaine (pas d'espèces recensées en bibliographie), aucun remaniement des sols n'est prévu. Il n'y aura donc pas d'effet notable sur la dispersion de ces espèces et sur la qualité des habitats.

→ **Pas d'impact significatif associé**

4.1.1.2. Effets directs permanents

DEGAGEMENTS D'EMPRISE/TERRASSEMENTS

Le dégagement des emprises et les terrassements sont les opérations les plus traumatisantes, détruisant les habitats naturels et les habitats d'espèces et même certaines espèces. Ces dernières peuvent être plus ou moins affectées en fonction de leur taille et de leur biologie.

Dans le cadre de cette opération, aucune surface ne sera concernée par un dégagement d'emprise.

→ **Pas d'impact significatif associé**

CREATION DE ZONES « PIEGES »

La création de bassins ou de trous peut entraîner des risques de destruction d'individus si ceux-ci ne permettent pas la remontée des animaux. Ces risques de destruction s'appliquent surtout à la petite faune (amphibiens, micromammifères).

Dans le cadre de cette opération, aucun de ces aménagements n'est prévu et les travaux (pose de panneaux de signalisation et marquage au sol) ne sont pas de nature à engendrer de tels pièges. Toutefois une attention sera portée à la nature des poteaux, si leur pose est nécessaire, qui ne devront pas être creux.

→ **Pas d'impact significatif associé**

MODIFICATIONS DES COMPOSANTES ENVIRONNANTES

La phase d'exploitation du site pourra être à l'origine de dérangements pour la faune. Il pourra s'agir de perturbations dues au bruit, aux lumières, à l'augmentation de la fréquentation, etc.

Dans le cadre de cette opération, les zones soumises à une réduction de la circulation permettront de réduire légèrement les perturbations dues au bruit et à la fréquentation. Toutefois dans ce contexte très dense et très

urbain, ces effets seront au mieux négligeables et ne pourront pas être considérés comme positifs pour la biodiversité.

→ **Types d'impacts associés : perturbation des espèces**

POLLUTIONS ACCIDENTELLES

La nature de l'activité engendre plus ou moins de risques de pollutions accidentelles. Ces dernières peuvent aboutir à une pollution du milieu engendrant une modification et une dégradation de ce dernier ou encore l'intoxication de la faune (par exemple).

Dans le cadre du présent dossier, nous partons du principe que comme pour tout projet, des mesures seront prises afin de limiter fortement les risques et d'optimiser les mesures d'urgences à prendre en cas de problème. De plus, les caractéristiques du projet ne sont pas de nature à produire des pollutions.

→ **Pas d'impact significatif associé**

INTRODUCTION D'ESPECES NON LOCALES ET/OU EXOTIQUES ENVAHISSANTES

L'aménagement paysager du site peut entraîner un déséquilibre dans le fonctionnement des milieux naturels ou semi naturels, par la plantation d'espèces non locales et/ou patrimoniales. Ces espèces peuvent en effet être à l'origine d'une pollution génétique chez les espèces indigènes ou de la prolifération d'espèces exotiques envahissantes, aboutissant à une perte de la diversité biologique pour l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Concernant le présent projet, aucun de ces aménagements n'est prévu.

→ **Pas d'impact significatif associé**

4.1.2. Effets induits

Rappelons que les **effets induits** ne sont pas liés au projet lui-même, mais à des modifications induites par le projet.

Le projet n'impliquera pas d'effet négatifs induits. En effet le projet de ZTL permettra plutôt de réduire la fréquentation de certaines voies, et le report de circulation sur les autres voies ne devraient pas être plus impact que la forte circulation déjà existante.

4.1.3. Effets cumulés

Les effets cumulés sont le « **résultat de la somme et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés conjointement par plusieurs projets dans le temps et l'espace.**

Ils peuvent conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux. Dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires » (Guide MEDDTL, 2011).

La mention des effets cumulés dans les études d'impacts est rendue obligatoire par les textes réglementaires. Les projets concernés par l'analyse des effets cumulés sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact :

- Ont fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 du Code de l'environnement et d'une enquête publique ;

- Ont fait l'objet d'une étude d'impact au titre du Code de l'environnement et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Afin de déterminer les projets à prendre en compte dans le cadre du présent dossier, une consultation de la liste des projets à Paris soumis à l'Autorité environnementale, mis à disposition par la DRIEAT, a été effectuée.

Aucune étude ayant reçu un avis, n'est de nature à cumuler des impacts à l'échelle de la commune .

→ **Aucun impact cumulé significatif associé**

4.1.4. Synthèse des effets et types d'impacts

Après avoir défini l'ensemble des effets engendrés par le projet, et les avoir associés aux types d'impacts et d'incidences, il nous semble intéressant de synthétiser ces derniers sous la forme d'un tableau présenté ci-dessous. Chaque type d'impact/incidence est ensuite repris espèce par espèce (ou groupe par groupe) dans la suite du rapport.

Tableau 26 : Synthèse des principaux effets du projet et types d'impacts

Type d'impacts	Effets	Durée des effets
IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS		
FLORE ET HABITATS		
Destruction d'individus	Circulation d'engins	Temporaires liés aux travaux / permanents liés à l'exploitation
FAUNE		
Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Temporaires liés aux travaux / permanents liés à l'exploitation
Destruction d'individus	Circulation d'engins	Temporaires liés aux travaux / permanents liés à l'exploitation
	Création d'obstacles et de zones « pièges »	Temporaires liés aux travaux / permanents liés à l'exploitation
AUTRES IMPACTS		
Impacts indirects et induits	Aucun effet induit significatif identifié	
Impacts cumulés	Aucun effet induit significatif identifié	

4.2. Evaluation des impacts bruts du projet

4.2.1. Sur les habitats et espèces associées

4.2.1.1. Evaluation des impacts directs et indirect

Tableau 27 : Evaluation des impacts bruts du projet sur les habitats, la faune, et la flore associée

GROUPES / ESPECES		IMPACTS						Niveau
Nom	Niveau d'enjeu	Nature	Effet(s) associé(s)	Type	Durée	Analyse		
Flore patrimoniale								
Ensemble des espèces patrimoniales citées en bibliographie	Moyen	Destruction d'individus	Circulation d'engins / Dégagement d'emprise / Terrassement / Zone de dépôt temporaire	Direct	Temporaire et permanente	Des espèces patrimoniales telles que le Chénopode des murs, le Calament ascendant, le Gaillat de Paris, le Polypode du calcaire, le Gnaphale jaunâtre, et l'Orpin de Bologne, sont présentes notamment sur les quais et berges, et dans certaines rues. Or aucun travaux n'est prévu dans le cadre de ce projet qui soit de nature à détruire cette flore. La modification des conditions de circulation au sein de la zone d'étude devraient peu influencer sur la présence d'espèces patrimoniales, la ZTL étant en contexte urbain et très circulée par les différents usagers de la route.	Négligeable	
Faune								
Avifaune nicheuse	Moyen à fort	Destruction d'individus	Circulation d'engins / Création d'obstacles et de zones pièges	Direct	Temporaire et permanente	Le projet n'est pas de nature à engendrer de la destruction d'individus, en dehors des écrasements accidentels dus à la forte circulation urbaine et des potentiels pièges que pourraient représenter des creux dans les poteaux des panneaux de signalisation. La réduction de la circulation sur les zones concernées permettra quant à elle de réduire ces risques de destruction d'individus.	Très faible	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire	La ZTL ne devrait pas entraîner de dérangements particuliers pour la faune. En effet la baisse de la circulation sur certains secteurs devrait être bénéfique à l'avifaune permettant de créer des zones de quiétude. Le report de la circulation dans les autres secteurs ne devrait quand à lui pas être plus perturbant, du fait d'une forte pression de la circulation déjà existante.	Très faible	
Amphibiens (Alytes accoucheur)	Moyen	Destruction d'individus	Circulation d'engins	Direct	Temporaire et permanente	Les projet de ZTL ne devrait pas se situer au niveau des habitats où l'Alyte accoucheur est potentiellement présent. Les risques de destruction d'individus sont donc négligeables.	Négligeable	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire	Le projet de ZTL ne devrait pas entraîner de dérangements particuliers pour les amphibiens tels que l'Alyte accoucheur.	Négligeable	
Reptiles (Lézard des murailles)	Moyen	Destruction d'individus	Circulation d'engins	Direct	Permanent	Il est peu probable que le projet de ZTL et le changement des modalités de circulation entraînent de la destruction d'individus. Au contraire la réduction de la circulation dans certaines rues pourrait rendre l'espace plus attractif pour l'espèce.	Négligeable	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire et permanente	La ZTL ne devrait pas entraîner de dérangements particuliers, et être même à l'origine de nouvelles zones de quiétude pour la faune. Le report de la circulation dans les autres secteurs ne devrait quand à lui pas être plus perturbant, du fait d'une forte pression de la circulation déjà existante.	Négligeable	
Entomofaune								
Ensemble de l'entomofaune (notamment orthoptères et rhopalocères)	Moyen	Destruction d'individus	Circulation d'engins	Direct	Permanent	Il est peu probable que le projet de ZTL et le changement des modalités de circulation entraînent de la destruction d'individus. Au contraire la réduction de la circulation dans certaines rues pourraient rendre l'espace plus attractif pour l'espèce.	Négligeable	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire et permanente	La ZTL ne devrait pas entraîner de dérangements particuliers, et être même à l'origine de nouvelles zones de quiétude pour la faune. Le report de la circulation dans les autres secteurs ne devrait quand à lui pas être plus perturbant, du fait d'une forte pression de la circulation déjà existante.	Négligeable	
Mammifères								
Ensemble des mammifères (hors chiroptères)	Faible	Destruction d'individus	Circulation d'engins	Direct	Temporaire	Des espèces communes peuvent fréquenter la ZTL, et l'augmentation de la circulation sur certaines zones peuvent entraîner une augmentation des collisions.	Très faible	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire et permanente	Le projet ne devrait pas entraîner de dérangements particuliers pour les mammifères, et permettrait même d'apporter une quiétude à ce taxon. Le report de la circulation dans les autres secteurs ne devrait quand à lui pas être plus perturbants, du fait d'une forte pression de la circulation déjà existante.	Très faible	
Chiroptères								
Ensemble des chiroptères	Moyen à fort	Destruction d'individus	Circulation d'engins	Direct	Permanent	Bien qu'aucun risque de destruction ne peut être exclu, la ZTL n'est pas de nature à pouvoir causer la destruction d'individus, malgré l'augmentation de la circulation sur certaines voies, celles-ci étant d'ores et déjà très circulées.	Très faible	
		Perturbation des espèces	Modifications des composantes environnantes	Direct	Temporaire et permanente	Les voies où la circulation sera limitée seront sources de quiétude pour ce groupe, et les voies où cette circulation est reportée n'induiront pas plus de perturbations, car ces dernières sont déjà très fréquentées par les véhicules de jours ou de nuit.	Très faible	

4.2.1.1. Evaluation des impacts induits

Aucun impact induit n'a été identifié.

4.2.1.2. Evaluation des impacts cumulés

Aucun impact cumulé significatif n'a été mis en évidence dans le cadre du présent dossier

4.2.2. Sur les continuités écologiques

D'après l'analyse du SRCE, on retrouve notamment sur la zone d'étude une entité du continuum de la sous-trame bleue, à savoir la Seine. Toutefois, la nature du projet n'est pas de nature à impacter les entités du SRCE, et ce dernier est très déconnecté du reste des entités de la trame verte.

Dans ce contexte, et compte-tenu des effets du projet présentés précédemment, nous considérons l'impact global du projet sur les continuités écologiques comme non significatif, aussi bien à l'échelle locale que régionale.

4.2.3. Sur les zonages (hors Natura 2000)

La zone de projet ne se situe pas au droit ou à proximité d'un zonage d'inventaire ou de protection du patrimoine naturel.

Nous estimons que le projet n'aura pas d'impact significatif sur les zonages situés dans un rayon de 5 km autour du projet.

4.3. Synthèse des impacts bruts

4.3.1. Impacts directs et indirects

En ce qui concerne les habitats et la flore associée, les impacts varient de très faible à positifs, étant donné la nature du projet et la faible valeur patrimoniale des habitats impactés.

Concernant la faune, les impacts varient de très faibles à positifs. En effet le projet devrait créer des impacts globalement positifs du fait de la diminution de la circulation et de l'aménagement paysager des voies.

Le projet a des impacts variant de très faibles à positifs sur la flore, la faune et les habitats de la zone d'étude.

4.3.2. Autres impacts

Aucun autre impact indirect, induit, ou cumulé significatif n'a été mis en évidence dans le cadre du présent projet.

Par ailleurs, le projet n'aura pas d'impact sur les continuités écologiques aux échelles régionale et locale, et les zonages.

Ces impacts sont synthétisés dans le tableau en page suivante.

Tableau 28 : Synthèse des impacts bruts du projet sur la flore, la faune et les habitats

Espèces ou groupes concernés	Nature des impacts	Type et durée des impacts	Lieux	Niveaux d'impacts AVANT Evitement/Réduction
IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS SUR LES GROUPES ET ESPECES				
Flore patrimoniale				
Ensemble des espèces patrimoniales citées en bibliographie	Circulation d'engins / Dégagement d'emprise / Terrassement / Zone de dépôt temporaire	Direct temporaire et permanent	Ensemble de la zone d'étude	Négligeable
Faune				
Avifaune nicheuse	Circulation d'engins / Création d'obstacles et de zones pièges	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Très faible
	Modifications des composantes environnantes			Très faible
Amphibiens (Alytes accoucheur)	Modifications des composantes environnantes	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes			Négligeable
Reptiles (Lézard des murailles)	Circulation d'engins	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes			Négligeable
Ensemble de l'entomofaune (notamment orthoptères et rhopalocères)	Circulation d'engins	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes			Négligeable
Ensemble des mammifères (hors chiroptères)	Circulation d'engins	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Très faible
	Modifications des composantes environnantes			Très faible
Ensemble des chiroptères	Circulation d'engins	Direct temporaire et permanent	Zone d'étude et ses abords	Très faible
	Modifications des composantes environnantes			Très faible
IMPACTS INDUITS ET CUMULES				
Impacts indirects et induits	Aucun impact significatif			
Impacts cumulés	Aucun impact significatif			
AUTRES IMPACTS				
Trame Verte et Bleue	Aucun impact significatif			
Ensemble des zonages	Aucun impact significatif			

5. Mesures d'évitement et de réduction d'impacts

5.1. Mesures d'évitement

D'après la séquence « éviter, réduire, compenser », **les impacts du projet doivent, en premier lieu, être évités.** En effet, l'évitement est la seule solution permettant de s'assurer de la non-dégradation du milieu par le projet. L'évitement concerne avant tout les enjeux écologiques majeurs, tels que ceux relatifs à la biodiversité remarquable (espèces menacées, sites Natura 2000, réservoirs biologiques, cours d'eau en bon état de conservation, etc.), aux principales continuités écologiques (axes migratoires, continuités identifiées dans les SRCE, etc.).

Dans le cas présent aucune mesure d'évitement des impacts n'est envisageable ou nécessaire dans le cadre de ce projet de zone de transport limité.

5.2. Mesures de réduction

Au sein de la séquence « éviter, réduire, compenser », **la réduction intervient dans un second temps, dès lors que les impacts négatifs du projet sur l'environnement n'ont pu être pleinement évités.** Ces impacts doivent alors être suffisamment réduits pour ne plus constituer que des impacts négatifs résiduels les plus faibles possibles.

Dans le cas présent, au vu des impacts évalués précédemment, les principales mesures de réduction à mettre en œuvre se rapportent à la phase de chantier, et notamment à l'organisation des travaux. Des recommandations sont également effectuées en phase d'exploitation, notamment concernant l'éclairage futur du site, la gestion des habitats naturels et la mise en place de passages à faune.

Le projet de zone de trafic limité n'aura pas d'impacts significatifs sur la biodiversité car il n'entraîne pas de travaux particuliers en dehors de certaines démarcations au sol et de la pose de panneaux de signalisation, et permettra presque d'augmenter l'attractivité du cœur de ville pour la faune sur les zones où la circulation est limitée. Toutefois, des dispositifs favorables à la faune peuvent encore augmenter cette attractivité.

5.2.1. R2.1.d. Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier

Les travaux engendreront la création de zones à nu (zones décapées, terrassées et zones remblayées). Or lors d'intempéries, les ruissellements de surface pourront se charger en matières en suspension (MES) au niveau des zones à nu puis transporter ces écoulements chargés en MES au niveau d'autres habitats selon la topographie du site.

Pour éviter cette pollution des milieux alentours par les eaux de ruissellement, il conviendra de mettre en place un petit merlon autour des zones, des pentes inclinées vers le centre des zones, ou tout autre système prévu par l'entreprise qui permette de contenir les eaux de ruissellement au sein de la zone de travaux ou d'exploitation.

Évitement d'impact associé :

La gestion des eaux de ruissellement permet de réduire l'altération des habitats à proximité, notamment lors d'épisodes pluvieux, et notamment dans la Seine.

5.2.2. R2.1k – Dispositifs de limitation des nuisances envers la faune : adaptation de l'éclairage sur le site

Outre les dépenses énergétiques inutiles, l'éclairage nocturne peut être à l'origine de perturbations non négligeables sur la faune et la flore, en jouant un rôle attractif ou répulsif. Il peut notamment désorienter les oiseaux migrateurs, les amphibiens, ou faire fuir certaines espèces de chauves-souris. L'éclairage nocturne peut ainsi affecter la distribution des espèces et donc la disponibilité en proies pour les prédateurs, et contribuer à la fragmentation de l'habitat. **L'adaptation de l'éclairage nocturne sur le site doit donc permettre de réduire les impacts de la pollution lumineuse sur la faune, aussi bien en période de chantier qu'en phase d'exploitation. De manière générale il conviendra de limiter au maximum le nombre d'éclairages sur l'ensemble du site pour renforcer la trame noire. Lorsque cet éclairage est indispensable, il pourra être localement adapté aux enjeux identifiés sur le site.**

MISE EN ŒUVRE

Durée et orientation de l'éclairage

Le principal paramètre à prendre en compte pour la faune est **d'éviter la diffusion de la lumière.** Pour cela, les principes à respecter pour adapter l'éclairage extérieur sont :

- Proscrire toute diffusion de la lumière vers le ciel ;
- Un angle de projection ne dépassant pas 70° à partir du sol ;
- Une hauteur de mat minimisée en fonction de l'utilisation.

Concernant la durée de l'éclairage, certaines zones pourront être équipées de détecteurs de mouvements, de minuteries, de programmeurs ou mieux, d'interrupteurs crépusculaires qui commanderont l'éclairage à partir d'une certaine luminosité.

TYPES DE LAMPES

Le choix des lampes est également important.

A proscrire :

- En effet, les lampes à vapeur de mercure ou à iodure métallique
- Eclairage à spectres bleus
- **les LED blanches classiques à large spectre lumineux**

A favoriser :

- Des lampes peu polluantes comme des lampes au sodium basse pression (à noter que ces lampes au sodium présentent moins d'inconvénients d'élimination et de recyclage en fin de vie).
- Eclairage à lumière jaune car sensiblement moins attractive pour les insectes et indirectement moins impactante pour la faune.
- **LED ambrées à spectre étroit**

L'éclairage nocturne devra être adapté afin de réduire la pollution lumineuse et la perturbation de la faune.

RECOMMANDATIONS SPECIFIQUES

De manière générale, les lumières dites « blanches » diffusées par les lampes à mercure sont à limiter afin d'éviter toute perturbation pour le déplacement des espèces faunistiques. Toutefois, d'après une étude publiée par Natureparif en 2011, il s'avère que la Pipistrelle commune, contrairement aux autres chauves-souris, se trouve significativement favorisée pour la chasse par un éclairage à lumière blanche (comportement photophile).

Dans le cas du présent projet, d'après la bibliographie, la Pipistrelle commune fait partie des espèces potentiellement présente sur la zone d'étude. Si des études complémentaires permettent de révéler des zones

fréquentées uniquement par cette espèce, il sera donc intéressant de d'installer ce type d'éclairage à lumière blanche.

Toutefois sur les autres secteurs de la zone de projet, nous recommandons l'utilisation de luminaires jaunes dont la température n'excède pas 2400 Kelvins.

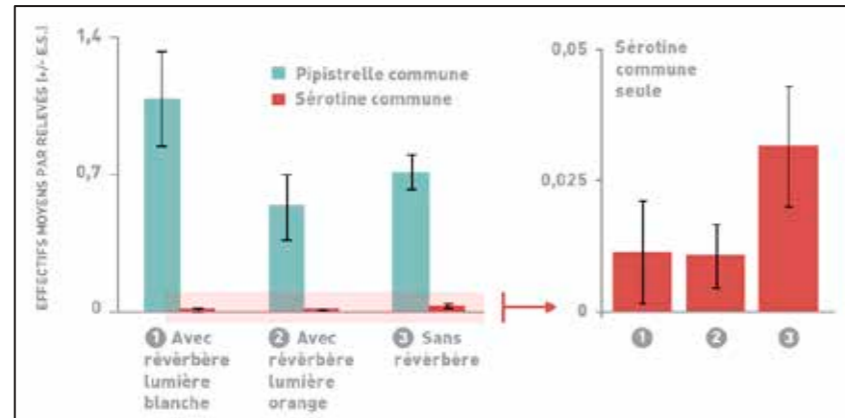


Figure 4 : Relation entre abondance de chiroptères en activité de chasse et éclairage urbain (Natureparif, 2011)

6. Evaluation des impacts résiduels du projet

L'impact résiduel du projet est évalué après mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction décrites précédemment.

6.1. Impacts résiduels du projet sur les habitats et espèces associées

Les mesures d'évitement et de réduction décrites plus tôt permettent de réduire le niveau de certains impacts sur la faune et la flore, en fonction de leur nature.

Dans le présent dossier, l'application des mesures de réduction permet d'aboutir à **des impacts « très faibles » à « négligeables » pour l'ensemble des groupes faunistiques et floristiques**. Les mesures de réductions que sont l'adaptation du calendrier des travaux, la lutte et la prévention contre les espèces exotiques envahissantes, la pose de nichoirs en faveur de l'avifaune nicheuse et l'adaptation des éclairages permettent de limiter les impacts en termes de destruction d'individus, de destruction ou altération d'habitats et de perturbation des espèces.

En conclusion, le projet après évitement et réduction aura un impact résiduel « très faible » à « positifs » sur les écosystèmes et espèces présents. De plus, rappelons qu'il ne porte pas atteinte ni sur les zonages, ni sur les continuités écologiques au niveau régional. Par conséquent, la mise en place de mesure compensatoire n'est pas nécessaire pour l'élaboration de ce projet.

Le tableau en page suivante présente une évaluation des impacts résiduels en fonction des mesures appliquées.

Tableau 29 : Evaluation des impacts résiduels en fonction des mesures appliquées

Espèces ou groupes concernés	Nature des impacts	Niveaux d'impacts AVANT Evitement/Réduction	Mesures d'évitement et de réduction des impacts	Niveaux d'impacts APRES Evitement/Réduction
IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS SUR LES GROUPES ET ESPECES				
Flore patrimoniale				
Ensemble des espèces patrimoniales citées en bibliographie	Circulation d'engins / Dégagement d'emprise / Terrassement / Zone de dépôt temporaire	Négligeable	R2.1.d. Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier	Négligeable
Faune				
Avifaune nicheuse	Circulation d'engins / Création d'obstacles et de zones pièges	Très faible	/	Très faible
	Modifications des composantes environnantes	Très faible	/	Très faible
Amphibiens (Alytes accoucheur)	Circulation d'engins	Négligeable	/	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes	Négligeable	/	Négligeable
Reptiles (Lézard des murailles)	Circulation d'engins	Négligeable	/	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes	Négligeable	/	Négligeable
Ensemble de l'entomofaune (notamment orthoptères et rhopalocères)	Circulation d'engins	Négligeable	/	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes	Négligeable	/	Négligeable
Ensemble des mammifères (hors chiroptères)	Circulation d'engins	Négligeable	/	Négligeable
	Modifications des composantes environnantes	Négligeable	/	Négligeable
Ensemble des chiroptères	Circulation d'engins	Très faible	/	Très faible
	Modifications des composantes environnantes	Très faible	R2.1k - Dispositifs de limitation des nuisances envers la faune : adaptation de l'éclairage sur le site	Très faible
IMPACTS INDUITS ET CUMULES				
Impacts indirects et induits	Aucun impact significatif		/	Non significatifs
Impacts cumulés	Aucun impact significatif		/	Non significatifs
AUTRES IMPACTS / INCIDENCES				
Trame Verte et bleue	Impacts globaux	Non significatifs	/	Non significatifs
Ensembles des zonages	Impacts globaux	Non significatifs	/	Non significatifs

7. Mesures de compensation et de suivis

7.1. Mesure de compensation

La mise en place de mesures compensatoires n'est pas nécessaire pour l'élaboration de ce projet.

8. Mesures d'accompagnement

En plus des mesures de réduction, nous proposons ici des actions simples permettant d'augmenter la biodiversité au sein de la ville.

8.1.1. Installation d'abris ou de gîtes artificiels pour la faune au droit du projet ou à proximité

8.1.1.1. Installation de nichoirs en faveur du Moineau domestique

PRECONISATIONS GENERALES :

Le Moineau domestique est une espèce protégée en France et vulnérable en région Île-de-France. C'est une espèce commensale à l'Homme et qui est pourtant peu étudiée. Ses effectifs diminuent d'années en années, menaçant les populations d'oiseaux, notamment dans les grandes villes. Dans un contexte hyper-urbain, le Moineau niche principalement dans les zones de bâtis, dans les interstices de bâtiments, sous les tuiles de toitures, ou encore sous les combles de vieux bâtiments. Il affectionne également les nichoirs artificiels.

RECOMMANDATION SPECIFIQUES :

Les nichoirs installés doivent être spécifiques aux espèces actuellement nicheuses sur les bâtiments, notamment pour le Moineau domestique. Ces nichoirs devront être installés sur les murs extérieurs des bâtiments, en hauteur, non accessibles aux éventuels prédateurs (chats domestiques par exemple) et sur des secteurs assez peu fréquentés. Il pourra également être envisagé d'installer des nichoirs sur quelques troncs des alignements d'arbres situé sur la zone de projet, ou dans les parcs et squares situé au sein et non-loin de la zone de projet.

L'installation de nichoirs est préconisée dès le lancement des travaux, notamment si cette période s'étend sur plusieurs années, afin de garantir la disponibilité d'habitats favorables à la nidification du Moineau.

MISE EN ŒUVRE :

Différents types de nichoirs existent selon les exigences écologiques des espèces. Dans le cas présent, les nichoirs devront cibler l'accueil du Moineau domestique, espèce commensale à l'Homme et du bâti. Pour ce faire, nous conseillons la pose de nichoirs de type :

- Nichoir en bois non traité
- Nichoir « pot à moineau » en terre cuite

Le Moineau est un oiseau grégaire qui apprécie vivre en petite colonie. L'idéal serait de poser plusieurs nichoirs pour favoriser son installation. Nous recommandons les nichoirs à colonie de moineaux proposés par la Ligue pour la Protection des Oiseaux (Ref.LPO : JO0505).

Il est préférable que les nichoirs soient exposés nord-ouest (éviter l'exposition Sud, la chaleur devenant rapidement insupportable voire mortelle pour les jeunes).

Plusieurs nichoirs pourront être installés afin de favoriser le caractère grégaire de ces oiseaux. L'objectif est ici de renforcer les habitats de reproduction du Moineau domestique.

8.1.1.2. Installation de nichoirs multi-spécifiques

PRECONISATIONS GENERALES :

Dans l'écosystème urbain, la plupart des oiseaux privilégient la végétation, en particulier les arbres, pour nicher. Le déficit de végétation haute (disparition des haies, abattage des arbres) contraint néanmoins certaines espèces à nicher dans les arbustes, les plantes grimpantes, voire les interstices que proposent les surfaces bâties. D'autres espèces sont, quant à elles, inféodées aux constructions humaines (comme l'Effraie des clochers ou l'Hirondelle des fenêtres par exemple), mais les constructions modernes intégralement vitrées ou bétonnées ne présentent plus ces accès par leur conception.

La reproduction des oiseaux peut donc être favorisée de deux manières : par l'**augmentation des surfaces végétalisées**, et par la **création d'habitats de substitution** (nichoirs artificiels).

RECOMMANDATION SPECIFIQUES :

Il existe des **nichoirs multi-spécifiques**, dont les formes et les dimensions conviennent à la majorité des espèces vivant près de l'homme. Il sera simplement possible de privilégier certaines espèces en adaptant le diamètre du trou d'envol. Parmi ces nichoirs, le **nichoir « boîte aux lettres »** est le plus commun. Il convient à un grand nombre d'espèces, en particulier aux mésanges, sittelles, etc.



Photo 11 : Nichoir « boîte aux lettres » (source : internet)

MISE EN ŒUVRE :

Des matériaux non traités, imputrescibles et reconnus pour leur résistance sont à privilégier (bois massif d'espèces locales). Des clous ou vis devront être utilisés, et non de la colle qui est moins solide et souvent toxique. Des surfaces rugueuses devront être laissées pour permettre aux oiseaux de s'agripper (ne pas raboter, ni poncer les planches). Un minimum d'isolation thermique devra être assuré (1 cm d'épaisseur).

L'hiver constitue la saison idéale pour procéder à l'installation de nichoirs, avant la période de reproduction des oiseaux.

Toutefois, les nichoirs pourront être installés en toute saison. Installés entre octobre et mars, ils seront utilisés dès le printemps suivant ; installés plus tard en saison, ils serviront d'abri aux passereaux l'hiver suivant.

Les nichoirs pourront être fixés sur les arbres ou sur des poteaux prévus à cet effet. Les poteaux d'éclairage nocturne sont à proscrire dans ce cas, pour des raisons évidentes de perturbation.

Il faut éviter de clouer les nichoirs sur les arbres. Ceux-ci pourront en revanche être fixés à l'aide de fils de fer gainés de plastique, pour ne pas abîmer les troncs. Une autre possibilité consiste à positionner des cales en bois autour de l'arbre.

Il est important d'apporter une protection contre les prédateurs (chats, rats...) et le dérangement humain. Pour cela, la hauteur minimale à laquelle un nichoir doit être fixé est estimée à 2m. Il devra également être éloigné des branches horizontales favorisant l'accès aux prédateurs.

Le trou d'envol de chaque nichoir devra être disposé à l'opposé des vents dominants, ces derniers étant porteurs de pluie. Il est également préférable que le nichoir ne soit pas en plein soleil, car cela pourrait causer la mort des oisillons par déshydratation et hyperthermie, ni dans l'ombre complète. L'orientation recommandée est de type est/sud-est.

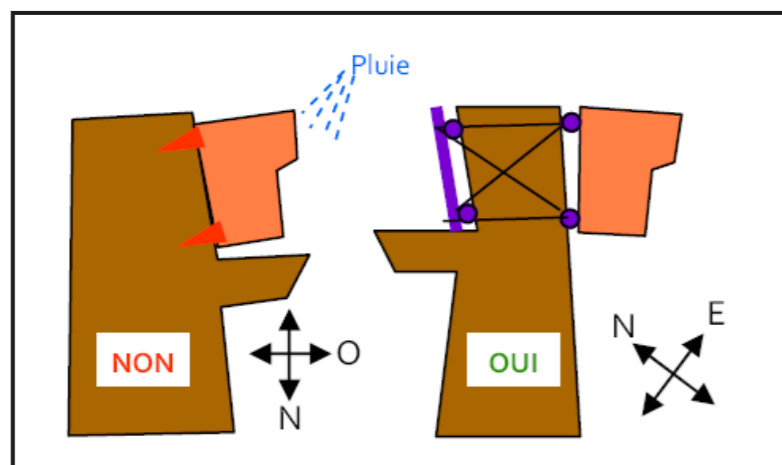


Figure 5 : Orientation et fixation recommandées pour un nichoir

Il n'est conseillé d'installer le plus grand nombre de nichoirs sur le site qu'à la condition que ceux-ci soient de types variés (alternance de nichoirs spécifiques et multi-spécifiques, ouvertures de différents diamètres...) : en effet, si l'ensemble des nichoirs est investi par une même espèce, l'équilibre biologique du milieu peut s'en trouver altéré.

De plus, favoriser la reproduction d'une seule espèce est « contre-productif », puisqu'en cas de surpopulation, un facteur limitant intervient toujours pour réguler les populations et ramener leurs densités au niveau le plus équilibré.

En conclusion, il est impossible de déterminer un nombre standard de nichoirs par hectare. La meilleure solution consiste à en fixer le plus grand nombre possible en fonction des sites de fixation disponibles, à la condition de diversifier les types de nichoirs installés, ceci afin de favoriser un maximum d'espèces.

Dans le cadre de notre étude, les nichoirs plurispécifiques peuvent être installés au niveau des parcs public et privées, mais aussi dans les cours d'écoles, et toitures lorsque celles-ci sont végétalisées.

8.1.1.3. Mise en place d'hôtels à insectes

PRECONISATIONS GENERALES :

L'habitat hivernal pour les insectes appréciant le bois mort et les interstices des briques est très restreint en milieu urbain : les pratiques de stockage, d'entretien et de gestion des milieux et la conception des nouveaux bâtiments ne proposent en effet plus ces gîtes indispensables à leur survie.

Or, abriter les insectes en ville permet de réduire sensiblement l'utilisation de pesticides et d'accroître la lutte biologique contre les espèces nuisibles.

La mise en place d'hôtels à insectes permet d'assurer la survie hivernale d'insectes souhaités dans les écosystèmes comme les insectes pollinisateurs, les auxiliaires des cultures, des potagers, des vergers et autres jardins.

CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE

Le support peut prendre toutes les tailles, toutes les formes et tous les styles en fonction du rendu souhaité. Il est généralement constitué par une sorte d'armoire à étagères avec un toit, mais des palettes empilées peuvent tout aussi bien faire l'affaire.

Lorsque l'espace est restreint, un fagot de branches creuses ou une buche suspendue sur un mur extérieur pourront déjà apporter une diversité supplémentaire.

Entre les étagères sont empilés des briques et des morceaux de bois percés de différentes tailles, des tuiles, du carton ondulés, de la paille, du foin, des sacs de jute, des feuilles mortes et tout autre matériau naturel et de récupération en fonction de l'insecte privilégié :

- Les chrysopes apprécieront une boîte remplie de fibres d'emballage ou de paille avec quelques ouvertures en fente ;
- Les bourdons se réfugieront dans une boîte avec un trou de 10 mm de diamètre et une planchette d'envol ;
- Certaines abeilles et guêpes solitaires comme la mégachile seront attirées par une natte ou un empilement de roseaux ;
- Les abeilles solitaires comme les osmies pondront leurs œufs dans du bois sec troué à la perceuse ;
- Certains diptères comme les syrphes se réfugieront dans des tiges à moëlle (ronce, rosier, framboisier, sureau...) ;
- Les forficules se regrouperont dans un pot de fleur rempli de fibres de bois ou dans une feuille de carton ondulé enroulée sur elle-même ;
- Les carabes se plairont entre des morceaux de branches ou entre des tuiles superposées.

L'emplacement de l'abri constitue le principal critère à prendre en compte pour garantir son succès. Il devra être orienté de préférence au sud ou au sud-est, le dos aux vents dominants, avec un toit imperméable pour le protéger de la pluie, et surélevé d'au moins 30 cm pour le mettre à l'abri de l'humidité du sol. Une armature en bois permet de rendre l'ensemble plus étanche.



Photo 12 : Exemple d'hôtel à insectes (source : internet)

Au niveau de notre zone d'étude, des hôtels à insectes peuvent être installés au niveau sur quelques toitures, et cours privées, lorsque celles-ci sont végétalisées et peu fréquentées, ou encore au niveau du jardin des Tuileries, ou jardin Nelson Mandela.

De la même façon que la mise en place d'hôtels à insectes, l'installation de ruchers urbains est une mesure qui permettra à terme d'augmenter la biodiversité de l'entomofaune, tout en favorisant une pollinisation naturelle des espaces verts. Ce dispositif tout comme l'installation des hôtels à insectes font partis du Plan ruches et pollinisateurs développés par la ville de Paris.

8.1.1.4. Mise en place de gîtes artificiels pour les chiroptères

Les chauves-souris établissent généralement leurs gîtes dans les cavités arboricoles, les anfractuosités des vieux bâtiments, les combles ou les greniers. Aujourd'hui, les bâtiments anciens qui offraient de nombreuses cavités pour nicher sont rénovés ou détruits, et les refuges et cavités naturelles se raréfient en milieu urbain.

Dans le cadre de notre étude, plusieurs arbres à cavité, potentiellement favorable aux chiroptères ont été détectés, et bien qu'en contexte urbain, plusieurs espèces sont susceptibles de fréquenter la zone de projet.

Comme pour les oiseaux, il existe des solutions pour offrir des **habitats de substitution** aux chauves-souris en milieu urbain. Les nichoirs extérieurs seront privilégiés afin de renforcer la capacité de gîte et de dispersion des espèces, ou dans l'hypothèse de l'abattage des arbres à cavité présents, de substituer aux habitats qu'offrent les cavités arboricoles.

CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE

En ce qui concerne les nichoirs extérieurs, il s'agit le plus souvent d'une boîte plate d'une largeur de 1,5 à 3,5 cm, ouverte vers le bas, et dont l'intérieur est aménagé pour permettre aux individus de se suspendre. L'installation peut avoir lieu de mars à mi-septembre



Photo 13 : Exemple de gîte extérieur à poser sur et autour du bâti (source : internet)

Le nichoir ne devra pas être peint ou collé pour éviter la présence de substances toxiques. L'intérieur du nichoir ne devra pas être poncé : il devra au contraire être rugueux pour permettre aux individus de s'accrocher à l'envers. Des planches en bois striées sont toutes indiquées.

Un gîte en bois d'une épaisseur de 15mm d'épaisseur sera tout-à-fait suffisant pour reproduire les conditions recherchées dans les cavités naturelles.

L'emplacement devra se trouver à proximité d'une zone arborée. Comme pour les oiseaux, la fixation sur l'arbre ne doit pas l'endommager. Dans le cadre de notre étude, ces gîtes peuvent être placés au niveau des alignements d'arbres, et sur des jardins publics et privés ayant différentes strates de végétation.

Il est préférable de ne pas placer les entrées à proximité des fenêtres et des points d'eau extérieurs pour éviter les salissures (dépôts parfois importants de guano). Une planchette peut être disposée sous l'entrée pour prévenir toute salissure du mur. Ces gîtes permettent de favoriser des espèces « cibles » le plus communes, telles que la Pipistrelle commune ou la Pipistrelle de Kuhl.

8.2. Suivis de chantier

Aujourd'hui, dans toute étude de projet, il est essentiel de mettre en place des suivis appropriés au projet concerné. Un suivi par un écologue consiste en une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, de surveillance, et de contrôle dès le début du chantier au niveau des secteurs étudiés.

Il est important qu'un suivi de chantier soit réalisé pour s'assurer du bon accomplissement de l'ensemble des mesures d'évitement et de réduction.

L'objectif principal sera d'apporter un **soutien technique** pour la réalisation des mesures d'évitement et de réduction afin que les objectifs soient respectés. En particulier, un écologue devra accompagner le balisage emprises chantier, vérifier le respect des périodes de sensibilité, faire un bilan avant/après travaux, etc.

Le maître d'ouvrage s'engage à interrompre à tout moment les travaux à la demande de l'écologue s'il s'avérait que des espèces protégées soit détectées sur la zone afin de mettre en place un plan de sauvetage rapide et adapté.

Ce suivi de chantier devra faire l'objet d'un ou plusieurs compte-rendu détaillé, envoyé aux services de l'état en fin de chantier (ou lors des phases principales si besoin).

Concernant la fréquence des suivis, il devra être prévu au minima un passage **en phase préparatoire de chantier, un second lors du chantier, puis un dernier en phase post-chantier afin de** vérifier l'état des lieux et valider la réalisation de l'ensemble des mesures.

Ces passages devront être programmés en fonction de l'organisation du chantier.

8.3. Suivis écologiques

En 2010, **la loi Grenelle II** apporte des avancées au Code de l'environnement, notamment sur la réforme des études d'impacts.

L'article L. 122-3 du Code de l'environnement modifié par l'article 230 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 précise que l'étude d'impact doit comprendre : « [...] les mesures proportionnelles envisagées pour éviter, réduire et, lorsque c'est possible, compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine ainsi qu'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur l'environnement ou la santé humaine ».

Cette obligation de présenter, au sein de l'étude d'impact, les modalités de suivi des mesures prises et du suivi de leurs effets sur l'environnement et la santé humaine n'était jusqu'alors obligatoire que pour des réglementations spécifiques (ICPE par exemple). Elle est désormais applicable à l'ensemble des projets.

Il est essentiel de **suivre l'évolution des aménagements réalisés** afin d'évaluer leur efficacité. L'évaluation sera essentiellement basée sur le maintien de certaines espèces et la colonisation ou non des milieux créés.

Ce suivi pourra mettre en évidence la reprise ou non de la végétation et permettra des réajustements dans la

gestion du site. **Un passage la première année** après travaux est intéressant, **puis après 3 ans** pour une évaluation à moyen terme. **Un passage après 5 ans** permettra d'évaluer l'efficacité des aménagements à plus long terme.

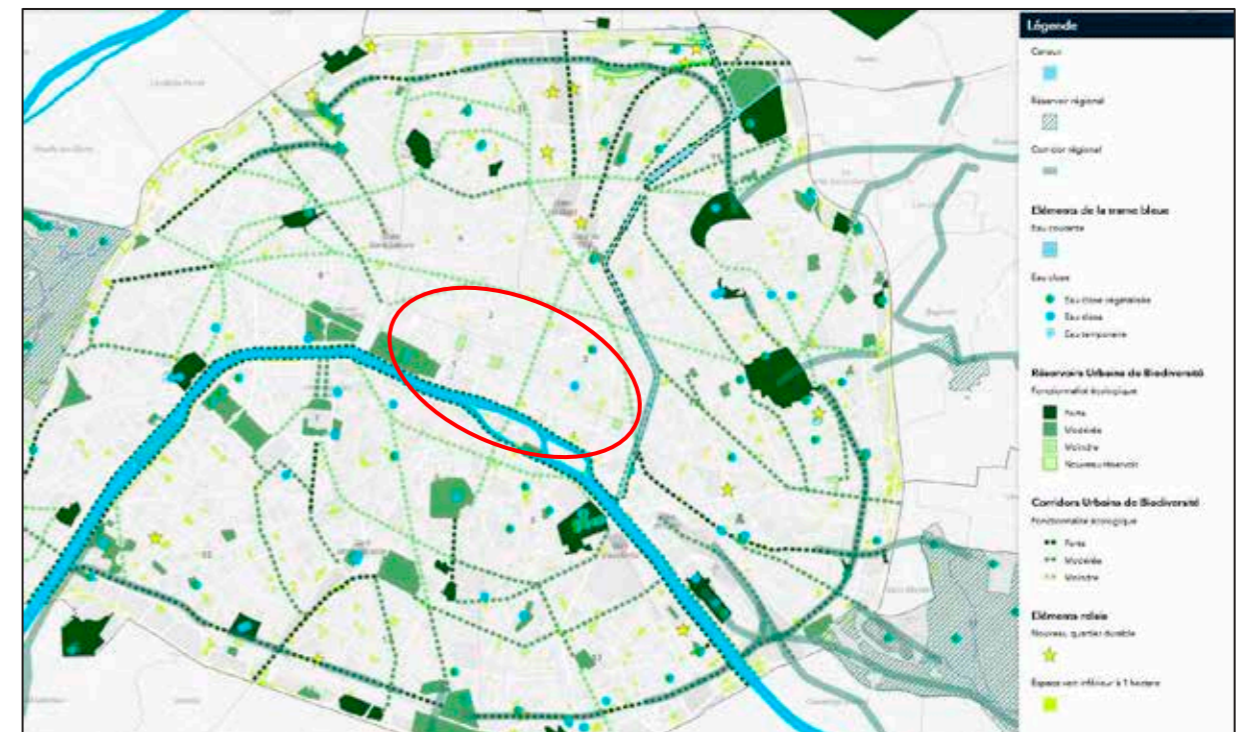
Ce suivi pourra mettre en évidence l'apparition de nouvelles espèces patrimoniales ou protégées et permettra des réajustements dans la gestion différenciée du site, notamment vis-à-vis des espèces exotiques envahissantes.

9. Préconisations d'aménagements

9.1. Renforcement des continuités écologiques

Quelques sous-trames et de réservoirs de biodiversité sont identifiés à proximité et au sein de la zone de projet. En effet les boulevards périphériques de la zone d'étude ainsi que le boulevard Sébastopol traversant la zone d'étude de nord en sud, constituent des corridors urbains de biodiversité de fonctionnalité écologique modérée. Le linéaire de la seine est lui aussi un CUB de fonctionnalité forte. Enfin plusieurs parcs et jardins constituent des petits réservoirs urbains de biodiversité, mais dont la fonctionnalité de va pas au-delà de modéré. De plus ces éléments sont souvent de petite taille et très dispersés au sein de la zone d'étude, et peu connectés aux autres éléments de la trame. Un renforcement de ces corridors, et des éléments relais est donc envisageable à l'échelle du projet et de ses alentours, afin de favoriser le déplacement des espèces. Cela se traduirait notamment par une amélioration des fonctionnalités des sous-trames existantes sur le site et ses abords.

Figure 6 : Trame verte et bleue à l'échelle locale, au niveau de la zone de projet (cercle rouge) (données issues des Chemins de la Nature)



9.1.1. Renforcement qualitatif des sous-trames existantes au sein du site

Nous préconisons dans un premier temps un renforcement qualitatif des sous-trames existantes du site par la mise en œuvre d'une gestion plus douce et plus favorable à la biodiversité. Cela passe notamment par la mise en place d'une gestion différenciée et écologique sur les espaces verts du site (parcs, écoquartiers).

La gestion différenciée et écologique consiste à mettre en œuvre des pratiques d'entretien respectueuses de l'environnement et de la biodiversité. Elle trouve son origine dans le principe de gestion différenciée qui consiste à faire un compromis entre la gestion relativement stricte et contrainte des espaces communaux et la gestion naturaliste des réserves, orienté vers une protection du milieu naturel. L'objectif est d'appliquer des modes de

gestion différents selon la typologie des espaces, le rendu souhaité et leurs usages. Par conséquent, la gestion différenciée et écologique n'est pas une gestion purement écologique ou une absence de gestion, comme cela peut parfois être perçu. L'objectif final vise à favoriser la biodiversité par la mise en place de méthodes plus respectueuses de l'environnement tout en améliorant les qualités paysagères des espaces concernés.

Généralement, il est alors défini différents types de secteurs (en fonction des usages, vocations, fréquentation, localisation...) afin de hiérarchiser la gestion appliquée. Par exemple, il peut être suivi une gestion :

- *Stricte*, pouvant être assimilée à une gestion horticole, sur des secteurs de pelouses en entrée de site par exemple ou à proximité immédiate entrées des bâtiments,
- *Douce*, visant à répondre à des principes écologiques tout en suivant des contraintes inhérentes aux espaces verts du site (sécurité, localisation, usage et fréquentation),
- *Écologique*, sur des secteurs semi-naturels où il est possible de répondre à un niveau écologique le plus élevé qui devient alors prioritaire dans la gestion suivie (zones plus isolées et peu ou non fréquentées).

La gestion différenciée et écologique se traduit généralement par **quelques grands principes de gestion, proposés ci-dessous.**

FAUCHE TARDI-ESTIVALE

La fauche tardive est un principe essentiel de la gestion différenciée. C'est essentiellement dans le cadre du dernier niveau de hiérarchisation de la gestion (gestion dite « écologique ») que la fauche tardi-estivale s'applique, même si elle peut être adaptée à une gestion dite « douce » (application de deux ou trois fauches sur l'année au lieu d'une seule par exemple).

Cette gestion particulière est préférable à la tonte tant au niveau floristique que faunistique. Un unique fauchage annuel avec exportation permettra aux espèces végétales d'accomplir pleinement leurs cycles.

Ce mode de gestion plus extensif va permettre l'installation d'un cortège floristique moins banal. L'exportation des produits de fauche évitera un enrichissement du sol et un appauvrissement en termes d'espèces. La faune devrait également bénéficier de cette diversification, notamment les insectes pollinisateurs tels que les lépidoptères et les hyménoptères, mais également d'autres groupes tels que les orthoptères.

9.1.2. Renforcement quantitatif des sous-trames aux abords du site

SOUS-TRAME HERBACÉE

Nous préconisons en complément, un renforcement du point de vue quantitatif des sous-trames existantes, notamment de la sous-trame herbacée, peu présente dans la zone d'étude. Sur la zone d'étude cette strate a une diversité très homogène et une répartition discontinue, ce qui ne permet pas de considérer cette sous trame comme fonctionnelle, ou favorable au développement de la faune et la flore.

Pour améliorer les fonctions d'accueil de ces milieux, nous préconisons la création d'habitats herbacés diversifiés et remarquables, notamment des pelouses et prairies à caractère naturel, gérées de façon écologique tel que préconisé dans le chapitre précédent, par une fauche tardi-estivale. Parmi la liste d'espèce à planter, il est important de favoriser les plantes-hôtes nécessaire à la reproduction des rhopalocères, notamment des espèces floristiques indigènes de la famille de fabacées (Lotier corniculé, Mélilot, Luzerne, Sainfoin, Vesce, etc...) ainsi que des plantes nectarifères nourricières.

Ces milieux herbacés composés de plusieurs espèces locales, pourraient être implantés de façon linéaire et sur une largeur suffisante, en accompagnement des alignements d'arbres, notamment au niveau des rues piétonnes. Ces milieux permettront de créer un corridors herbacé fonctionnel, notamment pour l'entomofaune (groupe cible des orthoptères, Vulcain et autres rhopalocères), et permettra de renforcer le corridor arboré associé (Cf. carte en fin de chapitre).



Photo 14 : Aménagements récents au niveau du Boulevard Vaugirard (OGI, 2020)

Les toitures, souvent inexploitées, sont des espaces où, lorsque cela est techniquement envisageable, la végétalisation herbacée voire arbustive est envisageable. En effet cela permet de déporter en altitude le corridor herbacé, lorsque l'emprise au sol est trop réduite du fait des différentes voiries, où de renforcer les corridors existants. Ces végétalisations de toitures peuvent être sous forme de potagers ou jardins urbains, ou rester inaccessibles à l'Homme offrant ainsi un espace de quiétude pour la faune et la flore.



Photo 15 : Toiture de l'école Agro Paris Tech, Paris 5e, © Christophe Noël

De plus est possible d'envisager au niveau des rues, à proximité des lieux d'habitation, ou au niveau des toitures habitables, l'installation de jardinières de culture urbaines. Ces micro-potagers pourraient permettre de renforcer la biodiversité de l'entomofaune, notamment en espèces nectarifères.

La végétalisation des voies piétonnes peut aussi se traduire par la perméabilisation du pavage (pavage d'origine, ou nouveau pavage de type Evergreen), laissant la liberté à la végétation de s'implanter naturellement entre les interstices.



Photo 16 : rue végétale et bacs de plantation, Paris 11^e, © Mairie Onze Paris

Notons que de nombreuses espèces indigènes et adaptées aux différentes conditions de plantation, citées dans le guide « Plantons local en Ile-de-France » édité en 2019 par l'ARB IdF, peuvent être recommandées à la plantation suivant les orientations voulus par les aménageurs.

SOUS-TRAME ARBUSTIVE ET LIANESCENTE

La sous-trame arbustive est peu présente sur le site et reste très concentrée au niveau des parcs et jardins. Les habitats liés à cette sous-trame sont essentiels pour le refuge, l'alimentation et la reproduction de la faune, comme la Fauvette grisette (*Sylvia atricapilla*), espèce « cible » observée sur la zone d'étude.

L'intégration de ces habitats dans le but de renforcer la fonctionnalité des réservoirs et corridors existant n'est pas négligeable dans la conception du projet. Ici la mise en place de haies fonctionnelles semble peu faisable, les espaces d'accueil d'un tel aménagement étant manquant au sein de la zone d'étude. Toutefois il est possible d'aménager quelques petits linéaires arbustifs plurispécifiques, en alternance avec des alignements d'arbres (au niveau des boulevards ou du linéaire de La Seine). En association avec les habitats herbacées, ces milieux pourront accueillir une faune et une flore diversifiée, et devenir potentiels à l'accueil des espèces cibles.

Nous préconisons de réaliser les plantations d'arbres **entre novembre et mars**, en-dehors des périodes de gel ou de pluies abondantes.

La plantation se fera le plus tôt possible pour aboutir à une hauteur de arbustes suffisante rapidement.

La sous-trame lianescente est généralement très peu présente en cœur urbain. Or les habitats liés à cette sous-trame jouent un rôle non négligeable pour le repos et l'alimentation de la faune. Le renforcement de cette trame pourrait se traduire par une végétalisation plurispécifique (Lierre grimpant, Clématite des haies, Liseron des haies, etc.) et verticale des murs et grillages qui présente un fort potentiel sur des secteurs très urbanisés, comme dans le cas présent. Le renforcement de cette trame pourrait se traduire par la mise en place de systèmes de pergolas dans les rues et allées piétonnes, permettant l'implantation d'espèces volubiles favorables à la faune et notamment à l'entomofaune et aux oiseaux frugivores. Aussi plusieurs murs végétalisés ont été recensés au sein de la zone d'étude. Ces végétations pourraient, lorsque cela s'avère intéressant ou nécessaire, être renforcées par une diversification des espèces plantées.

SOUS-TRAME ARBOREE

La sous-trame arborée est présente sur le site et dans les environs notamment au travers des alignements d'arbres qui jouent un rôle de corridor pour l'avifaune et les chiroptères. La plupart des espèces plantées sont toutefois bien souvent d'origine non indigène et la strate arbustive et herbacée y sont souvent inexistante. Nous proposons donc un renforcement des alignements d'arbres existants par la plantation d'arbres et arbustes indigènes en valorisant

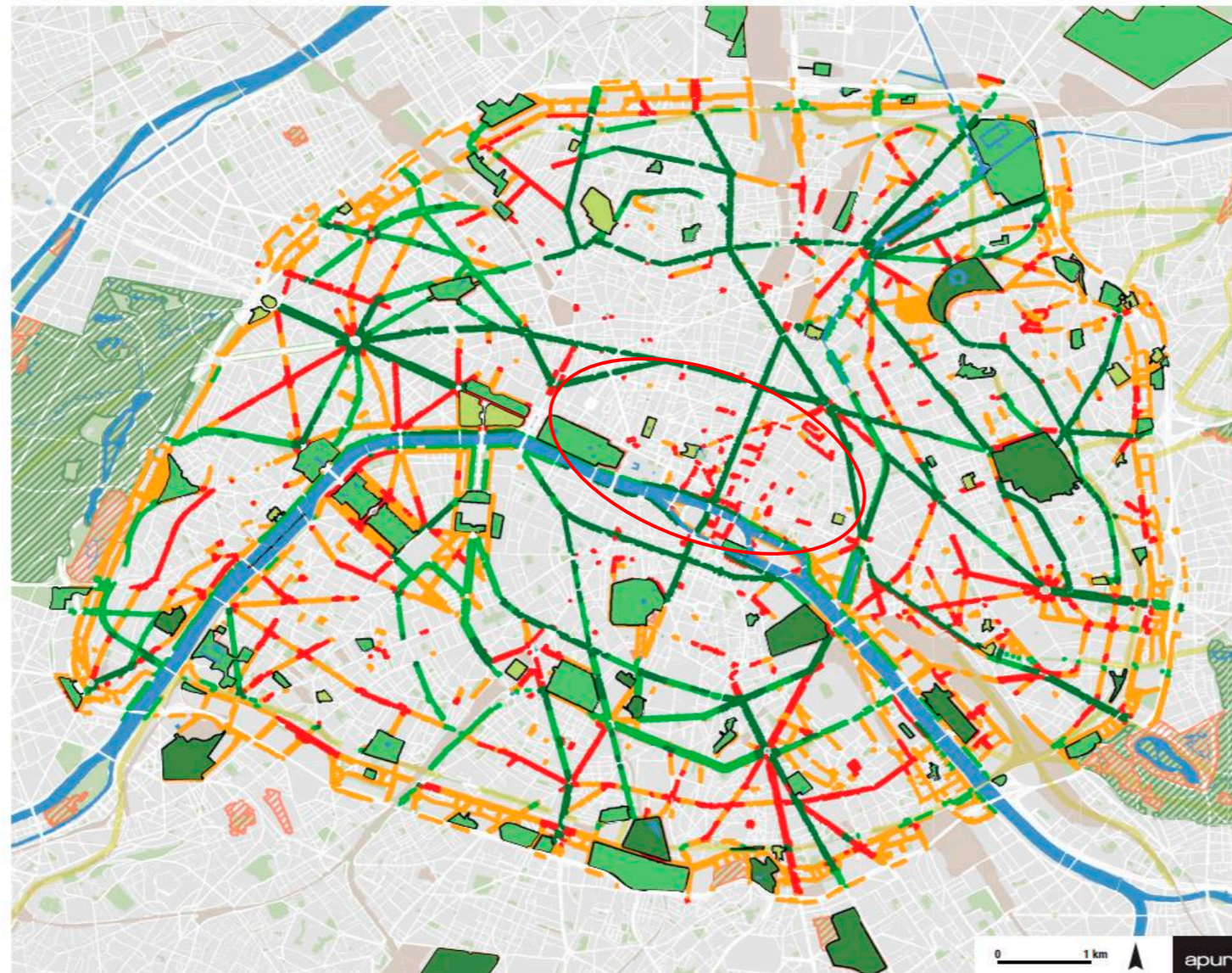
les arbres à fruits et baies favorables à l'avifaune, tels que le Merisier des oiseaux, le Pommier sauvage, l'Alisier blanc etc.

Le choix des espèces plantées devra être judicieux pour s'assurer que les espèces sélectionnées soient bien adaptées au contexte urbanisé. L'étude SESAME menée par la ville de Metz, en partenariat avec et le Cerema et Metz Métropole cite notamment l'Erable champêtre, l'Aulne blanc, le Frêne à fleur, le Charme, le Tilleul à petites feuilles ou le Cornouiller mâle, qui sont des espèces indigènes en Ile-de-France et présentant une bonne adaptation au contexte pédoclimatique. Il est important de souligner qu'il serait plus intéressant que les alignements d'arbres qui seront plantés ne soient pas constitués d'une seule et même espèce mais bien de plusieurs espèces différentes qui auront chacune leur particularité et permettront ainsi d'enrichir la biodiversité du site, et d'éviter les propagations de maladies.

De même nous recommandons la plantation d'arbres à larges écorces (chêne, charme, etc...), notamment au niveau des parcs urbains, car favorables au gîte de chiroptères, ou à la nidification d'oiseaux cavernicoles comme le Grimpereau des jardins, le Pic épeiche ou le Pic vert, toutes espèces cibles à Paris. Ces espèces vont notamment se réfugier sous le décollement d'écorces.

Ce besoin de renforcement des corridors est également retranscrit dans la carte présentée en page suivante et issue de l'étude exploratoire des espaces publics à végétaliser à Paris (Atelier Parisien d'Urbanisme, Juin 2020). Il apparaît ainsi comme pertinent de réaliser des plantations sur certains axes stratégiques comme la rue du 4 Septembre, l'Avenue de l'Opéra, rue Réaumur, rue de Turenne, de Rivoli, entre autres grands axes non ou peu plantés, suffisamment larges, et connectés aux CUB et RUB identifiés précédemment. (Cf. carte en fin de chapitre).

Carte 6 : Carte des voies larges et plantées pour renforcer les 10 km de corridors de biodiversité parisiens (source Atelier Parisien d'Urbanisme, Juin 2020)



- Corridor de biodiversité dans une centralité urbaine
 - Corridor de biodiversité hors centralité urbaine
 - Autre voie plantée dans une centralité urbaine
 - Autre voie plantée hors centralité urbaine
 - Réservoir fonctionnel
 - Réservoir secondaire
 - Réservoir relais
 - ▨ Secteurs d'intérêt écologique (SRCE)
 - ▨ Réservoirs de biodiversité (SRCE)
- Source : Apur, DEVE
- Zone d'étude

10. Bibliographie

10.1. Bibliographie générale

BIORET F., ESTEVE R. ET STURBOIS A., 2009. Dictionnaire de la protection de la nature. Collection "Espace et territoire", Presses Universitaires de Rennes. 537p.

BIOTOPE, 2002. Guide sur la prise en compte des milieux naturels dans les études d'impacts. *DIREN Midi Pyrénées*, 75 p.

10.2. Expertise floristique

BISSARDON M., GUIBAL L. ET RAMEAU J.C., 1997. CORINE Biotopes, Types d'habitats français. *E.N.G.R.E.F. – Nancy*, 217 p.

BARDAT J., BIOMET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GEHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. ET TOUFFET J. 2004. Prodrôme des végétations de France. *Museum national d'histoire naturelle*, Paris. 171 p.

BENSETTITI F., PUISSAUVE R., LEPAREUR F., TOUROULT J. ET MACIEJEWSKI L., 2012. Evaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire – Guide méthodologique – DHFF article 17, 2007–2012. Version 1 – Février 2012. Rapport SPN 2012–27, Service du patrimoine naturel, *Muséum national d'histoire naturelle*, Paris, 76 p. + annexes.

BISSARDON M., GUIBAL L. ET RAMEAU J.C., 1997. CORINE Biotopes, Types d'habitats français. *E.N.G.R.E.F. – Nancy*, 217 p.

BOURNÉRIAS M., ARNAL G., BOCK C., 2001. Guide des groupements végétaux de la région parisienne. *Ed. Belin, Paris*. 640p.

COMBROUX, I., BENSETTITI, F., DASZKIEWICZ, P. & MORET, J. 2006. Evaluation de l'Etat de conservation des Habitats et Espèces d'intérêt communautaire 2006–2007. Document 2. Guide Méthodologique. Muséum national d'histoire naturelle, Département Ecologie et gestion de la biodiversité, UMS 2699 Inventaire et suivi de la biodiversité. Document téléchargeable sur le site de l'INPN <http://inpn.mnhn.fr>. 149 pp.

CARNINO N., 2009. Etat de conservation des habitats d'intérêt communautaire à l'échelle du site – Méthode d'évaluation des habitats forestiers. *Museum National d'Histoire Naturelle / Office National des Forêts*, 49 p. + annexes.

CAUSSE G., FERNEZ T., FERREIRA L., DETREE J. & WEGNEZ J., 2019. Catalogue des végétations de la région Île-de-France, version mai 2019. *Conservatoire botanique national du Bassin parisien / Muséum national d'histoire naturelle*, 41 p.

FERNEZ T., LAFON P. ET HENDOUX F. (COORD.) 2015 – Guide des végétations remarquables de la région Ile-de-France. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie d'Ile-de-France. Paris. 2 Volumes : méthodologie : 68P + Manuel pratique : 224 p.

FILOCHE S., RAMBAUD M., BEYLOT A., & HENDOUX F. (2016). Catalogue de la flore vasculaire d'Île-de-France (rareté, protections, menaces et statuts). Version mai 2016. *Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien*, Paris.

FLANDIN, J., 2019, Plantons locaux en Île-de-France, *ARB IdF*, p.102

LAMBINON J., DELVOSALLE L. & DUVIGNEAUD J., 2004. Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). 5^{ème} éd. *Jardin botanique national de Belgique*. 1167p.

MACIEJEWSKI L., 2012. État de conservation des habitats agropastoraux d'intérêt communautaire, Méthode d'évaluation à l'échelle du site. Rapport d'étude. Version 1 – Février 2012. Rapport SPN 2012–21, Service du patrimoine naturel, *Muséum national d'histoire naturelle*, Paris, 119 pages.

MULLER S. (coord.) 2004. Plantes invasives en France. Museum national d'Histoire Naturelle, Paris, 168p. (Patrimoines naturels, 62).

WEGNEZ J. et al., 2018. Liste hiérarchisée des plantes exotiques envahissantes (PEE) d'Ile-de-France. *Conservatoire botanique national du Bassin parisien, Muséum national d'histoire naturelle*, 44 p.

10.3. Expertise faunistique

ARTHUR L. ET LEMAIRE M., 2015 – Les Chauves-souris de France, Belgique et Luxembourg. *Coll. Parthénope, Ed. Biotope*, Mèze (France). 544p.

AULAGNIER S., HAFFNER P., MITCHELL-JONES A.J., MOUTOU F., BORGESE J., CHEVALLIER J., NORWOOD J. ET VARELA SIMO J., 2020. Mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris. 319p.

BARATAUD M. Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe, Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse., 2015. *Coll. Inventaires de la Biodiversité, Ed. Biotope*, Paris. 344p.

BARRETT P., DAVID W., MACDONALD D., 1993. Guide complet des mammifères de France et d'Europe. *Ed. Delachaux et Niestlé*. 305p.

BELLMANN H., RUTSCHMANN F., ROESTI C. ET HOCHKIRCH A., 2020. Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe occidentale. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris, 430p.

BOUDOT J.-P., DOUCET G., GRAND D., 2019. Cahier d'identification des Libellules de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. 2^e édition, *Coll. Parthénope, Ed. Biotope*. Mèze. 151p.

DIJKSTRA K.-D.B. & LEWINGTON R., 2015. Guide des libellules de France et d'Europe. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris. 320p.

LAFRANCHIS T., 2014, 2016, Papillons de France, Guide de détermination des papillons diurnes. *Ed. Diatheo*, Barcelone. 351p.

RENNER M. ET VITZTHUM S., 2007. Amphibiens et Reptiles de Lorraine. *Ed. La Serpenoise*, Metz, 272p.

SARDET E., ROESTI C. ET BRAUD Y., 2015. Cahier d'identification des Orthoptères de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. *Coll. Parthénope, Ed. Biotope*. Mèze. 304p.

SPEYBROECK J., BEUKEMA W., BOK B., VAN DER VOORT J. ET VELIKOV I., 2018. Guide Delachaux des amphibiens et reptiles de France et d'Europe. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris, 432p.

SVENSSON L., MULLARNEY K. ET ZETTERSTROM D., 2015. Le guide ornitho. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris. 446p.

VACHET J.-P. & GENIEZ M., 2010 – Les Reptiles de France, Belgique et Luxembourg. *Coll. Parthénope, Ed. Biotope*, Mèze (France). 544p.

WROZA S., 2020. Identifier les oiseaux migrateurs par le son. *Ed. Delachaux et Niestlé*, Paris. 239p.

SARDET E. & DEFAUT B., [Coord] 2004 – Les Orthoptères menacés de France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques. *Association pour la Caractérisation et l'Etude des Entomocénoses*. 14p.

UICN FRANCE, MNHN, LPO, SEOF & OFB, 2016. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SEF, 2014. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons du jour de France métropolitaine. Paris, France.


UICN FRANCE, MNHN, OPIE & SFO, 2016. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Libellules de France métropolitaine. Paris, France.


UICN FRANCE, MNHN, SFEPM & ONCFS, 2017. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.


UICN FRANCE, MNHN & SHF, 2015. La liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine. Paris, France.




SIEGE – AGENCE NORD


 **ADRESSE**
1 rue des fonds hanons, 59144
JENLAIN

 **TELEPHONE**
03.59.38.22.58
06.28.93.32.17


 info@rainette-ecologie.com


AGENCE GRAND EST


 **ADRESSE**
110 rue des quatre éléments, 59340
POMPEY

 **TELEPHONE**
03.83.51.20.38
06.42.08.52.94

AGENCE NORD OUEST

 **ADRESSE**
App. 4, 5bis rue de la cavée 14210
ESQUAY-NOTRE-DAME

 **TELEPHONE**
02.31.29.85.34
06.08.73.27.98

 c.villedieu@rainette-ecologie.com

AGENCE ILE-DE-FRANCE


 **ADRESSE**
10 route de saint-leu
77240 CESSON

 **TELEPHONE**
07.72.51.53.92

 s.guingand@rainette-ecologie.com

ANTENNE OISE

 **ADRESSE**
18 rue d'allonne,
60000 BEAUVAIS

 **TELEPHONE**
03.59.38.22.58
06.28.93.32.17

 info@rainette-ecologie.com

ANTENNE SUD OUEST

 **ADRESSE**
Espace de coworking
31500 TOULOUSE

 **TELEPHONE**
07.50.59.83.47

 r.berrabah@rainette-ecologie.com



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.5.a Annexe 8 :
Scénario Variante – Étude Trafic – AIMSUN

III.5.b Annexe 9 :
Scénario Variante – Étude Air / Santé – ARIA

ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 8 :
Scénario Variante – Étude Trafic – AIMSUN

Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL Rive Droite - Comparaison entre les scénarios 1 et 5

Réalisé par : Simon Gomez

Date : 28/07/2023

<u>Marché</u>	20212021S04262 : Réalisation d'études de simulation de trafic macro, méso et micro
<u>Maitre d'Ouvrage</u>	Ville de Paris
<u>Etude</u>	Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL Rive Droite - Comparaison entre les scénarios 1 et 5
<u>Date Edition</u>	28/07/2023
<u>Version Logiciel</u>	Aimsun Next 20.0.4 (2022-05-09) Python 2
<u>Etabli par</u>	Simon Gomez
<u>Vérifié par</u>	Jean-Noël Diltoer
<u>Approuvé par</u>	Ana Hernandez

<u>Révisions</u>		
<u>Version</u>	<u>Date</u>	<u>Objet de la révision</u>
V1	01/03/2023	Rédaction du rapport de l'étude
V2	07/04/2023	Corrections Ville de Paris
V3	12/06/2023	Corrections - Ville de Paris, Comparaison des scénarios 1 et 5
V4	28/07/2023	Corrections Ville de Paris

Table des Matières

TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES FIGURES.....	3
TABLE DES TABLEAUX	8
TABLEAU DE CORRESPONDANCE SEMANTIQUE	8
1. INTRODUCTION	9
2. METHODOLOGIE	11
3. GENERALITES.....	12
4. PERIODES ET PERIMETRES D'ETUDE.....	14
4.1. PERIMETRE DU MODELE.....	14
4.2. PERIODES DE SIMULATION	14
5. SITUATIONS DE BASE ET DE REFERENCE	15
5.1. SITUATION DE BASE	15
5.2. SITUATION DE REFERENCE	15
6. SITUATION DE PROJET	19
6.1. HYPOTHESES SUR LA DEMANDE.....	19
6.2. HYPOTHESES SUR L'OFFRE	19
7. RESULTATS DE L'ETUDE.....	21
7.1. SITUATION DE REFERENCE	22
7.1.1. Volumes affectés	22
7.1.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants.....	26
7.2. SITUATION DE PROJET	31
7.2.1. Scénario 1	31
7.2.2. Scénario 5	48
7.3. COMPARAISON ENTRE LE SCENARIO 1 ET LE SCENARIO 5	64
7.3.1. Période de Pointe du Matin	64
7.3.2. Période de Pointe du Soir	70
7.3.3. Analyse des Chemins.....	77
8. CONCLUSION	81

Table des Figures

Figure 1 : Modèle à l'échelle de l'IDF	10
Figure 2 : Modèle à l'échelle de Paris.....	10
Figure 3 : Schéma du déroulement de l'étude.....	11
Figure 4 : Représentation des courbes VDF Davis	13
Figure 5: Périmètre macroscopique à l'échelle de l'IDF	14
Figure 6 : Secteur d'étude de la ZTL avec les restrictions d'accessibilité par type de véhicules	20
Figure 7 : Légende des cartes des volumes affectés (en véh/h).....	21
Figure 8 : Légende des cartes des taux de saturation des sections et mouvements tournants (en véh/h)	22
Figure 9 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPM.....	22
Figure 10 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPS	23
Figure 11 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPM dans le secteur ZTL.....	24
Figure 12 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPS dans le secteur ZTL.....	24
Figure 13 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence 2025 durant la PPM	25
Figure 14 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence 2025 durant la PPS	25
Figure 15 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPM	26
Figure 16 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPS	27
Figure 17 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPM.....	27
Figure 18 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPS	28
Figure 19 Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la référence durant la PPM	28
Figure 20 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la Référence durant la PPS	29

Figure 21 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPM	29
Figure 22 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPS	30
Figure 23 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM.....	31
Figure 24 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS	31
Figure 25 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM dans le secteur ZTL.....	32
Figure 26 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS dans le secteur ZTL.....	33
Figure 27 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPM sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL	33
Figure 28 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPS sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL	34
Figure 29 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPM	35
Figure 30 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPS	35
Figure 31 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPM	36
Figure 32 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPS.....	37
Figure 33 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)	38
Figure 34 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)	38
Figure 35 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin).....	39
Figure 36 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir)	40
Figure 37 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM	41
Figure 38 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS	41

Figure 39 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM	42
Figure 40 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS	43
Figure 41 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)	44
Figure 42 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)	44
Figure 43 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Montparnasse - Destination : Gare du Nord.....	45
Figure 44 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Montparnasse - Destination : République	46
Figure 45 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Saint-Lazare - Destination : Gare de Lyon	47
Figure 46 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)	48
Figure 47 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)	48
Figure 48 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin).....	49
Figure 49 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir)	50
Figure 50 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM	51
Figure 51 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS	52
Figure 52 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)	53
Figure 53 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)	53
Figure 54 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit	Erreur ! Signet non défini.

Figure 55 : Impact sur les itinéraires des véhicules non ayants droit **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 56 comparaison des chevelus sur le pont d'Austerlitz 56

Figure 57 comparaison des chevelus sur l'avenue Ledru Rollin 56

Figure 58 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet (scénario 5) 2025 durant la PPM 58

Figure 59 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPS 58

Figure 60 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPM dans le secteur ZTL 59

Figure 61 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPS dans le secteur ZTL 59

Figure 62 : Taux de saturation (en véh/h) des sections pour le scénario 5 projet 2025 durant la PPM 61

Figure 63 : Taux de saturation (en véh/h) des sections pour le scénario 5 projet 2025 durant la PPS 61

Figure 64 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet 2025 durant la PPM 62

Figure 65 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet 2025 durant la PPS 63

Figure 66 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de Paris et de la ZTL 66

Figure 67 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal 66

Figure 68 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPM. 68

Figure 69 comparaison spéciale de trafic (en véh/h) en PPM entre le scénario 1 et 5. 69

Figure 70 Taux d'occupation pour les scénarios 1 et 5 durant la PPM 70

Figure 71 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de Paris et de la ZTL durant la PPS 71

Figure 72 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal 72

Figure 73 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPS. 73

Figure 74 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPS dans le quartier de l'Arsenal. 74

Figure 75 comparaison spéciale de trafic (en véh/h) en PPS entre le scénario 1 et 5. 75

Figure 76 Taux d'occupation (en véh/h) pour les scénarios 1 et 5 durant la PPS 76

Figure 77 Analyse de chemins : itinéraires entre l'Arc de Triomphe et Bercy 77

Figure 78 Comparaison de chevelus : quai de la Rapée 78

Figure 79 Comparaison de chevelus pour les usagers ayants droit : quai de la Rapée 78

Figure 80 Comparaison de chevelus : place de la République 79

Figure 81 Comparaison de chevelus pour les usagers ayants droit : place de la République .. 80

Figure 82 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario 5 en PPM 81

Figure 83 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario 5 en PPS 82

Table des Tableaux

Tableau 1 : Volumes affectés sur les ponts centraux 34

Tableau 2 : Volumes affectés sur les ponts aux abords de la ZTL 60

Tableau de Correspondance Sémantique

Etude de trafic	Etude d'impact
Scénario de Base	Etat initial
Scénario de Référence	Etat fil de l'eau
Scénario Projet	Etat projeté/Variante

1. Introduction

Ce rapport s'inscrit dans le cadre du projet de Zone à Trafic Limité (ZTL) de la Ville de Paris Rive Droite, avec pour objectif de montrer la méthodologie suivie, les hypothèses utilisées et les résultats produits par l'étude macroscopique pour une variante (dite scénario 5) de ce projet. Dans cette variante, la ZTL concerne Paris Centre Rive Droite, quais hauts rive droite depuis la place de la Concorde jusqu'au bassin de l'Arsenal exclus, SAUF les quais dans la direction Est-Ouest depuis le boulevard Morland vers le Quai de l'Hôtel de Ville, qui sont inclus dans la ZTL.

Cette étude se limite à présenter les résultats de la modélisation macroscopique statique de cette variante, puisque la Base et le Fil de l'Eau sont reprises de l'étude du projet de ZTL sur Paris Centre Rive Droite quais hauts inclus, périmètre du projet de ZTL porté par la Ville de Paris (dit scénario 1), qui a fait l'objet d'une analyse complète dans un rapport dédié (« 330_MdP_ZTL_Rapport_v3 »).

Ces résultats font ensuite l'objet des comparaisons avec les scénarios Fil de l'Eau (« Référence » dans ce rapport, voir le tableau de correspondance sémantique en page 9) et de projet objet principal de l'étude d'impact. Ces comparaisons caractérisent les impacts du projet sur la forme des reports de trafic induits par la mise en place du projet. L'étude est complétée par des analyses des taux de saturation, des points de congestion et des choix d'itinéraires.

L'étude est réalisée pour :

- La Période de Pointe du Matin (PPM) : 7h00 - 10h00
- La Période de Pointe du Soir (PPS) : 17h00 - 20h00

Pour ce faire, la démarche d'étude consiste à construire un modèle macroscopique de trafic pour étudier les reports de trafic à l'échelle de l'Ile-de-France. Ce réseau étendu inclut les axes structurants à l'échelle de l'Ile-de-France (autoroutes, routes nationales et routes départementales), et au niveau de Paris l'ensemble du réseau routier est pris en compte à l'exception des rues de desserte très locales à l'échelle des quartiers.

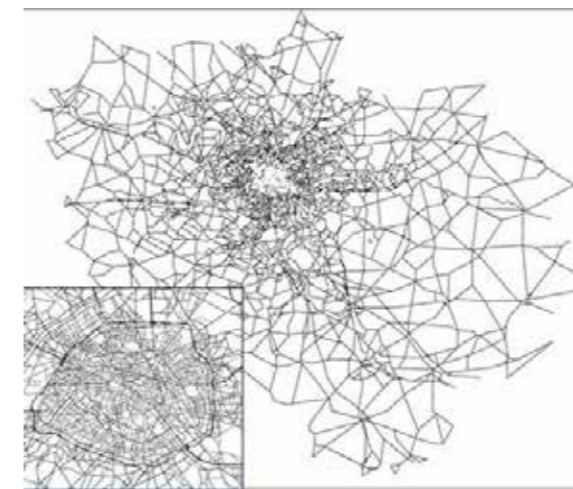


Figure 1 : Modèle à l'échelle de l'IDF



Figure 2 : Modèle à l'échelle de Paris

2. Méthodologie

La méthodologie générale de l'étude repose sur la modélisation à l'échelle macroscopique et à l'évaluation des reports de trafic, des choix d'itinéraires et de la distribution des flux de trafic avec la prise en compte de l'infrastructure sur le réseau macroscopique étendu à l'échelle de l'Île-de-France.

Les horizons suivants seront considérés pour cette étude :

- **BASE 2017** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande de la situation 2017. Le calage de ce scénario permet de représenter le plus fidèlement possible les conditions de circulation et le comportement des véhicules.
- **REFERENCE 2025** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande de l'horizon d'étude 2025. L'obtention de résultats pour ce scénario de référence sera réalisée en introduisant à partir du scénario de Base les hypothèses d'évolution de l'offre et de la demande concernant l'ensemble des projets devant être mis en service à l'horizon d'étude à l'exception du projet d'aménagement de la Zone à Trafic Limité (ZTL).
- **PROJET 2025** : ce scénario représente les conditions de trafic correspondant à l'offre et à la demande générées par l'introduction des hypothèses de changements d'infrastructure et de demande du projet d'aménagement étudié. Ce scénario permet d'étudier les impacts du projet par rapport à la référence. Comme précisé dans l'introduction, ce rapport compare deux versions du scénario projet de la ZTL RD.

Le schéma ci-dessous récapitule l'articulation des étapes de l'approche de l'étude :

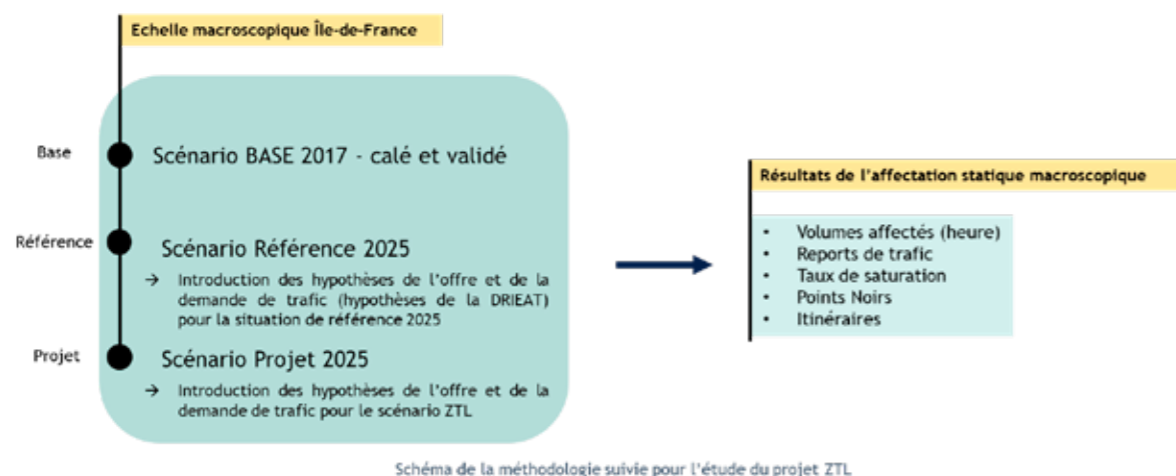


Figure 3 : Schéma du déroulement de l'étude

3. Généralités

D'une manière générale, les études macroscopiques servent à estimer la répartition de la demande de déplacements sur le réseau routier pour une période donnée.

Les modèles macroscopiques statiques sont considérés comme des modèles d'affectation de la demande à l'équilibre. L'approche macroscopique repose sur le fait que les usagers, qui veulent aller d'une origine à une destination donnée, vont chercher à optimiser leur temps de déplacement en choisissant l'itinéraire le moins coûteux pour y parvenir. Lorsque l'équilibre statique est atteint, aucun utilisateur dans l'ensemble du réseau ne peut améliorer le coût de son trajet en changeant d'itinéraire OD. Tous les itinéraires utilisés pour une même paire origine-destination ont le même coût, ce coût étant inférieur à celui des itinéraires non utilisés. Il s'agit du principe d'équilibre de Wardrop.

Afin de caler le modèle macroscopique, il est nécessaire de définir le réseau suivant plusieurs paramètres caractéristiques, à savoir la capacité de la section, la vitesse de la section et la VDF (Volume Delay Function) qui est une fonction reliant la vitesse et la capacité d'une section particulière afin de calculer le coût propre utilisé durant l'affectation du trafic.

Cette fonction intervient dans le calcul du coût généralisé de la section et dans l'algorithme d'affectation de trafic.

Les fonctions utilisées sont issues des VDF de l'IFSTTAR, dites fonctions DAVIS dont la formulation est la suivante :

$$\text{Si } \frac{\text{Volume}}{\text{Capacité}} < 1, \quad T\text{Parcours} + \beta \left(T\text{Parcours} \cdot \frac{1.1 - \alpha \cdot \frac{V}{C}}{1.1 - \frac{V}{C}} - T\text{Parcours} \right) + 0.05 \cdot \frac{\text{Longueur}}{1000}$$

$$\text{Si } \frac{\text{Volume}}{\text{Capacité}} > 1, \quad T\text{Parcours} + \beta \left(T\text{Parcours} \cdot \left(1 + 10(1 - \alpha) \cdot \left(\frac{V}{C} \right)^2 \right) - T\text{Parcours} \right) + 0.05 \cdot \frac{\text{Longueur}}{1000}$$

où α et β sont des coefficients dépendant du Type de Route

Elles peuvent en outre être représentées sous forme de graphique.

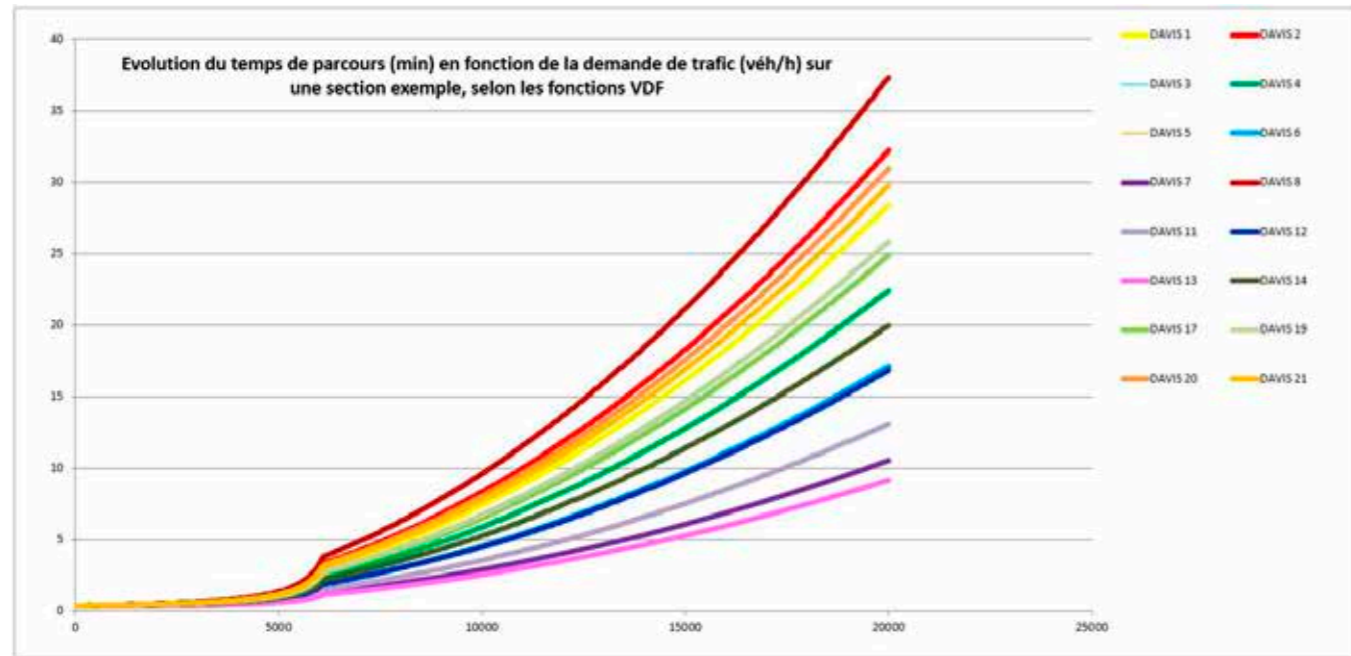


Figure 4 : Représentation des courbes VDF Davis

Ces équations traduisent le fait que le coût, se basant ici sur le temps de parcours, d'une section augmente en fonction du trafic circulant sur cette même section. Dans le modèle d'affectation, chaque usager cherchera alors le trajet lui permettant de minimiser son coût (le coût d'un itinéraire étant la somme des coûts des sections composant l'itinéraire), conformément au principe de Wardrop permettant d'avoir une affectation à l'équilibre.

4. Périodes et Périmètres d'étude

4.1. Périmètre du modèle

La définition du périmètre est une étape importante dans la construction d'un modèle de trafic.

Au niveau macroscopique, il convient de définir un périmètre suffisamment étendu pour prendre en compte les reports de trafic induits par la mise en place du projet. L'échelle de l'Ile-de-France a été retenue afin de considérer les changements d'itinéraire à l'échelle de Paris.

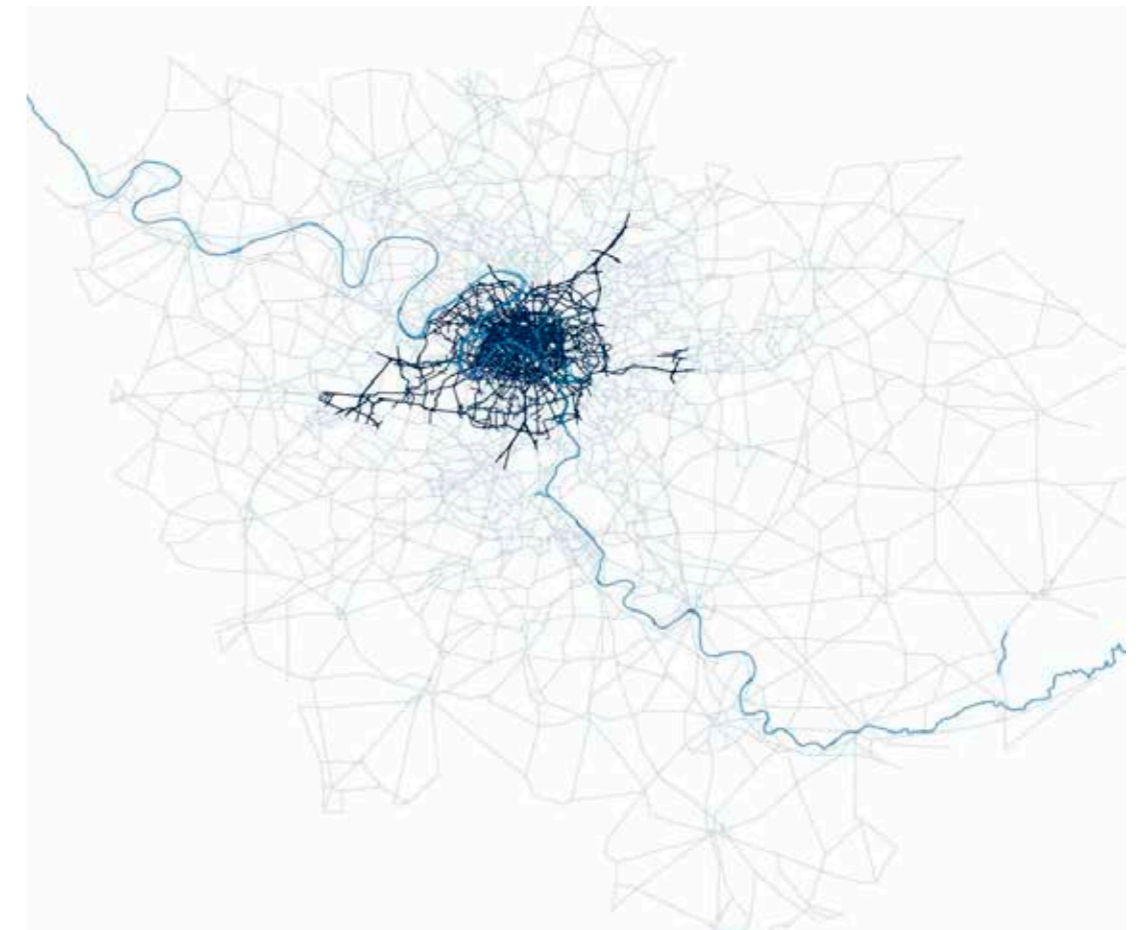


Figure 5: Périmètre macroscopique à l'échelle de l'IDF

4.2. Périodes de simulation

Les périodes de simulation retenues sont les heures de trafic dimensionnantes :

- La Période de Pointe du Matin (PPM) : 07:00 - 10:00 ;
- La Période de Pointe du Soir (PPS) : 17:00 - 20:00 ;

Le modèle macroscopique à l'échelle de l'Ile-de-France a été calé selon ces heures.

5. Situations de base et de référence

Dans cette section du rapport, nous allons brièvement rappeler la situation de base et de référence. Le scénario 5 du projet de la Zone à Trafic Limité (ZTL) utilise la même base et la même référence que le projet de la ZTL objet principal de l'étude d'impact (scénario 1). Le scénario 5 correspond donc à une variante de l'étude.

Plus d'informations sur les scénarios de base et de référence ainsi qu'une analyse complète des paramètres utilisés dans la version précédente de la ZTL et de la validation du modèle sont présentes dans le rapport de la ZTL Rive Droite « 330_MdP_ZTL_Rapport_v2.41 ».

5.1. Situation de base

L'objectif de la situation de base est de reproduire les comportements des véhicules sur le secteur d'étude.

Hypothèses sur la demande : Les demandes de trafic utilisées pour réaliser les affectations de trafic en HPM et en HPS sur le modèle de base sont issues de l'Enquête Globale Transport (EGT) de 2010. Ces données ont été intégrées au modèle puis traitées et calibrées pour reproduire la situation actuelle sur la base d'un jeu de données de comptages SURF du 4 sept. 2017 au 2 nov. 2017. Ainsi, nous disposons d'une situation calée et validée sur la période de 2017 avec des matrices tous véhicules, représentant un trafic de jour ouvré moyen.

Sur la base de ces matrices 2017, nous réalisons un ajustement en limitant les changements de la matrice. Nous imposons des limites de déformation par paire OD en fonction du volume initial de trafic.

Hypothèses sur l'offre : Le réseau utilisé est celui du modèle de Paris pour la situation calée de 2017 avec l'ensemble de ses paramètres.

Nous attirons l'attention sur le fait que ce modèle prend en compte les plans de feux renseignés à Paris et les départements limitrophes (92, 93 et 94), aussi bien à l'échelle mésoscopique qu'à l'échelle macroscopique. Cela permet, entre autres, de calculer la capacité des mouvements tournants dans l'affectation du trafic en fonction des temps de verts et des conflits pour les tourne-à-gauche.

5.2. Situation de référence

La situation de Référence dans ce rapport vise à reproduire les conditions de circulation prévues pour l'horizon du Projet 2025, en prenant en compte tous les aménagements planifiés pour cette période, à l'exception de celui qui fait l'objet de ce rapport. Cette approche permet d'analyser les impacts spécifiques de la nouvelle installation de la ZTL en la comparant à une situation de référence stable. Pour cela, les mêmes hypothèses que celles de l'étude précédente ont été utilisées pour le scénario de Référence.

Hypothèses sur la demande : Pour obtenir une demande de trafic qui prenne en compte l'évolution du trafic à l'horizon de la référence, nous avons repris les hypothèses issues du modèle à 4 étapes MODUS qui inclut des hypothèses d'évolutions de trafic associées aux aménagements régionaux (aménagements sur le réseau routier national, échangeurs, extension de transports en commun, dont la prolongation de la ligne 14...), ainsi que la prise en compte du télétravail (50% des emplois télétravaillables effectivement télétravaillés, 1,5 jour / semaine) et de la répartition modale (multiplication de la part modale vélo par 1,5 entre 2022 et 2025). Nous avons reproduit les baisses par paires de zones MODUS (IRIS). Ces hypothèses d'évolutions tendanciennes de déplacements sont les suivantes :

Entre 2017 et 2025 :

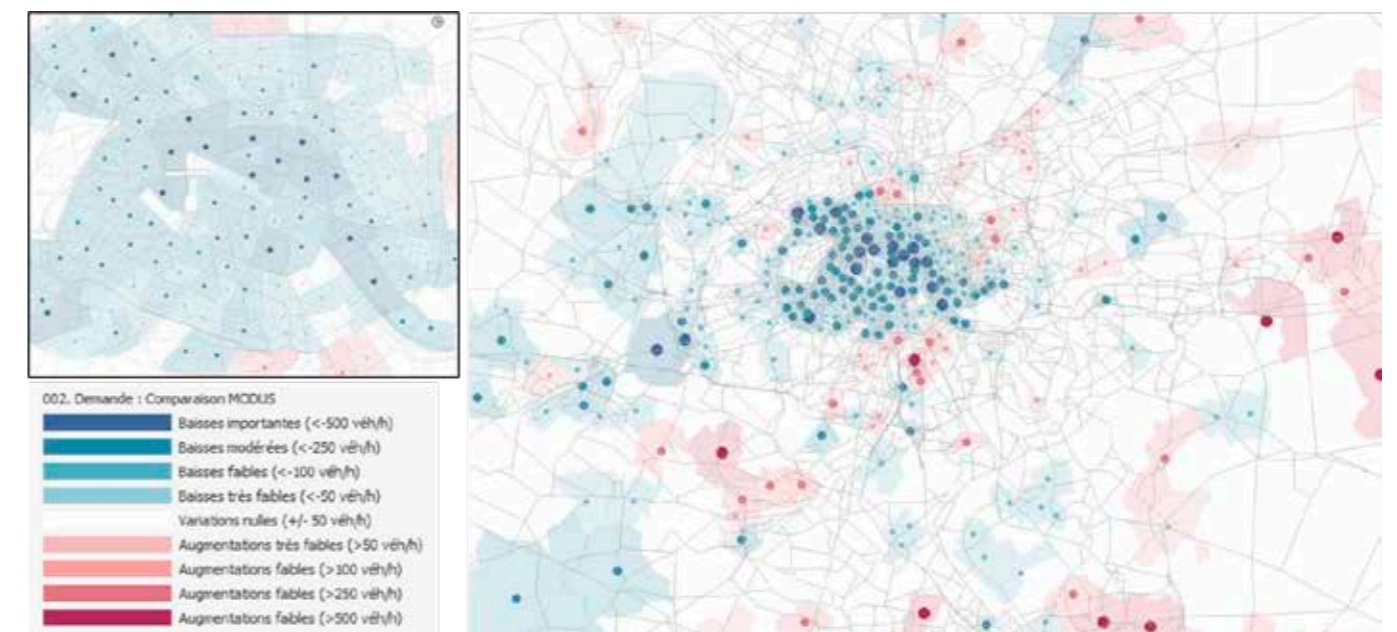


Figure 22 : Évolutions tendanciennes entre 2017 et 2025 PPM

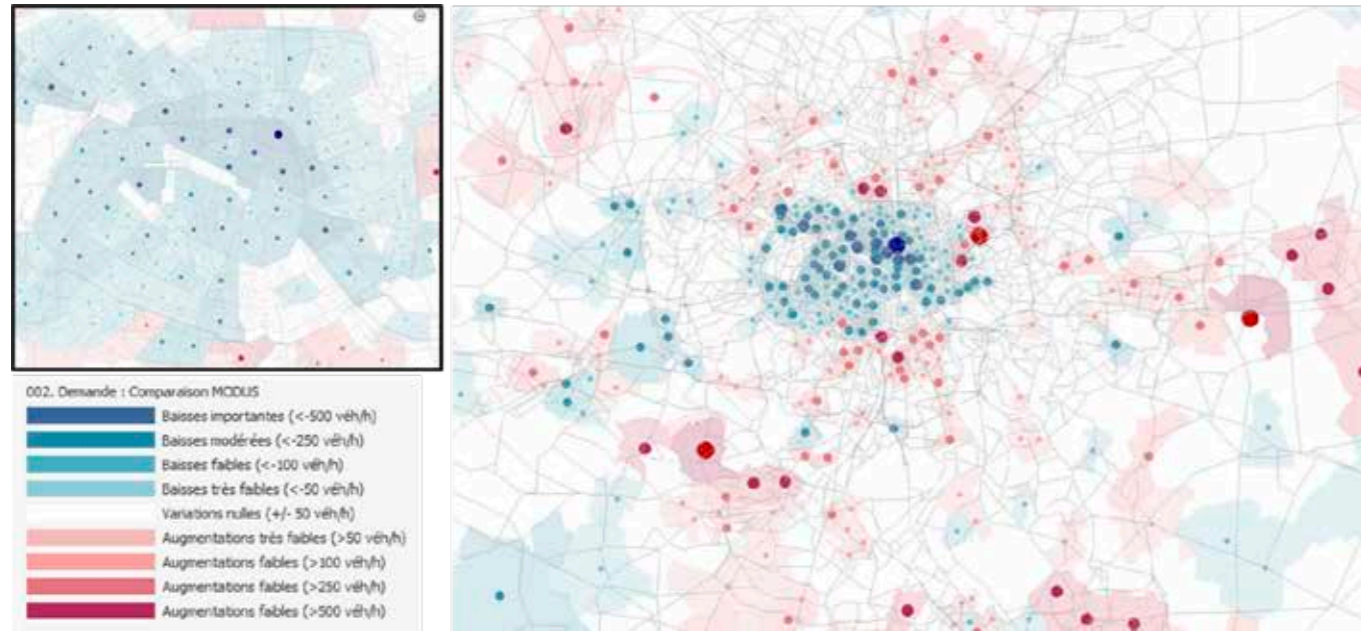


Figure 23 : Évolutions tendancielle entre 2017 et 2025 PPS

Comparaison	7-10h	2017 - 2025								Total
		75-Ville-de-Paris	77-Seine-et-Marne	91-Essonne	92-Haut-de-Seine	78-Yvelines	93-Seine-Saint-Denis	95-Val-d-Oise	94-Val-de-Marne		Hors IDF
75-Ville-de-Paris	-19%	-12%	-7%	-20%	-21%	-11%	-15%	-11%	6%	-17%
77-Seine-et-Marne	-10%	-1%	-6%	-5%	-3%	-3%	-2%	-6%	6%	-1%
91-Essonne	-8%	-1%	1%	-3%	-13%	-1%	12%	-4%	6%	0%
92-Haut-de-Seine	-15%	-3%	-3%	-5%	-18%	-4%	-1%	-1%	6%	-7%
78-Yvelines	-10%	4%	-6%	-9%	-5%	-3%	-5%	-7%	5%	-5%
93-Seine-Saint-Denis	-8%	0%	-2%	-2%	-1%	3%	0%	-3%	4%	1%
95-Val-d-Oise	-11%	16%	2%	-5%	-5%	-2%	0%	-12%	2%	-1%
94-Val-de-Marne	-12%	0%	1%	-9%	-24%	-8%	-13%	2%	9%	-2%
Hors IDF	6%	4%	5%	6%	5%	3%	2%	8%	0%	3%
Total	-15%	0%	0%	-7%	-6%	0%	-1%	-1%	3%	96.4%

Comparaison	17-20h	2017 - 2025								Total
		75-Ville-de-Paris	77-Seine-et-Marne	91-Essonne	92-Haut-de-Seine	78-Yvelines	93-Seine-Saint-Denis	95-Val-d-Oise	94-Val-de-Marne		Hors IDF
75-Ville-de-Paris	-13%	-5%	3%	-8%	-6%	-6%	-11%	-3%	9%	-10%
77-Seine-et-Marne	-7%	-2%	4%	-6%	-8%	-2%	1%	-3%	6%	-1%
91-Essonne	-1%	-4%	3%	-1%	-1%	-2%	2%	-2%	6%	2%
92-Haut-de-Seine	-11%	-10%	0%	0%	-1%	2%	6%	0%	11%	-1%
78-Yvelines	-7%	-4%	1%	-3%	-1%	-2%	-1%	-3%	5%	-1%
93-Seine-Saint-Denis	-9%	-2%	6%	3%	3%	6%	2%	-1%	6%	3%
95-Val-d-Oise	-8%	8%	16%	0%	0%	4%	1%	-3%	2%	2%
94-Val-de-Marne	-10%	-1%	3%	3%	3%	0%	-9%	4%	11%	2%
Hors IDF	7%	4%	6%	9%	5%	5%	3%	11%	1%	4%
Total	-11%	-2%	3%	-1%	-1%	4%	1%	2%	4%	99.7%

Tableau 4 : Tableaux des évolutions tendancielle entre 2017 et 2025

Hypothèses sur l'offre :

L'offre du scénario de Référence 2025 prend en compte tous les projets à cet horizon, hormis les projets des Hauts-de-Seine. Ces projets sont listés ci-dessous.

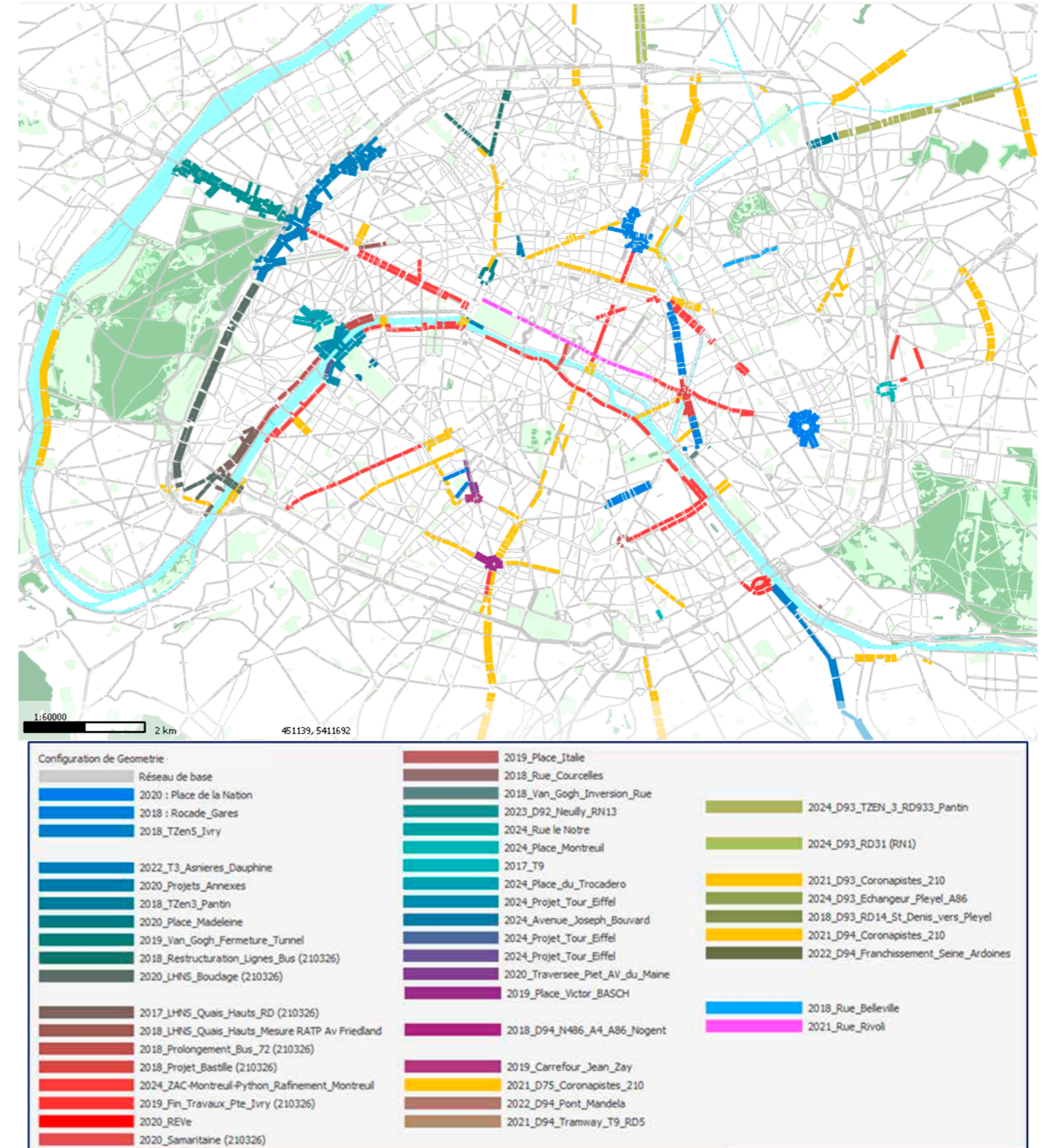


Figure 24 : Projets d'aménagement de la Situation de Référence codés via des Configurations de Géométrie à l'horizon 2025

6. Situation de projet

La situation de Projet correspond à la situation de Référence dans laquelle le nouveau périmètre de la ZTL a été inséré pour obtenir les nouveaux équilibres de déplacements.

6.1. Hypothèses sur la demande

La demande de trafic utilisée comme donnée d'entrée dans l'affectation macroscopique statique du trafic à travers le modèle de l'Ile-de-France est identique à celle de la référence, en PPM et en PPS. Cette dernière possède une répartition des données par type de véhicule, répartition issue de l'EGT (Enquête Globale Transport) 2010.

Par ailleurs, dans le cadre du projet, il est nécessaire de différencier les Véhicules Légers ayants droit locaux, les VTC et les artisans des autres véhicules particuliers. Pour ce faire, la demande a été divisée comme suit :

- Les véhicules riverains ont été identifiés et dissociés de la matrice générale, ces véhicules sont ceux originaires ou à destination de la ZTL ;
- 24% de la matrice restante ont été dissociés pour représenter les VTC (taxis) et les véhicules artisans.

Ces distinctions de véhicules ont également été prises en compte dans la matrice utilisée pour le scénario de Référence, bien qu'aucune infrastructure ne soit réservée pour ces types de véhicules dans le scénario de Référence. Par ailleurs, cette différenciation nous permet d'étudier le comportement des mêmes types de véhicules en situation de Référence et Projet.

Les VTC, taxis et véhicules artisans figurent parmi les véhicules autorisés à transiter par la ZTL. Les véhicules riverains ont accès à la ZTL s'ils en viennent ou si c'est leur destination.

6.2. Hypothèses sur l'offre

Le projet de la ZTL n'implique pas de modifications géométriques du réseau et a été donc codé comme attribut de réseau modifié. Toutes les voies du secteur de la ZTL, ont été codées comme des voies réservées « ZTL », seuls les véhicules autorisés peuvent les emprunter.

La prise en compte des hypothèses concernant l'offre induites par le projet peut être visualisée comme suit :

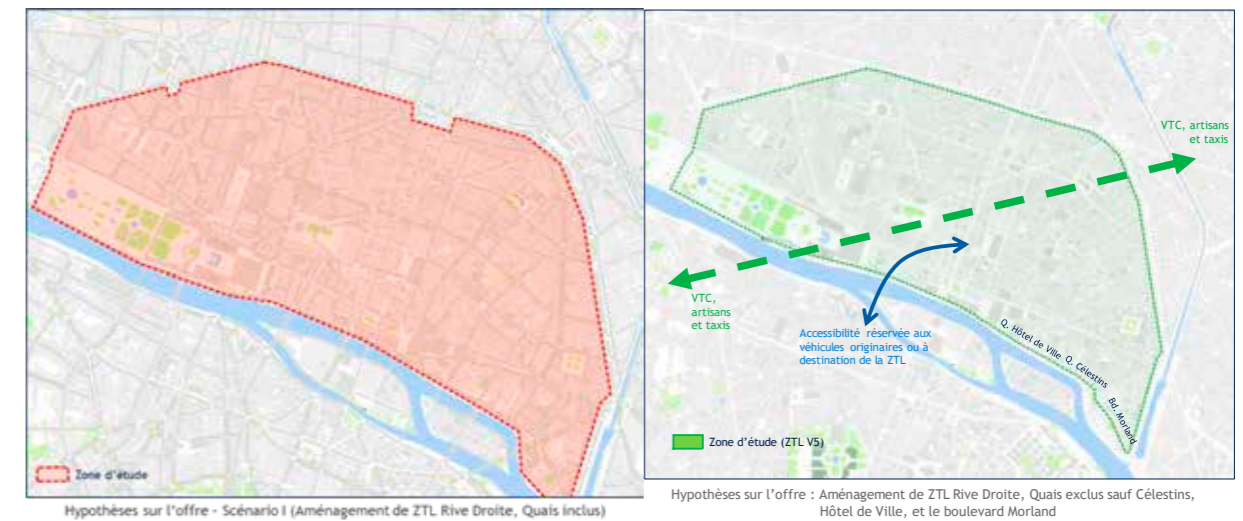


Figure 6 : Secteur d'étude de la ZTL avec les restrictions d'accessibilité par type de véhicules

Ce rapport présente les scénarios 1 et 5 de la ZTL sur la rive droite de Paris. Ces scénarios font l'objet de comparaisons et leurs différences sont mises en lumière dans les chapitres qui suivent. Comme évoqué précédemment, seule la rive droite est concernée par les nouvelles dispositions de la ZTL et les variations entre ces scénarios se trouvent au niveau des quais de la rive droite. Le scénario 1 inclut les quais hauts entre la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal dans la ZTL. Le scénario 5 exclut ces quais de la ZTL sauf pour les quais de l'Hôtel de Ville, des Célestins et le boulevard Morland, dans la direction est-ouest.

7. Résultats de l'étude

Les résultats présentés pour les simulations macroscopiques sont les volumes affectés, les taux de saturation et les reports de trafic.

Ces résultats sont comparés avec ceux du scénario de référence, afin de caractériser les reports de trafic entraînés par la mise en place de la ZTL scénario 5, mais aussi avec ceux du scénario 1 de la ZTL RD, pour mettre en lumière les impacts des restrictions d'accès sur les quais en direction d'ouest en est.

Les volumes affectés par les modélisations macroscopiques correspondent au nombre de véhicules affectés dans les sections par heure.

Les cartes de volumes affectés pour la situation de Référence sont présentées ci-après durant la PPM et la PPS.



Figure 7 : Légende des cartes des volumes affectés (en véh/h)

À l'issue des affectations macroscopiques statiques du trafic dans l'ensemble du réseau, des ratios Volume Affecté par heure/Capacité ont également été obtenus pour les sections du réseau.

Les cartes des taux de saturation mettent en évidence les sections et les mouvements tournants pour lesquels le ratio Volume Affecté par heure/Capacité est supérieur à 60%. En effet, à partir d'un taux d'occupation de 60%, des ralentissements peuvent apparaître sous certaines circonstances ; en dessous de ce seuil les conditions de trafic sont considérées fluides. A partir de 80% on considère que la saturation peut engendrer des problèmes sur le réseau. Les taux de saturation des mouvements tournants ont été représentés sur les nœuds contenant des plans de feux. Ces résultats sont présentés ci-dessous durant la PPM et la PPS pour la situation de Référence.

Pour les cartes de taux de saturation des sections, nous présentons les ratios entre tous les véhicules privés, à l'exclusion des taxis et des bus. Il convient de noter que pour le calcul, les capacités des voies réservées aux bus et aux taxis ne sont pas prises en compte.

Nous attirons l'attention sur le fait que les taux de saturation ci-après sont les résultats macroscopiques et statiques. Ainsi, ces points durs ne sont pas qualifiés spatialement et temporellement (i.e. on ne connaît pas la longueur de propagation des remontées de files et on ne connaît pas leur durée).

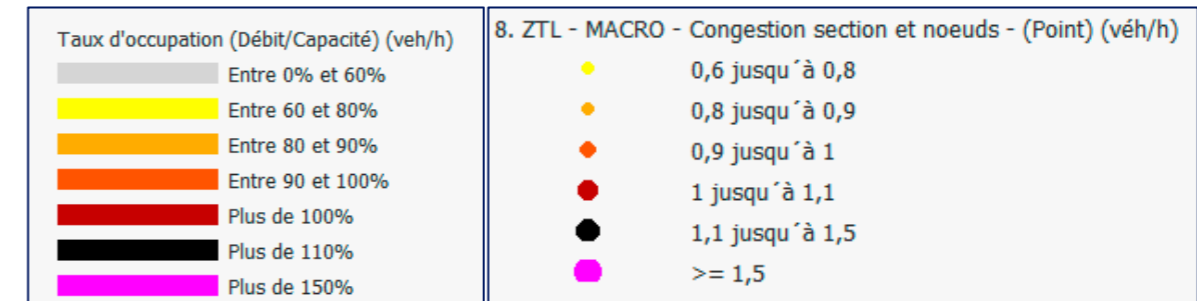


Figure 8 : Légende des cartes des taux de saturation des sections et mouvements tournants (en véh/h)

En modélisation macroscopique, les volumes affectés peuvent dépasser les capacités en l'absence d'itinéraire concurrent attractif, ces phénomènes sont particulièrement visibles sur des axes structurants contournant des obstacles naturels. En modélisation dynamique, cela se traduirait par des files d'attente et des ralentissements avec propagation dans le réseau.

7.1. Situation de référence

7.1.1. Volumes affectés



Figure 9 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPM



Figure 10 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPS

Ces résultats montrent un afflux majoritaire de véhicules sur les axes d'ouest en est et d'est en ouest. En effet, l'axe partant de la porte Maillot jusqu'au quai de Bercy en passant par la place de l'Etoile, la place de la Concorde, et les quais, est très emprunté. D'autre part sur la transversale, du sud au nord, on identifie une plus forte fréquentation du boulevard de Sébastopol par rapport aux autres axes.

Sur les périodes de pointe du matin et du soir, il y a des flux importants sur le quai de Bercy (plus de 3000 véh/h dans les deux sens) et sur l'avenue de la Grande Armée (environ 1500 véh/h dans les deux sens). Le quai de Gesvres est identifié comme un axe de transit pour traverser le centre de Paris.

Parallèlement, le boulevard Saint-Germain est beaucoup plus fréquenté durant la PPS (1800 véh/h) que durant la PPM (1300 véh/h).



Figure 11 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPM dans le secteur ZTL



Figure 12 : Volumes affectés (en véh/h) pour la Référence 2025 durant la PPS dans le secteur ZTL

Les observations établies à l'échelle de Paris se confirment sur ces zooms sur la ZTL. Les quais représentent un axe majeur pour traverser Paris. Tous les quais de la rive droite ont des volumes affectés importants (1700 - 3000 véh/h en PPM et 1700 - 4000 véh/h en PPS). Le boulevard Saint-Germain est aussi un axe de transit en alternative aux quais, et est beaucoup utilisé en PPS (jusqu'à 1300 véh/h en PPM et jusqu'à 1900 véh/h en PPS).

En PPM, sur les axes de la zone d'étude, le volume affecté sur le quai de Gesvres varie de 1600 véh/h à 2200 véh/h. Il y a un volume affecté important en direction du nord le long du boulevard de Sébastopol qui varie de 1100 véh/h à 1750 véh/h.

Durant la PPS, à l'ouest de la ZTL on a un volume affecté allant de 1500 véh/h à 1900 véh/h sur la place de la Concorde. D'autre part, le volume affecté sur le quai de Gesvres est plus élevé que durant la PPM. Il y a aussi, un volume affecté important en direction du nord le long du boulevard de Sébastopol qui varie de 1300 véh/h à 2200 véh/h.



Figure 13 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence 2025 durant la PPM



Figure 14 : Volume affecté place de la Concorde (en véh/h) pour la référence 2025 durant la PPS

Le réseau est surchargé pendant les deux périodes de pointes aux abords de la place de la Concorde, entre le pont de la Concorde et rue Royale (1600 - 1900 véh/h), et les branches entrantes de la place de la Concorde sauf l'avenue des Champs Élysées.

Durant la PPS on remarque plus de véhicules (1600 véh/h) qui traversent l'entrée nord-est qu'en PPM (1300 véh/h).

7.1.2. Taux de saturation des sections et mouvements tournants

Sur l'ensemble du réseau on remarque différents secteurs chargés. Les taux d'occupation à l'échelle de Paris centre sont les suivants.



Figure 15 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPM



Figure 16 : Taux de saturation % (tous véhicules) des sections pour la Référence durant la PPS

Durant la période de pointe du matin, il y a un taux d'occupation significatif du trafic sur le Pont de Sully (85%) et sur le quai Saint-Bernard (allant de 70% jusqu'à 130% aux abords du pont d'Austerlitz). On remarque aussi, des points significatifs sur le Pont de la Concorde vers quai d'Orsay (80%), sur la limite nord et est de la ZTL (60%), sur la Rue de la cité (75%) et les quais Saint-Michel et de Montebello (100%)

La carte pour le soir est similaire ; et il y a aussi les taux d'occupation importants sur les quais Saint-Bernard (120%) et des Célestins (85%).



Figure 17 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPM



Figure 18 : Taux d'occupation en véh privés/h pour la référence durant la PPS

Le réseau est chargé aux abords des ponts de Sully, de la Concorde vers les quais d'Orsay et le quai Saint-Bernard. Le taux d'occupation est plus élevé sur le quai des Célestins pendant la PPS.

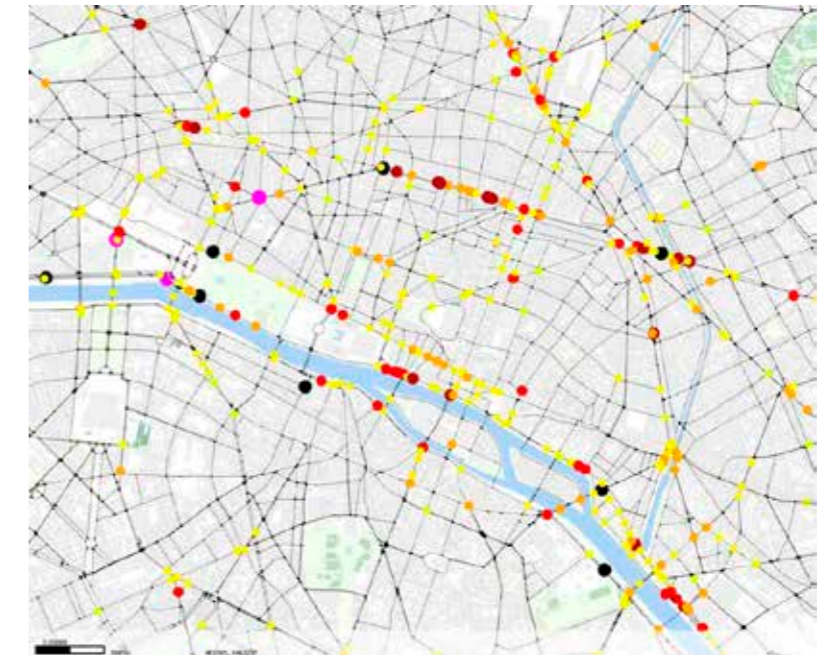


Figure 19 Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la référence durant la PPM

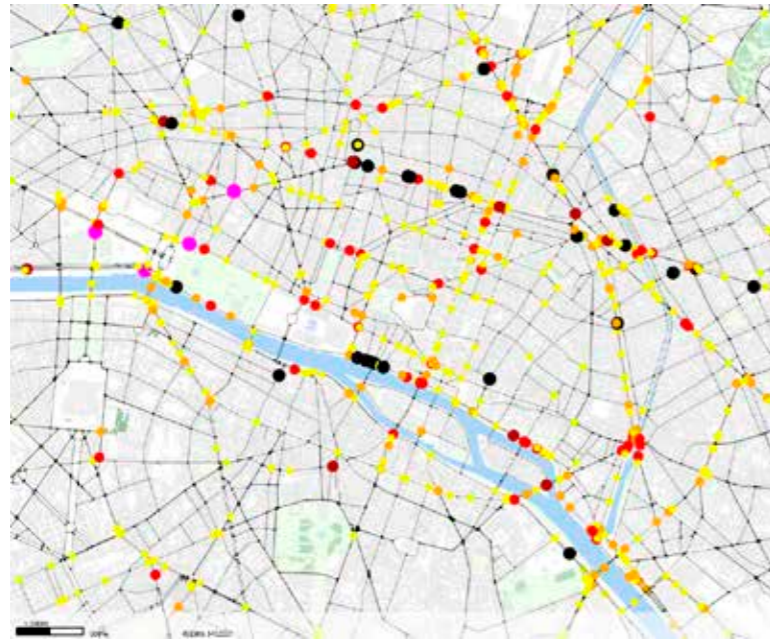


Figure 20 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants pour la Référence durant la PPS

Les cartes des taux de saturation des mouvements tournants nous montrent que plusieurs carrefours dépassent leur capacité théorique. On relève des saturations sur les points suivants : les croisements sur les Grands Boulevards (110% et 120% en PPM et PPS respectivement), la place de la République (90%) et la place de la Bastille (100%). La situation sur le quai de la Rapée est légèrement moins congestionnée qu'en période de pointe du matin.

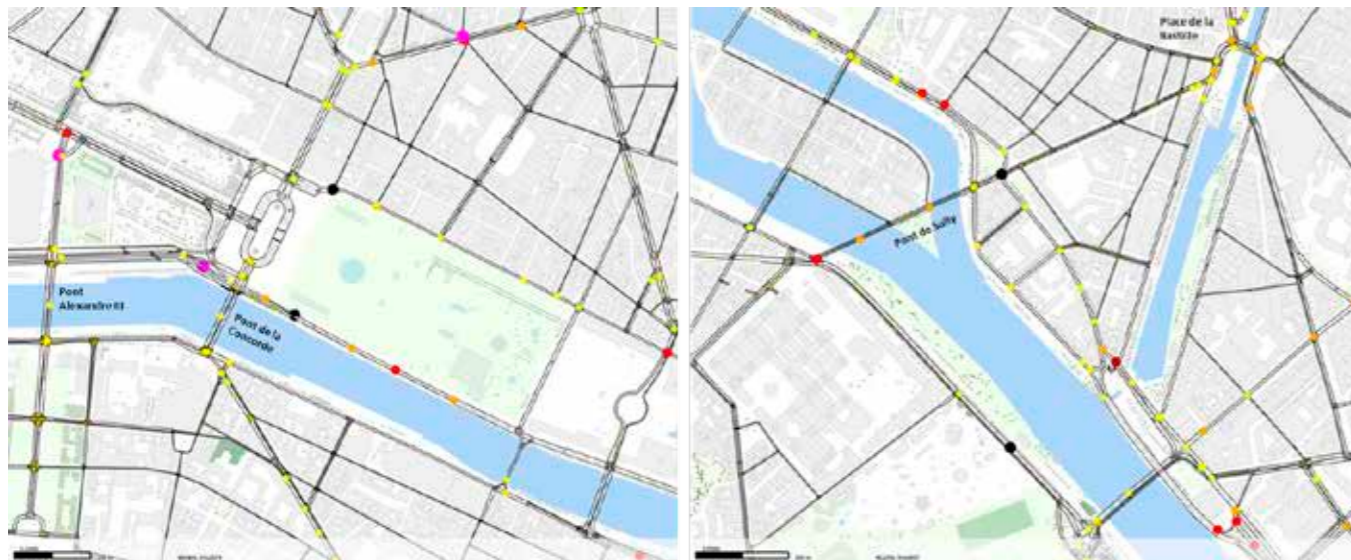


Figure 21 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPM

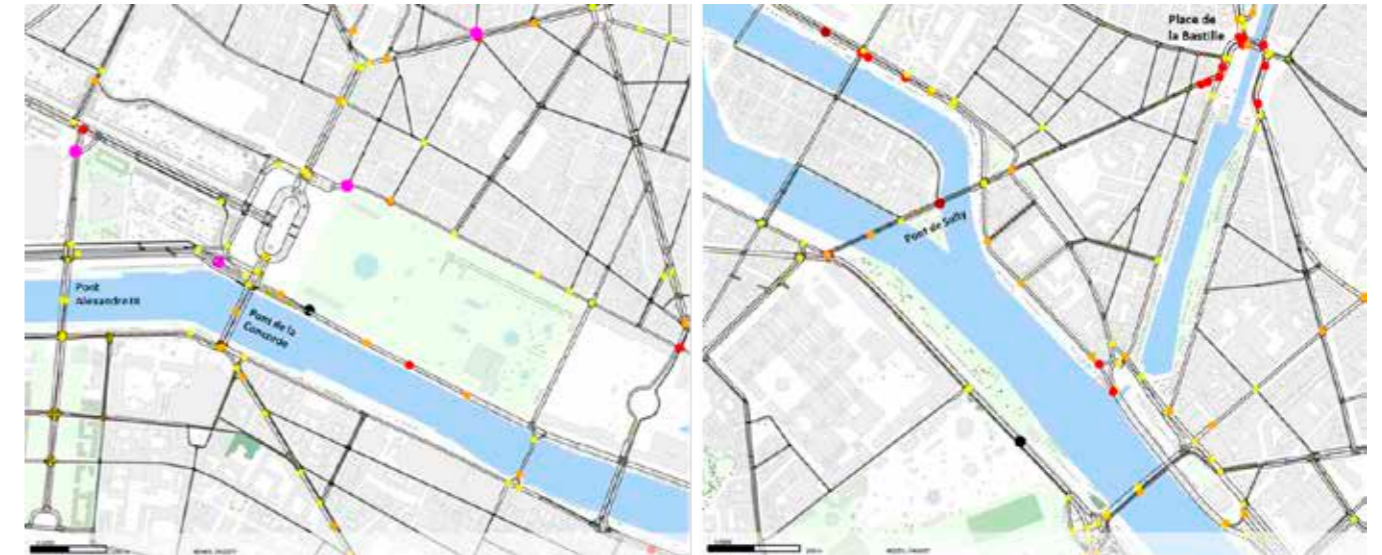


Figure 22 : Points de congestion en véh/h pour la référence durant la PPS

Aux PPM et PPS on a des points durs aux abords du pont Alexandre III (60%) ; pont de la Concorde (70% et 80% en PPM et PPS respectivement), quai des Tuileries (120%), pont de Sully (90% et 110% en PPM et PPS), quai Saint-Bernard (120%), et place de la Bastille (60% en PPM et 80% en PPS).

7.2. Situation de Projet

7.2.1. Scénario 1

Volumes affectés



Figure 23 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM



Figure 24 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS

On remarque des résultats semblables à la référence à l'échelle de Paris excepté dans le secteur du projet. Il y a une variation de trafic aux alentours de l'aménagement. Par rapport à la Référence, le volume de trafic est toujours important sur le quai de Bercy (plus 3000 véh/h dans les deux sens) et l'avenue de la Grande Armée (environ 1500 véh/h dans les deux sens). Plus près de la zone projet, les volumes de circulation ont diminué le long de la rive droite de la ZTL (baisse d'environ 100 véh/h en PPM et en PPS). Du côté du boulevard Saint-Germain, le volume de circulation augmente légèrement en PPM (1400 véh/h au lieu de 1300 véh/h) et reste stable en PPS (environ 1800 véh/h).



Figure 25 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPM dans le secteur ZTL



Figure 26 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet durant la PPS dans le secteur ZTL

Les quais de la rive droite sont surchargés mais on observe toutefois une diminution du nombre de véhicules par rapport au scénario de référence. Sur le quai des Célestins, le volume de trafic est de 1400 véh/h en PPM et 1800 véh/h en PPS au lieu de 1500 en PPM et 2000 véh/h en PPS en référence. Sur les quais Saint-Bernard et de Conti, il y a 1600 véh/h en PPM et 1500 véh/h en PPS.

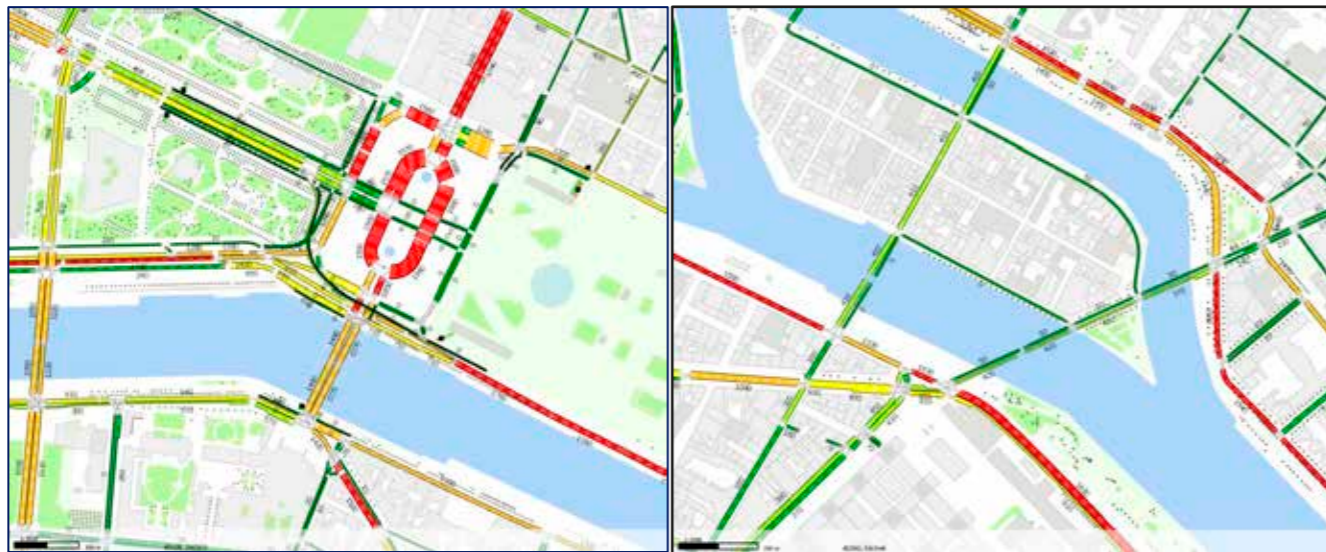


Figure 27 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPM sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL

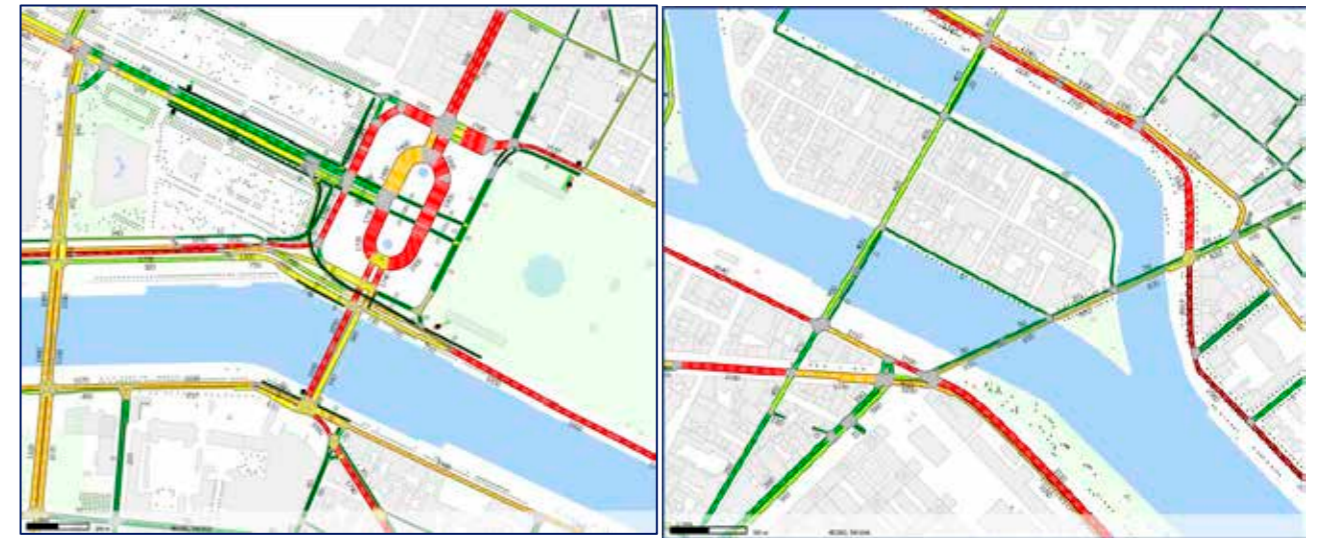


Figure 28 : Volumes affectés (véh/h) pour le scénario projet durant la PPS sur les ponts reliant les deux rives aux abords de la ZTL

Les volumes de trafic sur les ponts sont similaires à ceux de la référence, à l'exception du pont de la Concorde (direction Nord) pour lequel le volume de trafic augmente de 26% en PPM et de 34% en PPS, et des ponts de la Tournelle (baisse de trafic de 20%) et de Sully (baisse de trafic de 33%) :

Pont	Scénario	Volume affecté (véh/h)			
		PPM		PPS	
		Direction Sud	Direction Nord	Direction Sud	Direction Nord
La Concorde	Référence	1410	850	1620	700
	Projet	1500	1070	1650	940
Alexandre III	Référence	960	1160	1400	1150
	Projet	1000	1200	1500	1200
Tournelle	Référence	500	-	500	-
	Projet	400	-	400	-
Sully	Référence	50	600	50	600
	Projet	50	400	50	400

Tableau 1 : Volumes affectés sur les ponts centraux

Taux de saturation des sections et mouvements tournants



Figure 29 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPM



Figure 30 : Taux de saturation (en véh privés/h) des sections pour le scénario projet durant la PPS

Il y a des taux d'occupation importants sur le pont de la Concorde (85% en PPM et 95% en PPS), le quai Saint-Bernard (75% à 135% en PPM et 40% à 124% en PPS), la limite Nord et la limite est de la ZTL pendant les deux périodes. On observe, pour le soir, des points significatifs sur le quai d'Austerlitz (120%) et l'intersection de la rue de La Fayette avec le Bd Magenta (120%).

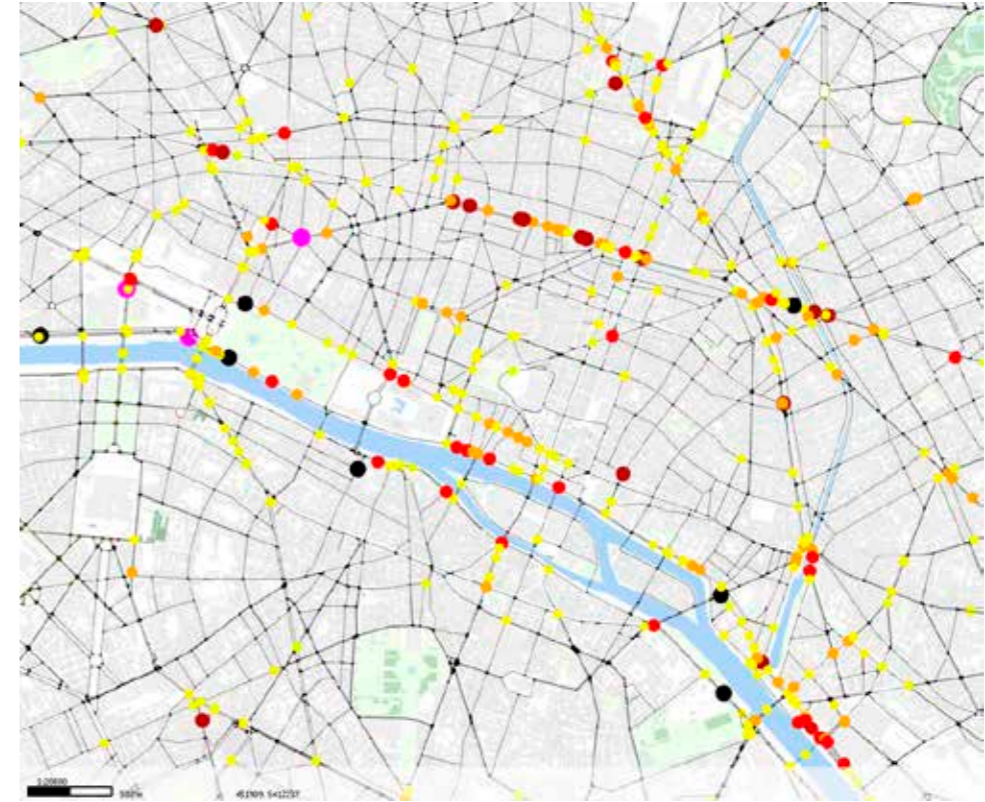


Figure 31 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPM

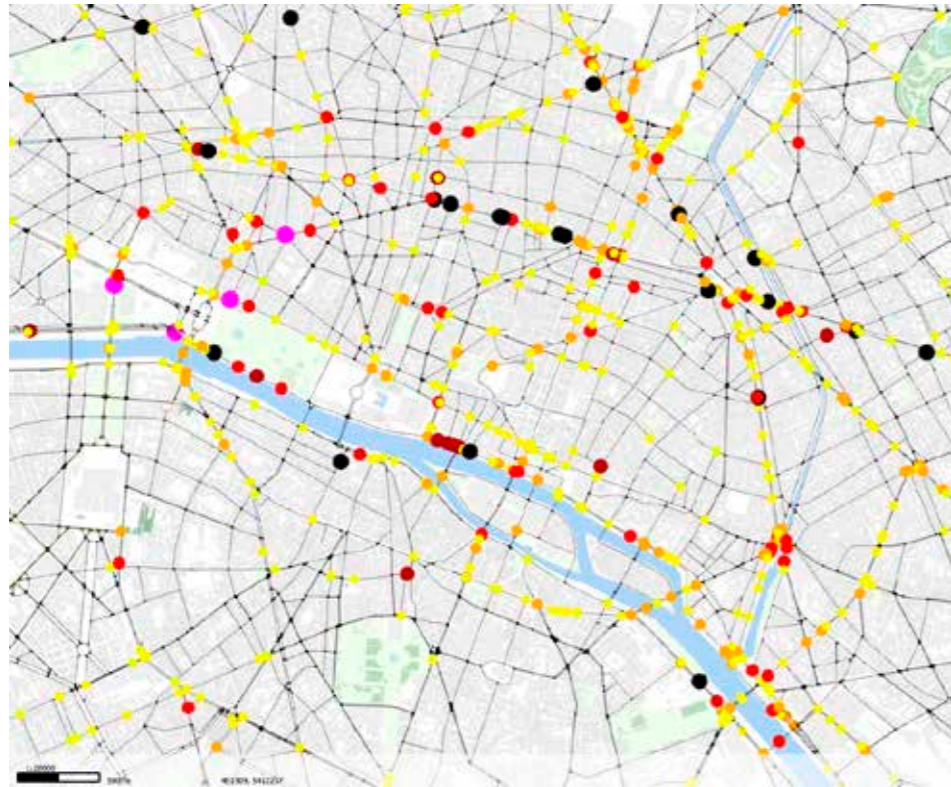


Figure 32 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet durant la PPS

Comme pour la référence, les cartes des taux de saturation des mouvements tournants du scénario projet nous montrent que plusieurs carrefours dépassent leur capacité théorique. On relève des saturations sur les points suivants pendant le matin et le soir : le quai des Tuileries vers le Pont de la Concorde (120% comme en référence), sur les quais du Louvre (90% en PPM au lieu de 100% en référence et 110% en PPS comme en référence) et sur la limite nord de la ZTL (110% en PPM et 120% en PPS comme en référence).

Reports de trafic

A l'issue des affectations macroscopiques statiques des situations de Projet, les reports de trafic ont pu être déduits en comparant les flux de la situation de Projet par rapport à ceux de la situation de Référence, durant la PPM et la PPS.

Les reports de trafic ont été mesurés en différence absolue et en différence absolue/relative. Cette distinction nous permet d'un côté de voir où se trouvent les augmentations et diminutions de trafic et d'un autre côté d'évaluer la variation de véhicules sur les sections par rapport au volume affecté en référence aux différentes sections. Seules les différences de débit supérieures ou inférieures à 50 véhicules/heure sont affichées.

Les figures ci-après présentent les légendes utilisées pour afficher les différences absolues et relatives respectivement ; les couleurs utilisées dans cette dernière correspondent aux différences qui satisfont les deux critères. Par exemple, le rouge sera affiché lorsque le

changement en pourcentage est supérieur à 20 % et la différence absolue est supérieure à 200 véhicules. Cependant, si le changement en pourcentage est supérieur à 20 % et qu'il y a une augmentation de seulement 120 véhicules, la couleur orange sera affichée.

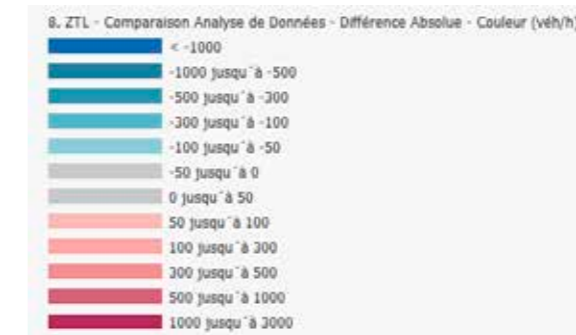


Figure 33 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)

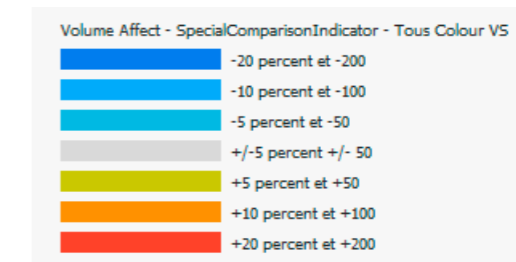


Figure 34 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)

L'analyse des reports de trafic nous a fait constater que les diminutions de trafic générées par la mise en place de la ZTL sont principalement localisées à l'intérieur de cette dernière.

Les augmentations de trafic sont localisées aux abords immédiats de la ZTL, ainsi que sur le Boulevard Périphérique où elles atteignent des augmentations maximales de 1% et 1.8% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Extérieur et 3% et 4.4% en PPM et PPS sur le Bd Périphérique Intérieur.

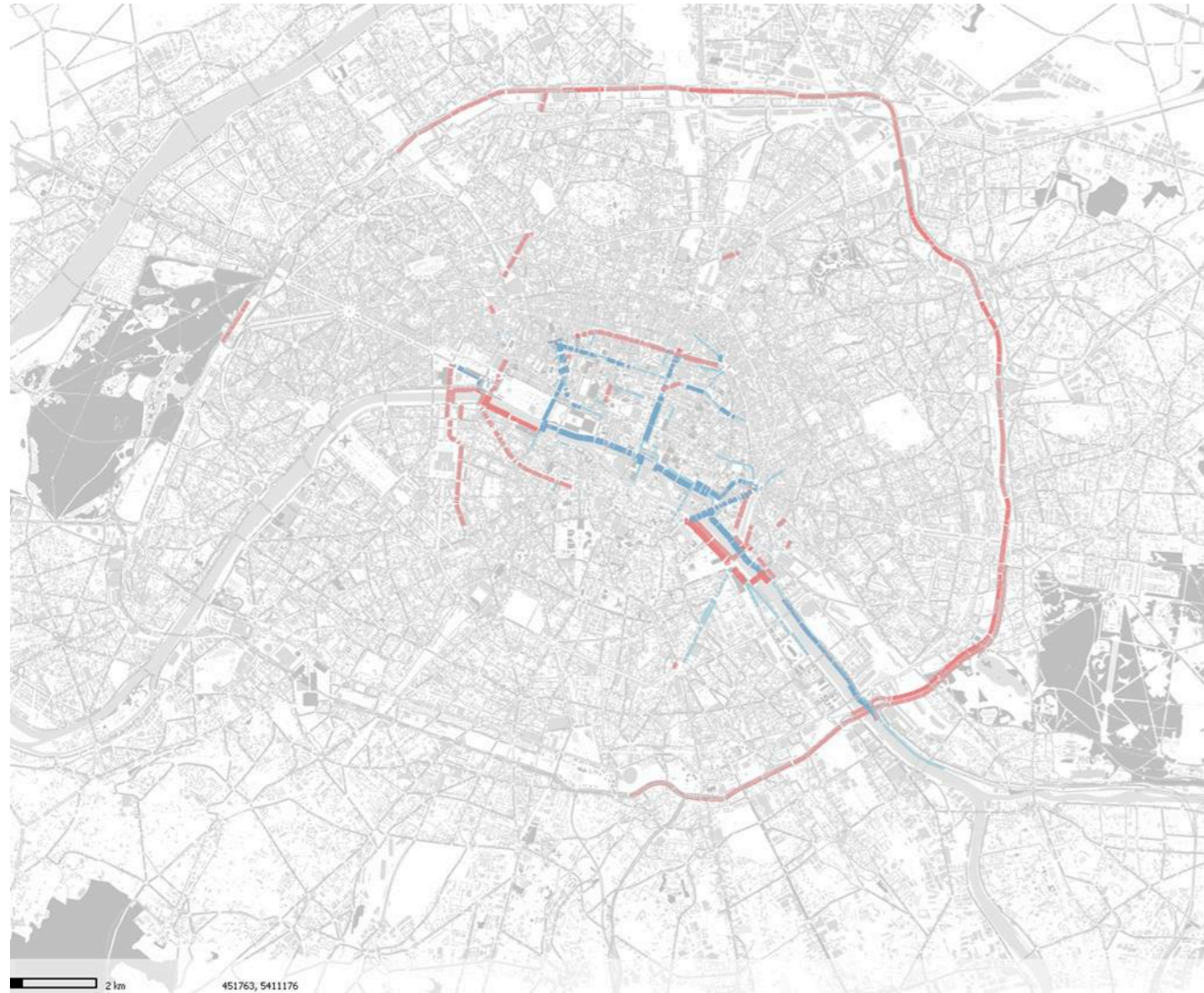


Figure 35 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin)

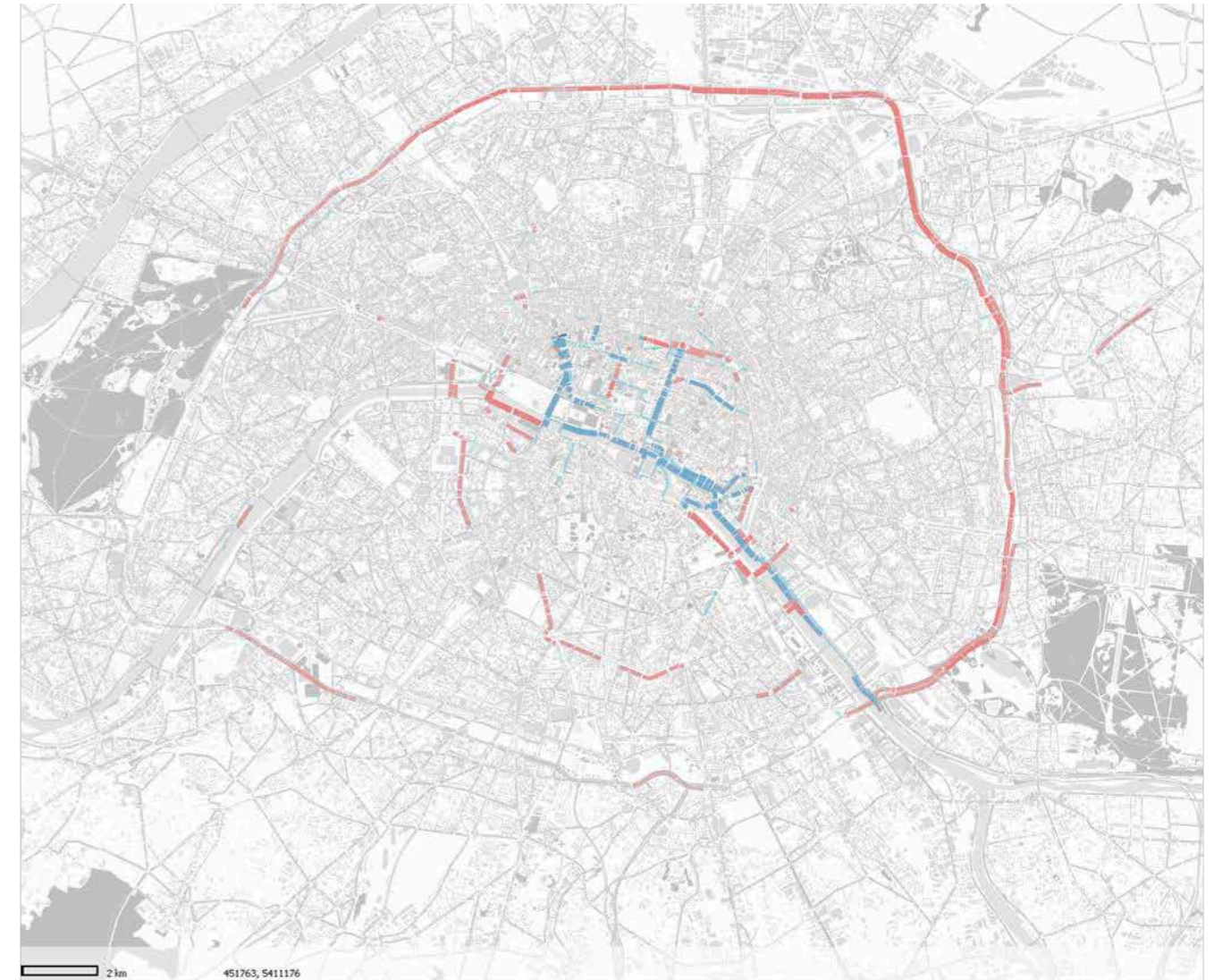


Figure 36 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir)

Les reports se localisent autour de Paris Centre avec des augmentations de volumes affectés sur les ponts, boulevards et quais. Le Boulevard Périphérique est également impacté avec des augmentations de volume affectés allant jusqu'à +100véh/h et +170véh/h, durant les PPM et PPS au nord du périphérique intérieur, qui offre une alternative aux quais des Tuileries qui sont fermés aux usagers non-ayants droit. Les axes structurants à l'intérieur de la ZTL voient leur trafic diminuer en raison de l'absence de transit possible, c'est le cas du boulevard de Sébastopol et des quais de la rive droite.

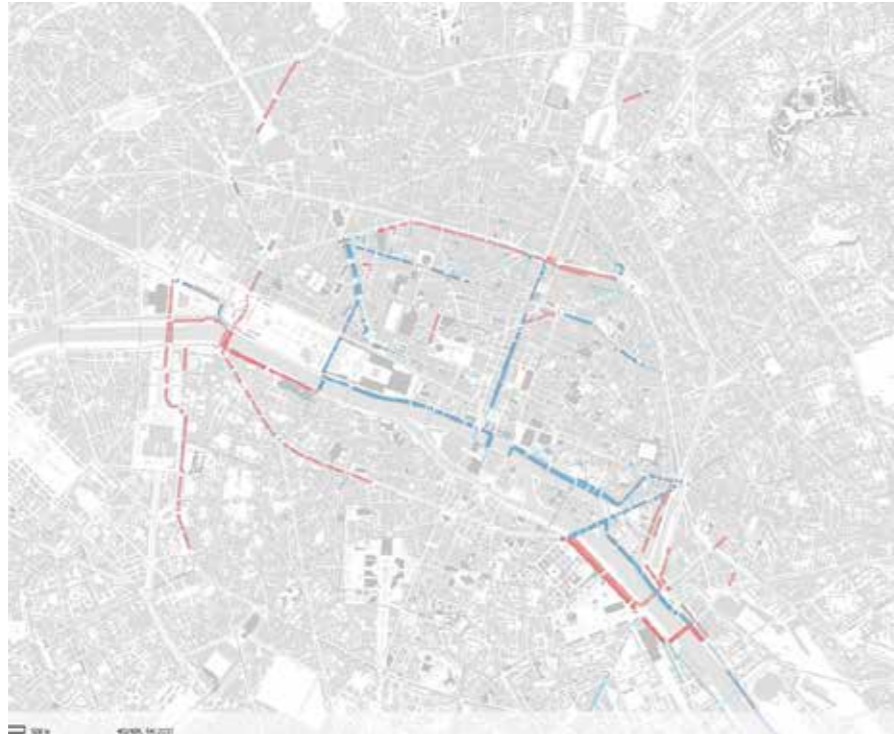


Figure 37 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM

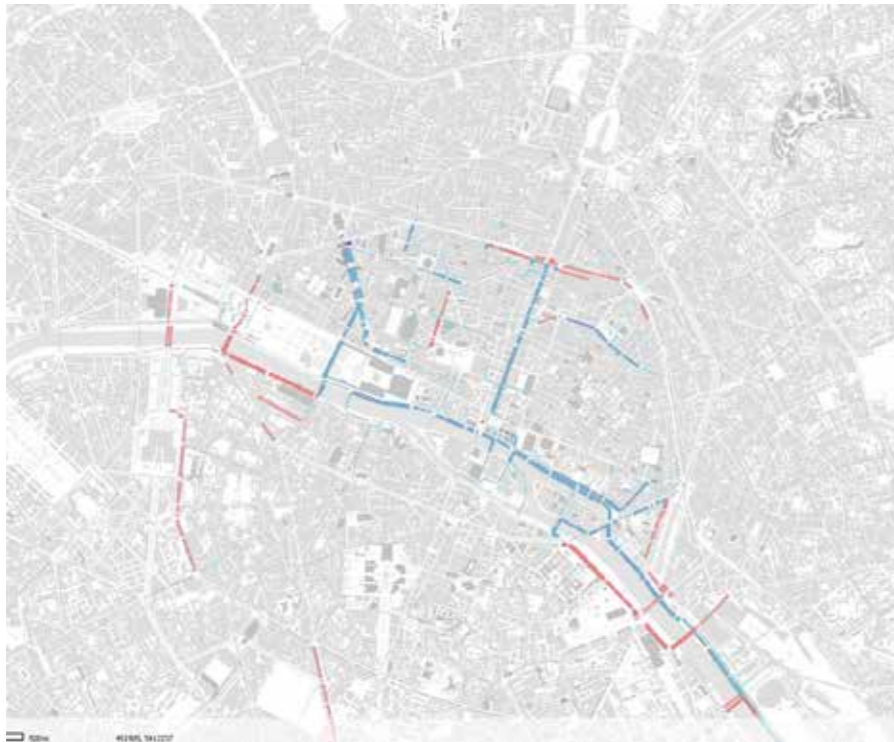


Figure 38 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS

Pendant la PPM, il y a une diminution du volume affecté (de 70 à 210 véh/h) depuis le Quai François Mitterrand jusqu'au Bd Périphérique. D'autre part, une diminution de volume affecté au sein de la ZTL le long du boulevard de Sébastopol est observée.

Les véhicules ne pouvant plus traverser la ZTL d'Opéra à Saint-Sébastien - Froissart empruntent désormais le trajet de Richelieu - Drouot à République où on observe des augmentations de trafic de +80 véh/h. Par ailleurs, les véhicules ne pouvant plus traverser dans la ZTL depuis le boulevard Saint-Germain - au niveau du carrefour avec le Pont de Sully - vers la Place de la Bastille, ils empruntent désormais les quais Rive Gauche et le Pont Charles de Gaulle (+200 - 280 véh/h).

La situation de PPS est similaire à la période de pointe du matin. Cependant, on observe davantage de reports de véhicules sur le trajet Richelieu - Drouot vers République (+130 véh/h) et il n'y a pas d'augmentation le long du Bd Saint-Germain.

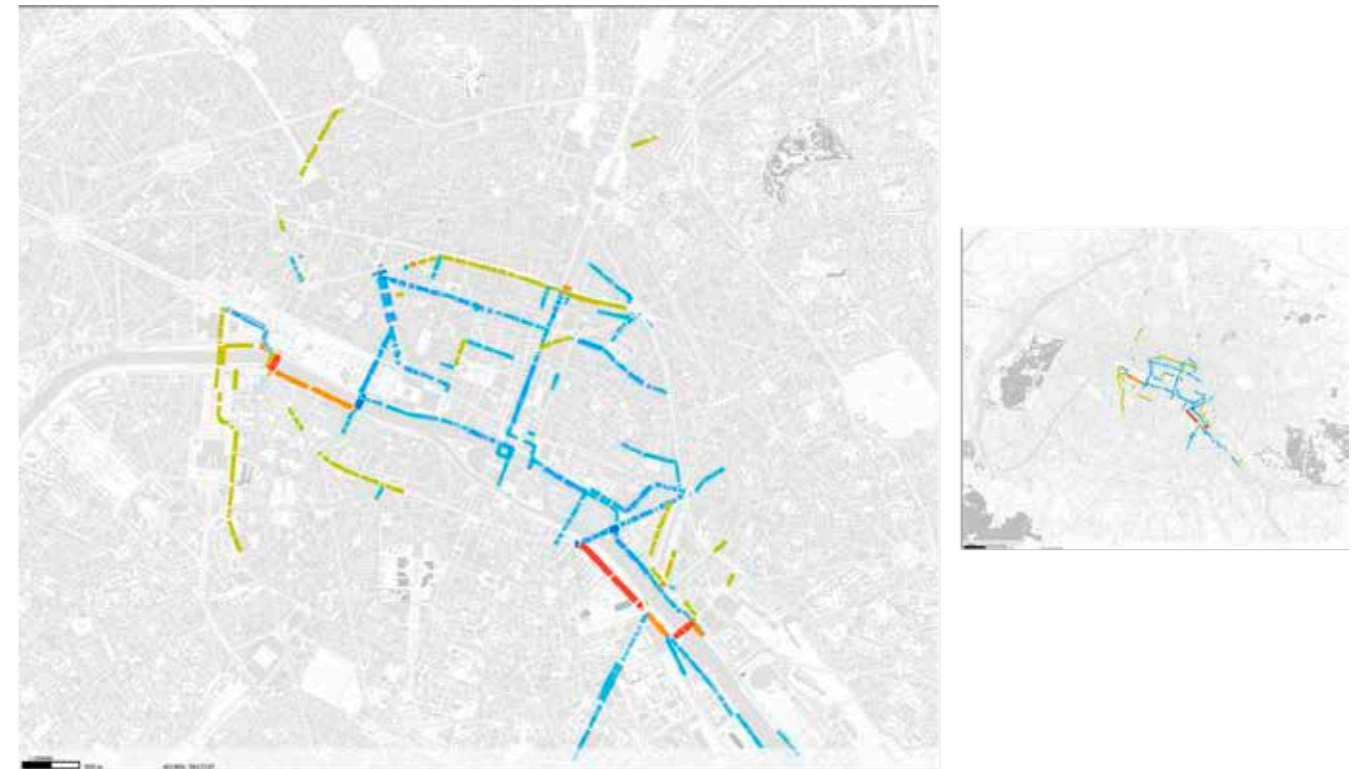


Figure 39 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM



Figure 40 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPS

Les cartes des reports de trafic montrent en général des augmentations de trafic en dehors de la ZTL (+9% sur Boulevard des Invalides et +5% sur Boulevard Saint-Germain en PPM) et quelques diminutions localisées sur les quais dans la ZTL (-5 à -10% sur la Rive droite). D'autre part des diminutions de trafic au sein de la ZTL sont également observées.

Voici les baisses entre le scénario projet et la référence en véh/h sur les axes d'intérêt :

Location	PPM	PPS
Bd de Sébastopol	-15%	-16%
Quai Henri IV	-11%	-7%
Rue de Réaumur	-9%	-7%
Avenue de l'Opéra vers le sud	-19%	-22%
Avenue de l'Opéra vers le nord	-24%	-28%

Il y a des impacts localisés sur les arrondissements proches et les quais de Bercy. Les reports sont importants sur le quai Saint-Bernard vers l'est (+40% en PPM et +15% en PPS) puis sur le pont Charles de Gaulle vers les quais (+20% en PPM et +10% en PPS) mais on observe une diminution du trafic sortant par les quais Henri IV (-5 à -10%). De plus, les augmentations sont importantes sur le long du Quai Anatole France (+15%) et sur le Pont de la Concorde (+26% en PPM et +36% en PPS vers le nord).

Les impacts pendant la période de pointe du soir sont similaires à ceux de la période de pointe du matin avec une augmentation significative du trafic sur les quais de la rive gauche du Pont de Sully au Pont Charles de Gaulle, et sur le Boulevard Saint-Germain. Durant la période de pointe du soir, il y a aussi des augmentations Boulevard des Invalides, Boulevard Raspail puis Boulevard Saint Jacques en raison des véhicules changeant leur itinéraire pour contourner la ZTL (comme indiqué dans le rapport 330). Il faut noter que ces sections ont un taux de saturation inférieur à 50%.

Analyse des reports

Bien qu'une diminution de trafic sur l'ensemble de la ZTL soit observée, des augmentations de la part des véhicules ayant le droit de transiter sur la ZTL sont observées. Ces augmentations sont expliquées par la diminution générale du trafic sur ces axes. L'absence des véhicules non autorisés à transiter par la ZTL dans cette zone profite aux usagers ayant droit pour utiliser davantage les axes principaux de la ZTL par rapport à la référence.



Figure 41 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)

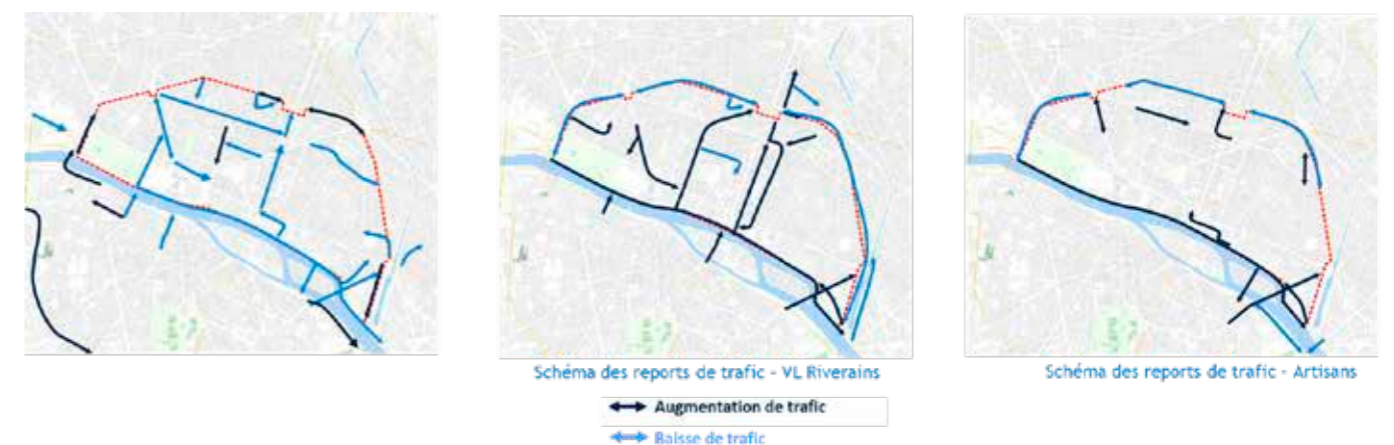


Figure 42 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)

La Figure 41 et la Figure 42 montrent les reports de trafic par type de véhicule (TV tous véhicules, VL Riverains et artisans). Comme indiqué précédemment, il y a une baisse globale du trafic dans la ZTL, les véhicules ayant droit profitent donc des itinéraires les moins encombrés, notamment le boulevard de Sébastopol et la rue du Louvre. C'est la raison pour laquelle aucune diminution de trafic n'est observée sur ces axes dans les schémas des ayant droit. En effet, la diminution de véhicules non ayant droit s'équilibre avec les véhicules ayant droit empruntant dorénavant cet axe. L'effet est similaire durant les deux périodes.

Chevelus

L'analyse des chevelus permet de visualiser les choix d'itinéraires en fonction du type de véhicule (TV Tous Véhicules, ayant droit, non ayant droit...), de l'origine et la destination, ou encore les sections empruntées.

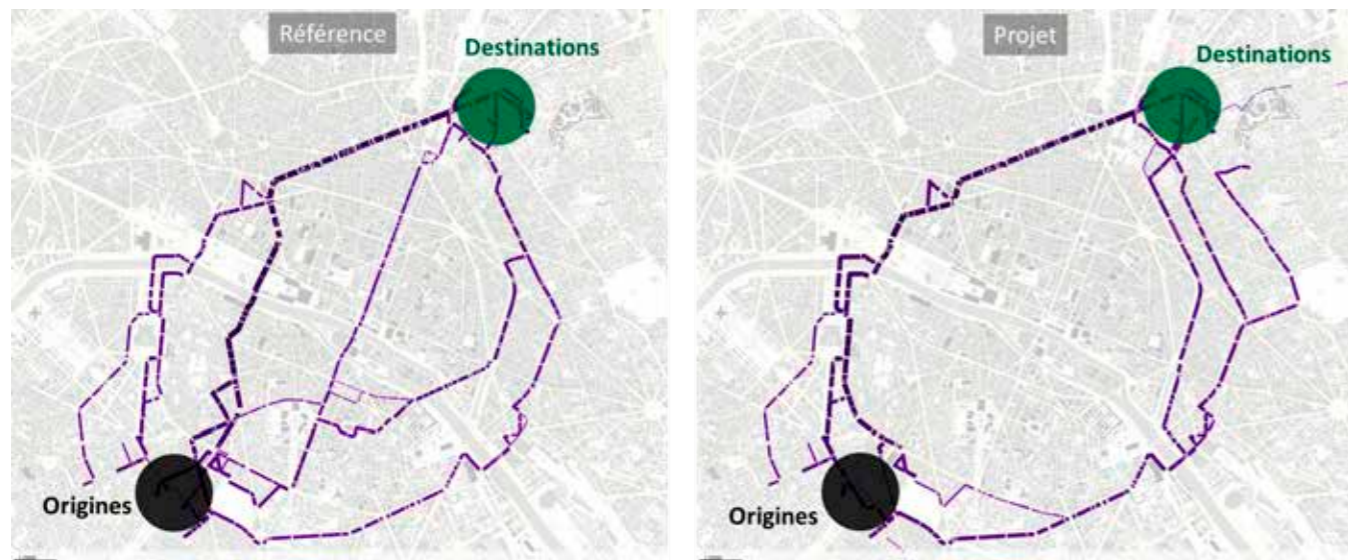


Figure 43 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayant droit. Origine : Gare Montparnasse - Destination : Gare du Nord

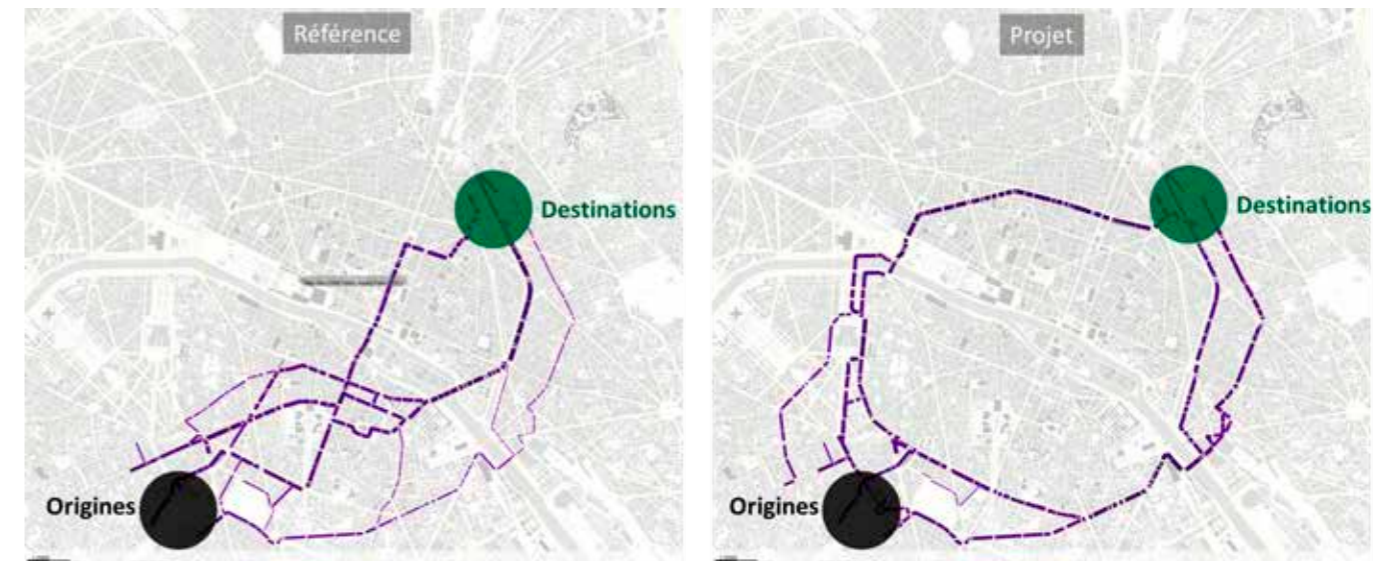


Figure 44 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayant droit. Origine : Montparnasse - Destination : République

L'aménagement de la ZTL en Rive Droite réduit l'usage du Boulevard Sébastopol avec des reports via le Pont de la Concorde et le pont Alexandre III à l'Ouest et le Pont Charles de Gaulle à l'Est.

Le temps de parcours augmente de 11% en PPM et 5% en PPS pour les VL non-ayant droit entre les scénarios de Référence et Projet pour les paires OD (origines/destinations) présentées dans la Figure 43. Pour les paires OD illustrées dans la Figure 44, il y a encore une augmentation du temps de parcours de 28% en PPM et 19% en PPS. L'objectif de ces simulations macroscopiques était de déterminer les tendances des temps de parcours à une échelle macroscopique ; à titre indicatif, actuellement en juin 2023, pour un jeudi, ceux-ci sont d'environ 24 à 55 minutes et 28 à 70 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

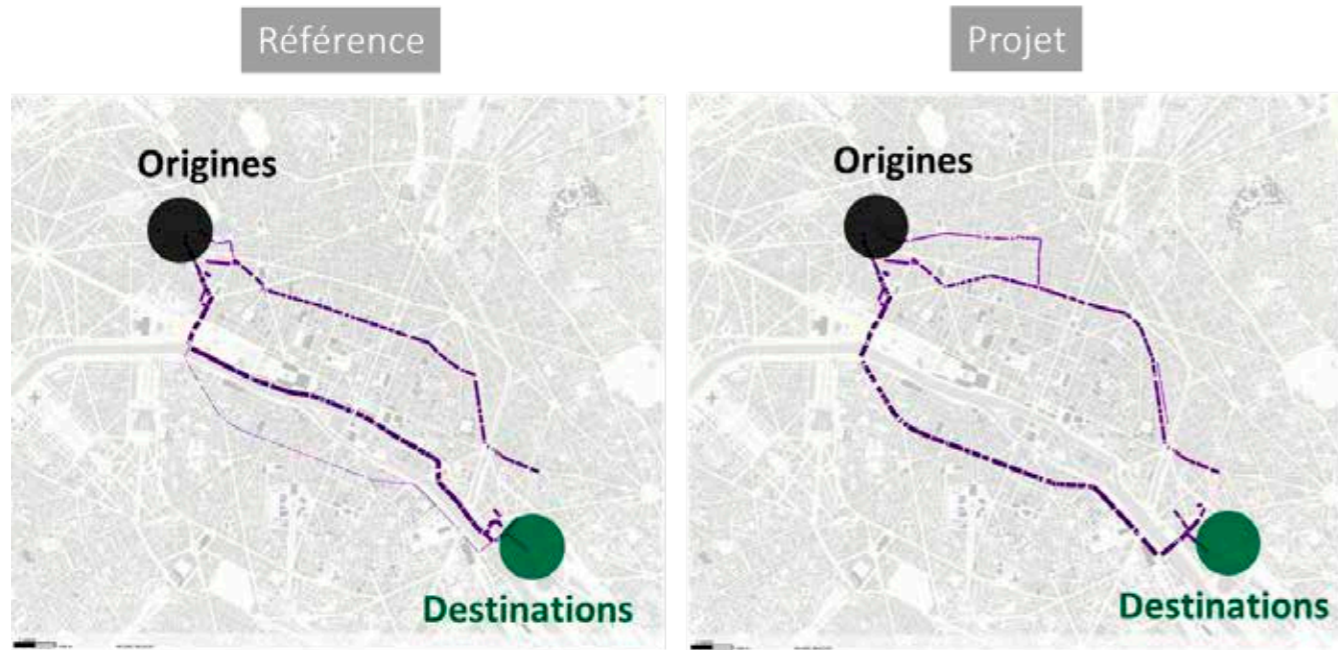


Figure 45 : Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Saint-Lazare - Destination : Gare de Lyon

L'aménagement de la ZTL sur les quais Rive Droite introduit des reports de trafic sur le Boulevard Saint-Germain et sur les Grands Boulevards. Le temps de parcours pour les véhicules non-ayant droit augmente de 14% en PPM et 22% en PPS entre les paires OD montrées dans la Figure 45. Ceux-ci sont à titre indicatif, actuellement en jeudi de juin 2023, d'environ 16 à 35 minutes et 24 à 55 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

7.2.2. Scénario 5

Reports de trafic

À l'issue des affectations macroscopiques statiques des situations de Projet, les reports de trafic ont été mesurés en comparant les flux de la situation de projet par rapport à ceux de la situation de référence, durant la PPM et la PPS.

Les reports de trafic ont été mesurés en différence absolue et en différence absolue/relative. Cette distinction permet dans un premier temps, de localiser les zones de reports et dans un second temps, de quantifier l'impact par rapport aux volumes affectés de la situation de référence. Seules les différences de débit supérieures ou inférieures à 50 véhicules/heure sont affichées.

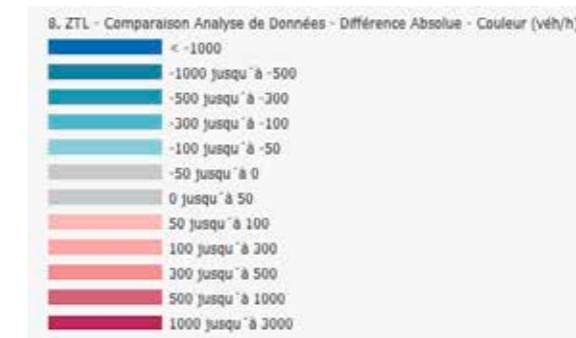


Figure 46 : Légende des cartes des différences absolues (en véh/h)



Figure 47 : Légende des cartes des différences absolues/relatives (en véh/h)

Les comparaisons de volumes affectés indiquent que les reports de trafic engendrés par la mise en place de la ZTL sont limités à la zone de projet et à ses alentours. Le Boulevard Périphérique est également impacté avec des augmentations de volume allant jusqu'à 70 véh/h en PPM, et jusqu'à 100 véh/h en PPS. Cependant, ces augmentations sont inférieures à 2% du volume total du boulevard.

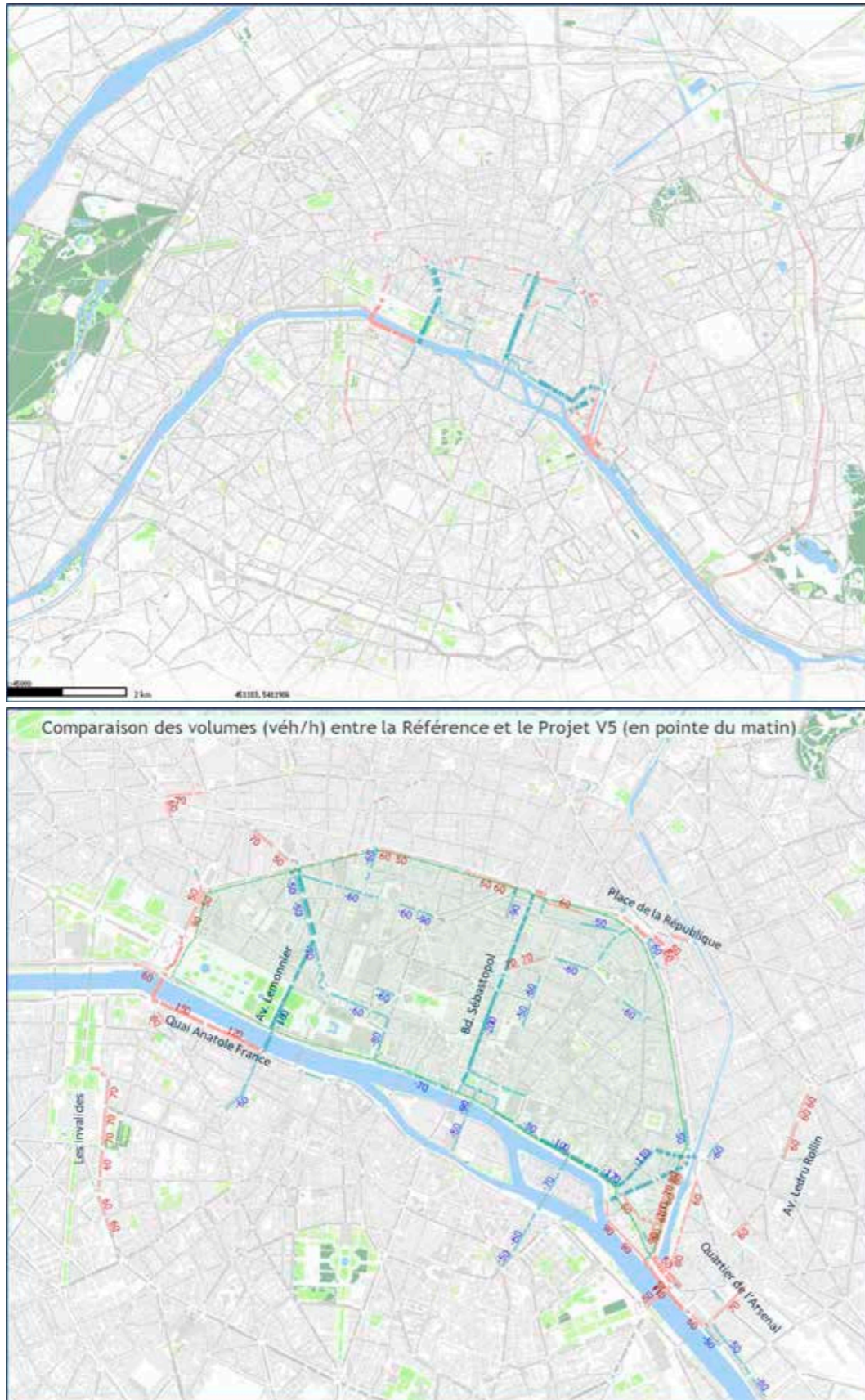


Figure 48 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du matin)

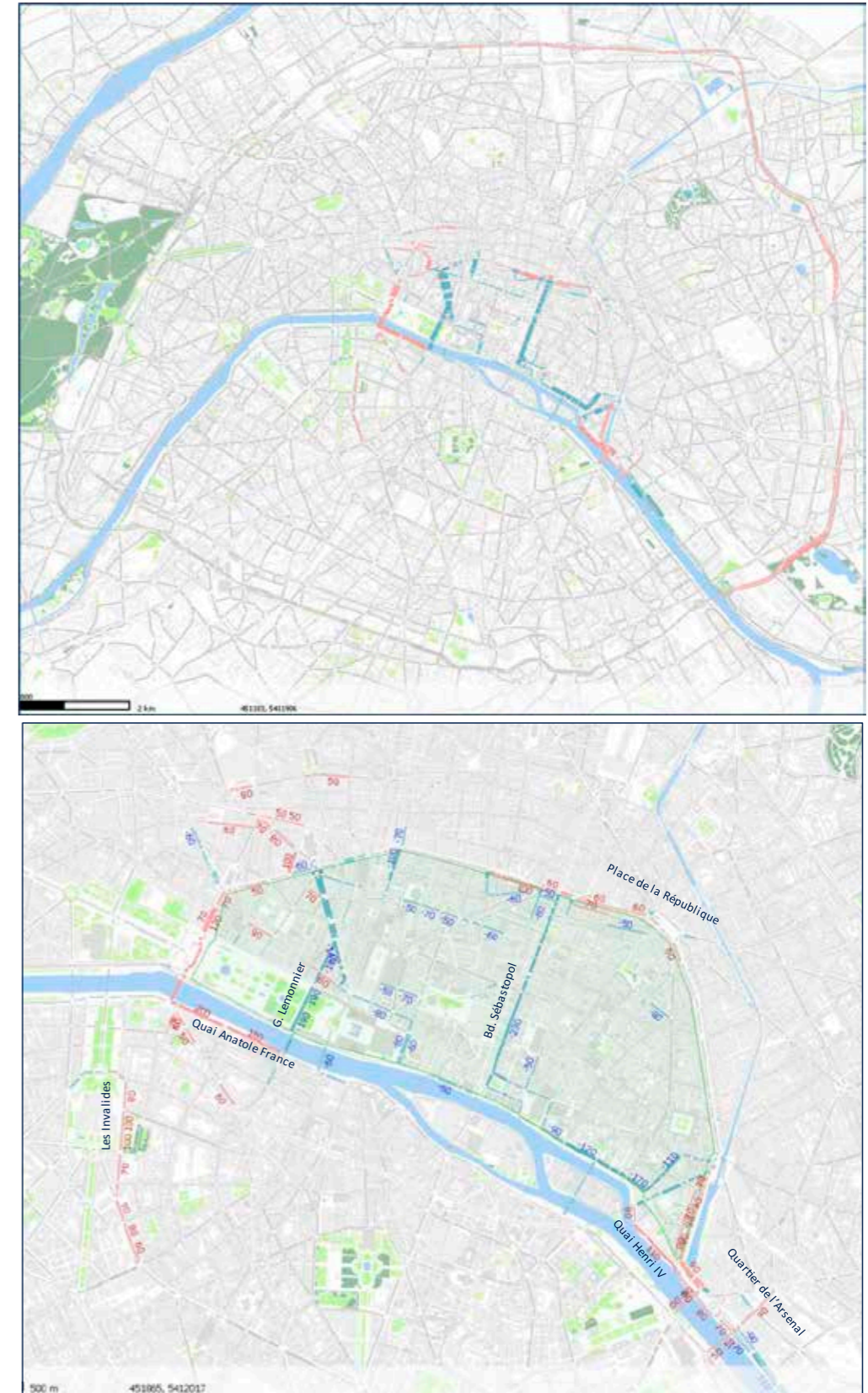


Figure 49 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence (en pointe du soir)

Les reports se localisent autour de Paris Centre avec des augmentations de volumes affectés sur les ponts, boulevards et quais. Les axes structurants à l'intérieur de la ZTL voient leur trafic diminuer en raison de l'absence de transit possible, c'est le cas du boulevard Sébastopol, l'avenue du Général Lemonnier et l'avenue de l'Opéra. Les quais de l'Hôtel de Ville et des Célestins (dans le sens de circulation est-ouest) connaissent également des diminutions de trafic suite à leur inclusion dans la ZTL.

Les deux périodes de pointe présentent des augmentations de trafic autour de la zone de projet. Les usagers cherchent des itinéraires alternatifs pour contourner la ZTL, empruntant ainsi le quai Anatole France (+150 véh/h en PPM et +200 véh/h en PPS), puis le pont de la Concorde. Plus loin on observe des augmentations sur le boulevard des Invalides (+70 véh/h en PPM et +100 véh/h en PPS) afin d'emprunter le pont Alexandre III et le pont de la Concorde.

La zone autour du Bassin de l'Arsenal présente elle aussi des augmentations de trafic pendant les deux périodes de pointe, notamment sur le quai Henri IV, le quai de l'Arsenal, le boulevard Bourdon, et la rue de l'Arsenal. Cela est dû aux nouveaux itinéraires de contournement de la ZTL, notamment en passant par Bastille et par le pont d'Austerlitz et puis par les quais rive gauche.

On observe une faible augmentation de trafic sur l'avenue Ledru-Rollin pour les usagers venant des quartiers de la rive gauche pour rejoindre le nord-ouest de Paris présente uniquement en période de pointe du matin (+60 véh/h). Ces usagers ne pouvant plus traverser la ZTL, sont obligés de faire un détour par le pont Sully ou Charles de Gaulle puis l'avenue Ledru-Rollin.

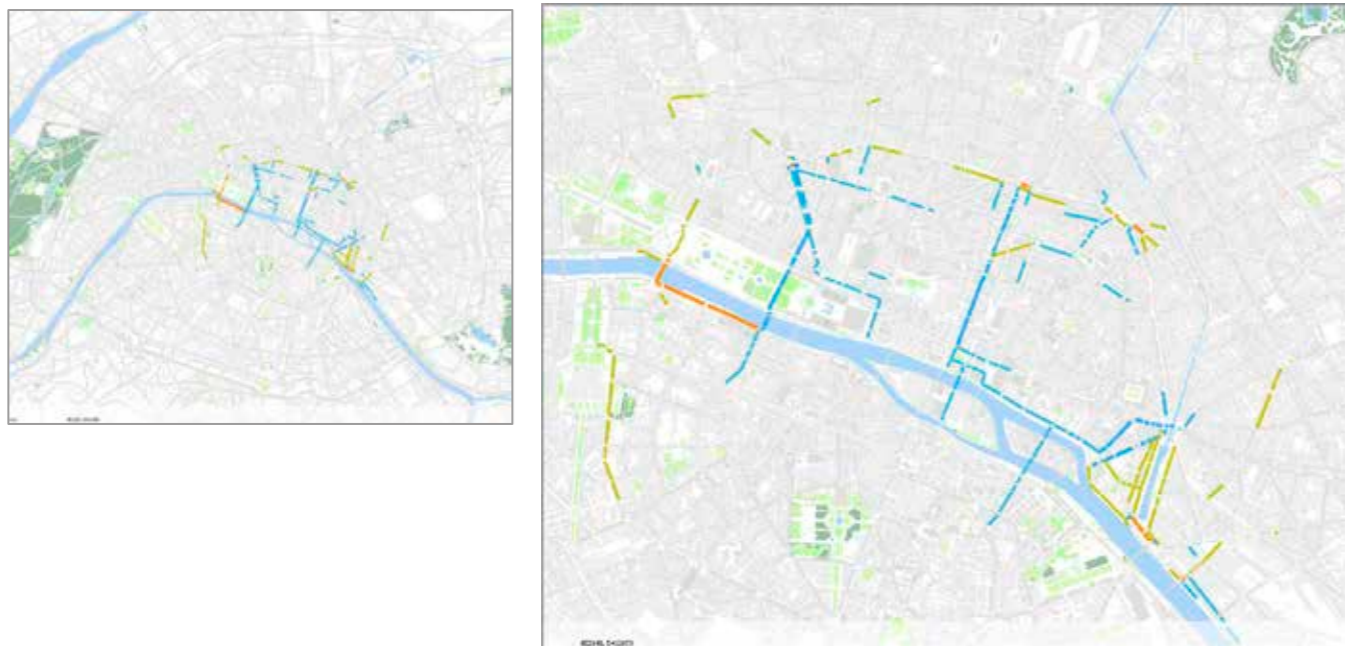


Figure 50 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet et la référence en PPM

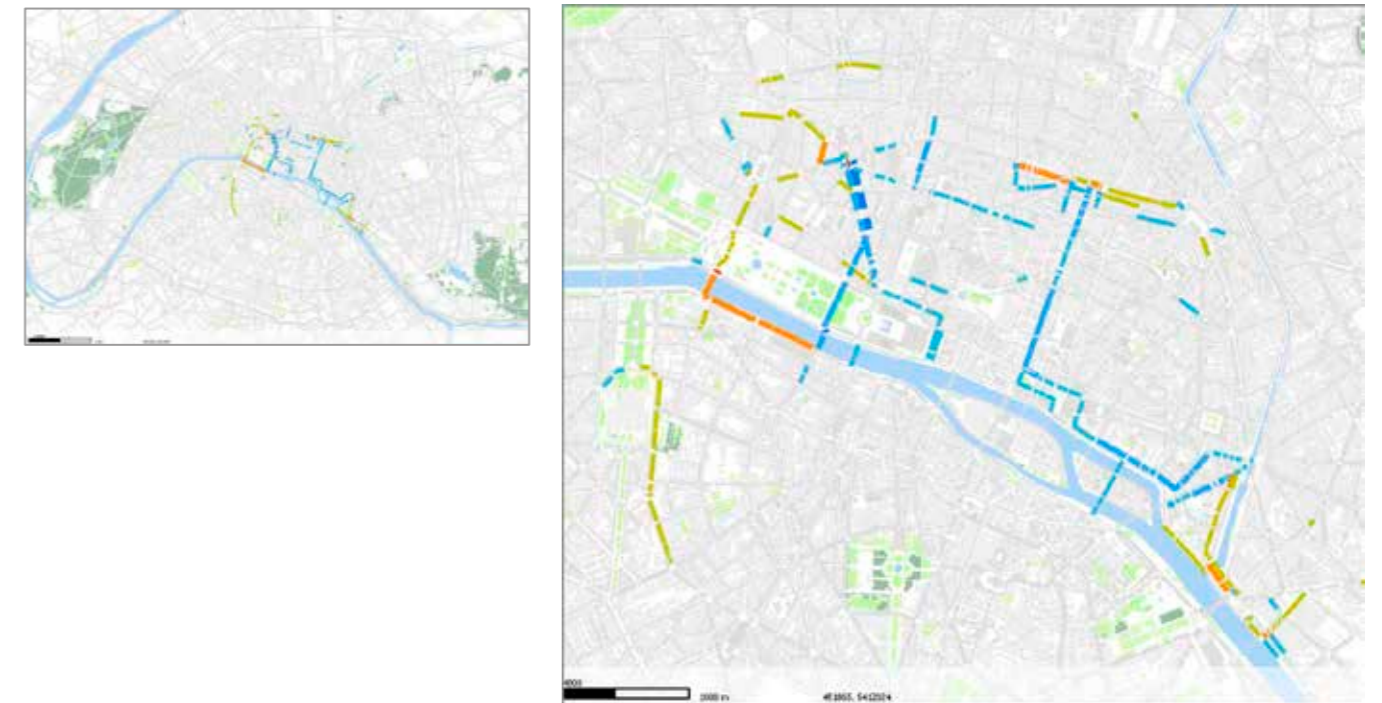


Figure 51 : Comparaison des volumes (véh/h) entre le scénario projet est la référence en PPS

Les Figure 50 et Figure 51 montrent une comparaison qui prend en compte la différence absolue et relative des volumes entre la référence et le projet. Cela montre les augmentations ou diminutions de trafic dans les points repérés, comme le pont de la Concorde (+18% en PPM et +26% en PPS), et le quai Anatole France (+14% en PPM et +18% en PPS). On observe d'ailleurs que la plupart des écarts sont autour de $\pm 10\%$, comme dans l'avenue Ledru-Rollin, le boulevard Beaumarchais, et le boulevard des Invalides. Le quai de la Rapée dans la direction vers l'est connaît une hausse de +33% en PPM et de +20% en PPS.

Les cartes des reports de trafic montrent en général des augmentations de trafic en dehors de la ZTL, notamment sur le boulevard des Invalides et l'avenue Ledru-Rollin (+5 à +10%) pour les usagers non-ayants droit souhaitant contourner la ZTL. D'autre part, des diminutions de trafic au sein de la ZTL sont également observées, et cela correspond au trafic de véhicules non ayants droit. Les diminutions sont observées au niveau des ponts centraux en direction de la ZTL (-20% sur les ponts du Carrousel et Royal, et -14% sur le pont Marie et de la Tournelle en PPM et PPS) et sur les axes traversant cette zone comme le boulevard Sébastopol, la rue du 4 septembre/Réaumur (-17% en PPM et PPS), et l'avenue de l'Opéra (-20% en direction du palais Garnier en PPM et PPS, et -10% en direction du Louvre en PPM et -20% en PPS).

Aux abords de la ZTL il y a des impacts : Les Grands Boulevards voient leur trafic augmenter, notamment le boulevard Saint-Denis (+10% en PPM et en PPS) et le boulevard Saint Martin (+20% en PPM et PPS). Le quai Henri IV connaît une hausse de son trafic de 5% en PPM et PPS, et les quais des Célestins et de l'Hôtel de Ville (dans le sens de circulation est-ouest) voient leur trafic diminuer de 10% en PPM et PPS.

Analyse des reports

Bien qu'une diminution de trafic sur l'ensemble de la ZTL soit observée, des augmentations de la part des véhicules ayant le droit de transiter sur la ZTL sont observées. Ces augmentations sont expliquées par la diminution générale du trafic sur ces axes. L'absence des véhicules non autorisés à transiter par la ZTL dans cette zone profite aux usagers ayant droit pour utiliser davantage les axes principaux de la ZTL par rapport à la référence.

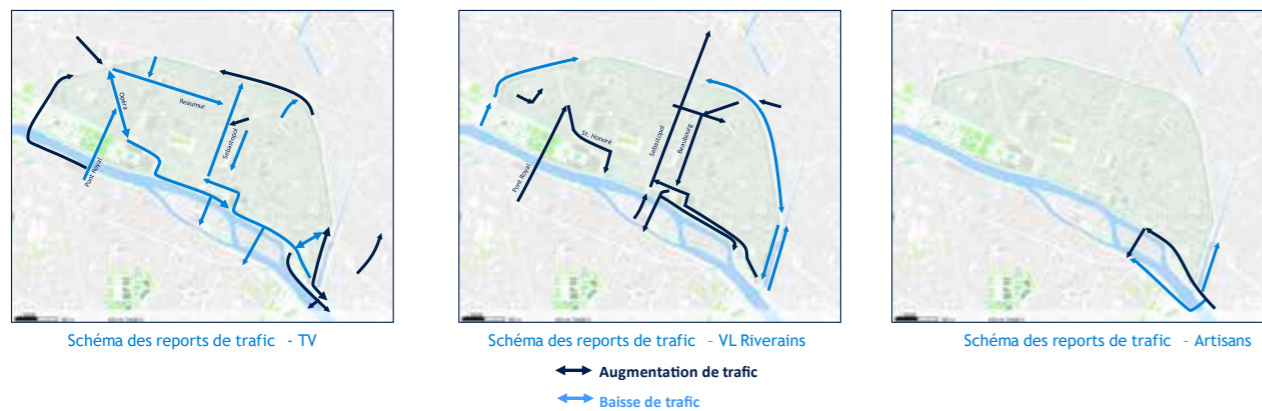


Figure 52 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPM (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)

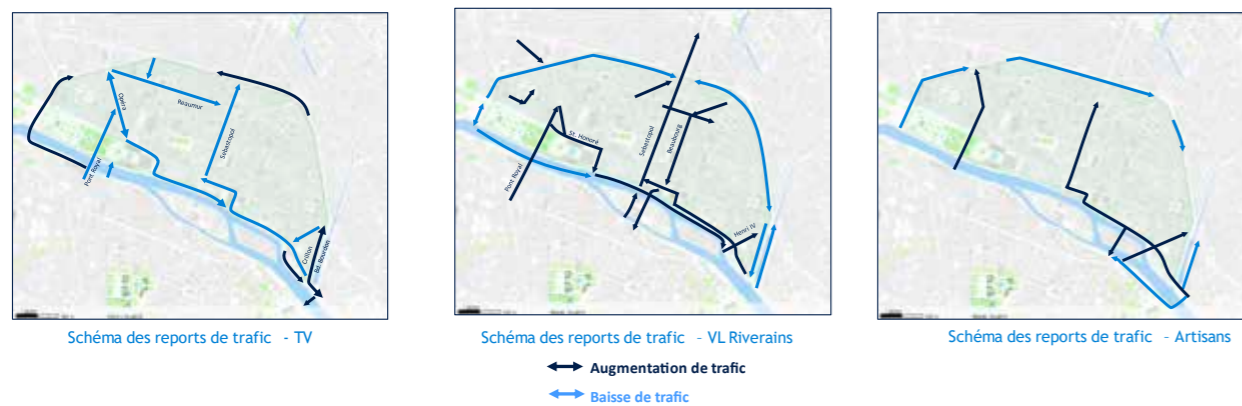


Figure 53 : Schéma représentant les reports de trafic entre le scénario projet et la référence pour les différents types de véhicules durant la PPS (TV = Tous Véhicules ; VL = Véhicules Légers)

La Figure 52 et la Figure 53 montrent les reports de trafic par type de véhicule (TV tous véhicules, VL Riverain et artisans). Comme indiqué précédemment, il y a une baisse globale du trafic à l'intérieur de la ZTL, les véhicules ayant droit profitent donc des itinéraires les moins encombrés, notamment le boulevard de Sébastopol, la rue de Beaubourg, les quais rive droite inclus dans la ZTL et l'avenue du Général Lemonnier, entre autres. Cet effet est similaire pour les deux périodes modélisées.

Chevelus

L'analyse des chevelus permet de visualiser les choix d'itinéraires en fonction du type de véhicule (TV Tous Véhicules, ayants droit, non ayants droit...), de l'origine et la destination, ou encore les sections empruntées.



Figure 54 Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Montparnasse - Destination : Gare du Nord - PPS



Figure 55 Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Montparnasse - Destination : République - PPS

L'aménagement de la ZTL en Rive Droite réduit l'usage des axes à l'intérieur de la ZTL avec des reports via le Pont de la Concorde et le pont Alexandre III à l'Ouest et le Pont Charles de Gaulle à l'Est.

Le temps de parcours augmente de 13% en PPM et 6% en PPS pour les VL non-ayant droit entre

les scénarios de Référence et Projet pour les paires OD (origines/destinations) présentées dans la Figure 54. Pour les paires OD illustrées dans la Figure 55, il y a encore une augmentation du temps de parcours de 18% en PPM et 19% en PPS. L'objectif de ces simulations macroscopiques était de déterminer les tendances des temps de parcours à une échelle macroscopique ; à titre indicatif, actuellement en juin 2023, pour un jeudi, ceux-ci sont d'environ 24 à 55 minutes et 28 à 70 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

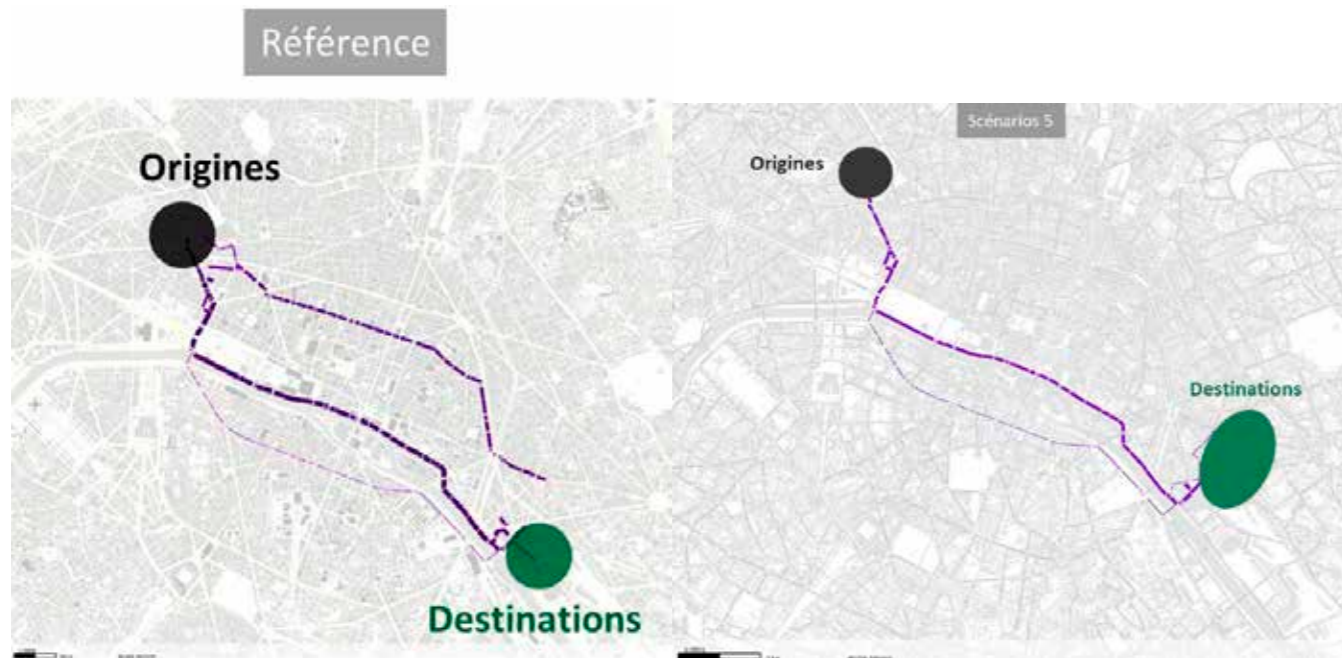


Figure 56 Impact sur les itinéraires des véhicules non-ayants droit. Origine : Gare Saint-Lazare - Destination : Gare de Lyon - PPS

Les usagers traversant la ZTL en référence par les rues 4 de Septembre et Réaumur, doivent se reporter sur les quais hauts de la rive droite en scénario 5. Le temps de parcours pour les véhicules non-ayant droit augmente de 3% en PPM et 3% en PPS entre les paires OD montrées dans la Figure 56. Ceux-ci sont à titre indicatif, actuellement en jeudi de juin 2023, d'environ 16 à 35 minutes et 24 à 55 minutes selon Google Maps pendant la HPM et la HPS respectivement.

• Comparaisons des chevelus - Austerlitz

Les cartes dans la partie *reports de trafic*, montrent des nouveaux itinéraires en amont et en aval du pont d'Austerlitz. Cette partie cherche à comprendre d'où vient cette hausse et vers où elle se dirige. Les diminutions ne sont pas repérées dans cette carte à cause du faible volume. Pour ce faire, nous avons effectué des analyses comparées des itinéraires en situation de référence et en situation de projet puis nous faisons une différence absolue. Nous observons dans l'image ci-après que le pont d'Austerlitz accueille des nouveaux itinéraires partant de la zone autour de la place du Colonel Fabien pour aller dans la zone autour des Invalides. A savoir que le type de véhicule utilisé dans l'analyse sont les non-ayants droit.

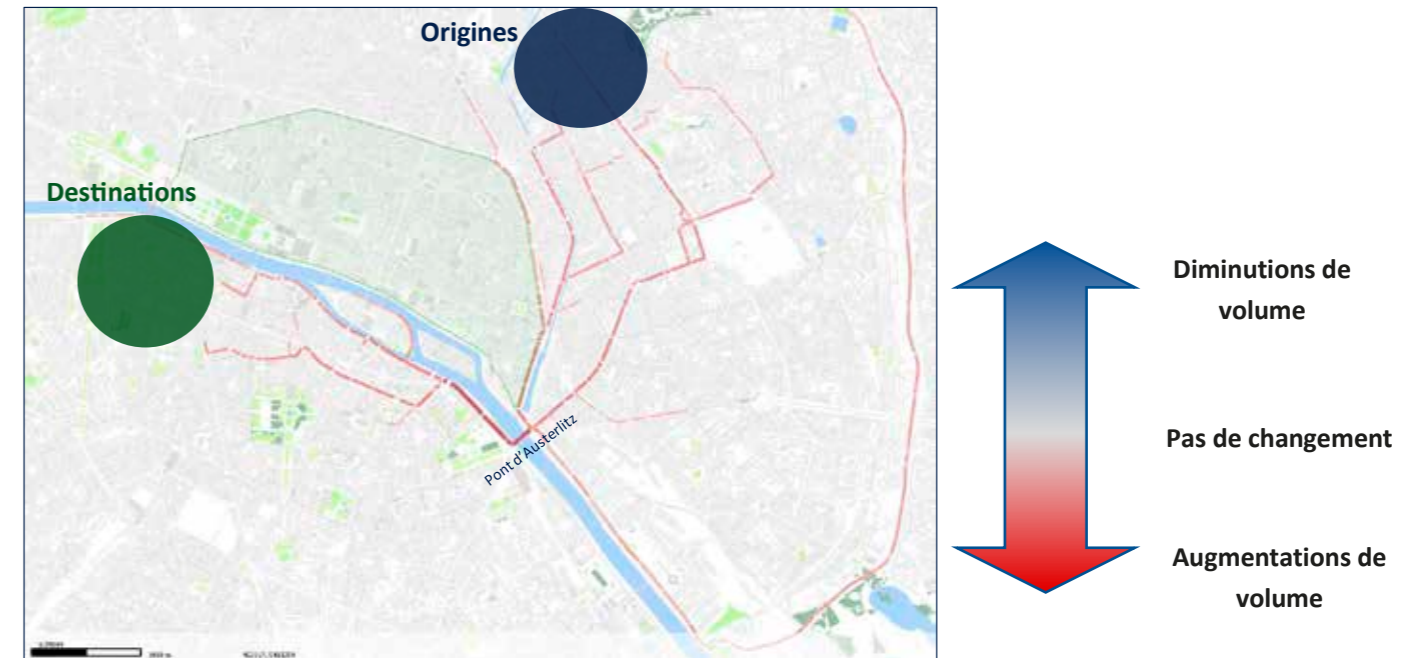


Figure 57 comparaison des chevelus sur le pont d'Austerlitz

• Comparaisons des chevelus - Ledru Rollin

L'analyse ci-dessous, reprend les principes de comparaison, avec pour axe d'intérêt, l'avenue Ledru Rollin. Celle-ci fait l'objet de reports de trafic par des véhicules non ayants droit qui souhaitent contourner la ZTL pour aller du quartier des Invalides jusqu'au quartier de Belleville.

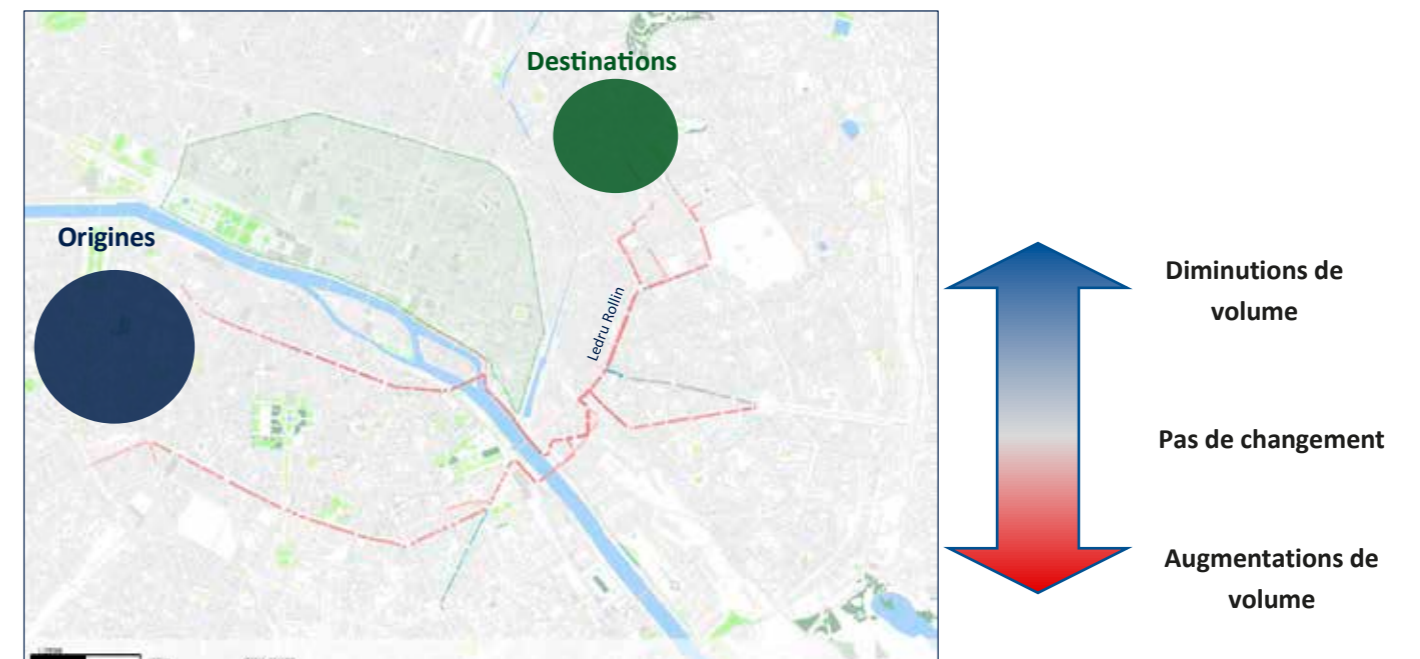


Figure 58 comparaison des chevelus sur l'avenue Ledru Rollin

Volumes affectés

Les résultats de l'affectation macroscopique statique sont présentés dans les cartes ci-dessous.

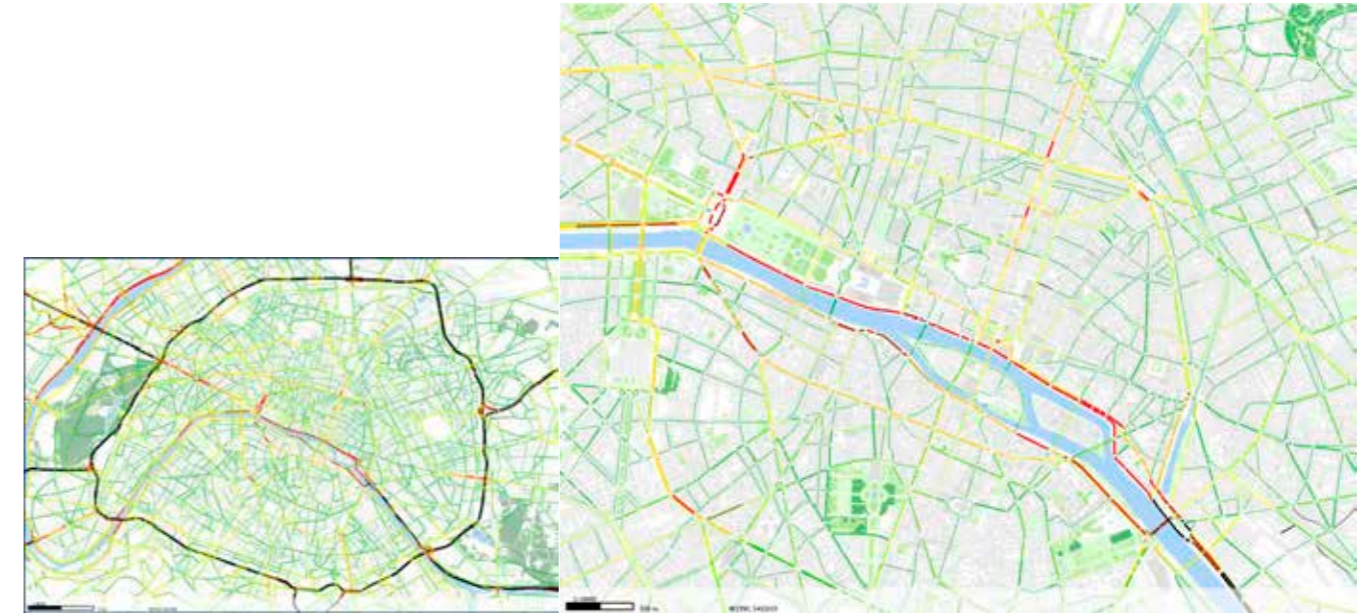


Figure 59 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet (scénario 5) 2025 durant la PPM



Figure 60 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPS

On remarque des résultats semblables à la référence à l'échelle de Paris excepté dans le secteur d'étude. Il y a une variation de trafic aux alentours de la ZTL. Par rapport à la Référence, le volume de trafic sur la place de la Concorde, côté Tuileries, a augmenté de +110 véh/h en PPM et en PPS pour être désormais autour de 2000 véh/h. Les quais rive droite et

rive gauche sont surchargés en général, condition qui était déjà présente en situation de référence. La voie Mazas par exemple compte avec un volume de 2650 en PPM et de 3530 en PPS en situation de référence. En situation de projet, elle subit une augmentation de +110 véh/h en PPM et +80 véh/h en PPS. La place de la République présente des conditions similaires au scénario de référence durant la PPM. On observe une augmentation de 100 véh/h sur la place en direction Est-Ouest, correspondant aux usagers ayants droit qui se rendent dans la ZTL. Durant la PPS, le trafic en situation de projet est similaire à celui en situation de Référence.

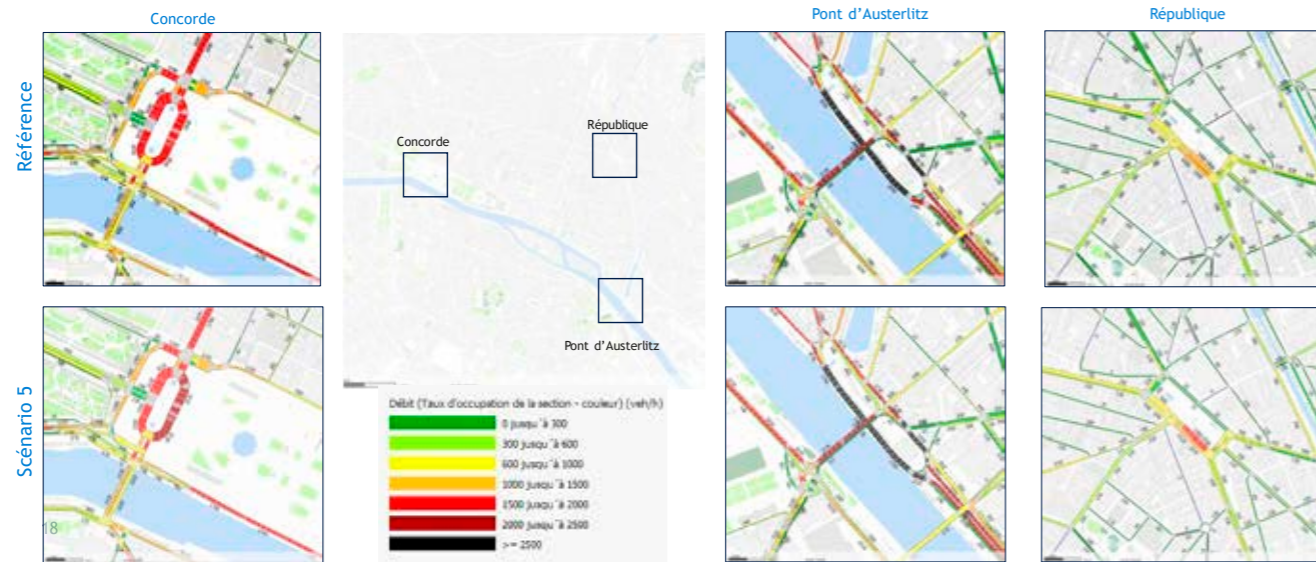


Figure 61 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPM dans le secteur ZTL

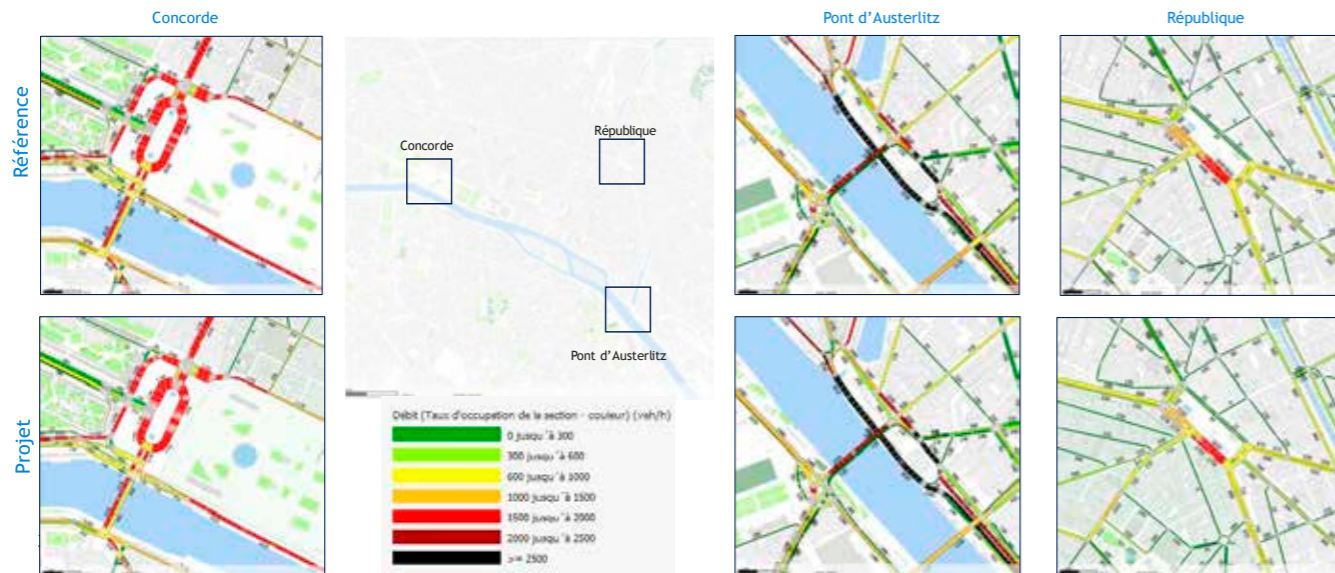


Figure 62 : Volumes affectés (en véh/h) pour le scénario projet 2025 durant la PPS dans le secteur ZTL

Les volumes de trafic sur les ponts sont similaires à ceux de la référence, sauf sur le pont de la Concorde (direction nord), pour lequel le volume de trafic augmente de 18% en PPM et de 26% en PPS, et du pont de la Tournelle (baisse de trafic de 16% en PPM et de 20% en PPS):

Pont	Scénario	Volume affecté (véh/h)			
		PPM		PPS	
		Direction Sud	Direction Nord	Direction Sud	Direction Nord
La Concorde	Référence	1410	850	1620	700
	Projet	1430	1000	1620	880
Alexandre III	Référence	960	1160	1400	1150
	Projet	990	1210	1410	1170
Austerlitz	Référence	2270	-	2270	-
	Projet	2330	-	2320	-
Tournelle	Référence	500	-	500	-
	Projet	420	-	400	-
Sully	Référence	-	600	-	600
	Projet	-	590	-	660
Charles de Gaulle	Référence	-	860	-	1170
	Projet	-	870	-	1220

Tableau 2 : Volumes affectés sur les ponts aux abords de la ZTL

Taux de saturation des sections et mouvements tournants



Figure 63 : Taux de saturation (en véh/h) des sections pour le scénario 5 projet 2025 durant la PPM

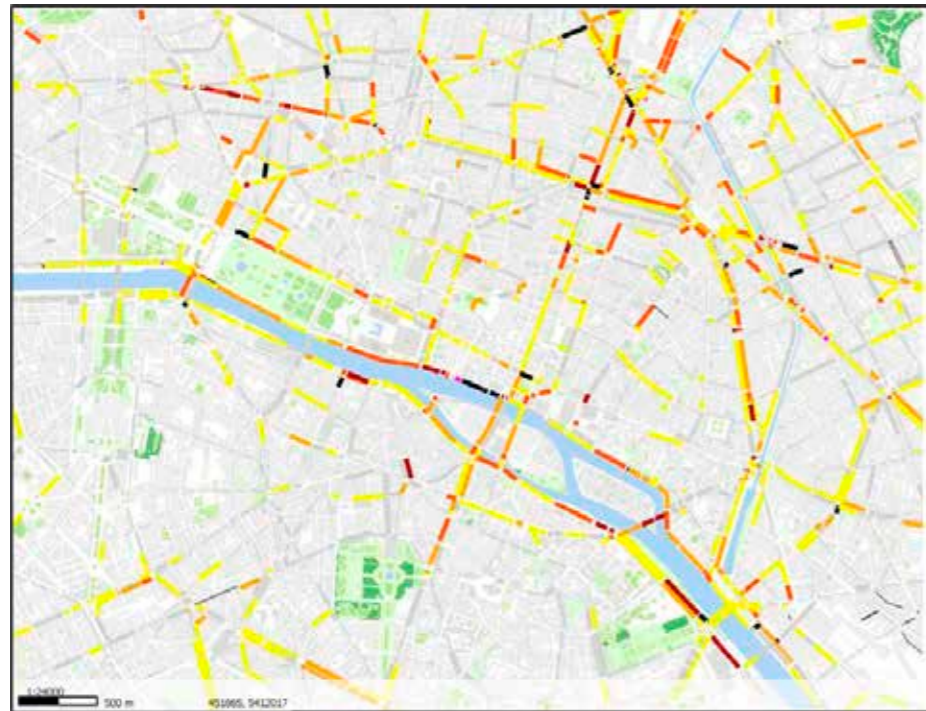


Figure 64 : Taux de saturation (en véh/h) des sections pour le scénario 5 projet 2025 durant la PPS

Les quais rive gauche et droite et les boulevards qui contournent la ZTL ont des taux d'occupation importants en situation de référence. C'est le cas du quai du Louvre, le quai de la Mégisserie, la rue de Rivoli et le quai Saint-Bernard. Dans le nord de la ZTL, le boulevard

Beaumarchais, le boulevard Saint-Denis et le boulevard Poissonnière ont des volumes qui dépassent leurs capacités. Ces niveaux de saturation sont maintenus en situation de projet.

La mise en place de la ZTL entraîne des réductions du taux d'occupation à l'intérieur de son périmètre mais aussi sur les axes structurants qui entrent à cette zone comme les ponts centraux. Le boulevard de Sébastopol présente des diminutions de la saturation en PPM et PPS, et les ponts au Change et Marie en PPM, et les ponts Royal, Tournelle, et Carrousel en PPS.

La ZTL entraîne également des augmentations du taux d'occupation dans les sections qui subissent des reports de trafic. On observe une augmentation de +10% du taux d'occupation du quai Anatole France en PPM et PPS par rapport à la référence.



Figure 65 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet 2025 durant la PPM



Figure 66 : Taux de saturation (en véh/h) des mouvements tournants avec un plan de feux pour le scénario projet 2025 durant la PPS

Comme pour la référence, les cartes des taux de saturation des mouvements tournants du scénario projet montrent que plusieurs carrefours dépassent leur capacité théorique. On relève des saturations sur les points suivants pendant le matin et le soir :

- Rue de Rivoli vers la place de la Concorde → 150% comme en référence.
- Quai du Louvre → 110% comme en référence.
- Les grands boulevards dans le périmètre nord de la ZTL → 110% comme en référence.

7.3. Comparaison entre le scénario 1 et le scénario 5

Cette partie offre une comparaison des volumes entre le scénario 1 et le scénario 5 du projet de la ZTL Rive Droite.

Des cartes de comparaison dite « spéciale » (absolue et relative) sont également présentées afin d'illustrer les écarts entre les deux scénarios.

Les résultats de taux d'occupation macroscopiques statiques sont ensuite comparés pour le matin et le soir.

Le scénario 1 est utilisé comme référence pour toutes les analyses comparatives.

7.3.1. Période de Pointe du Matin

Les cartes en dessous montrent les différences absolues des volumes de trafic entre les scénarios 1 et 5.

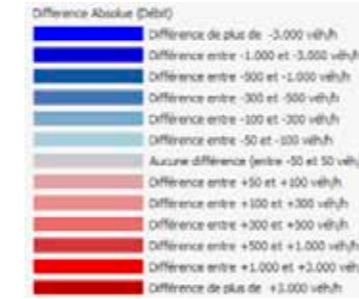
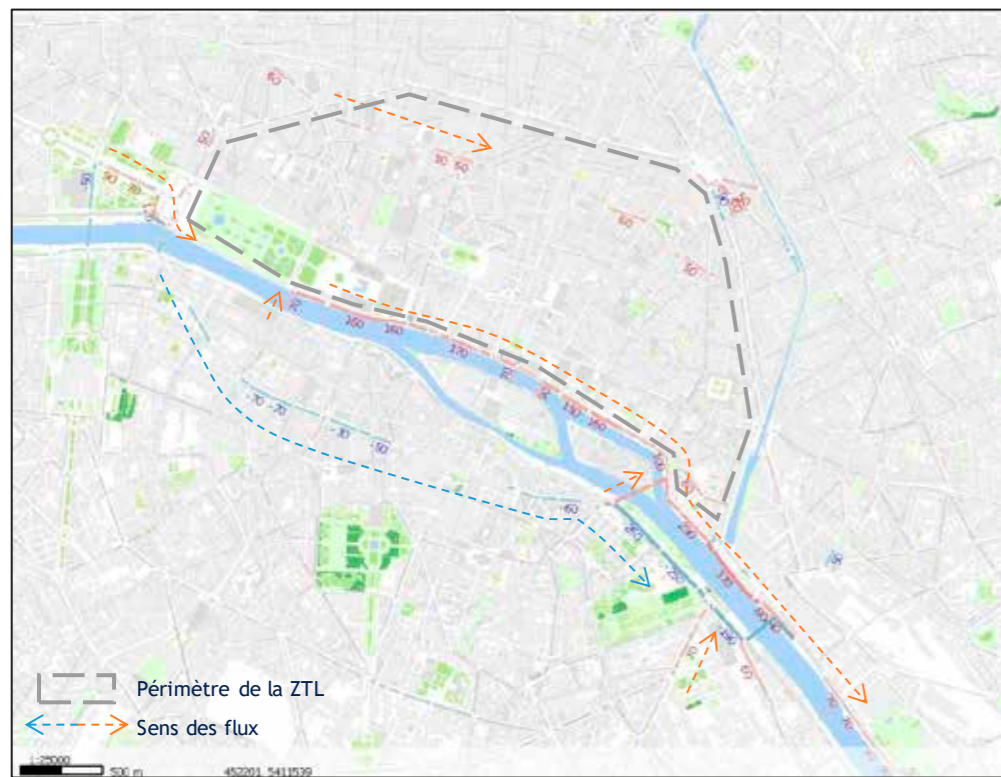
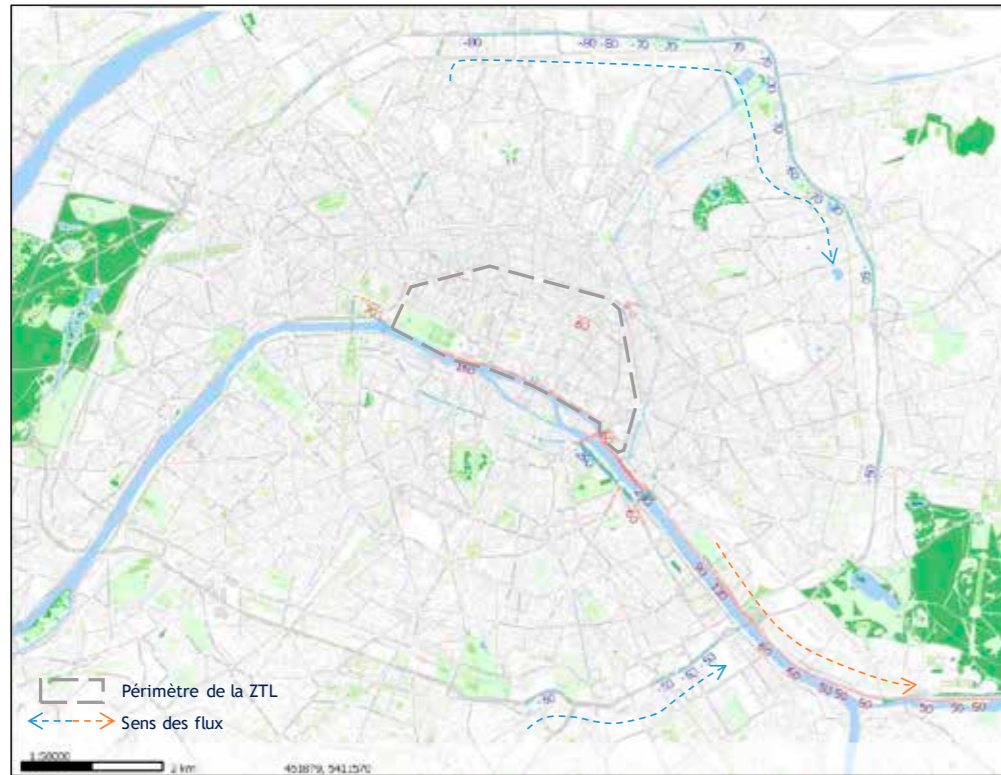


Figure 67 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de Paris et de la ZTL

En scénario 1, les usagers contournent la zone d'étude en empruntant à large échelle le Boulevard Périphérique situé au nord, entre les portes de Saint-Ouen et de Bagnole, et au sud, entre les Portes de Gentilly et de Bercy. A une petite échelle, il y a un contournement plus local à travers le Boulevard Saint-Germain. Ces reports sont induits pour la plupart suite à l'inclusion des quais de la rive droite dans la ZTL en scénario 1.

En revanche, pour le scénario 5, ces quais sont exclus de la ZTL (sauf pour les quais de l'Hôtel de Ville et des Célestins dans le sens est-ouest). Ils sont davantage utilisés qu'en scénario 1 par les véhicules en direction de l'est de Paris et sa banlieue. Un impact important se produit sur le quai Henri IV entre les ponts Sully et Charles de Gaulle : On observe une hausse pouvant aller jusqu'à +370 véh/h au niveau de la voie Mazas, et continue le long du quai de Bercy et au-delà à travers l'A4.



Figure 68 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal

L'ouverture des quais de la rive droite à la circulation de transit dans le scénario 5 entraîne une augmentation de la fréquentation de la place de la Concorde et le tunnel de la Concorde depuis la rue Royale et l'avenue des Champs Elysées. Cela fait basculer le trafic qui passait par le quai Saint-Bernard et le Pont Charles de Gaulle en scénario 1, vers les quais de la rive

droite en scénario 5. La décharge du quai Saint-Bernard laisse la place à d'autres usagers provenant du boulevard de L'Hôpital.

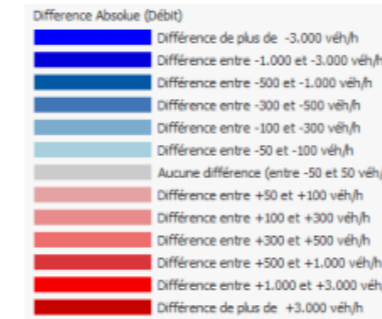
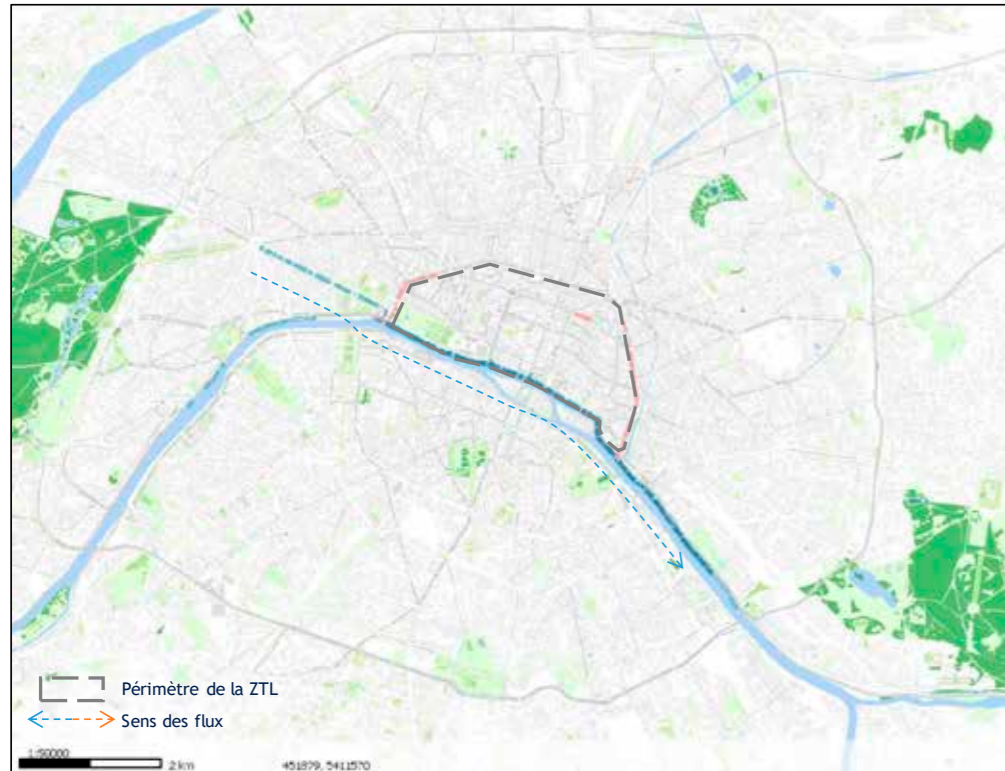


Figure 69 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPM.

La Figure 69 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPM. Figure 69, illustre la différence entre les volumes des scénarios 1 et 5 du projet, en considérant uniquement les usagers ayants droit.

En scénario 5, pendant la PPM, les usagers ayants droit évitent de prendre les quais rive droite pour traverser la ZTL. Ils empruntent d'autres chemins, comme la rue de Bretagne et les boulevards situés dans le périmètre de la ZTL.

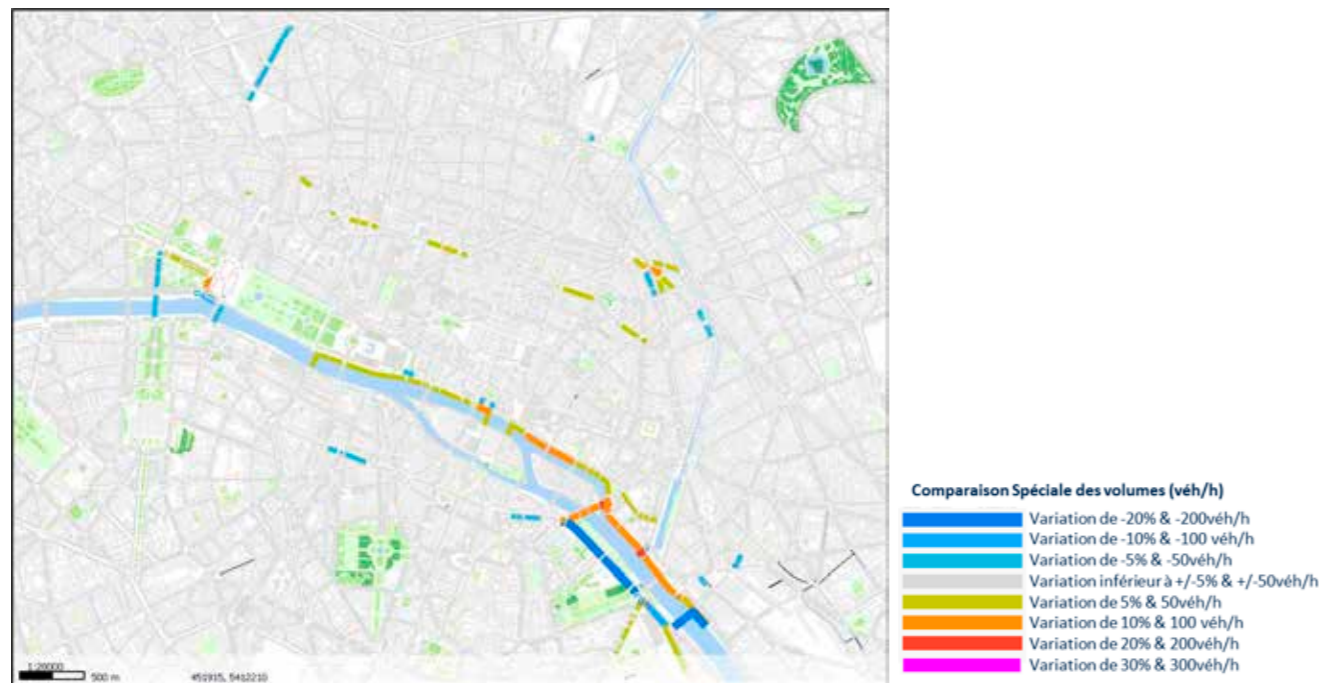


Figure 70 Comparaison spéciale de trafic (en véh/h) en PPM entre le scénario 1 et 5.

Les cartes ci-dessus (Figure 70) montrent la comparaison de volumes dite « spéciale » entre les scénarios 1 et 5 durant la PPM. Cette comparaison tient compte des différences absolues et relatives pour afficher les résultats. Cela permet d'isoler les écarts les plus pertinents.

Pendant la PPM, les écarts les plus importants se trouvent autour du pont d'Austerlitz. Sur la rive gauche, le quai Saint-Bernard et le pont Charles de Gaulle voient leur volume diminuer de 20%, tandis que de l'autre côté, sur la rive droite, on observe des augmentations sur les quais rive droite (+5% sur le quai des Célestins en PPM et en PPS) et sur le pont de Sully (+37% en PPM et +15%), qui ensuite convergent vers le quai Henri IV (+15% en PPM et +10% en PPS). Cela entraîne des hausses du volume de trafic sur le quai et sur la voie Mazas pouvant aller jusqu'à 20% (ponctuellement dans les carrefours).

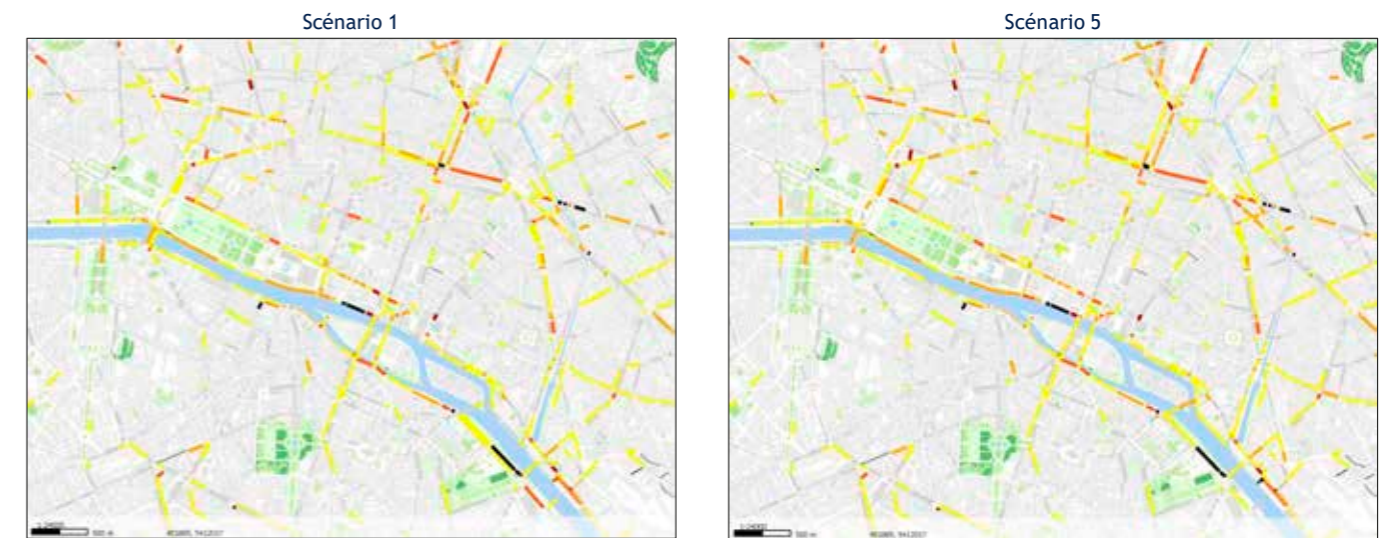


Figure 71 Taux d'occupation pour les scénarios 1 et 5 durant la PPM

Enfin, la Figure 71 présente les taux d'occupation des scénarios 1 et 5 côte à côte durant la PPM. On observe des écarts importants, et ce, notamment sur les quais rive droite en direction d'ouest en est, sur le quai Saint-Bernard, et le pont de la Concorde.

Les écarts les plus pertinents (selon la Figure 70) sont listés ci-après suivis par leur taux de saturation en scénario 1 et 5.

Endroits où le trafic associé au scénario 5 est plus faible que celui associé au scénario 1 (écarts négatifs par rapport au Sc1) / taux d'occupation en Sc1 / taux d'occupation en Sc5 :

- Pont de la Concorde (-70 véh/h) / 60% / 60% (sens nord)
- Boulevard Saint-Germain (-70 véh/h) / 70% / 70% (carrefour bd. St-Michel)
- Quai Saint Bernard (-260 véh/h) / 90% / 50% (sens sud-est)
- Pont Charles de Gaulle (-280 véh/h) / 70% / 50%

Endroits où le trafic associé au scénario 5 est plus élevé que celui associé au scénario 1 (écarts positifs par rapport au Sc1) / taux d'occupation en Sc1 / taux d'occupation en Sc5 :

- Quai de l'Hôtel de Ville (+160 véh/h) / 70% / 80% (sens est)
- Quai Henri IV (+290 véh/h) / 60% / 70%
- Voie Mazas (+370 véh/h) / 40% / 50%
- Pont Sully (+220 véh/h) / 60% / 80%

7.3.2. Période de Pointe du Soir

Les cartes en dessous montrent les différences absolues des volumes des scénarios 1 et 5.

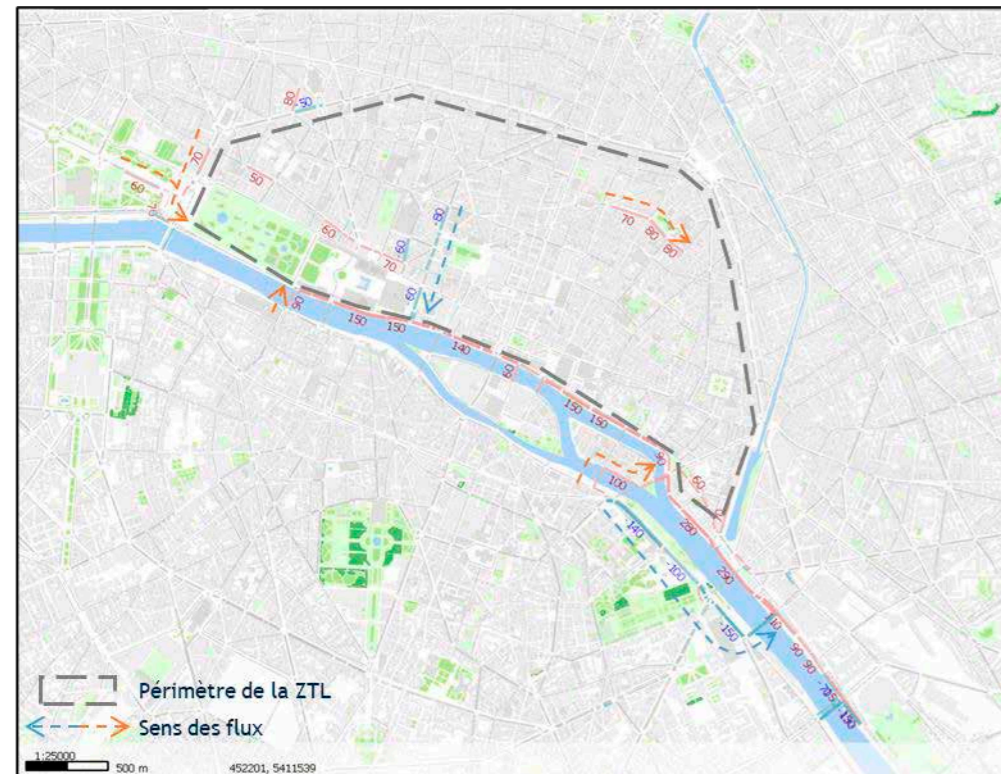
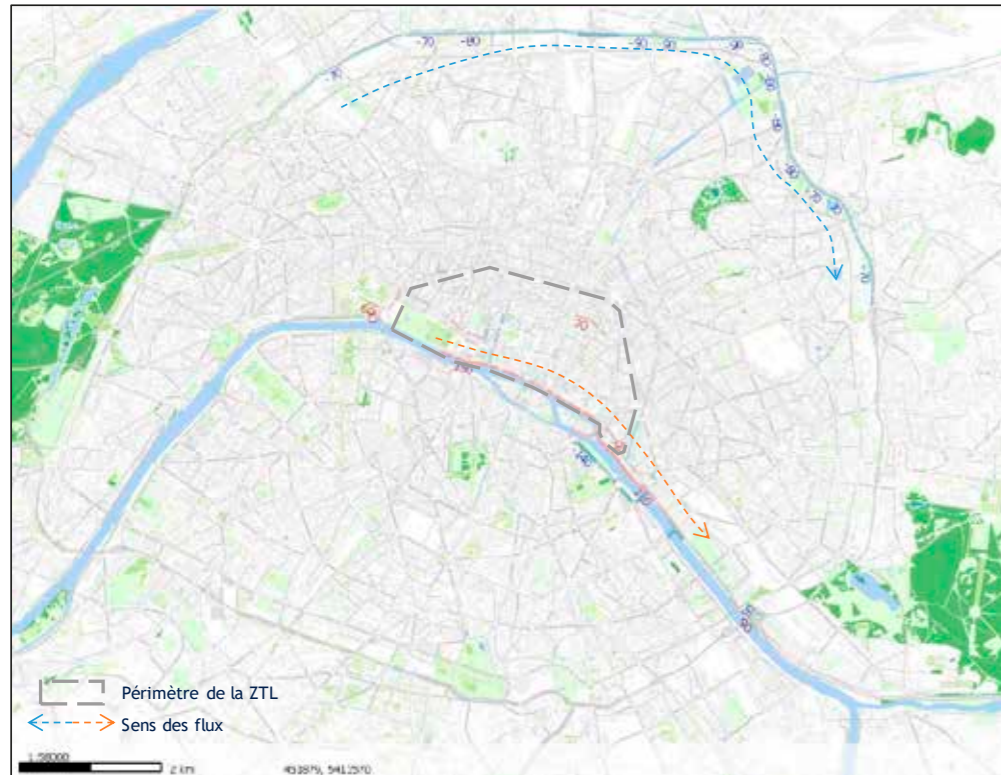


Figure 72 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de Paris et de la ZTL durant la PPS

Durant la PPS, les écarts sont plus faibles entre les scénarios. Néanmoins, les zones d'impact restent semblables. A plus large échelle, le Boulevard Périphérique présente des baisses car il est moins emprunté en scénario 5. Cela est dû au fait que les quais rive droite sont ouverts

pour tous les usagers en scénario 5 et ce qui réduit donc les itinéraires de contournement. Pour arriver aux quais rive droite, les usagers empruntent la place de la Concorde, ainsi que les ponts Royal et de Sully.



Figure 73 Différences absolues de trafic (en véh/h) à l'échelle de la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal

Comme observé durant la PPM, l'ouverture des quais de la rive droite à la circulation de transit dans le scénario 5 entraîne une augmentation de l'usage de la place de la Concorde et du tunnel de la Concorde depuis la rue Royale et l'avenue des Champs Elysées. Cela fait basculer le trafic qui passait par le quai Saint-Bernard et le Pont Charles de Gaulle en scénario 1, vers les quais de la rive droite en scénario 5. Par conséquent, le pont de Sully et le quai Henri IV voient leur trafic augmenter de 100 véh/h et 290 véh/h respectivement.

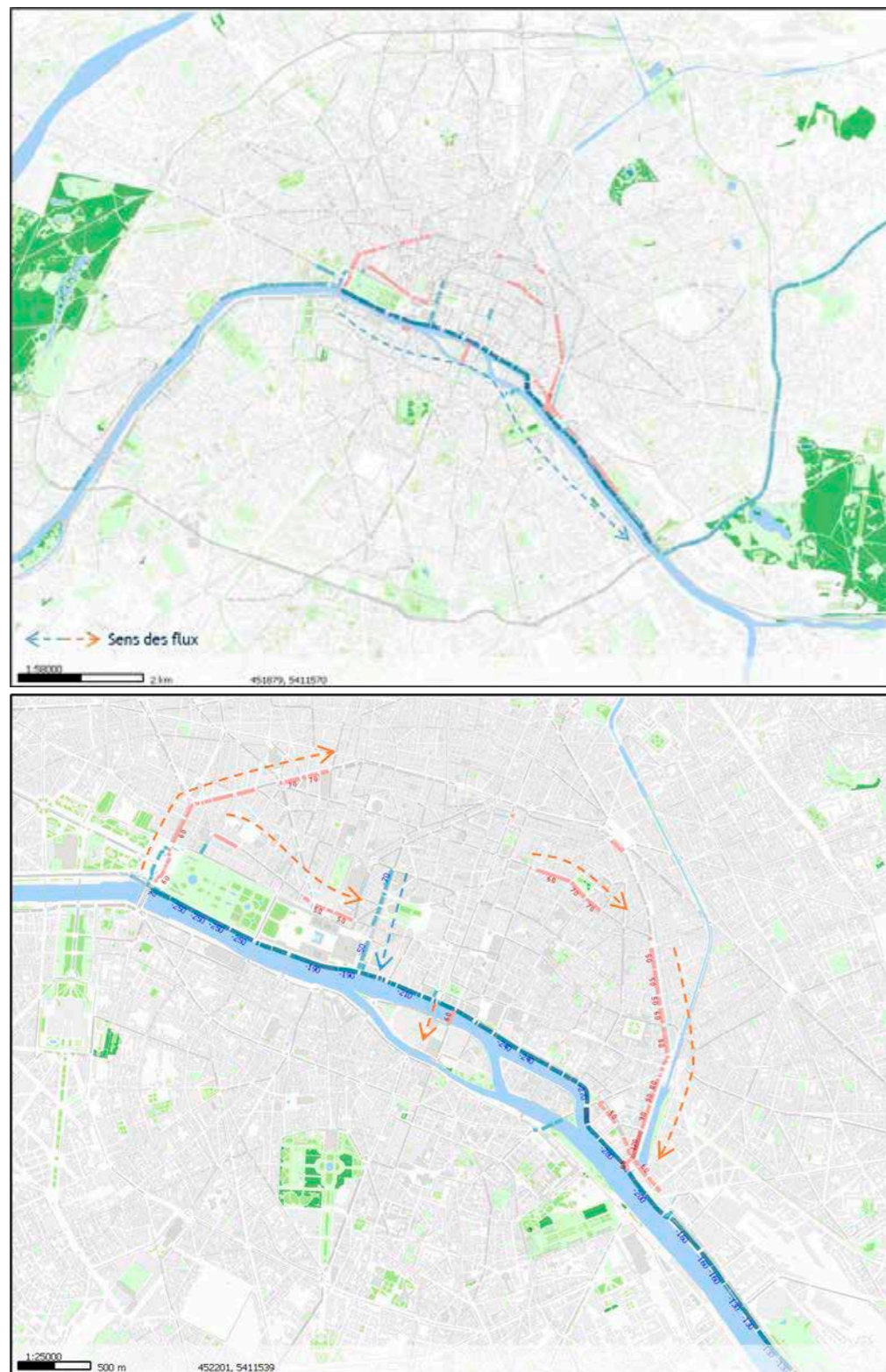


Figure 74 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPS.

La carte dans la Figure 74 montre une comparaison de volumes entre les scénarios 1 et 5 du projet mais en considérant seulement les usagers ayants droit.

En scénario 5, pendant la PPS, les usagers ayants droit évitent de prendre les quais rive droite pour traverser la ZTL. Ils utilisent d'autres chemins comme la rue Saint-Honoré, la rue de Bretagne, et les boulevards dans le périmètre de la ZTL.

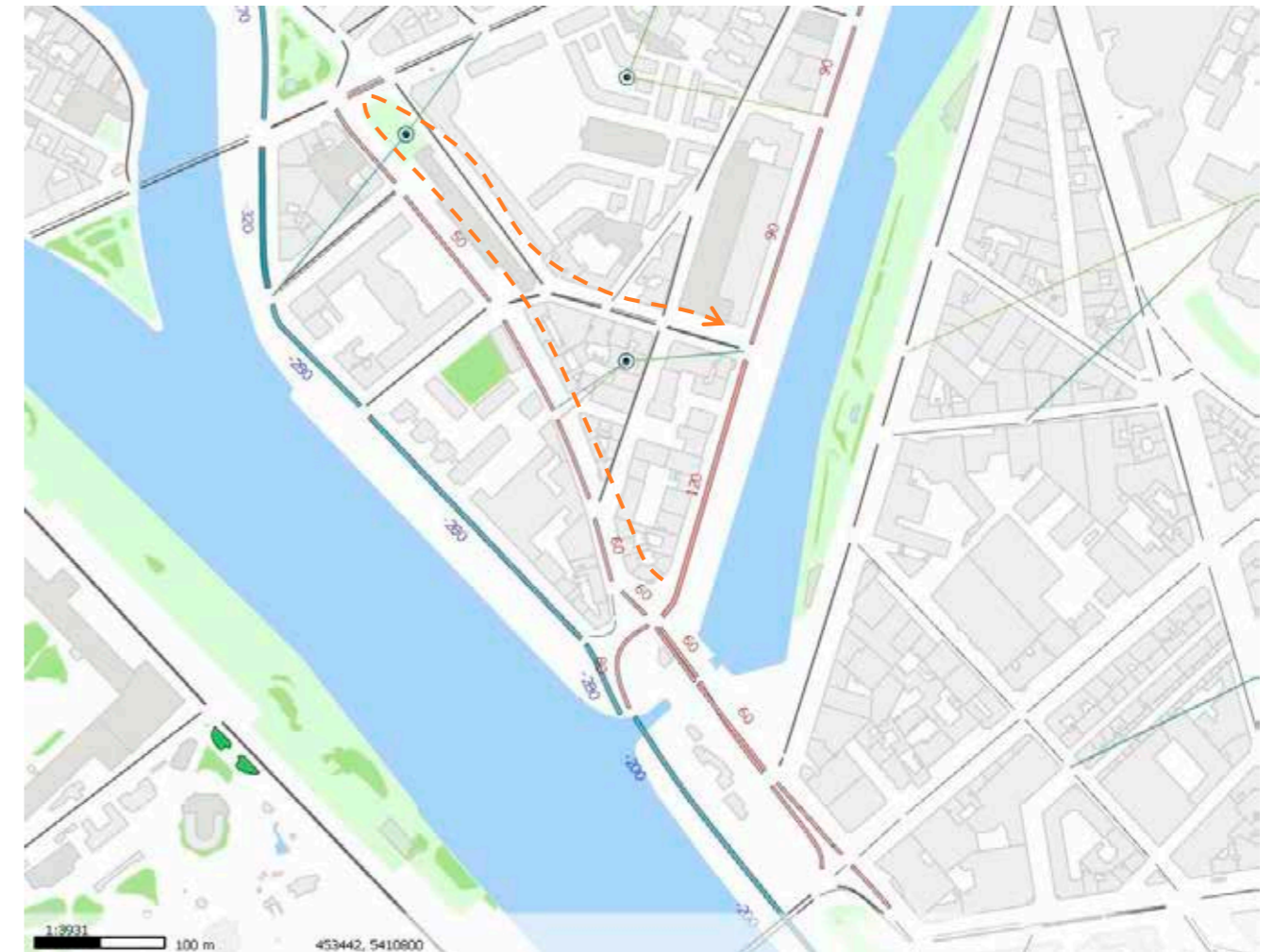


Figure 75 Différence absolue de trafic (en véh/h) pour les usagers ayants droit en PPS dans le quartier de l'Arsenal.

On observe par ailleurs des augmentations de trafic sur le boulevard Morland. Cela correspond à un effet du modèle concernant l'emplacement des centroïdes dans le quartier de l'Arsenal. Comme vu dans la Figure 75, ce sont donc des usagers ayants droit souhaitant aller à un centroïde dans le modèle qui se trouve aux alentours du boulevard Morland, mais qui, à cause de l'emplacement des sections dans le modèle, ne trouvent que ce chemin. Cet effet est donc à ne pas prendre en compte dans les analyses.

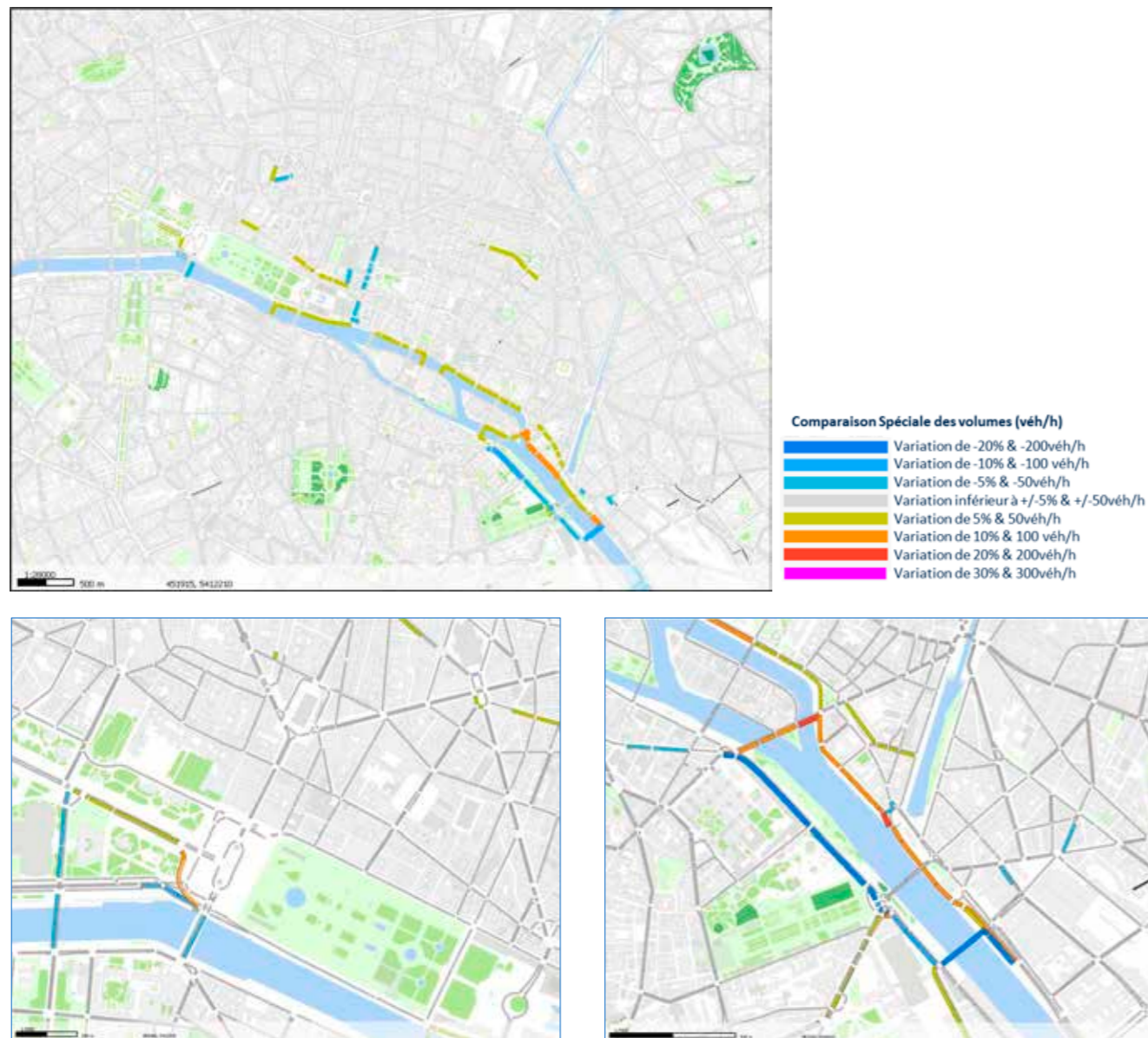


Figure 76 comparaison spéciale de trafic (en véh/h) en PPS entre le scénario 1 et 5.

Les cartes de la Figure 76, montrent la comparaison de volumes dite « spéciale » entre les scénarios 1 et 5 durant la PPS. Cette comparaison tient en compte des différences absolues et relatives pour afficher les résultats. Cela permet d'isoler les écarts les plus pertinents.

Pendant la PPS, l'écart entre le scénario 1 et 5 se trouve principalement sur les quais rive droite. Cette différence est plus notable sur le quai Henri IV car les usagers venant du pont Sully et le quai des Célestins y convergent. Les réductions de volume les plus considérables se trouvent sur le quai Saint-Bernard et le pont Charles de Gaulle, en PPM et PPS.

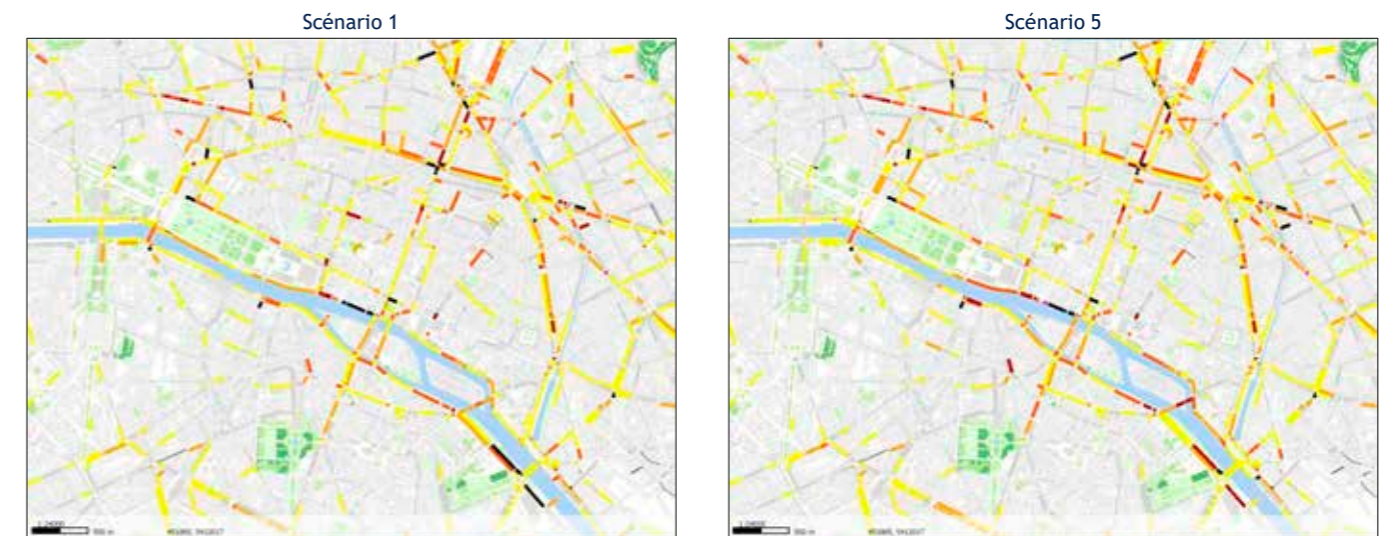


Figure 77 Taux d'occupation (en véh/h) pour les scénarios 1 et 5 durant la PPS

Enfin, la Figure 77 présente les taux d'occupation des scénarios 1 et 5 côte à côte durant la PPS. On observe des écarts notamment sur les quais rive droite en direction d'ouest en est, sur le quai Saint-Bernard, et le pont de la Concorde.

Les écarts les plus pertinents (selon la Figure 76) sont listés ci-après suivis par leur taux de saturation en scénario 1 et 5.

Endroits où le trafic associé au scénario 5 est plus faible que celui associé au scénario 1 (écarts négatifs par rapport au Sc1) / taux d'occupation en Sc1 / taux d'occupation en Sc5

- Pont de la Concorde (-60 véh/h) / 60% / 50% (sens nord)
- Boulevard Saint-Germain (pas de variation) / 100% / 100% (carrefour bd. St-Michel)
- Quai Saint Bernard (-140 véh/h) / 90% / 80% (sens sud-est)
- Pont Charles de Gaulle (-150 véh/h) / 80% / 70%

Endroits où le trafic associé au scénario 5 est plus élevé que celui associé au scénario 1 (écarts positifs par rapport au Sc1) / taux d'occupation en Sc1 / taux d'occupation en Sc5

- Quai de l'Hôtel de Ville (+150 véh/h) / 90% / 100% (sens est)
- Quai Henri IV (+280 véh/h) / 80% / 90%
- Voie Mazas (+290 véh/h) / 60% / 60%
- Pont Sully (+110 véh/h) / 90% / 110%

7.3.3. Analyse des Chemins

Les usagers cherchent le chemin pour lequel le coût, tel que décrit dans la partie 3, est minimal. Ce coût est principalement fonction du volume passant par chaque section et chaque mouvement tournant. Ce coût est calculé pour chaque type d'usager concerné (2RM, VL, PL et taxi ayants droit ZTL ou non). Les valeurs représentées dans les cartes ci-après ne constituent pas les volumes affectés dans chaque section mais le nombre de véhicules dans le modèle empruntant chaque chemin.

- Analyse d'itinéraires : Arc de Triomphe → Bercy

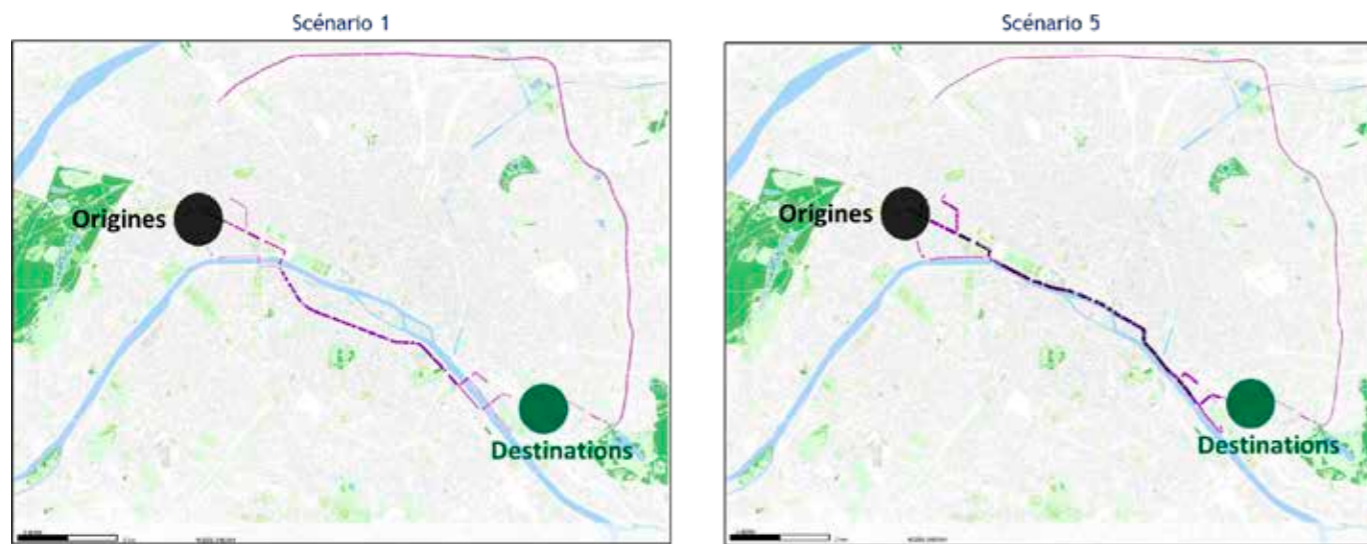


Figure 78 Analyse de chemins : itinéraires entre l'Arc de Triomphe et Bercy

Cette partie présente les itinéraires utilisés pour réaliser le trajet entre l'Arc de Triomphe en direction de Bercy.

En scénario 1, l'inclusion des quais rive droite dans la ZTL oblige les véhicules à trouver d'autres chemins. L'itinéraire principal se fait en empruntant le bd Saint-Germain, mais certains usagers trouvent plus pertinent de rejoindre le Boulevard Périphérique au nord.

En scénario 5, les usagers empruntent quasi exclusivement les quais rive droite pour traverser la ZTL et réaliser l'itinéraire.

- Comparaison de chevelus : quai de la Rapée pendant la PPM

Cette analyse de chemin a été réalisée pour chaque scénario en prenant la section du modèle correspondant au quai de la Rapée en direction d'ouest en est. De cette manière les itinéraires en amont et en aval de cette section sont répertoriés par chaque type de véhicule. Les résultats pour chaque scénario sont ensuite comparés afin de trouver la différence absolue.

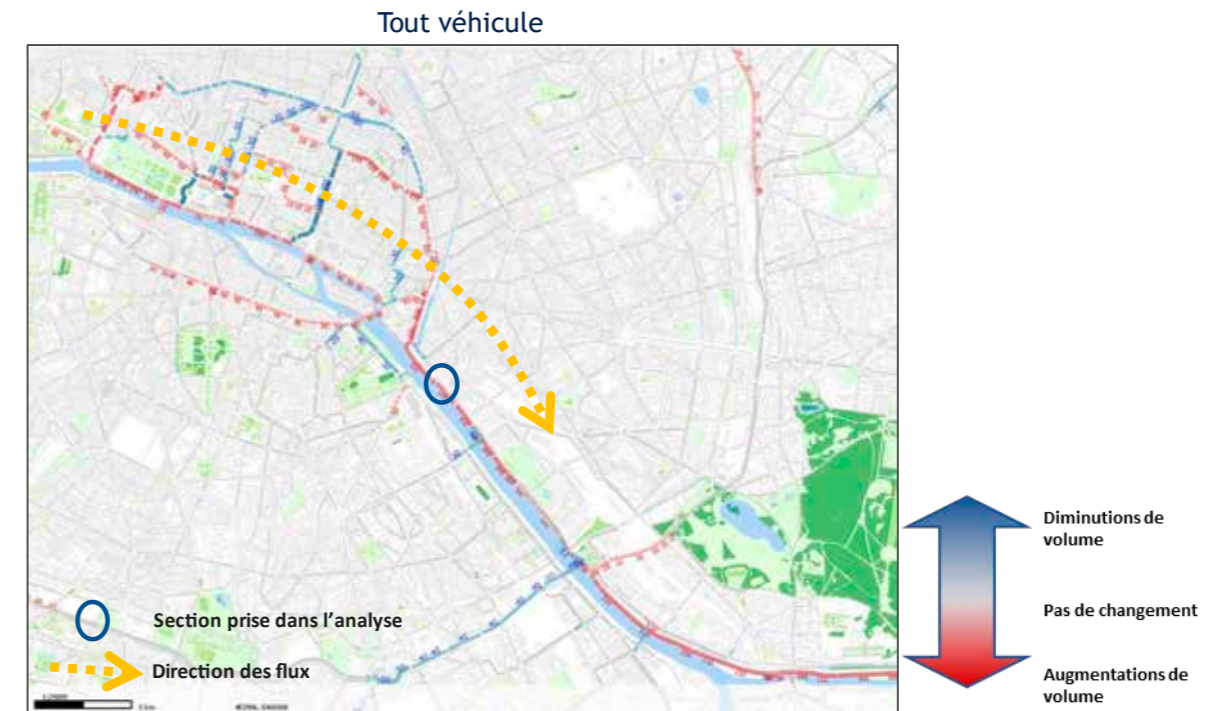


Figure 79 Comparaison de chevelus : quai de la Rapée

La Figure 79 montre la comparaison de chevelus sur le quai de la Rapée pendant la PPM. Les usagers non ayants droit peuvent utiliser les quais rive droite pour aller vers l'est en scénario 5. Cela implique que ces usagers empruntent d'avantage la place de la Concorde, venant depuis l'avenue des Champs Elysées et la rue Royale.

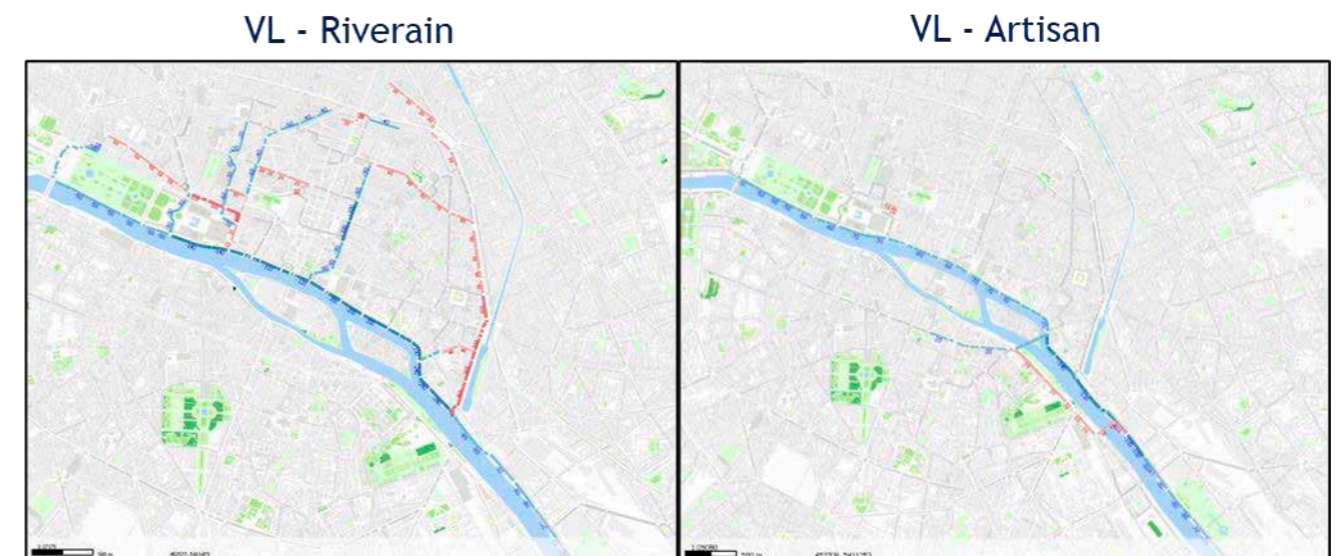


Figure 80 Comparaison de chevelus pour les usagers ayants droit : quai de la Rapée

La Figure 80 montre la même comparaison en considérant seulement les usagers ayants droit. En scénario 5, ils vont désormais éviter d'emprunter les quais pour les itinéraires ouest-est.

Cela implique que les axes à l'intérieur de la ZTL qui rejoignent les quais sont aussi moins empruntés en scénario 5, comme c'est le cas pour les rues du Renard, du Louvre, et Croix des Petits Champs. Les usagers ayants droit vont dans ce cas privilégier les axes traversants à l'intérieur de la ZTL comme les rues Saint-Honoré et Bretagne, mais aussi les axes contournant comme le bd Beaumarchais.

Les véhicules autorisés à faire des trajets de transit (artisans), évitent aussi les quais rive droite en scénario 5. Ils préfèrent le quai Saint-Bernard pour cet itinéraire.

- **Comparaison de chevelus : place de la République pendant la PPM**

Cette analyse de chemin a été réalisée pour chaque scénario en prenant la section du modèle correspondant à la place de la République en direction d'est en ouest. De cette manière les itinéraires en amont et en aval cette section sont répertoriés par chaque type de véhicule. Les résultats pour chaque scénario sont ensuite comparés afin de trouver la différence absolue.

Tout véhicule

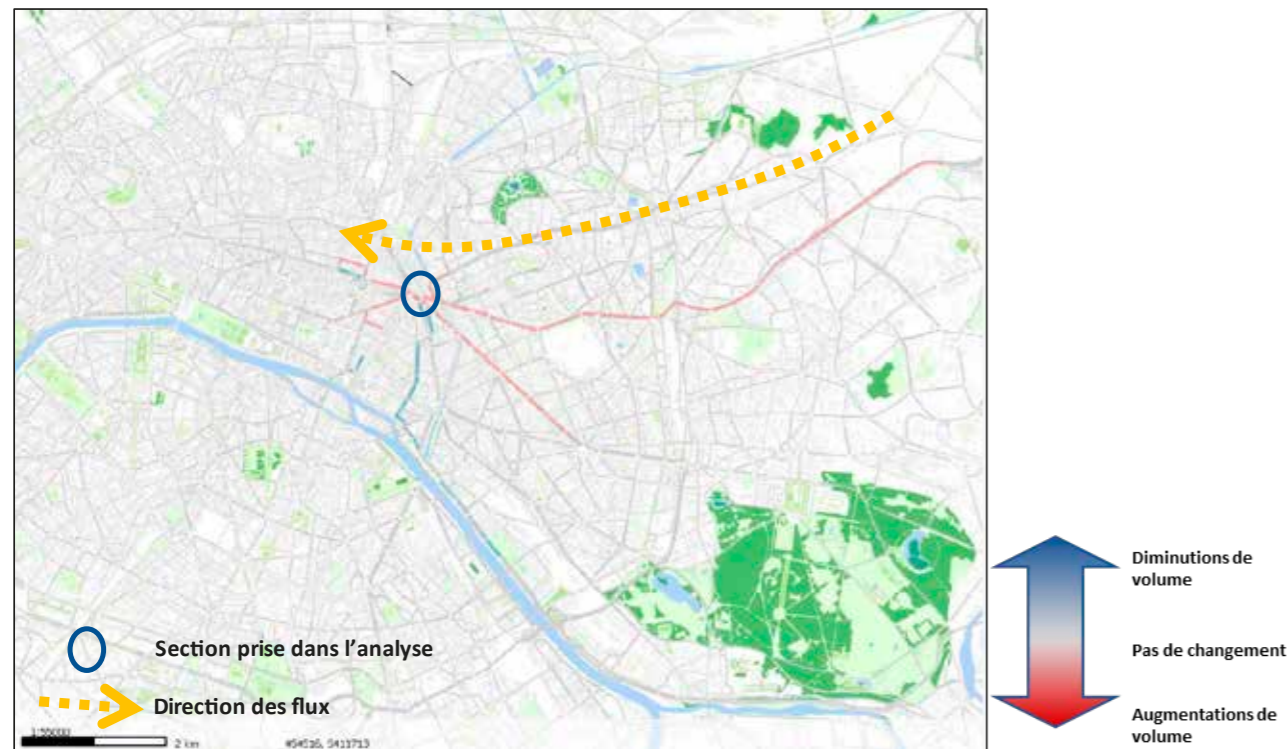


Figure 81 Comparaison de chevelus : place de la République

Comme observé dans la Figure 82, les écarts sur la place de la République, correspondent principalement à des usagers ayants droit.

VL - Riverain

VL - Artisan



Figure 82 Comparaison de chevelus pour les usagers ayants droit : place de la République

En scénario 5, les usagers vont éviter d'entrer dans la ZTL depuis le quartier de l'Arsenal (en empruntant le quai de la Rapée), préférant l'entrée plus au nord par la place de la République. Ces usagers proviennent de la petite couronne, à l'est. En revanche, les artisans n'ont pas d'écarts entre les deux scénarios.

8. Conclusion

L'étude de trafic suite à la mise en place d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris repose sur une situation de référence qui tient compte de tous les projets d'aménagement à l'échelle de l'Île-de-France sur le réseau modélisé à l'horizon 2025.

L'objectif était d'établir une situation dans laquelle le scénario 5 de projet étudié dans ce rapport pourrait être intégré de manière à pouvoir isoler et étudier les impacts qui lui sont spécifiques. Dans cette variante, la ZTL concerne Paris Centre Rive Droite, quais hauts rive droite depuis la place de la Concorde jusqu'au bassin de l' Arsenal exclus, SAUF les quais dans la direction Est-Ouest depuis le boulevard Morland vers le Quai de l'Hôtel de Ville, qui sont inclus dans la ZTL. On a observé grâce à l'étude macroscopique des reprints de trafic statiques légers. Tous les impacts restent localisés autour de la ZTL pendant la PPM et la PPS.

Une baisse générale du trafic dans la ZTL est remarquée. En raison des reprints de trafic, certaines sections reçoivent davantage de véhicules comme les traversées de la Seine : le pont de la Concorde, le pont Alexandre III et le pont Charles de Gaulle.

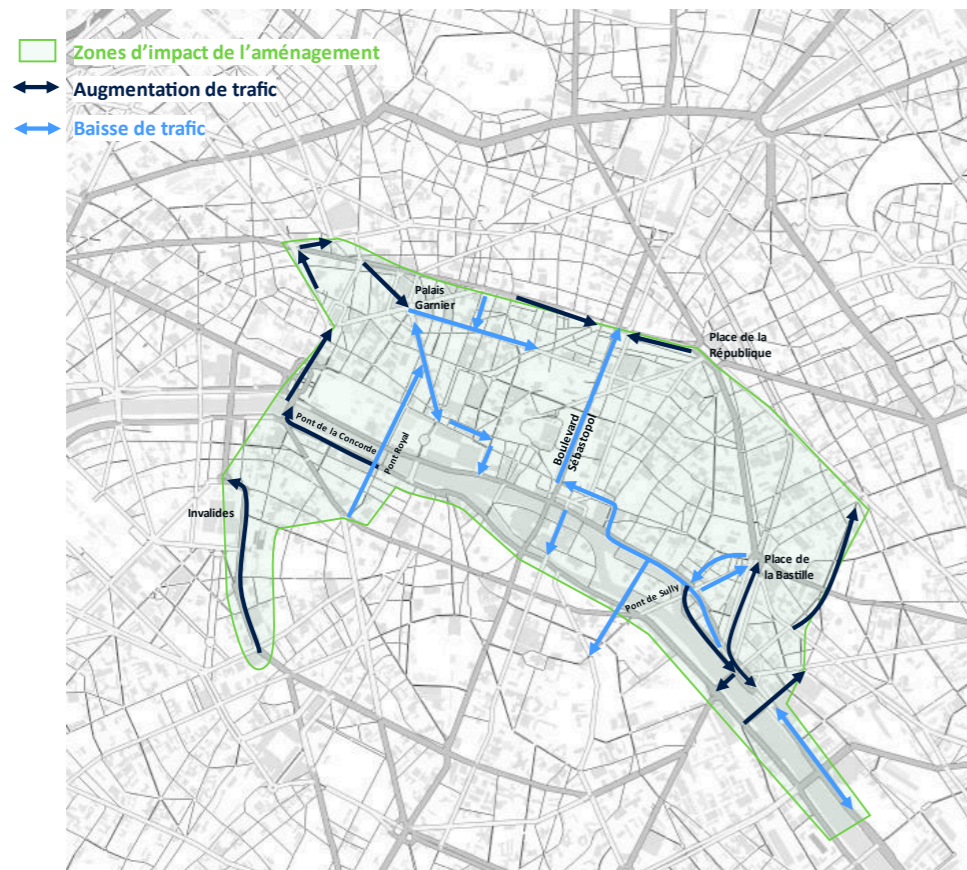


Figure 83 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario 5 en PPM

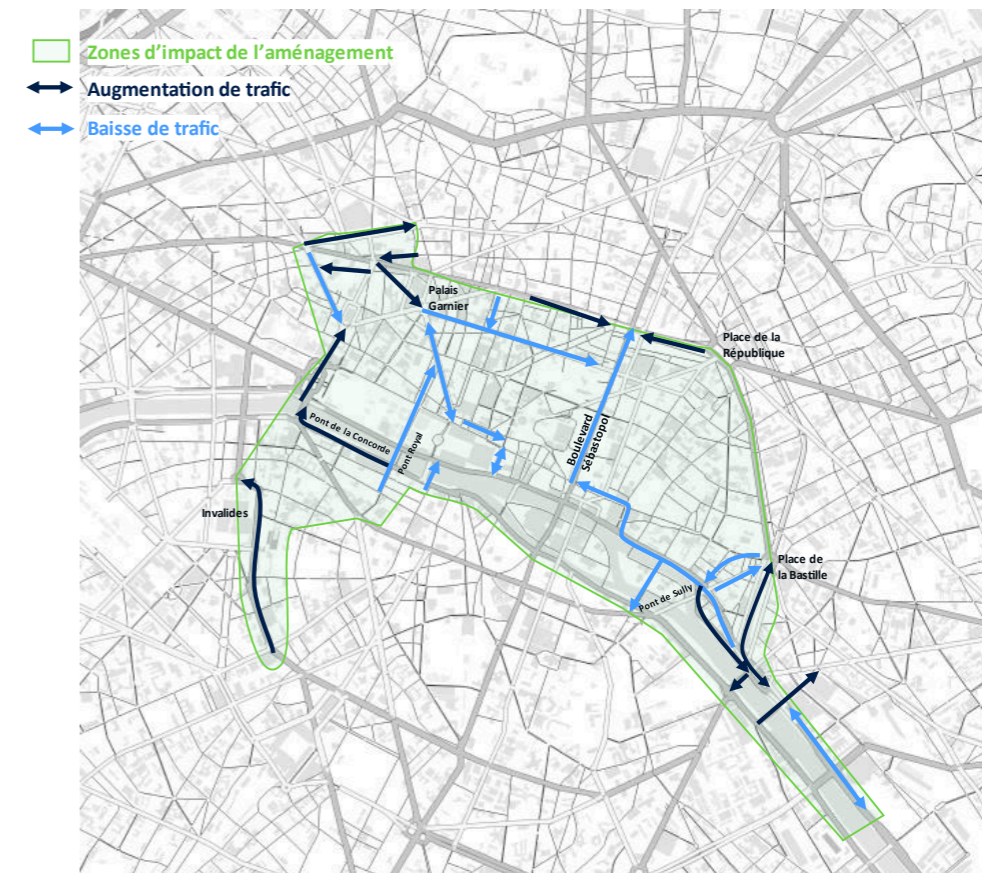


Figure 84 : Schéma bilan des conséquences de la mise en place du scénario 5 en PPS

L'association de ces deux derniers schémas bilan (Figure 83 et Figure 84) montre le nouvel équilibre établi entre les véhicules non riverains et les véhicules riverains. D'un côté les non riverains n'utilisent plus le réseau à l'intérieur de la ZTL (d'où la baisse de trafic), puisqu'ils n'en ont plus l'autorisation et d'autre part, les véhicules ayants droit maximisent la part de leur trajet sur le réseau à l'intérieur de la ZTL. Cependant, nous observons des augmentations de trafic autour de la ZTL, qui sont causées par les véhicules non riverains cherchant à contourner l'interdiction de passage dans la zone.

Pour les deux périodes modélisées, on observe d'importants changements d'usage aux abords de la ZTL avec des itinéraires de contournement - par rapport au scénario de référence - via :

- Le quai Anatole France et le pont de la Concorde ;
- Le boulevard Bourdon ;
- Le boulevard des Invalides ;
- L'avenue Ledru-Rollin ;
- Le quai Henri IV ;
- Le pont Charles de Gaulle.

En parallèle du contournement local de la ZTL une partie des reports se fait sur le Boulevard Périphérique Intérieur. Ces reports restent faibles avec un volume affecté inférieur en moyenne à 2% du trafic du Boulevard Périphérique par rapport à la situation de Référence.

L'aménagement de la ZTL introduit d'importantes baisses de trafics sur les nombreux ponts des quartiers centraux :

- Le Pont Royal
- Pont du Carrousel
- Le Pont de la Tournelle et Marie
- Le pont Notre-Dame

Et sur les axes structurants également :

- Les quais de l'Hôtel de Ville à la Rapée
- Le boulevard Sébastopol
- Du pont Royal à l'avenue de l'Opéra
- La rue du 4 Septembre et de Réaumur

Dans les deux scénarios, les impacts principaux restent localisés autour de la ZTL pendant la PPM et la PPS. Une baisse générale du trafic dans la ZTL est remarquée. En raison des reports de trafic, certaines sections reçoivent davantage de véhicules comme les traversées de la Seine de part et d'autre du périmètre ZTL : le pont de la Concorde, le pont Alexandre III et le pont Charles de Gaulle.

Dans le scénario 5, l'exclusion des quais hauts rive droite de la ZTL en fait un itinéraire intéressant pour rejoindre l'est de Paris et sa banlieue depuis l'ouest et les quartiers centraux de la rive gauche. Cela entraîne des taux de saturation élevés durant la PPS notamment sur les quais de l'Hôtel de Ville (dans le sens ouest-est) et Henri IV, mais aussi sur le Pont de Sully qui rejoint la rive droite au niveau du quai des Célestins. Cela entraîne aussi un usage plus important de la place de la Concorde et du tunnel de la Concorde depuis la rue Royale et l'avenue des Champs Elysées.

Dans le scénario 1, l'inclusion des quais hauts rive droite dans la ZTL induit des reports de trafic sur le boulevard Saint Germain et le quai Saint-Bernard. Les reports de trafic sur le Boulevard Saint-Germain restent faibles (de l'ordre de +70 véh/h en PPM, soit un écart de 5% par rapport à la situation de référence ; on n'observe pas de différence entre les scénarios en PPS). Sur cet axe les taux de saturation sont élevés durant la PPS, et proches de la capacité du boulevard quel que soit le scénario de ZTL considéré, comme dans la situation de référence.

Les différences les plus notables entre les deux scénarios sont les suivantes :

- Axes sur lesquels le trafic est plus élevé pour le scénario 5 que pour le scénario 1 : les quais rive droite (+12% en PPM et +8% en PPS), le pont de Sully (+40% en PPM et +15% en PPS), le quai Henri IV (+20% en PPM et +13% en PPS). Sur le Pont de Sully, dans le scénario 5, le taux de saturation est supérieur à la capacité du pont durant la PPS.
- Axes sur lesquels le trafic est plus élevé pour le scénario 1 que pour le scénario 5 : le pont Charles de Gaulle (+32% en PPM et +12% en PPS) et le quai Saint-Bernard (+43% en PPM et +10% en PPS). Sur le quai Saint-Bernard, dans le scénario 1, le taux de saturation est proche de la capacité du quai.

A large échelle, dans les deux scénarios, les usagers contournent la ZTL en empruntant le boulevard périphérique, avec des reports induits très faibles en comparaison des niveaux de trafic qui y circulent (de l'ordre de 3% du trafic du boulevard périphérique par rapport à la situation de référence).

En conclusion, il convient de souligner que les résultats de l'étude sont des données macroscopiques et statiques. Ainsi, ces données ne sont pas qualifiées spatialement et temporellement. Néanmoins, l'analyse des indicateurs globaux met en évidence l'attrait de la ZTL pour les personnes ayant le droit d'y circuler, avec un réseau moins encombré et moins saturé.

ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 9 :
Scénario Variante – Étude Air / Santé – ARIA

OGI/Ville de Paris

Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75) Scénario 5



Etude Air et Santé

Références : Rapport ARIA/2023.076

Documents associés : Rapport ARIA/22.054V4 relatif à l'état initial de la qualité de l'air
Rapport ARIA 2023.006 relatif à l'étude Air et Santé du scénario 1

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 2

Accessibilité : Restreint

ARIA TECHNOLOGIES

Siège social - Parc de L'Île - 15/27 Rue du Port - 92000 Nanterre Cedex - France - Courriel : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>
S.A.S. au capital de 779 947 euros - SIRET 379 180 474 00064 - RCS Nanterre B 379 180 474 - Code APE 6201Z - TVA FR27 379 180 474

ARIA Technologies		Titre : Création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) dans le centre de Paris (75)						
N° rapport ARIA		23.076						
N° Action ARIA		23.137						
Nombre de pages		142	Nombre de figures	55	Nombre de tableaux	37	Nombre d'annexes	3
Auteur(s)		ARIA Technologies, Camille HUSELSTEIN						
Sous-traitants		RINCENT AIR						
Intérêt documentaire		Accessibilité		Confidentielle		Libre		
Oui	Non	ARIA Technologies				Restreinte		
Etat du document		Rédacteur Nom/Date			Relecteur Nom/Date			
Version 1 provisoire		Camille HUSELSTEIN Le 23/08/2023			Lydia RICOLLEAU Le 30/08/2023			
Version V2		Camille HUSELSTEIN Le 03/10/2023			Lydia RICOLLEAU Le 05/10/2023			
Diffusion		Date		DESTINATAIRES			Nombre	
Diffusion informatique		05/10/2023		OGI/Ville de Paris			1	

SOMMAIRE

1	CADRE DE L'ETUDE.....	8
2	DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	9
2.1	Localisation du projet.....	9
2.2	Population.....	10
2.2.1	Population générale.....	10
2.2.1.1	Recensement de la population.....	10
2.2.1.2	Densité de population.....	11
2.2.2	Populations vulnérables.....	13
2.3	Trafic modélisé pour les situations initiale et futures.....	15
2.4	Définition du domaine d'étude et de la bande d'étude.....	19
2.5	Niveau d'étude retenu.....	21
2.5.1	Rappel des recommandations du guide du Cerema pour les infrastructures routières.....	21
2.5.2	Contenu de l'étude Air et Santé pour le projet ZTL.....	23
3	ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER.....	24
3.1	Méthodologie.....	24
3.2	Données d'entrée.....	24
3.2.1	Données de trafic.....	24
3.2.2	Vitesse des véhicules sur les brins.....	26
3.2.3	Répartition par catégories de véhicules.....	26
3.2.4	Parc roulant.....	27
3.2.5	Facteurs d'émissions.....	28
3.3	Résultats des émissions de polluants.....	28
3.3.1	Tableaux de résultats.....	28
3.3.2	Cartographies.....	32
4	IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR.....	38
4.1	Méthodologie.....	38
4.1.1	Modèle de dispersion mis en œuvre pour les simulations.....	38
4.1.2	Présentation de la méthodologie appliquée.....	38
4.1.2.1	Etape 1 : modélisation de l'écoulement du vent.....	39
4.1.2.2	Etape 2 : modélisation de la dispersion des émissions.....	39
4.1.2.3	Etape 3 : estimation des concentrations moyennes.....	39
4.2	Données d'entrée pour les modélisations.....	39
4.2.1	Météorologie.....	39
4.2.1.1	Données météorologiques.....	39
4.2.1.2	Analyse météorologique.....	40
4.2.1.3	Choix des conditions météorologiques retenues pour les simulations.....	44
4.2.2	Topographie.....	46
4.2.3	Obstacles.....	47
4.2.4	Emissions.....	48
4.3	Présentation des résultats.....	49
4.3.1	Conversion des NOx en NO ₂	49
4.3.2	Pollution de fond.....	49
4.4	Résultats des concentrations dans l'air.....	51
4.4.1	Comparaison avec les mesures in-situ.....	51
4.4.2	Concentrations au niveau du sol – bilan sur le domaine d'étude.....	54
4.4.3	Points d'intérêt.....	61
4.4.4	Concentrations au niveau du sol – bilan au niveau des points d'intérêt.....	63

5	IMPACT DU PROJET SUR LES POPULATIONS.....	75
5.1	Indice Pollution/Population (IPP).....	75
5.1.1	Méthodologie.....	75
5.1.2	Résultats.....	77
5.1.2.1	Synthèse.....	77
5.1.2.2	Histogramme de distribution.....	77
5.2	Evaluation des risques sanitaires.....	84
5.2.1	Démarche.....	84
5.2.2	Choix des traceurs de risque et identification des dangers.....	84
5.2.2.1	Choix des traceurs de risque.....	84
5.2.2.2	Identification des dangers.....	85
5.2.3	Voie d'exposition retenue.....	88
5.2.4	Etude des relations dose-réponse et choix des VTRs.....	88
5.2.4.1	Définitions.....	88
5.2.4.2	Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	89
5.2.4.3	Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence.....	90
5.2.5	Evaluation de l'exposition humaine.....	92
5.2.5.1	Scénarios d'exposition retenus.....	92
5.2.5.2	Résultats de la modélisation retenus pour l'ERS.....	93
5.2.5.3	Doses d'exposition.....	96
5.2.5.4	Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS.....	100
5.2.6	Caractérisation des risques.....	102
5.2.6.1	Méthodologie.....	102
5.2.6.2	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	104
5.2.6.3	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil.....	106
5.2.6.4	Incertitudes.....	108
6	SYNTHESE.....	109
	ANNEXE 1 : GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE.....	115
	ANNEXE 2 : DESCRIPTION DU MODELE MSS.....	121
	ANNEXE 3 : RESULTATS DETAILLES DES CALCULS DE RISQUE (QD ET ERI).....	139
	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	140
	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil.....	141

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)	11
Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)	11
Tableau 3 : critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude	19
Tableau 4 : définition des niveaux d'étude "Loi sur l'air"	21
Tableau 5 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la zone d'étude	29
Tableau 6 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la ZTL	29
Tableau 7 : bilan des émissions en polluants atmosphériques hors ZTL	30
Tableau 8 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent	41
Tableau 9 : situations météorologiques retenues pour les simulations 3D	45
Tableau 10 : valeurs de pollution de fond retenues pour l'étude	50
Tableau 11 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en NO ₂	52
Tableau 12 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM ₁₀	52
Tableau 13 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM _{2.5}	53
Tableau 14 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt - NO ₂ , benzène et 1,3 butadiène (en rouge : dépassement de la valeur limite)	71
Tableau 15 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – PM ₁₀ et PM _{2.5}	72
Tableau 16 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – arsenic, nickel et chrome	73
Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – HAPs	74
Tableau 18 : pourcentage de la population de la bande d'étude du scénario 5 exposée à chaque tranche de concentrations	78
Tableau 19 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérogènes	85
Tableau 20 : identification des dangers par substances	85
Tableau 21 : substances retenues et impact sur la santé	87
Tableau 22 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérogènes	90
Tableau 23 : valeurs guides pour les risques chroniques	91
Tableau 24 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil	91
Tableau 25 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil	91
Tableau 26 : récapitulatif des scénarios d'exposition retenus	92
Tableau 27 : hypothèse pour la pollution de fond (fond urbain Paris) retenue	93
Tableau 28 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL	93
Tableau 29 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL	94
Tableau 30 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »	95
Tableau 31 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL	97
Tableau 32 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL	98
Tableau 33 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »	99
Tableau 34 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios résident et écolier	140
Tableau 35 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios « impact négatif » et « impact positif »	140
Tableau 36 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	141
Tableau 37 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	141

FIGURES

Figure 1 : périmètre du projet ZTL	9
Figure 2 : Contour des arrondissements de Paris	10
Figure 3 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté	12
Figure 4 : Localisation des établissements sensibles	14
Figure 5 : trafic pour la situation initiale	16
Figure 6 : trafic pour la situation « fil de l'eau » 2024	17
Figure 7 : trafic pour la situation avec projet 2024	18
Figure 8 : domaine d'étude et bande d'étude	20
Figure 9 : synthèse du contenu attendu de l'étude du projet considéré (source : Cerema, 2019)	22
Figure 10 : liste des polluants à considérer en fonction du niveau d'étude (source : Cerema, 2019)	22
Figure 11 : diagramme méthodologique pour le calcul des émissions	24
Figure 12 : répartition par grandes catégories de véhicules dans Paris (source : Mairie de Paris, Direction de la Voirie et des Déplacements)	27
Figure 13 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène sur l'ensemble du domaine d'étude	30
Figure 14 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène sur la ZTL	31
Figure 15 : évolution des émissions en NO _x , PM ₁₀ , PM _{2.5} et benzène hors ZTL	31
Figure 16 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation initiale	33
Figure 17 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation « fil de l'eau » (2024)	34
Figure 18 : émissions en NO _x (kg/km/j) pour la situation avec projet (2024)	35
Figure 19 : différence d'émissions en NO _x entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau »	36
Figure 20 : méthodologie mise en œuvre	38
Figure 21 : rose des vents générale 2019-2021 – Station Météo-France Paris-Montsouris	40
Figure 22 : répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique	42
Figure 23 : roses des vents par classe de stabilité	42
Figure 24 : variation de la température sur l'année (période du 01/01/2019 au 31/12/2021)	43
Figure 25 : directions de vent retenues pour les modélisations 3D	44
Figure 26 : topographie du domaine d'étude (source : IGN RGE ALTI® 1m)	46
Figure 27 : bâtiments dans la ZTL (source : BD TOPO® de l'IGN)	47
Figure 28 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ au niveau du sol – situation initiale	56
Figure 29 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation future « fil de l'eau » (2024)	57
Figure 30 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation future avec projet (2024)	58
Figure 31 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ – situation initiale, fil de l'eau et future avec projet (2024) – vue 3D avenue de l'Opéra	59
Figure 32 : comparaison des concentrations moyennes annuelles pour le NO ₂ à l'horizon 2024 entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet	60
Figure 33 : localisation des points d'intérêt	62
Figure 34 : concentrations moyennes annuelles en NO ₂ au niveau des points d'intérêt	65
Figure 35 : concentrations moyennes annuelles en NO ₂ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	65
Figure 36 : concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ au niveau des points d'intérêt	67
Figure 37 : concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	67
Figure 38 : concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} au niveau des points d'intérêt	69
Figure 39 : concentrations moyennes annuelles en PM _{2.5} au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures	70

Figure 40: répartition de la population par bâtiments habités dans la bande d'étude du scénario 5 (source : INSEE, 2017)	76
Figure 41 : IPP global pour le NO ₂ sur la bande d'étude du scénario 5.....	77
Figure 42 : histogramme de distribution concentration/population sur la bande d'étude du scénario 5	78
Figure 43 : carte IPP – situation initiale dans la bande d'étude.....	80
Figure 44 : carte IPP –fil de l'eau (2024) dans la bande d'étude.....	81
Figure 45 : carte IPP –avec projet (2024) dans la bande d'étude	82
Figure 46 : carte de différence d'IPP entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (2024) dans la bande d'étude.....	83
Figure 47 : logigramme pour le choix des VTR (DGS).....	89
Figure 48 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour le NO ₂	101
Figure 49 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM10	101
Figure 50 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM2.5	101
Figure 51 : Quotients de Danger par scénario d'exposition.....	105
Figure 52 : Excès de Risque Individuel par scénario d'exposition.....	107
Figure 53 : phénomène « l'effet de serre » (source : AIRPARIF).....	117
Figure 54 : phénomène d'acidification (source : CITEPA)	118
Figure 55 : lignes de courant et concentration en SF6 à 4h10, 4h20 et 4h30.....	122

1 CADRE DE L'ETUDE

La Ville de Paris envisage la création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) restreignant le transit à travers le centre de Paris (75) afin d'améliorer les déplacements des piétons, transports en commun, vélos et de certaines catégories d'usagers (véhicules de police, de secours, d'intérêt général, taxis et VTC, artisans, résidents et professionnels domiciliés dans la zone, visiteurs, etc...).

Le projet parisien vise une mise en œuvre de la Zone à Trafic Limité début 2024.

Dans le cadre de ce projet, ARIA Technologies a réalisé l'impact sur la qualité de l'air d'un premier scénario de ZTL appelé « scénario 1 » (rapport ARIA n°2023.006V6). La Ville de Paris a mandaté ARIA Technologies – au sein d'un groupement piloté par OGI – pour la réalisation du volet « Air et Santé » pour un second scénario appelé dans ce rapport « scénario 5 ». Les hypothèses retenues dans le cadre de cette nouvelle étude sont les mêmes que celles utilisées pour l'étude du scénario 1.

Le volet « Air et Santé » suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Le volet « Air et Santé » se déroule en deux temps :

1. L'état initial de la qualité de l'air incluant une campagne de mesures in-situ ;
2. L'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé.

Le présent rapport concerne l'impact du projet sur la qualité de l'air dans la configuration du scénario 5.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

Sauf mention contraire, l'ensemble des cartographies présentées dans ce document sont réalisées par ARIA Technologies.

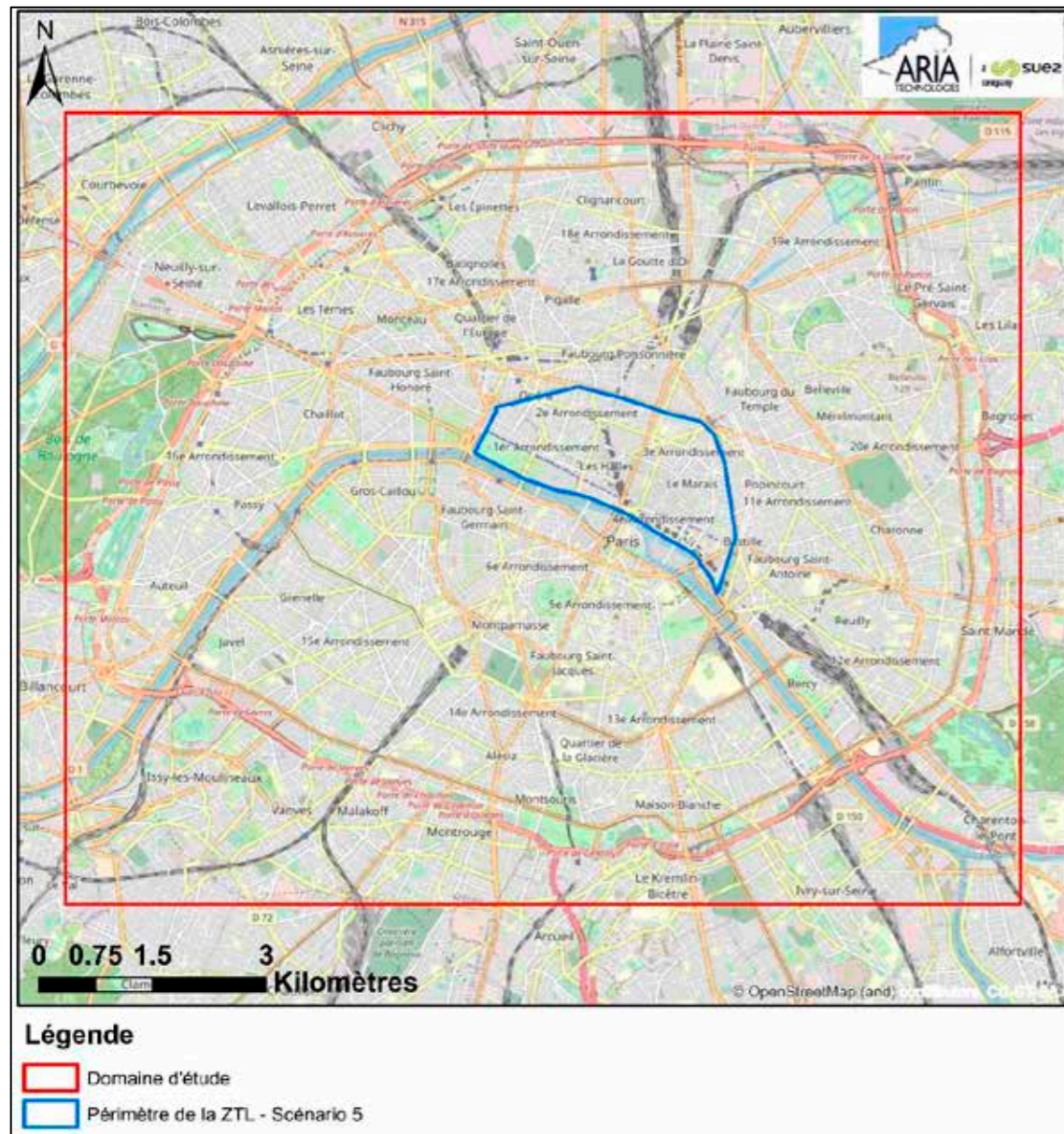
2 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

2.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet se situe à Paris Centre. Il est délimité par les Grands Boulevards au nord, la place de la Bastille et le boulevard Bourdon à l'est ; la place de la Concorde à l'ouest. Ces axes et places ne font pas partie de la ZTL. Au sud du périmètre, de la limite ouest jusqu'à l'Hôtel de ville, les quais hauts sont exclus de la ZTL. A partir du quai de l'Hôtel de ville, la limite passe au milieu des voies des quais hauts : les quais dans les directions est-ouest sont inclus dans la ZTL alors que les voies direction ouest-est sont exclues.

Le périmètre de la ZTL est présenté sur la Figure 1.

Figure 1 : périmètre du projet ZTL



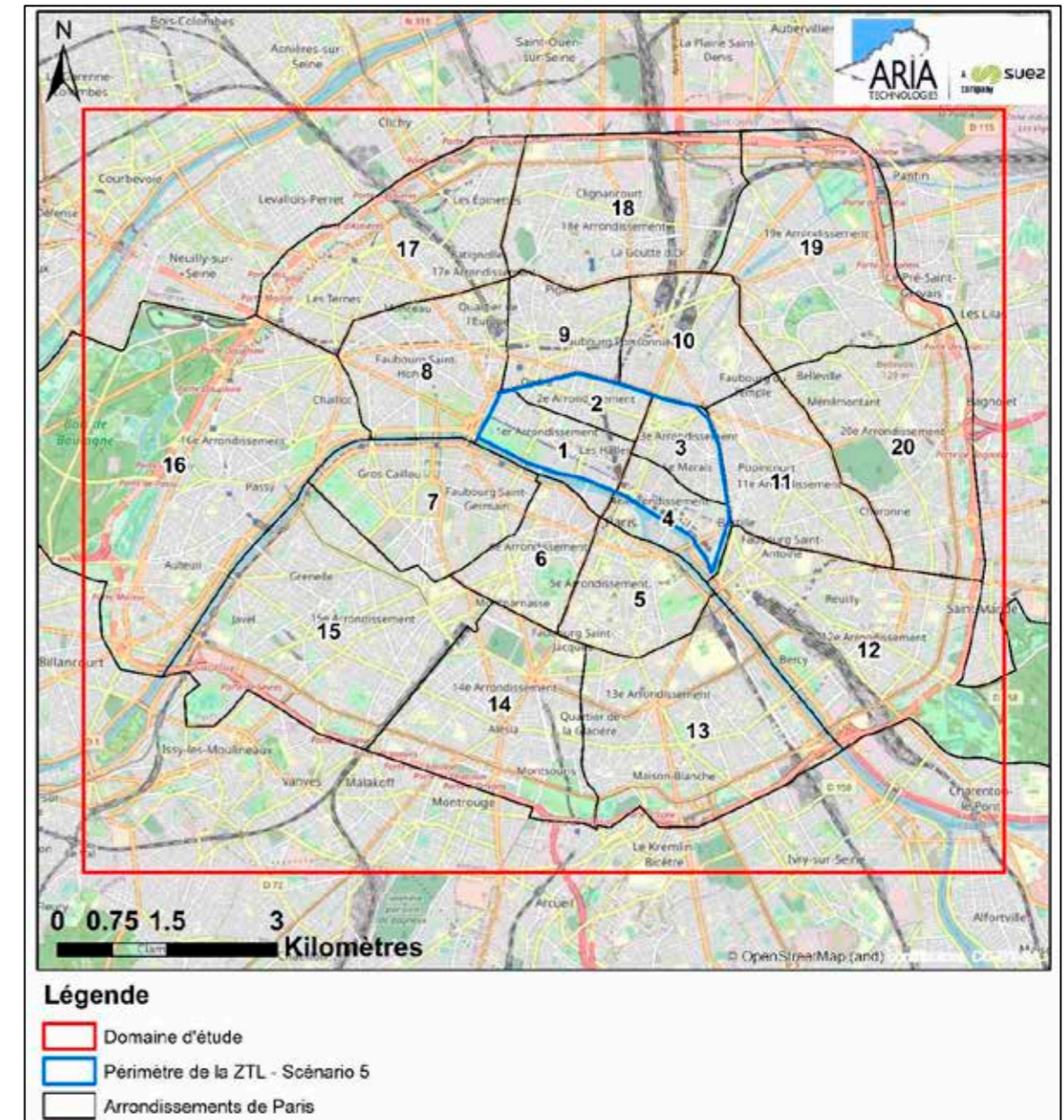
2.2 POPULATION

2.2.1 Population générale

2.2.1.1 Recensement de la population

La Figure 2 présente les différents arrondissements dans Paris. La ZTL concerne les arrondissements 1 à 4.

Figure 2 : Contour des arrondissements de Paris



Le Tableau 1 présente l'évolution de la population par arrondissement compris dans la ZTL et pour Paris. Le Tableau 2 présente les données de population par catégorie d'âge en 2019 pour Paris.

Tableau 1 : Evolution de la population par commune (INSEE décembre 2021)

Libellé géographique	Population en 1990	Population en 1999	Population en 2010	Population en 2019
Paris 1 ^{er}	18 360	16 888	17 308	15 917
Paris 2 ^{ème}	20 738	19 585	23 009	21 595
Paris 3 ^{ème}	35 102	34 248	35 652	34 025
Paris 4 ^{ème}	32 226	30 675	28 012	29 131
Tout Paris	2 152 423	2 125 246	2 243 833	2 165 423

Tableau 2 : Population par commune (INSEE juin 2022 sur la base des données 2019)

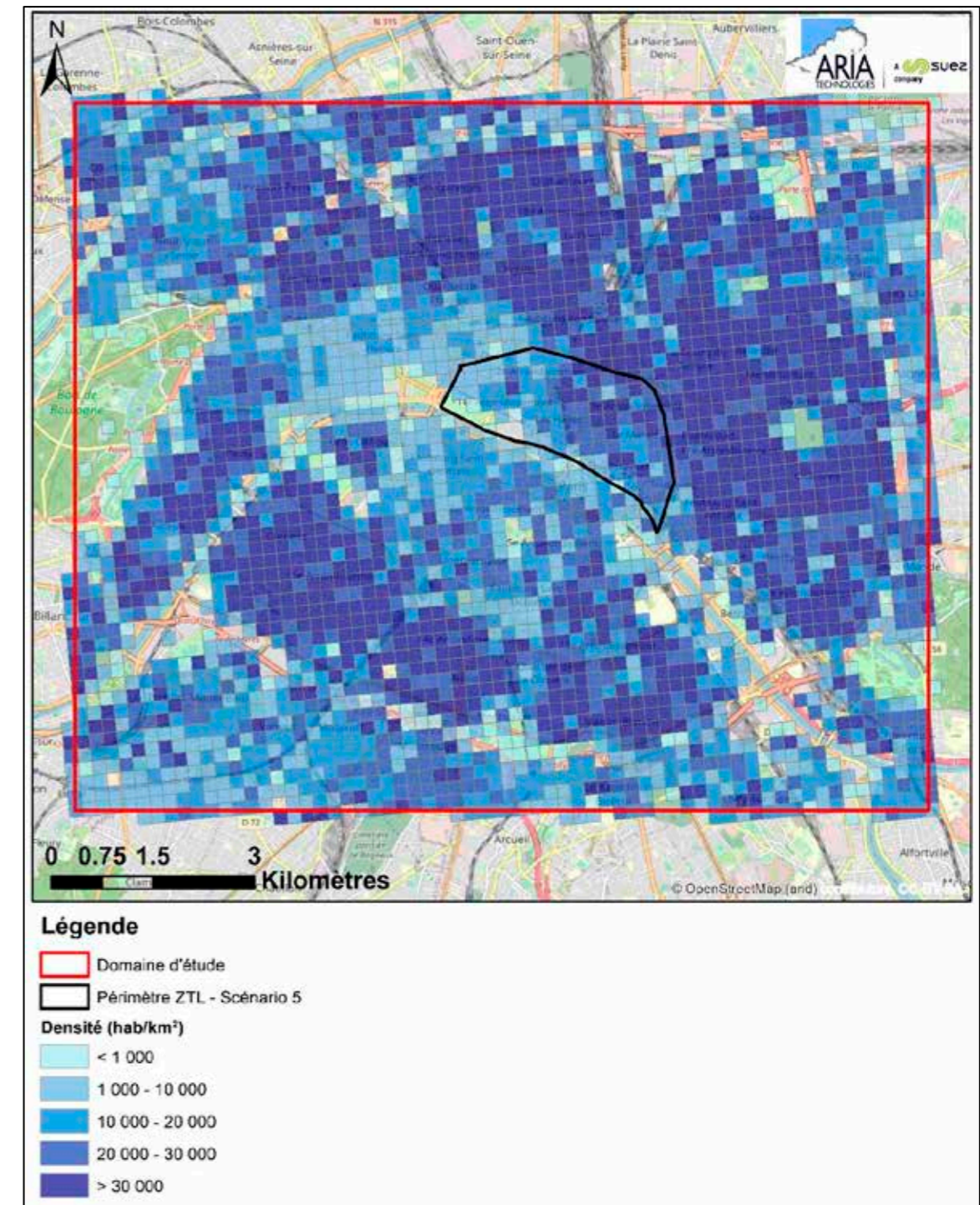
Commune	Population	Pop 0-14 ans	Pop 15-29	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75-89 ans	Pop 90 ans ou plus
Tout Paris	2 165 423	294 159	515 364	475 118	400 825	309 792	144 907	25 257

2.2.1.2 Densité de population

Les données spatialisées de population proviennent des données INSEE (année 2017, la plus récente disponible au moment de la rédaction du document). La Figure 3 présente la densité de population sur le domaine d'étude.

La densité de population sur le domaine d'étude est très largement supérieure à 10 000 hab/km² à différents endroits, en particulier sur les 3/4 de la zone du projet au Nord de la Seine. A contrario elle est inférieure à 10 000 hab/km² le long des frontières ouest et sud de la zone du projet.

Figure 3 : Densité de population dans la zone d'étude par maille de 200 m de côté



2.2.2 Populations vulnérables

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

- enfants/adolescents : crèches, écoles, collèges et lycées ;
- personnes âgées : maisons de retraite ;
- personnes malades : hôpitaux et cliniques ;
- sportifs : stades, centres sportifs, terrains de sport extérieurs.

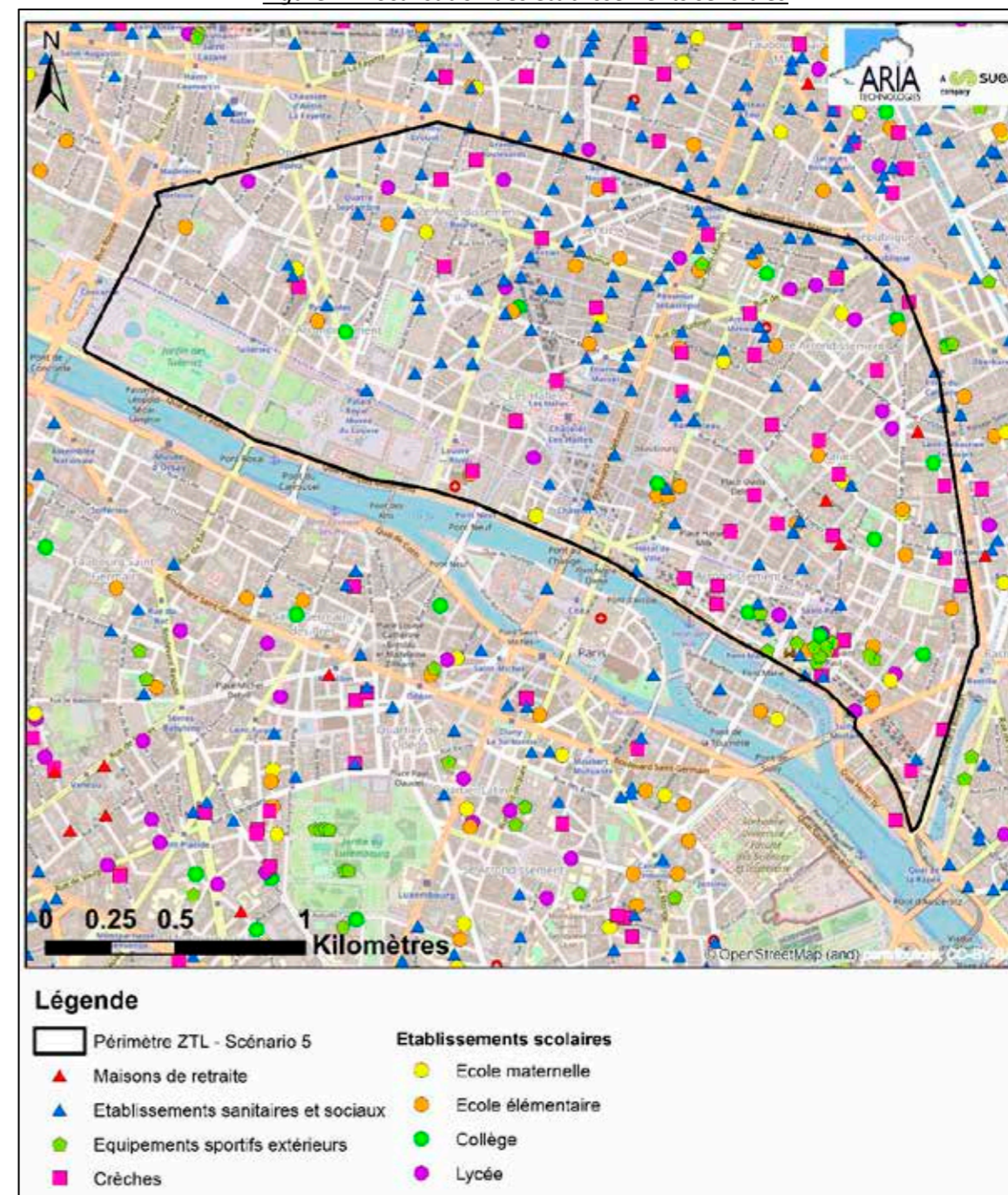
Les sites sensibles présents dans le périmètre de la ZTL sont recensés, on dénombre :

- 42 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : <https://lescreches.fr>) ;
- 69 écoles maternelles et primaires, collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>) ;
- 102 établissements sanitaires et sociaux et 3 maisons de retraite (Source : FINSS¹) ;
- 12 équipements sportifs extérieurs (source : <http://www.res.sports.gouv.fr/>).

La Figure 4 localise ces établissements sensibles.

¹ Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux.

Figure 4 : Localisation des établissements sensibles



2.3 TRAFIC MODELISE POUR LES SITUATIONS INITIALE ET FUTURES

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios ont été modélisés :

- la situation initiale.;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 selon la configuration du scénario 5 du projet de ZTL.

La modélisation de la qualité de l'air nécessite de disposer de modélisations du trafic pour ces trois mêmes scénarios. La donnée d'entrée requise par le modèle de simulation de la qualité de l'air est le Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) pour chacun des brins du réseau routier modélisé, également pris en compte par le modèle de qualité de l'air.

Les données concernant le trafic lié au projet proviennent de l'étude de trafic réalisée par la société AIMSUN². Le cas de base étudié par AIMSUN a été utilisé pour représenter le trafic de la situation initiale. Les données de trafic calculées par AIMSUN pour la situation Fil de l'Eau et avec Projet ZTL ont été utilisées pour les situations futures.

Les données de trafic nous ont été fournies par AIMSUN en heure de pointe du matin (HPM) et heure de pointe du soir (HPS).

Ces données ont été converties en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) selon la formule suivante :

$$\text{TMJA} = (\text{HPM} + \text{HPS}) * 10$$

Le ratio de conversion a été déterminé suite à une analyse des données de comptages routiers permanents réalisés sur les grands axes routiers de la région parisienne et disponibles sur le site Opendata de la Ville de Paris³.

Les Figure 5 à Figure 7 présentent les données de trafic modélisé en TMJA pour la situation initiale, pour la situation future au fil de l'eau et pour la situation future avec le projet.

² « Etude macroscopique de circulation pour l'aménagement de la ZTL – Comparaison des scénario 1 et 5 » - 2 Juin 2023 – AIMSUN

³ <https://opendata.paris.fr/explore/dataset/comptages-routiers-permanents/information/>

Figure 5 : trafic pour la situation initiale



Figure 6 : trafic pour la situation « fil de l'eau » 2024

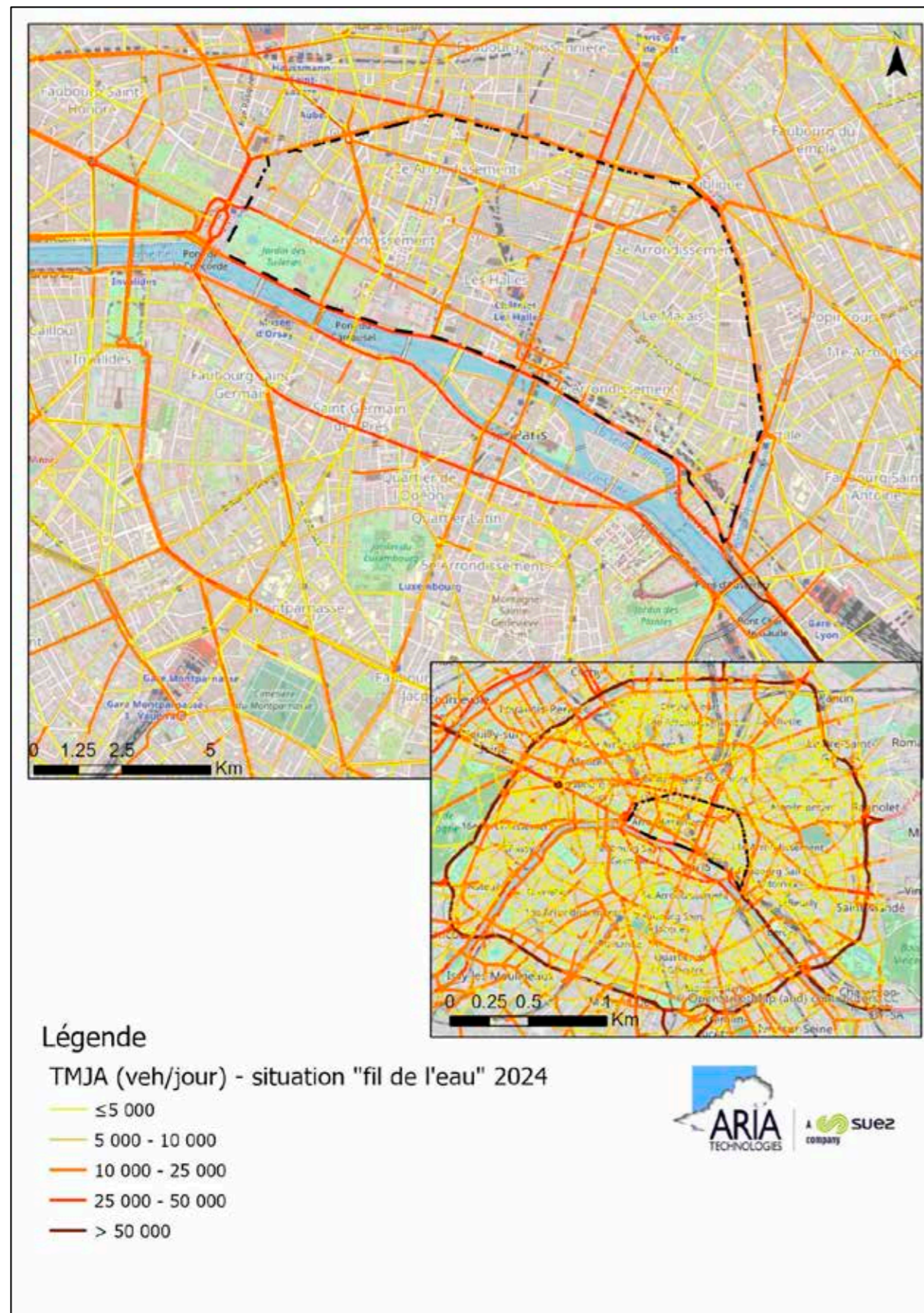
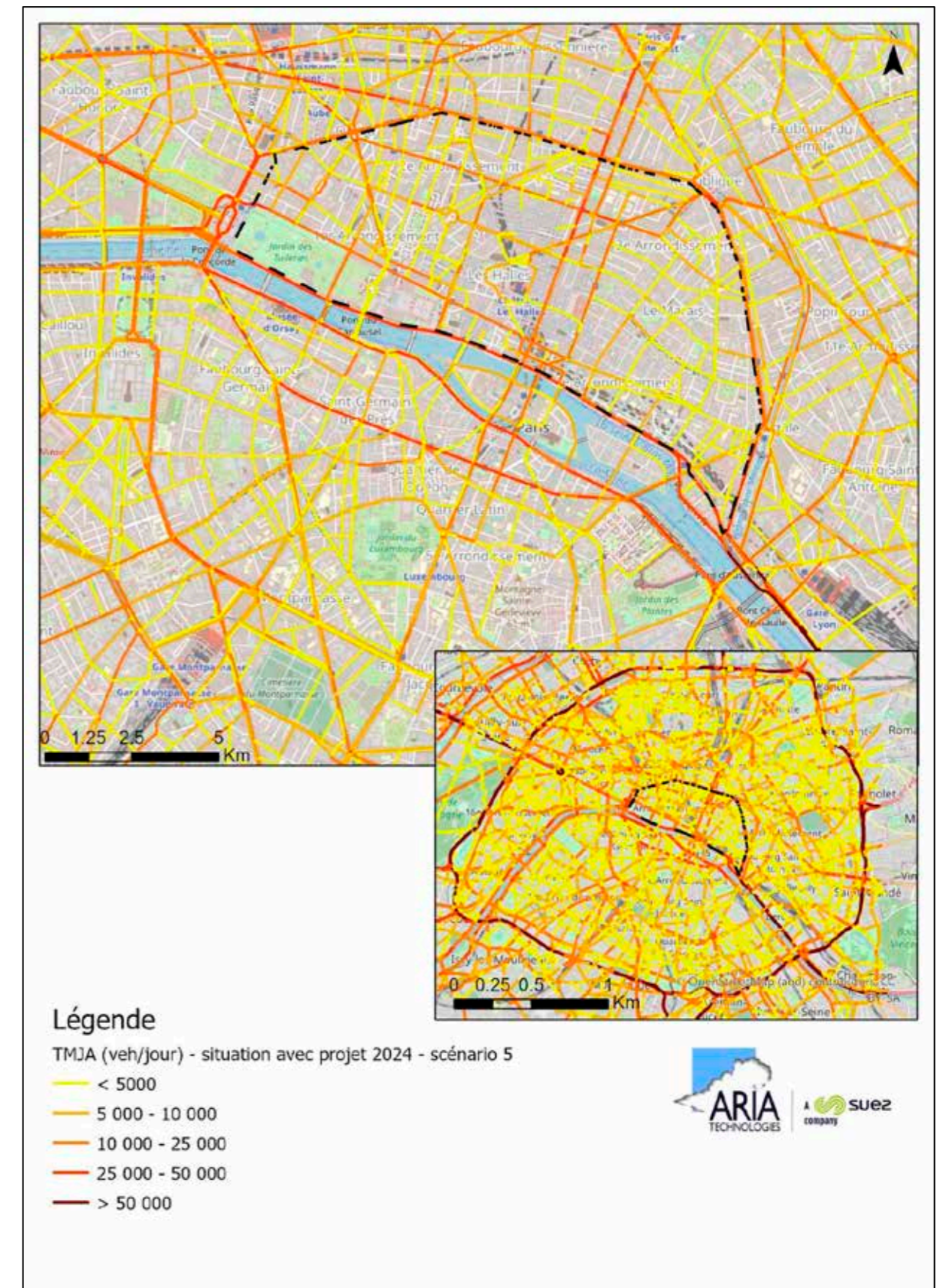


Figure 7 : trafic pour la situation avec projet 2024



2.4 DEFINITION DU DOMAINE D'ETUDE ET DE LA BANDE D'ETUDE

Conformément à l'annexe de la note technique du 22 février 2019, le domaine d'étude est composé du projet et de l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet. La bande d'étude calculée est spécifique au scénario étudié. On distingue deux cas de figure :

- pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre la situation fil de l'eau et la situation avec projet au même horizon est supérieure à 10 %, en positif ou en négatif.
- pour les trafics inférieurs à 5 000 véh/j : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic la situation fil de l'eau et la situation avec projet au même horizon est supérieure à 500 véh/j, en positif ou en négatif.

La bande d'étude est définie autour de chaque voie affectée significativement par le projet. Cette bande d'étude varie selon le type de pollution étudié :

- **pour la pollution particulaire** (métaux lourds, ...), la largeur de la bande d'étude est prise égale à 100 m, quel que soit le trafic de part et d'autre de l'axe considéré.
- **pour la pollution gazeuse**, la largeur minimale de la bande d'étude est définie dans le Tableau 3.

Tableau 3 : critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude

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

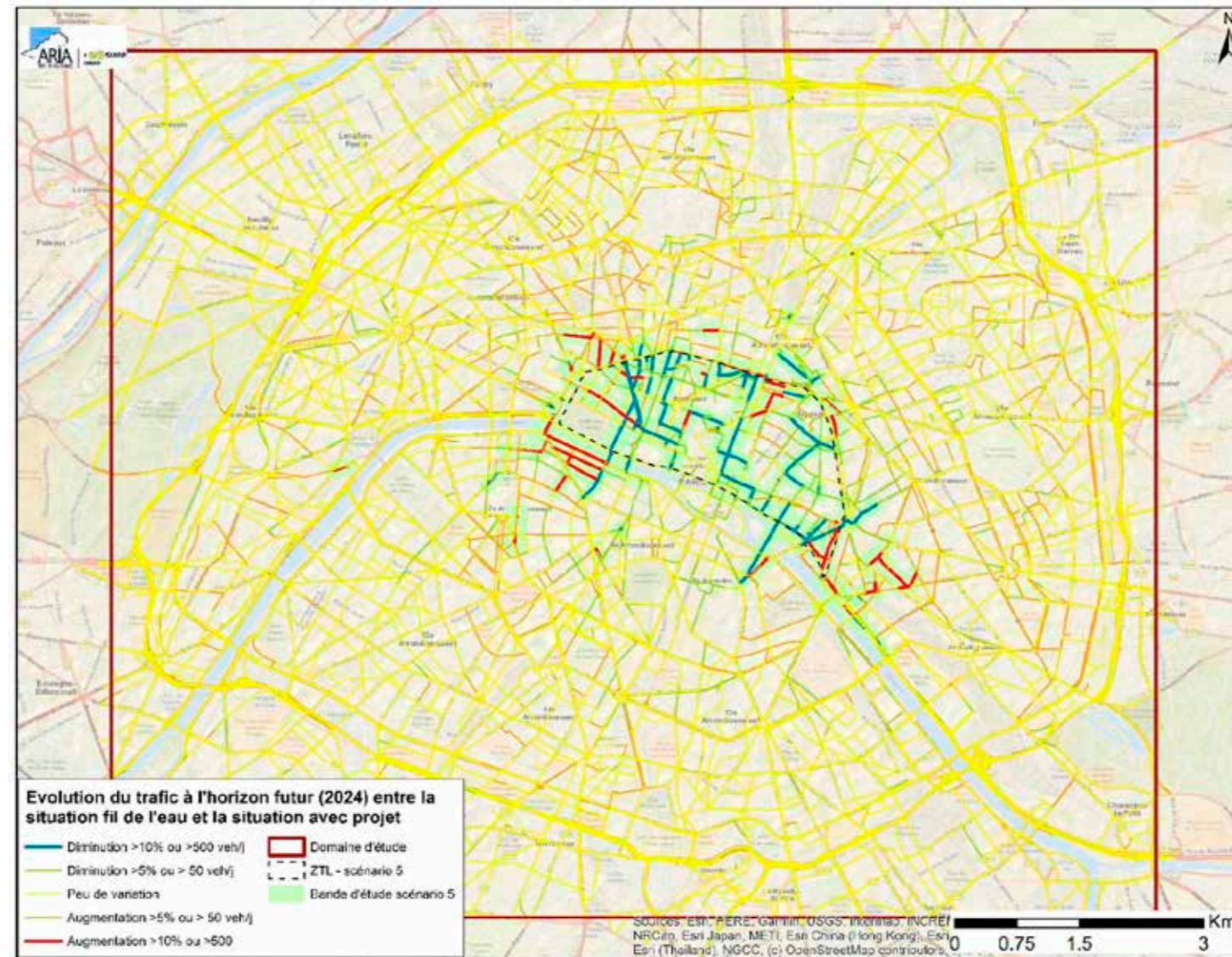
Les critères pour la pollution gazeuse étant plus pénalisants, nous retiendrons cette approche pour déterminer la largeur de la bande d'étude.

Comme le montre la Figure 8 qui présente les variations du trafic à l'horizon 2024 entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau, plusieurs voies sont impactées significativement par le projet de ZTL. Les voies en bleues sur la Figure 8 correspondent aux voies subissant une diminution du trafic, et les voies en rouge correspondent aux voies de report du trafic.

Le domaine d'étude retenu (rectangle rouge sur la Figure 8) correspond à un rectangle de 13 km par 11 km de côté intégrant :

- L'ensemble des voies influencées par le projet dont les variations de trafic avec et sans projet à l'horizon 2024 sont supérieures à 10% ou 500 veh/jour selon le volume de trafic ;
- Les voies sur lesquelles le trafic est important dont le boulevard périphérique ;
- Les autres voies permettant de garder une continuité des tronçons retenus ;
- Les bandes d'étude définies autour des voies subissant une augmentation ou une diminution de trafic de plus de 10%.

Figure 8 : domaine d'étude et bande d'étude



2.5 NIVEAU D'ETUDE RETENU

2.5.1 Rappel des recommandations du guide du Cerema pour les infrastructures routières

Le guide méthodologique du Cerema⁴ du 22 février 2019 relatif au volet « air et santé » des études d'impact routières, définit les niveaux d'étude à appliquer pour les études « Air et Santé ». Ce niveau d'étude est défini à l'aide de trois critères : la charge prévisionnelle de trafic en véh/jour, la densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet, et la longueur du projet.

Tableau 4 : définition des niveaux d'étude "Loi sur l'air"


Densité de population dans la bande d'étude	Trafic à l'horizon d'étude (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)			
	> 50 000 véh/j	25 000 à 50 000 véh/j	10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Bâti avec densité ≥ 10 000 hbts/km ²	I	I	II	II si L > 5km III si L ≤ 5km
Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L > 25km III si L ≤ 25km
Bâti avec densité ≤ 2 000 hbts/km ²	I	II	II	II si L > 50km III si L ≤ 50km
Pas de bâti	III	III	IV	IV

L'analyse des données de trafic en Trafic Moyen Journaliers (cf. paragraphe 2.3) montre que, à l'horizon futur 2024, le trafic est supérieur à 25 000 véh/j sur de nombreux axes de la zone d'étude. De plus, la densité de population supérieure à 10 000 hab/km² dans la ZTL (cf. paragraphe 2.2.1.2) impose **une étude réglementaire de niveau I** conformément au Tableau 4.

La Figure 9 présente le tableau 8 du guide méthodologique du Cerema synthétisant pour chaque niveau d'étude (cf. Tableau 4) le contenu attendu de l'étude d'impact pour le projet considéré. La Figure 10 présente la liste des polluants à prendre en compte en fonction du niveau d'étude (tableau 6 du guide méthodologique du Cerema).

⁴ « Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières », Cerema, 22/02/2019

Figure 9 : synthèse du contenu attendu de l'étude du projet considéré (source : Cerema, 2019)



	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
Analyse bibliographique	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
Mesures effectuées à l'état actuel	Qualification par des mesures in situ (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures in situ (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
Estimation des émissions	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)			
Estimation des concentrations	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO ₂ (et les éventuellement les PM ₁₀ si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
Évolution de l'exposition de la population à la pollution	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO ₂			
Effets de la pollution de l'air sur la santé	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
Analyse des coûts collectifs et avantages induits	Traitée dans le volet socio-économique			
Analyse des impacts en phase chantier	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Mesures d'évitement, d réduction des impacts	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			

Pour rappel, sont exclues du périmètre de cette note, les émissions de GES⁵¹, la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].

Figure 10 : liste des polluants à considérer en fonction du niveau d'étude (source : Cerema, 2019)

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NOx) Particules (PM ₁₀ PM _{2,5}) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO ₂) Arsenic Nickel Benzo[a]pyrène		
	Les polluants spécifiques à l'ERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus	PM_{10}, PM_{2,5} Dioxyde d'azote
Effets chroniques			PM ₁₀ , PM _{2,5} Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale		Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

2.5.2 Contenu de l'étude Air et Santé pour le projet ZTL

Conformément à la note technique interministérielle TRET1833075N 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, l'étude « Air et Santé » de niveau I comprendra pour le projet de ZTL:

- le bilan initial de la qualité de l'air : cette étape a déjà fait l'objet d'un rapport (chapitre 4 du rapport ARIA/22.054V5 de janvier 2023) ;
- l'estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude pour trois situations (initiale, horizon 2024 Fil de l'eau, horizon 2024 avec projet) ;
- l'estimation des concentrations dans la zone d'étude (qui intègre tout Paris), pour les trois situations ;
- la comparaison des situations sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié (IPP Indice Pollution - Population) ;
- l'évaluation des risques sanitaires au niveau des lieux recevant des populations vulnérables et des habitations existantes situées à proximité du projet.

Pour la situation initiale, les données les plus pertinentes possibles disponibles au lancement de l'étude ont été utilisées⁵. Elles sont relatives à plusieurs années entre 2017 (cas de base AIMSUN pour le trafic) et 2019-2021 (météorologie). La situation initiale correspond donc à une année représentative de la période récente pré-Covid, avant la mise en œuvre du projet.

Pour les situations futures, les trafics calculés par AIMSUN à l'horizon 2025 pour la situation Fil de l'Eau et avec Projet ZTL sont utilisés.

Toutes les données d'entrée nécessaires aux calculs sont explicitées dans les parties qui suivent.

Les indicateurs calculés pour le scénario avec Projet ZTL sont comparés avec la situation initiale, et avec la situation Fil de l'Eau, proche dans le temps de la situation actuelle.

⁵ Au lancement de l'étude début 2022, le caractère normal ou pas de l'année à venir n'était pas établi.

3 ESTIMATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER

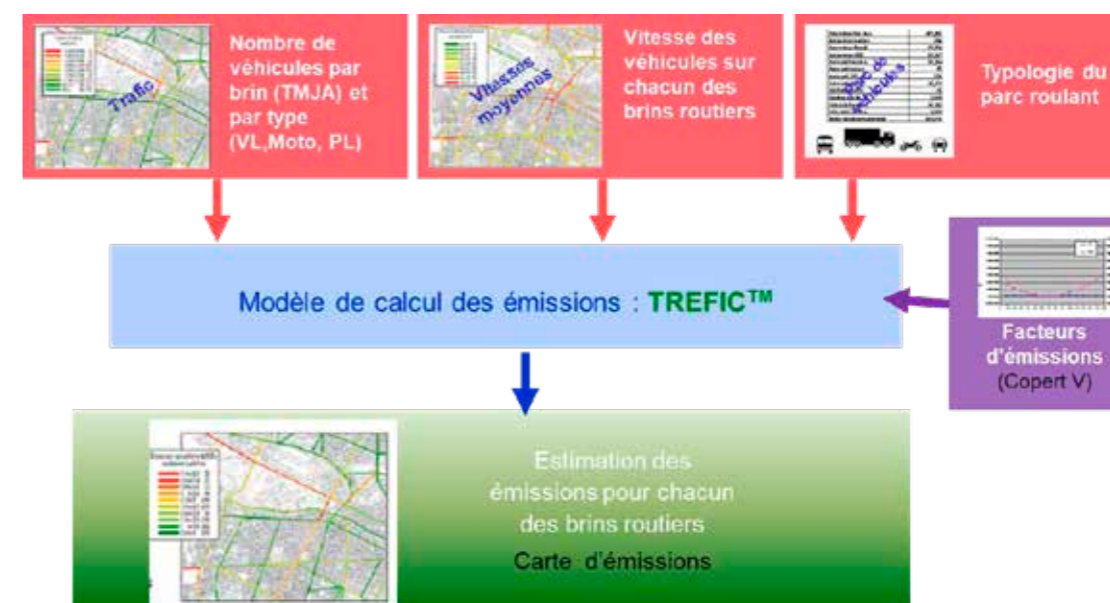
3.1 METHODOLOGIE

La méthodologie repose sur la mise en œuvre du logiciel TREFIC™ appliqué aux données de trafic fournis par le client. Le logiciel TREFIC™ (Traffic Emission Factors Improved Calculation) s'appuie sur la **méthodologie européenne la plus récente COPERT V**.

Comme le montre la Figure 11, elle s'appuie sur les données suivantes :

- le volume de trafic : il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) ;
- les vitesses moyennes des véhicules ;
- le parc automobile ;
- les facteurs d'émissions.

Figure 11 : diagramme méthodologique pour le calcul des émissions



3.2 DONNEES D'ENTREE

3.2.1 Données de trafic

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios sont modélisés :

- la situation initiale ;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL selon la configuration du scénario 5.

Les flux de trafic automobile journalier (en véhicules/jour) pour la situation initiale, la situation future 2024 au fil de l'eau et la situation future 2024 avec projet ont été présentés au paragraphe 2.3.

La Figure 8 en page 20 montre les voies où le trafic évolue de manière significative à la suite de la mise en place du projet. Les voies en bleu sur la Figure 8 correspondent aux voies subissant une diminution du trafic, et les voies en rouge correspondent aux voies de report du trafic.

On constate qu'une majorité des voies au sein de la ZTL subissent une diminution significative (>10%) du trafic à l'horizon 2024. A l'extérieur de la ZTL, on constate plusieurs zones de report du trafic, principalement situées à l'est du périmètre de la ZTL : rue de Lille et rue de l'Université au sud-est et rue de Caumartin et l'avenue des Mathurins au nord-est. Des zones de report de trafic sont également présentes à l'est comme la rue de Charenton.

3.2.2 Vitesse des véhicules sur les brins

Pour la situation initiale :

De jour, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 35,5 km/h sur le Bd Périphérique et 14,1 km/h pour les autres axes urbains (vitesse moyenne de circulation en 2017 calculée sur la moyenne annuelle des jours ouvrables pour la tranche 7h/21h, source : Ville de Paris⁶).

De nuit, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 70 km/h sur le Bd Périphérique, correspondant à la vitesse maximale autorisée, et 25 km/h pour les autres axes urbains, correspondant à la vitesse moyenne en condition fluide.

Pour les situations futures :

De jour, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 34,5 km/h sur le Bd Périphérique et 12,3 km/h pour les autres axes urbains (vitesse moyenne de circulation observée sur la période récente⁷ calculée sur la moyenne annuelle des jours ouvrables pour la tranche 7h/21h, source : Ville de Paris⁸).

De nuit, il est fait l'hypothèse que les véhicules roulent à la vitesse moyenne de 70 km/h sur le Bd Périphérique, correspondant à la vitesse maximale autorisée, et 25 km/h pour les autres axes urbains, correspondant à la vitesse moyenne en condition fluide.

3.2.3 Répartition par catégories de véhicules

Pour les calculs d'émissions, il est nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile sur chacun des brins. Le modèle de trafic ne fournit pas la composition du parc roulant. La répartition du parc automobile a été déterminée en fonction des principales grandes catégories de véhicules :

- 2 roues (2RM) ;
- véhicules particuliers (VP) ;
- véhicules utilitaires (VUL) ;
- poids lourds (PL) ;
- Taxi ;
- Bus et cars.

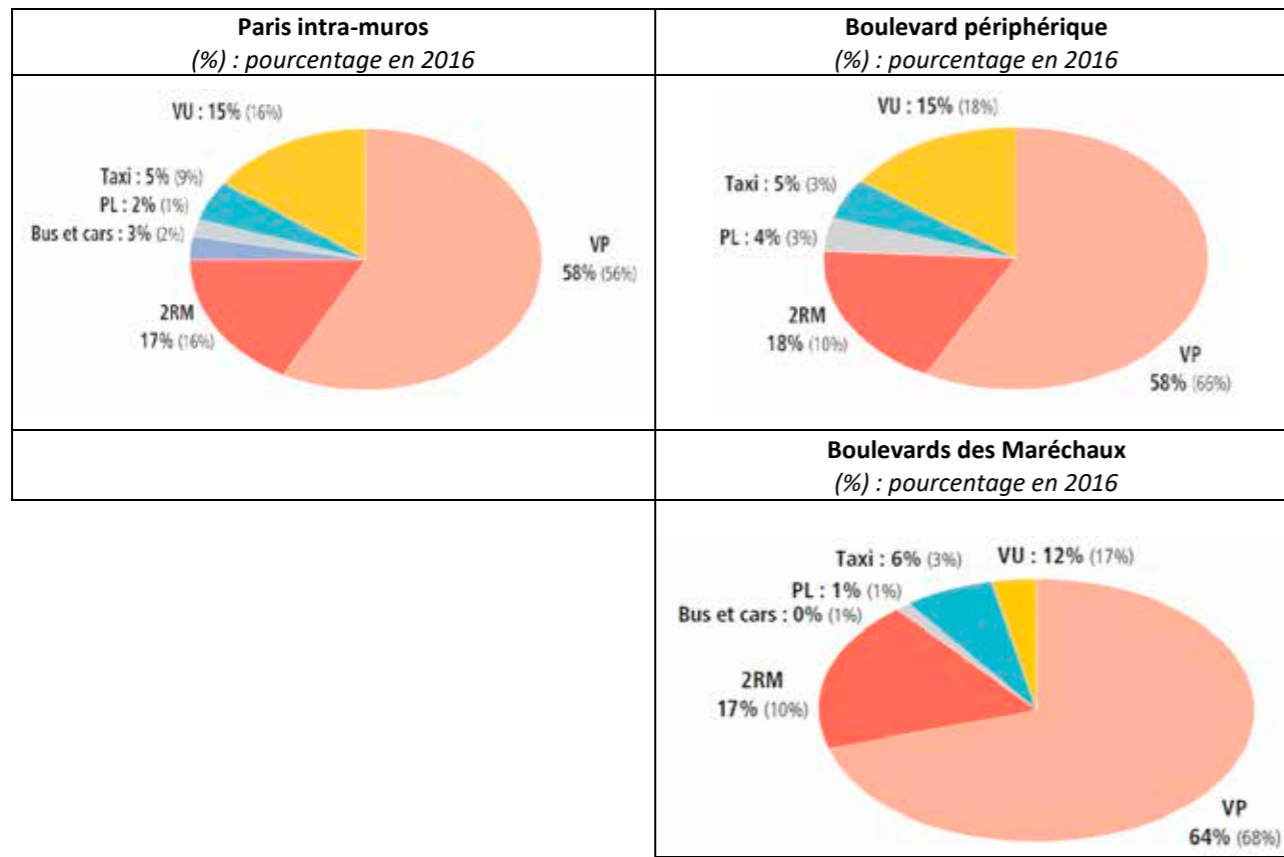
La répartition par grandes catégories de véhicules (VP, VUL, PL, taxi, bus et cars, 2 roues) est celle de l'agglomération parisienne pour l'année 2019⁶ donnée par l'enquête de composition du trafic routier parisien réalisée en novembre 2019, dernière enquête disponible à la date de réalisation de l'étude. Elle est présentée sur la Figure 12.

⁶ « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris », l'observatoire des déplacements à Paris – Mairie de Paris

⁷ Selon les données de l'observatoire des déplacements, la vitesse moyenne observée entre 7 et 21h à Paris est de 12,4 km/h en 2019 et en 2022, de 13,4 km/h en 2020 et de 12,6 km/h en 2021.

⁸ « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris », l'observatoire des déplacements à Paris – Mairie de Paris

Figure 12 : répartition par grandes catégories de véhicules dans Paris (source : Mairie de Paris, Direction de la Voirie et des Déplacements)



3.2.4 Parc roulant

Pour la situation initiale, le parc roulant correspond aux données agrégées du parc roulant technologique 2019 selon la nomenclature « CITEPA » pour le boulevard périphérique et Paris intra-muros produites par AIRPARIF (association interdépartementale pour la gestion du réseau automatique de surveillance de la pollution atmosphérique et d'alerte en Région d'Île de France), sur la base de l'enquête plaques réalisée en novembre 2019 par la Ville de Paris. Ces données fournissent la répartition du parc roulant pour tous les types de véhicules (VP, VUL, PL, Bus et Cars, 2RM) par normes et catégories.

A l'horizon futur, le parc 2019 a été projeté à l'horizon 2024 en appliquant au parc parisien les évolutions projetées par le CITEPA entre 2019 et 2024.

Le scénario utilisé par le CITEPA est le scénario "Avec Mesures Existantes". Ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées avant le 1^{er} juillet 2016.

De plus, le parc est adapté au parc roulant de la Zone à Faibles Emissions (ZFE) métropolitaine, en appliquant les restrictions sur Paris intramuros, sur le boulevard périphérique et l'extra-périphérique, suivant les classifications Crit'Air définies dans l'arrêté du 28/06/2016. Ainsi, le parc roulant a été corrigé pour prendre en compte l'interdiction des véhicules de classes Crit'Air 5, 4 et non classés (selon les arrêtés successifs du 14/01/2017, du 25/06/2019 et du 28/05/2021 signés conjointement par la Maire de Paris et le Préfet de Police de Paris). Les véhicules de ces classes sont basculés sur la classe

Crit'Air 1. Les autres restrictions prévues dans les années futures mais non réglementées à ce jour n'ont pas été prises en compte pour les scénarios futurs, ce qui constitue une hypothèse majorante.

3.2.5 Facteurs d'émissions

On appelle "facteur d'émission" les quantités de polluants en g/km rejetées par un véhicule. Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

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

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne (UE) c'est-à-dire ceux du programme COPERT 5. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est par ailleurs préconisée par le Cerema pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

Pour les scénarios étudiés, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicule et leur introduction dans le parc. Les données concernant les véhicules sont des paramètres d'entrée liés à la répartition du parc roulant prise en compte. La distribution du parc et des classes de vitesse a été réalisée de manière à être compatible avec les données du programme de calcul d'émissions COPERT 5.

Pour chacun des parcs, les facteurs d'émissions sont déduits par interpolation linéaire sur les vitesses à partir des émissions calculées pour certaines vitesses à partir des formules polynomiales du programme COPERT 5.

Les émissions de poussières (PM10, PM2.5) prennent en compte :

- Les émissions issues des gaz d'échappement,
- Les émissions liées à l'abrasion mécanique des freins, pneus, route...

3.3 RESULTATS DES EMISSIONS DE POLLUANTS

3.3.1 Tableaux de résultats

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019⁹ sur le volet « air et santé » des études d'impact routières visé par la note technique (NOR TRET1833075N), les polluants étudiés sont ceux demandés pour une étude de niveau I à savoir :

- les oxydes d'azote (NOx) ;
- le monoxyde de carbone (CO) ;
- les composés organiques volatils non méthanique (COVNM) ;
- le benzène (C₆H₆) ;
- le 1,3-butadiène.
- les particules PM_{2,5} et PM₁₀ ;
- le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- trois métaux lourds : l'arsenic (As), le nickel (Ni) et le chrome (Cr) ;

⁹ « Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières », Cerema, 22/02/2019

- les 16 HAPs¹⁰ prioritaires définis par l'US EPA (dont le benzo(a)pyrène).

Le Tableau 5 donne les résultats totaux pour l'ensemble de la zone d'étude. Les Tableaux 6 et 7 donnent respectivement les résultats totaux au sein du périmètre défini par la future ZTL et en dehors de la ZTL.

Tableau 5 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la zone d'étude

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	17769.0	12984.2	13016.0	négligeable (< 1%)
Particules PM2,5	kg/j	984.7	854.2	856.2	négligeable (< 1%)
Particules PM10	kg/j	1516.9	1399.4	1402.7	négligeable (< 1%)
CO	kg/j	24614.9	18827.6	18876.7	négligeable (< 1%)
COVNM	kg/j	4493.8	4661.5	4672.8	négligeable (< 1%)
Benzène	kg/j	242.4	260.1	260.8	négligeable (< 1%)
1,3 butadiène	kg/j	47.0	46.5	46.7	négligeable (< 1%)
SO ₂	kg/j	163.3	167.7	168.1	négligeable (< 1%)
Arsenic	g/j	0.6	0.6	0.6	négligeable (< 1%)
Nickel	g/j	4.7	4.8	4.8	négligeable (< 1%)
Chrome	g/j	12.9	13.2	13.2	négligeable (< 1%)
Benzo(a)pyrène	g/j	24.0	18.5	18.6	négligeable (< 1%)
16HAP eq B(a)P	g/j	45.5	35.4	35.5	négligeable (< 1%)

Tableau 6 : bilan des émissions en polluants atmosphériques sur la ZTL

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	435.6	308.7	286.4	-7.2%
Particules PM2,5	kg/j	24.4	21.1	19.6	-7.2%
Particules PM10	kg/j	38.0	34.9	32.4	-7.2%
CO	kg/j	570.6	425.4	394.7	-7.2%
COVNM	kg/j	108.0	112.2	104.1	-7.2%
Benzène	kg/j	5.8	6.2	5.8	-7.2%
1,3 butadiène	kg/j	1.1	1.1	1.0	-7.2%
SO ₂	kg/j	3.9	4.0	3.7	-7.2%
Arsenic	g/j	0.01	0.01	0.01	-7.2%
Nickel	g/j	0.1	0.1	0.1	-7.2%
Chrome	g/j	0.3	0.3	0.3	-7.2%
Benzo(a)pyrène	g/j	0.5	0.4	0.3	-7.2%
16HAP eq B(a)P	g/j	0.9	0.7	0.6	-7.2%

10 Liste des HAP prioritaires définie par l'US EPA : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

Tableau 7 : bilan des émissions en polluants atmosphériques hors ZTL

Substances	Unité	Situation initiale	Situation future au fil de l'eau (2024)	Situation future avec projet (2024)	Evolution des émissions futures entre la situation Projet et la situation fil de l'eau
Emissions de polluants atmosphériques					
NOx	kg/j	17333.5	12675.5	12729.6	négligeable (< 1%)
Particules PM2,5	kg/j	960.3	833.1	836.6	négligeable (< 1%)
Particules PM10	kg/j	1478.9	1364.5	1370.3	négligeable (< 1%)
CO	kg/j	24044.3	18402.1	18482.0	négligeable (< 1%)
COVNM	kg/j	4385.8	4549.3	4568.8	négligeable (< 1%)
Benzène	kg/j	236.6	253.9	255.0	négligeable (< 1%)
1,3 butadiène	kg/j	45.9	45.4	45.6	négligeable (< 1%)
SO ₂	kg/j	159.4	163.7	164.4	négligeable (< 1%)
Arsenic	g/j	0.6	0.6	0.6	négligeable (< 1%)
Nickel	g/j	4.6	4.7	4.7	négligeable (< 1%)
Chrome	g/j	12.5	12.9	12.9	négligeable (< 1%)
Benzo(a)pyrène	g/j	23.5	18.2	18.3	négligeable (< 1%)
16HAP eq B(a)P	g/j	44.6	34.7	34.9	négligeable (< 1%)

Les diagrammes des Figure 13 à Figure 16 présentent l'évolution des émissions en NOx, particules (PM10 et PM2.5) et benzène entre la situation initiale, la situation future à l'horizon 2024 au fil de l'eau, et la situation future à l'horizon 2024 avec le projet, respectivement sur l'ensemble du domaine d'étude, uniquement au sein du périmètre défini par la future ZTL, et uniquement hors de la ZTL.

Figure 13 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène sur l'ensemble du domaine d'étude

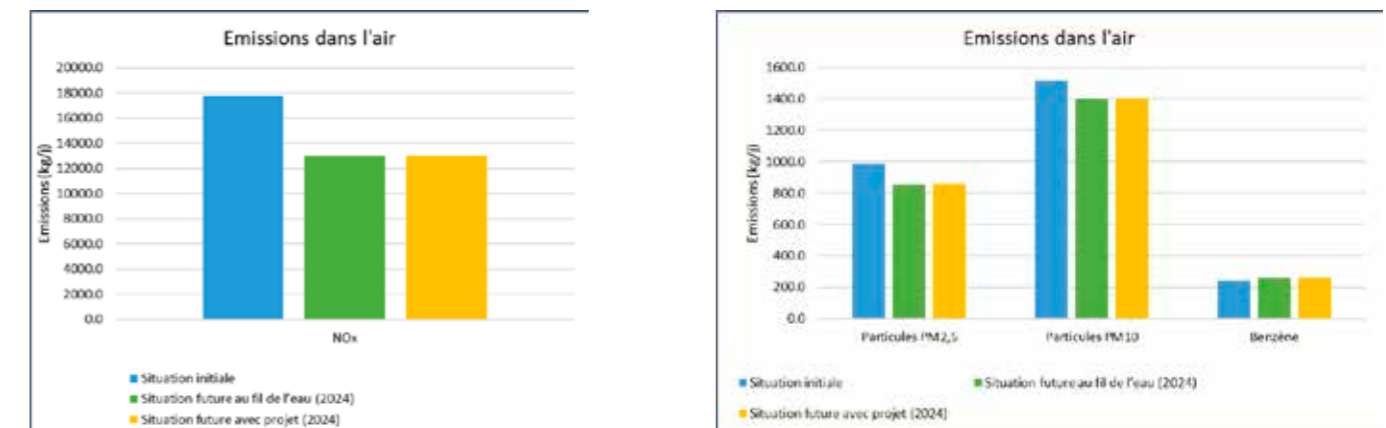


Figure 14 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène sur la ZTL

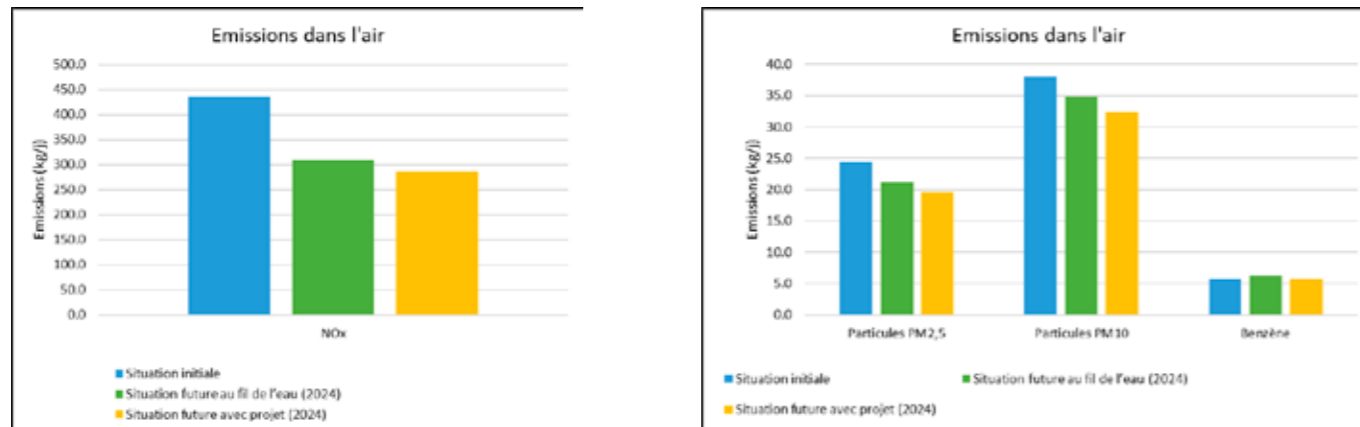
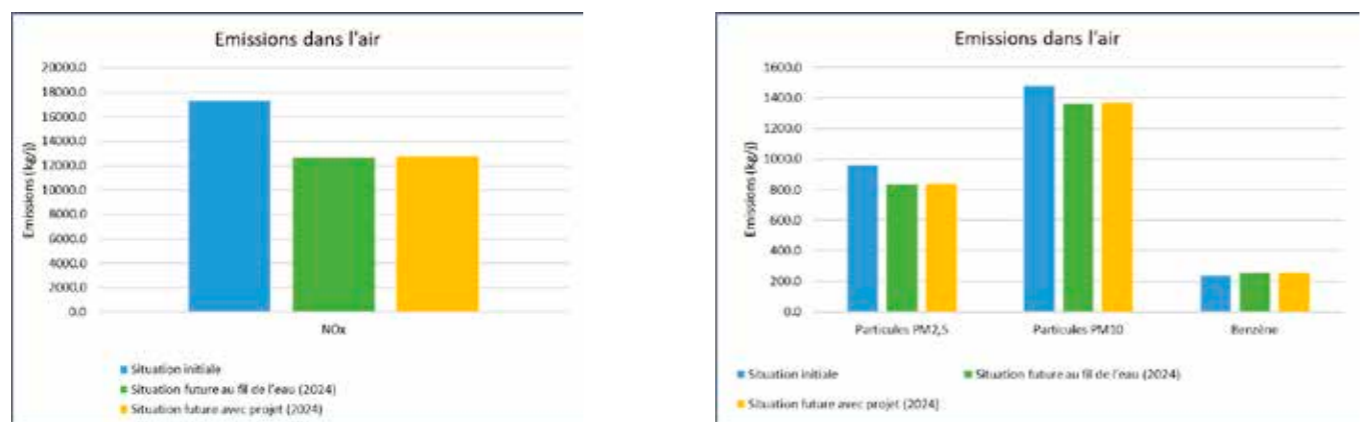


Figure 15 : évolution des émissions en NOx, PM10, PM2.5 et benzène hors ZTL



A l'échelle parisienne, entre la situation initiale et la situation future « Fil de l'eau » (2024), on observe une baisse des émissions entre ces deux scénarios. Cette baisse est essentiellement influencée par l'évolution du parc automobile entre 2019 et 2024 et la mise en circulation de véhicules moins polluants, et en particulier l'augmentation de la part des véhicules électriques, ... renforcée par l'interdiction des véhicules Crit'air 4 en 2019 et 2021 dans la Zone à Faibles Emissions (ZFE).

A l'horizon futur 2024, sur l'ensemble du domaine d'étude, les émissions restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet, conformément à la variation du trafic sur le domaine d'étude. Au sein de la ZTL, les émissions diminuent quant à elles de 7,2%, conformément à la variation du trafic sur la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions restent du même ordre de grandeur. **L'impact du projet sur les émissions atmosphériques est donc négligeable en termes de bilan global des émissions sur l'ensemble de la zone d'étude. Au sein même de la ZTL, le projet a un impact positif sur les émissions atmosphériques puisqu'il entraîne une diminution de 7,2% des émissions dues au trafic routier. En dehors de la ZTL, l'impact du projet est négligeable.**

3.3.2 Cartographies

Les cartes qui suivent (Figure 16 à Figure 18) représentent les émissions en NOx pour la situation initiale, et pour les scénarios à l'horizon 2024 (état « fil de l'eau » et état « avec projet »). Pour les représentations graphiques, les NOx ont été retenus comme substance représentative de la pollution routière. La cartographie des NOx est également représentative des autres substances et montre les voies où les émissions sont les plus importantes.

Sur le domaine d'étude, les émissions les plus importantes sont observées sur le boulevard périphérique. Au sein de la ZTL, les émissions les plus importantes sont observées sur les quais, le boulevard de Sébastopol, la rue de Rivoli et sur les boulevards en bordure de la ZTL, en corrélation avec les niveaux de trafic sur ces axes.

La carte de différence d'émission (Figure 19) permet de mieux visualiser l'écart entre le scénario « fil de l'eau » et le scénario avec projet à l'horizon futur 2024. La majorité des voies au sein de la ZTL présente une diminution des émissions supérieure à 10%, conformément à la baisse attendue de trafic sur ces axes.

Parmi les voies présentant les émissions les plus élevées, les plus fortes variations sont observées sur les voies suivantes : la rue Saint-Honoré (+25%), Avenue de l'opéra (-10 à 25%), quai Anatole France (+15%), Boulevard de Sébastopol (-15%).

Figure 16 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation initiale



Figure 17 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation « fil de l'eau » (2024)

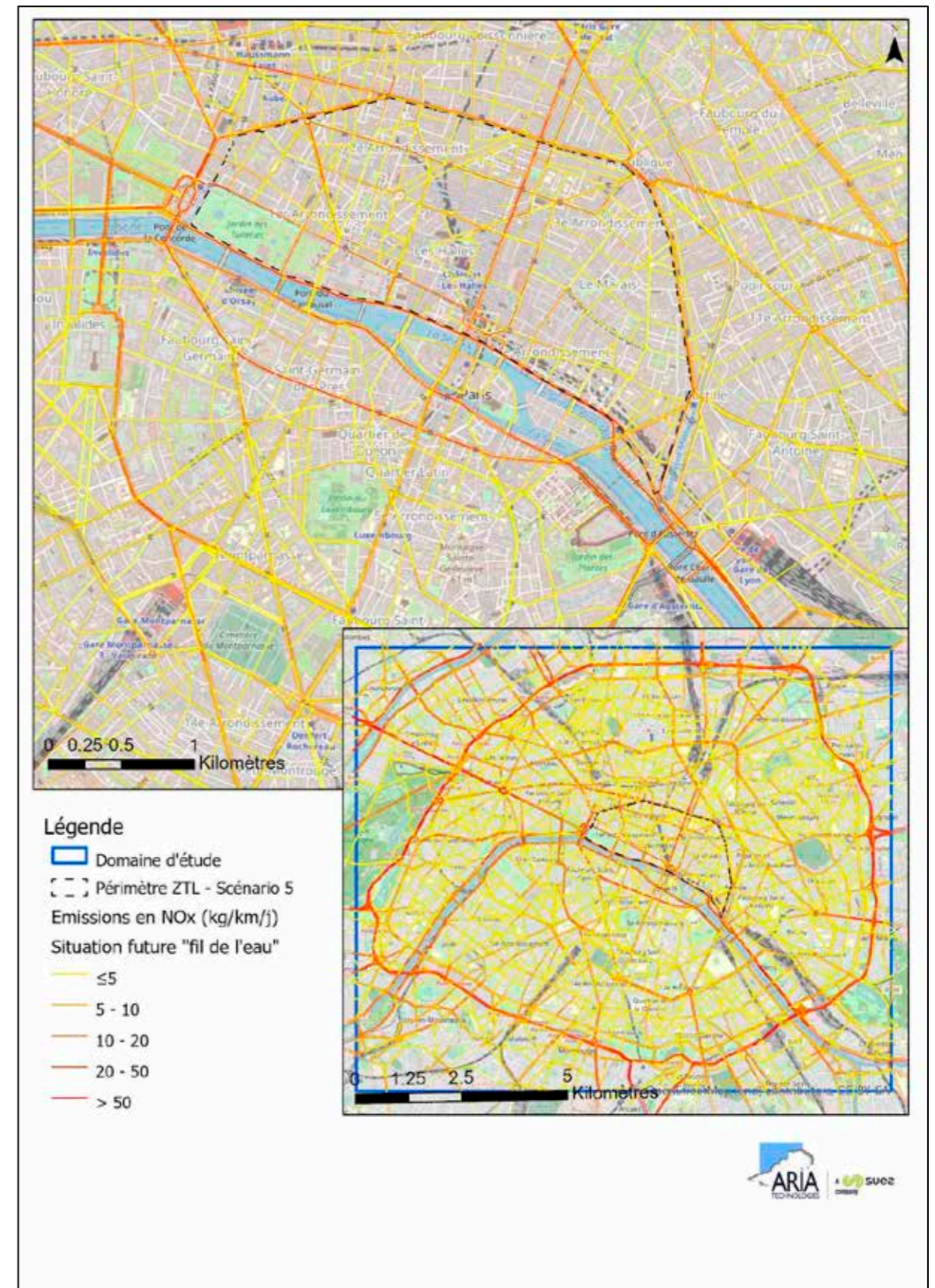


Figure 18 : émissions en NOx (kg/km/j) pour la situation avec projet (2024)

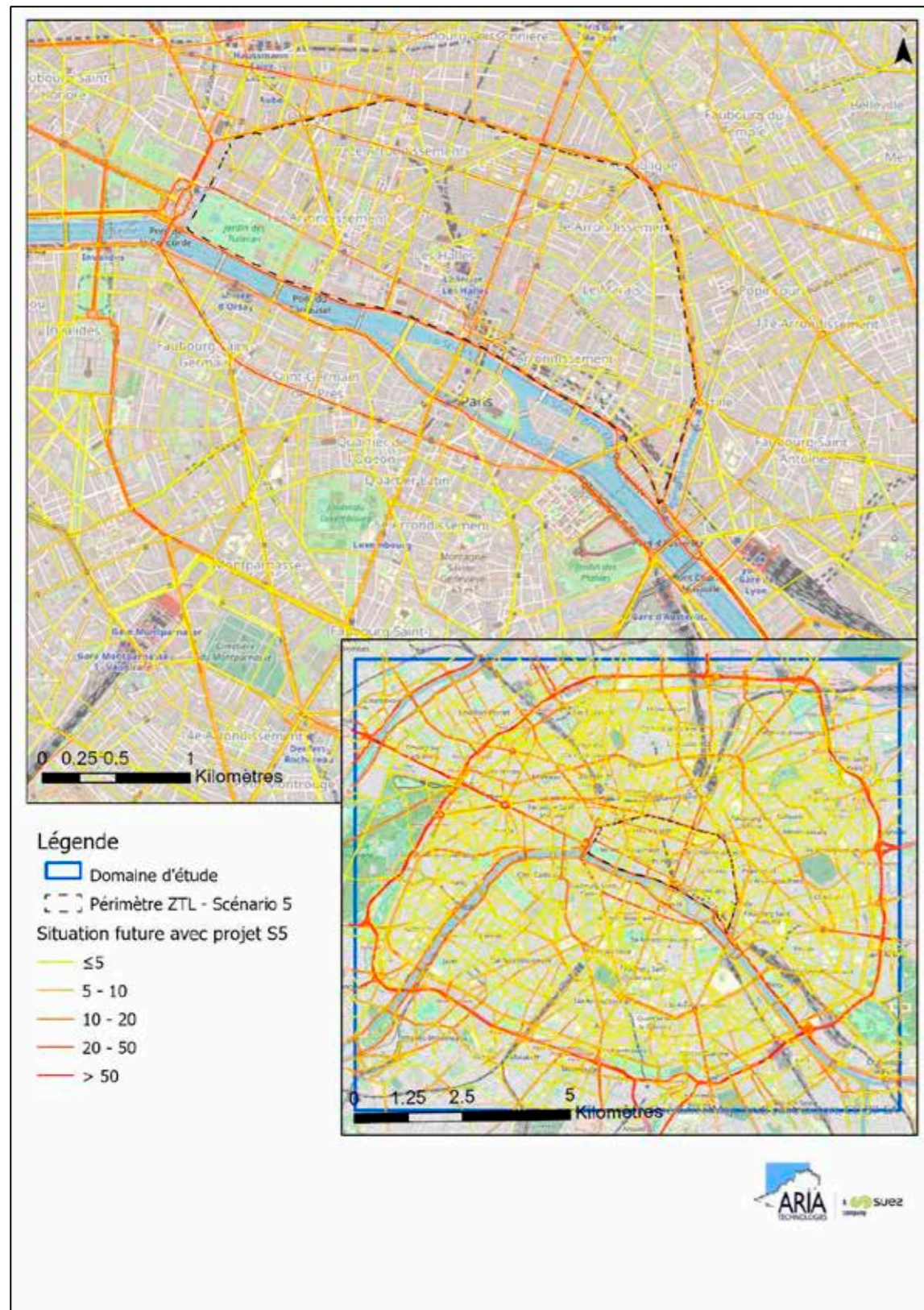
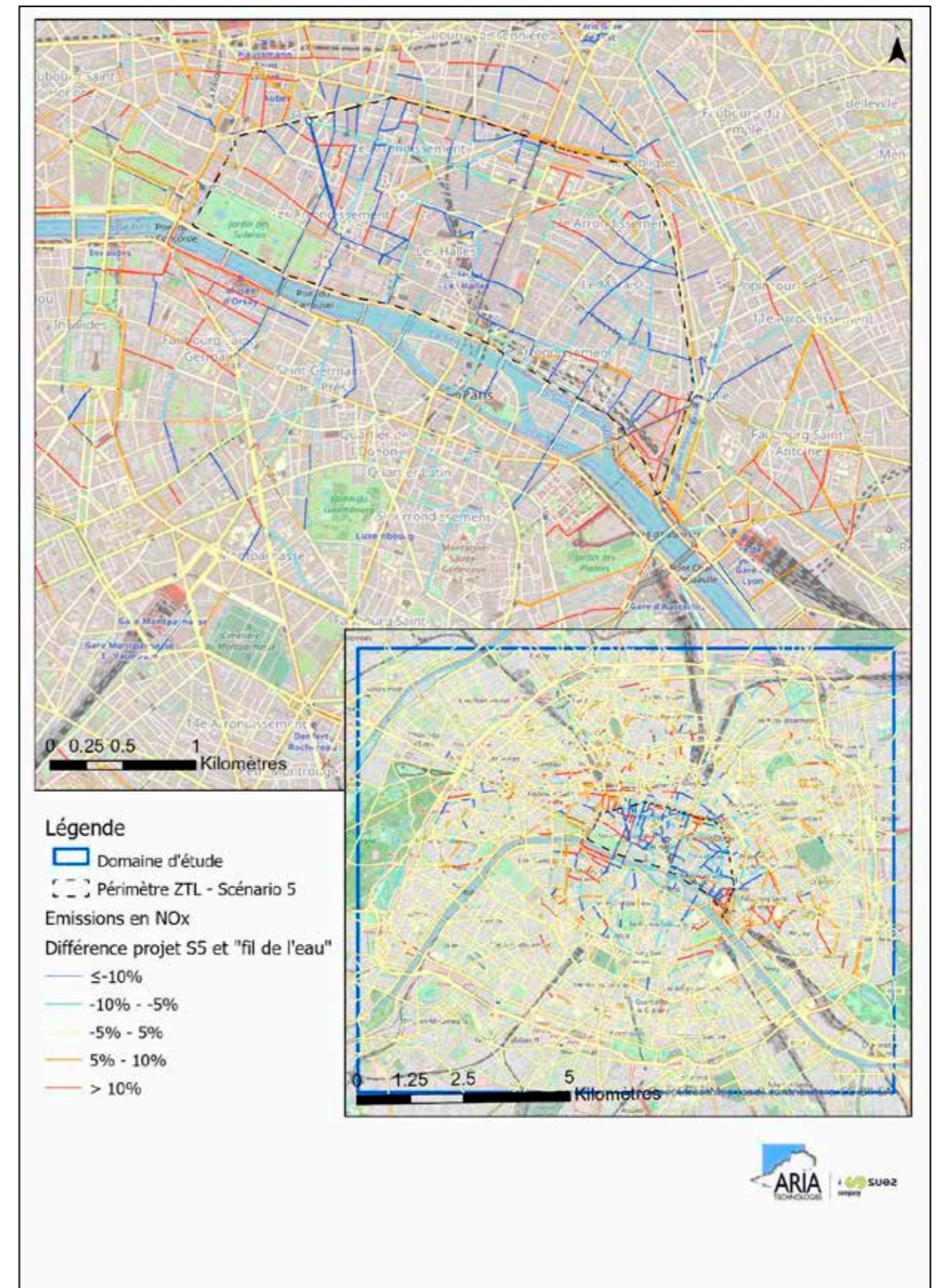


Figure 19 : différence d'émissions en NOx entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau »



Impact du projet sur les émissions :

Les variations d'émissions liées à la mise en place du projet sont conformes aux variations du trafic routier attendues. Les voies subissant une diminution des émissions sont principalement situées au sein de la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions augmentent principalement à l'est de celle-ci, conformément aux variations de trafic.

4 IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITE DE L'AIR

Afin d'étudier l'impact du projet sur la qualité de l'air, des modélisations de la dispersion des polluants atmosphériques ont été réalisées permettant d'estimer les concentrations dans l'air.

4.1 METHODOLOGIE**4.1.1 Modèle de dispersion mis en œuvre pour les simulations**

Pour étudier la dispersion des émissions liées au trafic automobile dans des conditions où la modélisation gaussienne n'est pas suffisante (notamment en présence d'obstacles), le **modèle PMSS** présent dans les logiciels **ARIA Impact 3D** et **ARIA City** a été mis en œuvre. Il est fondé sur des moteurs de calcul lagrangien à vocation généraliste et utilisé dans des applications civiles et militaires. Il est utilisé par plusieurs bureaux d'études en France ainsi que par le CEA-DAM, Thalès, SAIC (Etats-Unis, pour l'armée américaine), l'INERIS et la Ville de Paris. MSS repose sur la mise en œuvre :

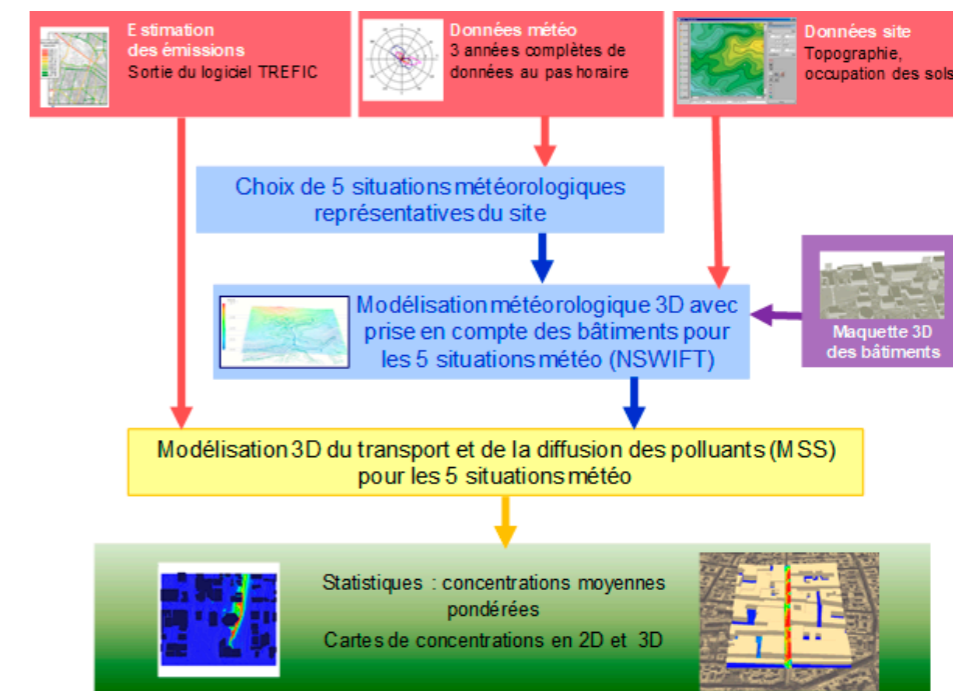
- d'un modèle de calcul de champ de vent en terrain complexe et en présence de bâti (quartier d'une ville ou site industriel) nommé SWIFT ;
- d'un modèle de dispersion : le modèle lagrangien à particules Micro-SPRAY.

PMSS a fait l'objet de nombreuses publications et d'intercomparaisons (cf. Annexe 2).

4.1.2 Présentation de la méthodologie appliquée

La Figure 20 présente la méthodologie mise en œuvre pour déterminer les concentrations dans l'air.

Figure 20 : méthodologie mise en œuvre



4.1.2.1 Etape 1 : modélisation de l'écoulement du vent

Cette étape consiste à modéliser l'écoulement du vent à l'aide du modèle SWIFT sur la zone d'étude pour chaque situation météorologique étudiée.

4.1.2.2 Etape 2 : modélisation de la dispersion des émissions

Cette étape consiste à modéliser la dispersion des polluants atmosphériques avec le modèle MSS, pour chacune des situations météorologiques étudiées.

4.1.2.3 Etape 3 : estimation des concentrations moyennes

Les résultats obtenus pour chaque situation sont ensuite pondérés d'une fréquence représentative de chaque situation afin de calculer les concentrations moyennes. Les concentrations moyennes ainsi calculées sont représentatives d'une concentration moyenne annuelle, et comparables aux valeurs réglementaires de la qualité de l'air.

4.2 DONNEES D'ENTREE POUR LES MODELISATIONS

4.2.1 Météorologie

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont : la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure, la pluviométrie, la stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est pourquoi il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques suffisamment longues et complètes, et représentatives de la climatologie du site.

4.2.1.1 Données météorologiques

Plusieurs paramètres rentrent en ligne de compte pour le choix de la station météorologique la plus représentative de la zone d'étude :

- 1. sa position géographique** : la station retenue doit être la plus proche possible de la zone d'étude et il ne doit pas exister d'obstacle majeur entre la station et la zone d'étude.
- 2. la cadence d'acquisition des données météorologiques** : Météo France possède des stations où les relevés sont faits toutes les heures et d'autres tous les jours. Pour notre étude, nous avons besoin de données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques diurnes. Il est recommandé d'utiliser des bases de données météorologiques comportant des données concernant le vent, la température et la nébulosité toutes les 3 heures pendant plusieurs années. Les stations « journalières » sont donc éliminées.
- 3. la pertinence des données météorologiques.**

Les données météorologiques retenues dans cette étude proviennent des observations Météo-France de la station **Paris-Montsouris** située à environ 4 km au sud du projet de ZTL. Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (une mesure toutes les heures) sur la période du 01/01/2019 au 31/12/2021 (3 années).

4.2.1.2 Analyse météorologique

Toutes les analyses réalisées dans cette partie (roses des vents, température, stabilité atmosphérique) sont effectuées à partir de la base de données météorologiques horaires, ce qui représente au total 26304 échéances météorologiques analysées

4.2.1.2.1 Définitions

Vent calme : les vents calmes sont des vents de vitesse nulle ou inférieure à 0,9 m/s, sans direction associée. Ils ne sont donc pas représentés sur la rose des vents.

Vent faible : les vents faibles sont des vents de vitesse inférieure à 2 m/s.

Classification des vents en fonction de leur vitesse :

Vitesse du vent	Rose des vents
$V < 0,9$ m/s	< 0,9 m/s
$0,9$ m/s $\leq V < 1,5$ m/s	1 m/s
$1,5$ m/s $\leq V < 2,5$ m/s	2 m/s
$2,5$ m/s $\leq V < 6,5$ m/s	3-6 m/s
$6,5$ m/s $\leq V < 12,5$ m/s	7-12 m/s
$V \geq 12,5$ m/s	≥ 13 m/s

4.2.1.2.2 Roses des vents

La rose des vents, en un lieu donné, est la représentation graphique des fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'une fréquence donnée fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de la direction d'où vient le vent. La Figure 21 présente la rose des vents générale pour la station Paris-Montsouris calculée à partir des données horaires sur la période 01/01/2019 au 31/12/2021.

Figure 21 : rose des vents générale 2019-2021 – Station Météo-France Paris-Montsouris

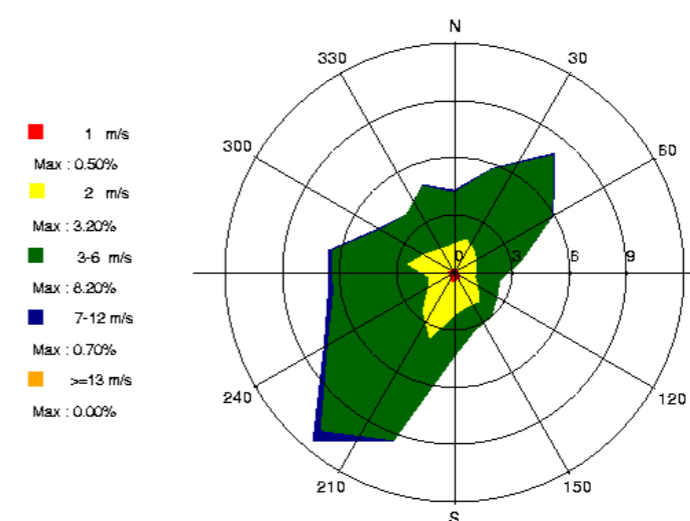


Tableau 8 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent

Classe de vitesse (m/s)	calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[	[0,9 ; 1,5[	[1,5 ; 2,5[	[2,5 ; 6,5[	[6,5 ; 12,5[	[12,5 ; ∞[
Fréquence (%)	1.0%	5.1%	27.3%	64.3%	2.3%	0.0%

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2019 au 31/12/2021), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- les roses des vents montrent trois directions privilégiées :
 - vents de secteur **nord-est** (20,2 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 20° et 60°¹¹),
 - vents de secteur **sud-ouest** (35,4 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 200° et 260°),
 - vents de secteur **ouest/nord-ouest** (20,3 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 280° et 340°).
- sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 3,1 m/s (11,2 km/h) ;
- les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s soit respectivement 10,8 km/h et 21,6 km/h ;
- les vents faibles (de vitesse inférieure ou égale à 2 m/s) représentent 6,1 % des observations dont 1,0 % de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- les vents forts (de vitesse supérieure à 7 m/s) représentent 2,3 % des observations.

4.2.1.2.3 Stabilité atmosphérique

La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Elle est déterminée à partir des données de nébulosité et de vent qui conduisent à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

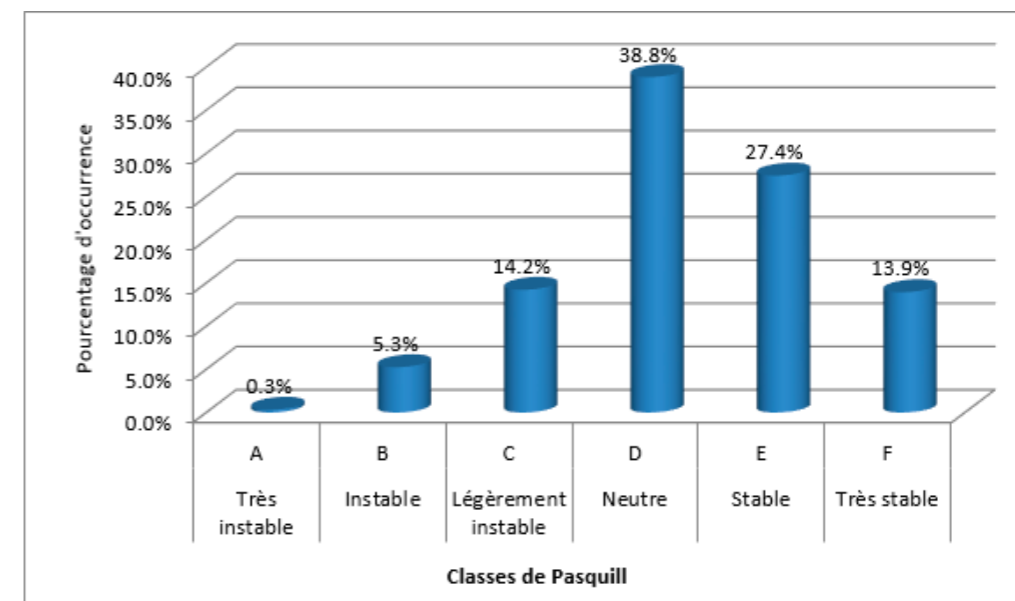
- Classe A : Très instable
- Classe B : Instable
- Classe C : Légèrement instable
- Classe D : Neutre
- Classe E : Stable
- Classe F : Très stable

¹¹ Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

Plus l'atmosphère est stable (catégories E et F), plus les conditions de dispersion sont défavorables. Ces situations freinent le déplacement des masses d'air et se retrouvent principalement par vents faibles et la nuit.

Le diagramme de la Figure 22 présente la répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique. Les conditions de dispersion sont relativement favorables puisque 58,6% des observations présentent une atmosphère instable ou neutre.

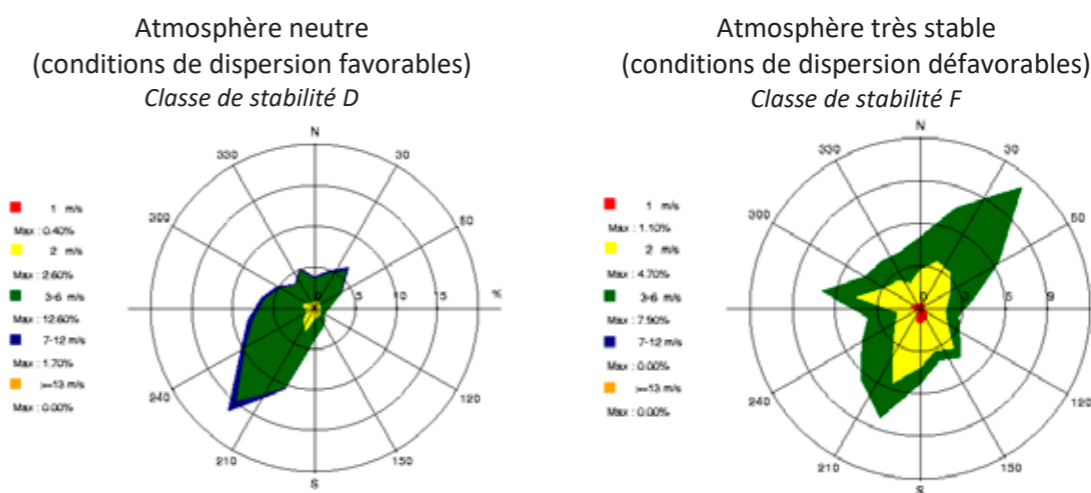
Figure 22 : répartition des observations en fonction de la stabilité atmosphérique



Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 2,7 m/s en situation stable (donc pénalisants pour la dispersion des émissions), tandis qu'en atmosphère neutre, la vitesse moyenne est de 3,8 m/s.

Les situations d'atmosphère neutre sont représentées majoritairement par les vents de sud-ouest, tandis qu'en atmosphère très stable (vents défavorables à la dispersion) les vents viennent majoritairement du nord/nord-est avec des vents plus faibles, comme le montre la Figure 23.

Figure 23 : roses des vents par classe de stabilité

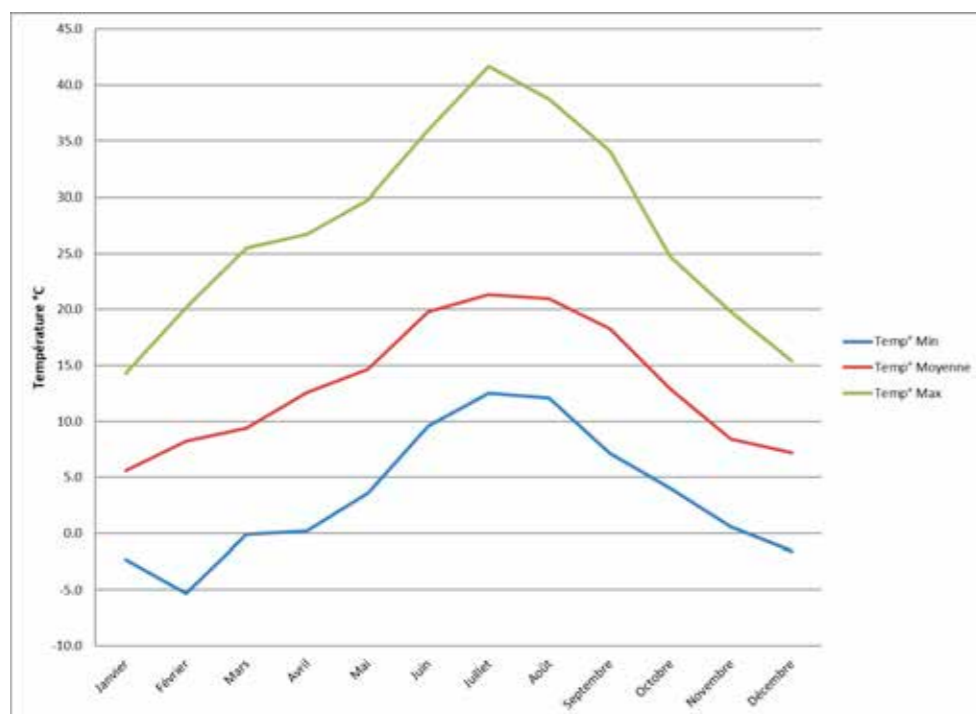


4.2.1.2.4 Température

La température de l'air, autre paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 13,3°C sur les trois années étudiées.

La Figure 24 présente les variations mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur les 3 années étudiées.

Figure 24 : variation de la température sur l'année (période du 01/01/2019 au 31/12/2021)



4.2.1.3 Choix des conditions météorologiques retenues pour les simulations

Les simulations 3D sont réalisées pour plusieurs conditions météorologiques particulières, représentatives de la climatologie du site. Les paramètres météorologiques significatifs pour l'étude de dispersion dans l'atmosphère sont :

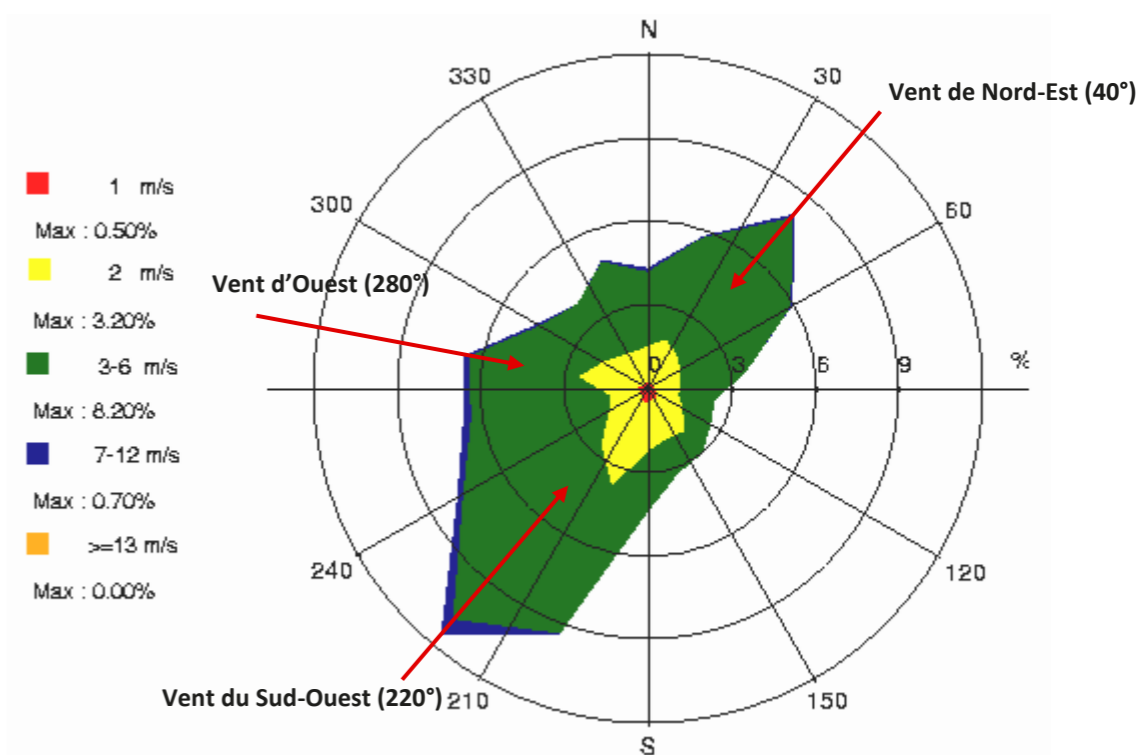
1. la vitesse et la direction du vent,
2. la stabilité atmosphérique.

Le choix des situations météorologiques à retenir pour les modélisations se base sur la rose des vents ainsi que sur les critères suivants :

- Situations favorables pour la dispersion des polluants (vent moyen, atmosphère neutre),
- Situations défavorables à la dispersion des polluants (vents faibles, atmosphère stable),
- Directions du vent majoritaires de la rose des vents.

D'après la rose des vents (cf. Figure 21), trois directions de vent sont dominantes : vents du sud-ouest, vents d'ouest/nord-ouest et vent du nord-est. Nous retiendrons donc ces directions de vent comme illustrées sur la Figure 25.

Figure 25 : directions de vent retenues pour les modélisations 3D



D'après les roses des vents par classe de stabilité (cf. Figure 23), les vents du secteur sud-ouest correspondent principalement à des vents d'atmosphère neutre, avec des vents moyens de 3,8 m/s. Les vents du nord correspondent majoritairement à des vents d'atmosphère très stable, avec des vents moyens de 2,7 m/s.

Nous retiendrons donc les situations météorologiques suivantes :

Tableau 9 : situations météorologiques retenues pour les simulations 3D

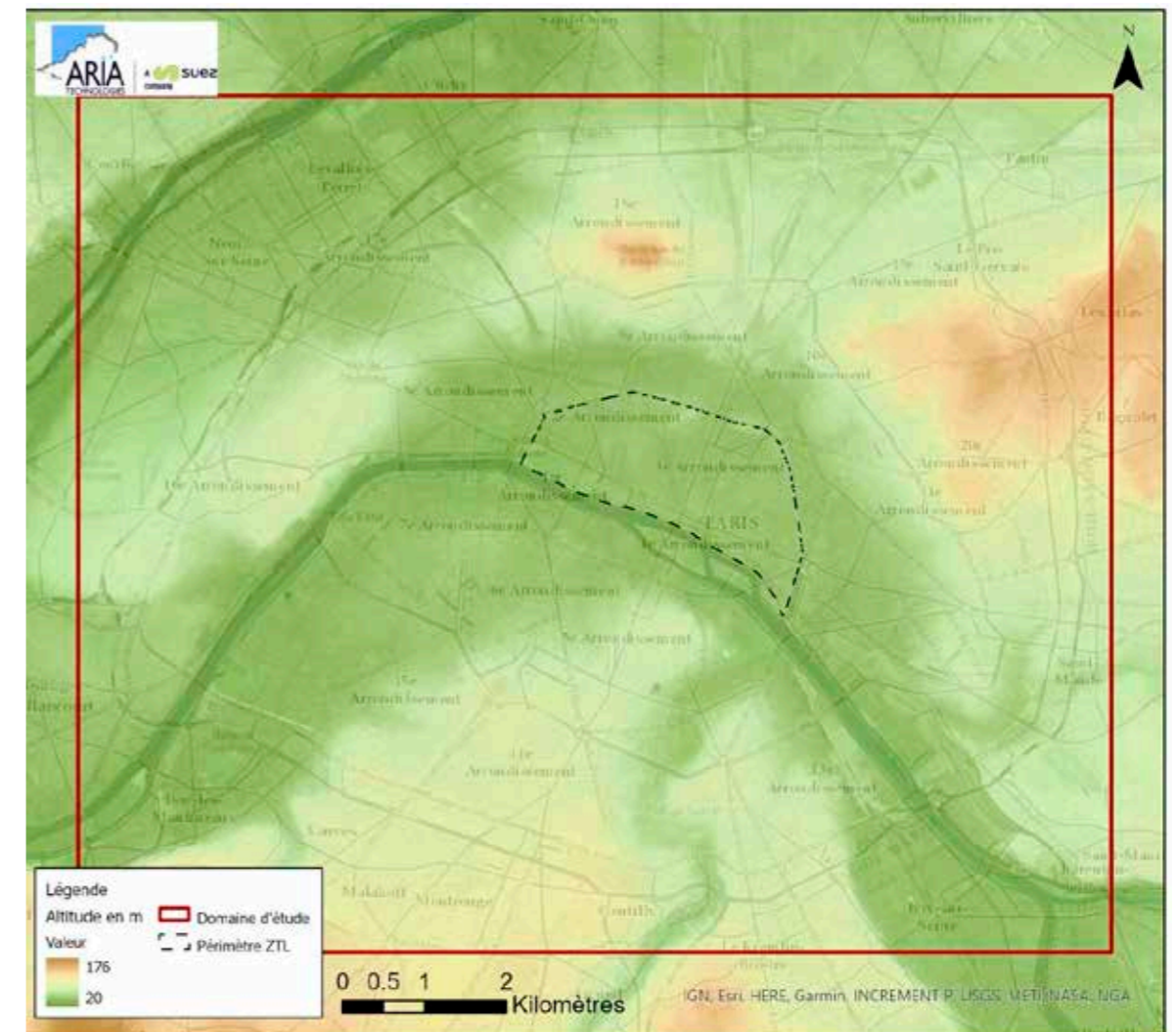
Cas	Direction	Vitesse	Classe de stabilité	Fréquence réelle	Fréquence pour calcul de la moyenne
280 5D	280°	5 m/s	D	6.7%	23.9%
220 5D	220°	5 m/s	D	12.1%	43.5%
40 2F	40°	2 m/s	F	4.3%	15.3%
280 2F	280°	2 m/s	F	1.9%	6.8%
220 2F	220°	2 m/s	F	2.9%	10.5%
				27.8%	100.0%

La température de l'air est prise égale à 13°C, température moyenne observée sur 2019-2021.

4.2.2 Topographie

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 5 mètres (RGE ALTI® de l'IGN). La Figure 26 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. L'unité est le mètre NGF (Nivellement Général de la France). L'altitude du sol varie entre 40 et 130 mètres sur la zone d'étude.

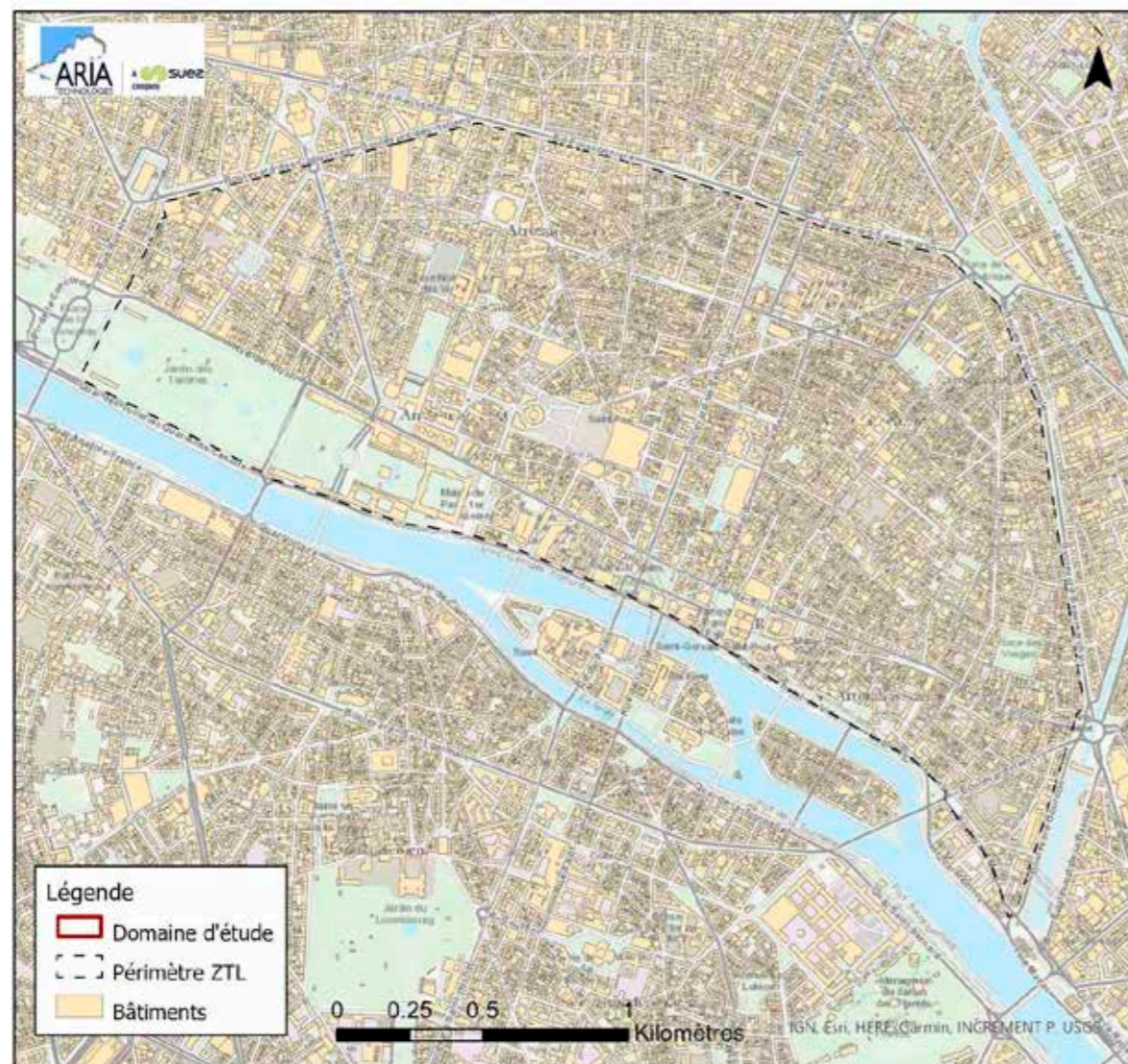
Figure 26 : topographie du domaine d'étude (source : IGN RGE ALTI® 1m)



4.2.3 Obstacles

Les bâtiments jusqu'au boulevard périphérique ont été pris en compte dans cette étude. Les données proviennent de la BD TOPO® de l'IGN. Pour un souci de visibilité, la Figure 27 ne présente les obstacles pris en compte que dans la ZTL.

Figure 27 : bâtiments dans la ZTL (source : BD TOPO® de l'IGN)



Le but étant de modéliser les obstacles présents dans la zone d'étude et pouvant influencer sur les écoulements d'air, ces obstacles ont été modélisés en fonction de leur volume et de leur hauteur. Ces bâtiments ont été pris en compte avec une résolution de 3 mètres dans le plan horizontal et avec une hauteur qui dépend de la répartition des niveaux verticaux. Pour les simulations de la dispersion des polluants, il a été défini 25 niveaux verticaux répartis entre 0 et 1060 m d'altitude. La hauteur de maille la plus petite est de 3 mètres près du sol et la plus grande maille, au niveau du plafond du domaine, atteint 260 mètres.

4.2.4 Emissions

Les émissions prises en compte dans les simulations correspondent aux émissions liées au trafic routier, calculées pour chaque scénario (cf. paragraphe 3.3). Les émissions liées au trafic routier ont été assimilées à des sources linéiques.

Les simulations sont réalisées pour les NOx, les particules fines (PM10 et PM2.5) et le benzo(a)pyrène. Les concentrations pour les autres polluants sont calculées au pro-rata des émissions : les concentrations pour les polluants gazeux sont calculées au pro-rata des émissions en NOx, les concentrations pour les métaux sont calculées au pro-rata des émissions en PM2.5 et les concentrations en 16HAP éq BaP sont calculées au pro-rata des émissions en benzo(a)pyrène.

4.3 PRESENTATION DES RESULTATS

Les concentrations dans l'air présentées dans ce rapport correspondent aux concentrations moyennes annuelles.

4.3.1 Conversion des NOx en NO₂

Les simulations sont réalisées pour les oxydes d'azote (NOx), qui regroupent le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO). Il n'existe pas de valeur réglementaire pour la santé humaine pour les oxydes d'azote, mais uniquement pour le dioxyde d'azote (NO₂).

Afin d'estimer les concentrations en NO₂, un ratio NO₂/NOx obtenu à partir des mesures des stations d'AIRPARIF est appliqué sur les résultats exprimés en NOx. Dans cette étude, il est retenu le ratio NO₂/NOx égal à 22% correspondant à la moyenne des ratios calculés pour la période 2015-2017 sur la base des résultats mesurés au niveau des stations Airparif¹².

Ce ratio étant stable depuis 2011, on considère que ce ratio reste identique dans les scénarios à l'horizon 2024.

4.3.2 Pollution de fond

Les résultats de la modélisation tiennent compte uniquement des émissions liées au trafic routier présent dans la zone d'étude. Afin de prendre en compte les autres sources d'émission présentes sur la zone d'étude et non prises en compte dans les simulations (chauffage urbain, industries...), une pollution de fond constante sur la zone d'étude a été ajoutée aux résultats de la modélisation. Ces valeurs sont indiquées dans le Tableau 10. Pour la situation initiale, ces valeurs proviennent du bilan de la qualité de l'air réalisé par Airparif pour l'année 2021¹³ (valeurs de fond pour l'agglomération parisienne).

Pour les situations futures, pour le 1,3 butadiène, à défaut de données sur l'évolution des concentrations dans les années à venir, il a été conservé les mêmes concentrations qu'en 2019 (hypothèse très majorante). Pour l'arsenic et le nickel, les concentrations sur les dernières années sont restées stables, il a donc également été conservé les mêmes concentrations qu'en 2019.

Pour les autres substances, il a été appliqué l'évolution moyenne par an observée sur les dernières années.

Sur la base de la méthodologie développée par Airparif pour l'évaluation de l'impact de la ZFE-m¹⁴, une baisse de la pollution de fond en NO₂ de 1µg/m³ a été prise en compte suite à la mise en place du projet au sein de la ZTL : à partir de la baisse des émissions de NOx attendue au sein de la ZTL (-7,3%), une diminution relative est appliquée aux concentrations de fond sur la ZTL, pondérée par le poids des émissions du trafic routier par rapport aux émissions globales de la ZTL (56%, d'après le bilan des émissions 2018, (Airparif, 2020)). Ainsi, plus le poids des émissions liées au trafic routier est important dans les émissions globales, plus la diminution des concentrations de fond y sera importante. Cette approche est mise en œuvre uniquement pour le NO₂, polluant majoritairement local, contrairement aux particules.

¹² « Air quality in the Paris region – summary 2017 », AIRPARIF, mars 2018

¹³ <https://www.airparif.asso.fr/bilan/2022/bilan-2021-de-la-qualite-de-lair>

¹⁴ Zone à faibles émissions mobilité dans la Métropole du Grand Paris – 2^{ème} étape – juin 2021, Airparif, Décembre 2020.

Concernant le chrome, autre substance retenue dans cette étude, il n'existe pas de valeur de fond mesurée par Airparif. Aucune valeur de fond n'a été retenue pour cette substance.

Tableau 10 : valeurs de pollution de fond retenues pour l'étude

	Unité	Situation initiale	Justification	Fil de l'eau et projet (2024)	Justification
NO₂	µg/m ³	33	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	24 (23 au sein de la ZTL dans le cas du scénario avec projet)	Baisse de 6% par an
PM10	µg/m ³	20	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	17	Baisse de 4% par an
PM2.5	µg/m ³	12	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	10	Baisse de 4% par an
Benzène	µg/m ³	0.9	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.7	Baisse de 5% par an
1,3 butadiène	µg/m ³	0.26	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF (moyenne 2021)	0.26	Stable
Arsenic	ng/m ³	0.22	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.22	Stable
Nickel	ng/m ³	0.92	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.92	Stable
Benzo(a)pyrène	ng/m ³	0.14	Bilan AIRPARIF 2021 pour IDF - fond sur 3 ans (moyenne 2017-2019)	0.08	Baisse de 12% par an

4.4 RESULTATS DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR

4.4.1 Comparaison avec les mesures in-situ

Afin de valider les modélisations, une comparaison des concentrations obtenues par modélisation et des concentrations mesurées au niveau des stations de mesure Airparif en 2019 est présentée dans les Tableau 11 à Tableau 13.

Les concentrations modélisées sont cohérentes avec les concentrations mesurées au niveau des stations Airparif :

- Les concentrations modélisées sont globalement du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées en 2019. En effet, le ratio entre les résultats de la modélisation et les valeurs mesurées est compris entre 0,8 et 1,2 correspondant à un écart inférieur à 20%.
- Au niveau de quatre stations (Paris 13^{ème}, Paris 15^{ème}, Paris 7^{ème}, Rue Bonaparte), le ratio entre les résultats de la modélisation et les valeurs mesurées est compris entre 1,2 et 1,4. Pour ces stations, le modèle est majorant par rapport aux mesures.

La comparaison des résultats du modèle de dispersion avec les valeurs mesurées sur la zone d'étude est de bonne qualité, le modèle de dispersion ayant tendance à être majorant par rapport aux mesures. Le modèle peut donc être considéré comme « calé » pour la situation initiale. Les paramétrages du modèle sont conservés pour modéliser les situations futures.

Tableau 11 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en NO2

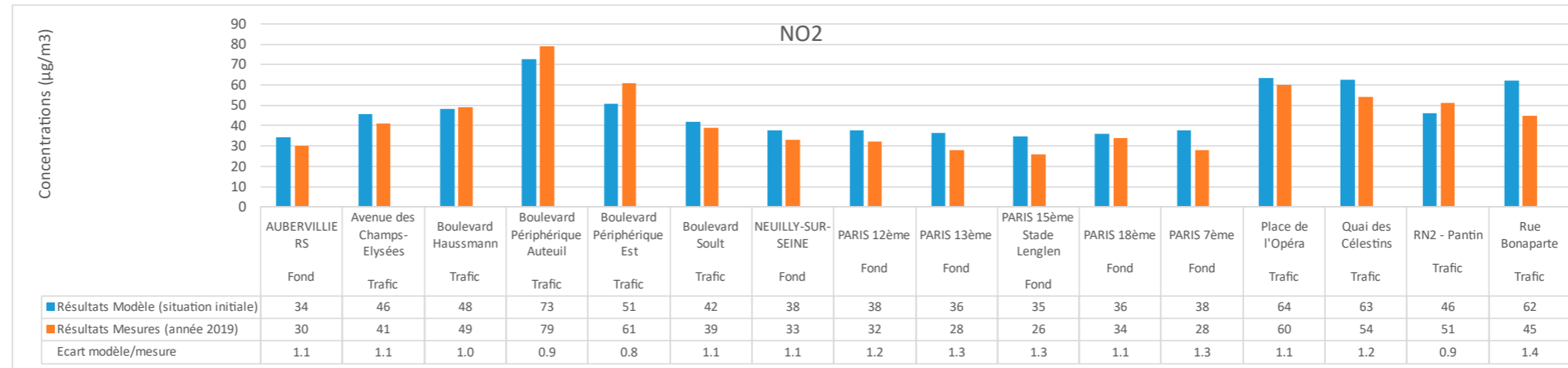


Tableau 12 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM10

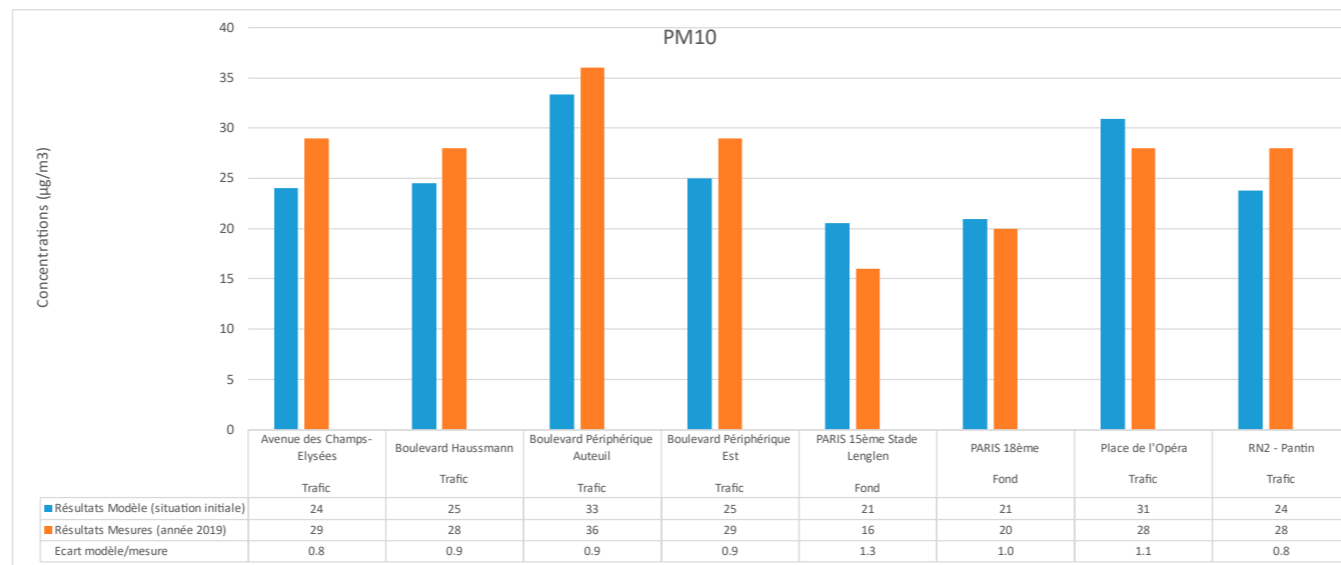
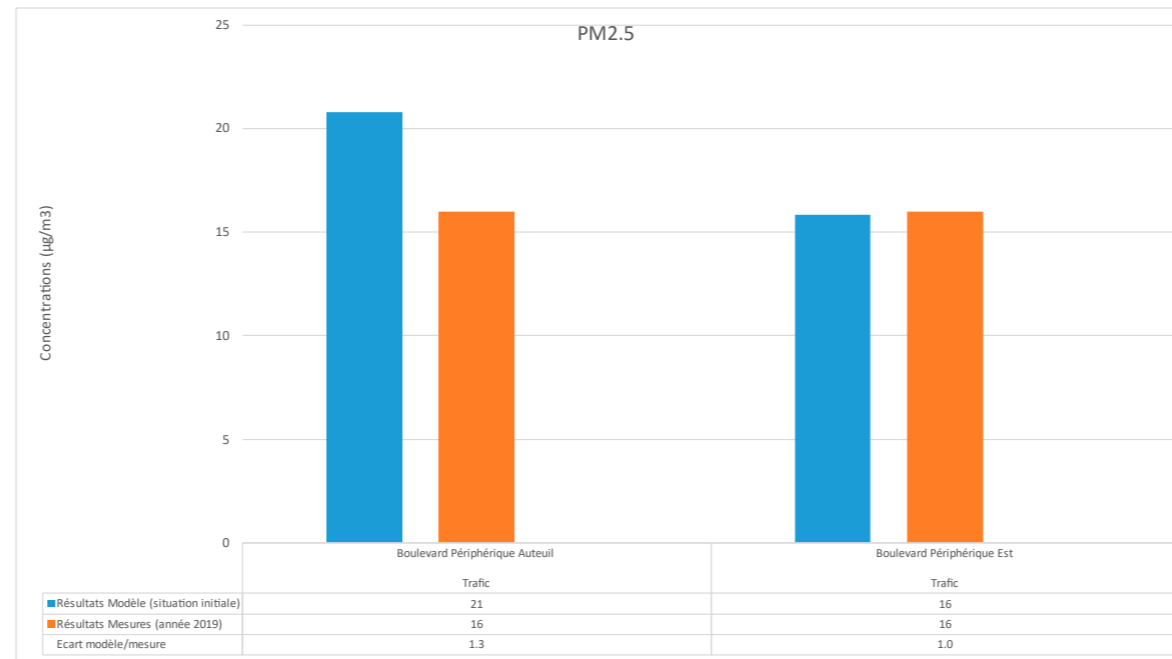


Tableau 13 : comparaison des résultats de la modélisation avec les mesures en PM2.5



4.4.2 Concentrations au niveau du sol – bilan sur le domaine d'étude

Les Figure 28 à Figure 30 présentent les cartographies des concentrations moyennes au sol en dioxyde d'azote pour chacun des scénarios étudiés. La Figure 32 présente la carte de différence de concentrations à l'horizon futur 2024, donnant l'impact du projet par rapport à la situation « fil de l'eau ».

Concentrations pour la situation initiale :

- La cartographie (Figure 28) montre que les concentrations en NO₂ atteignent voire dépassent la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française sur la majorité du domaine d'étude, et en particulier au niveau des voies de circulation à fort trafic (boulevard périphérique, quais et grands boulevards). A noter que la pollution de fond représente à elle seule 83% de cette valeur limite. Les recommandations OMS sont également dépassées.
- Les valeurs limites des PM10 et PM2.5 peuvent être localement dépassées sur les voies de circulation à fort trafic, tout en étant respectées au niveau des zones habitées. La pollution de fond représente à elle seule environ 50 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé sur l'ensemble du domaine pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui le dépasse à elle seule. La recommandation OMS est également dépassée.

Concentrations pour le scénario futur « fil de l'eau » à l'horizon 2024 :

- Les concentrations calculées pour la situation future « fil de l'eau » sont plus faibles que celles calculées pour la situation initiale en raison des émissions qui baissent (baisse du trafic routier, évolution du parc routier entre 2019 et 2024 et mise en circulation de véhicules moins polluants) et en raison de la pollution de fond estimée à l'horizon 2024 en baisse par rapport à la situation initiale.
- La cartographie (Figure 29) montre que les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite. La recommandation OMS est également dépassée en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul cette recommandation.
- Les valeurs limites en PM10 et PM2.5 sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5 en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul ces recommandations.

Concentrations pour le scénario futur avec projet à l'horizon 2024 :

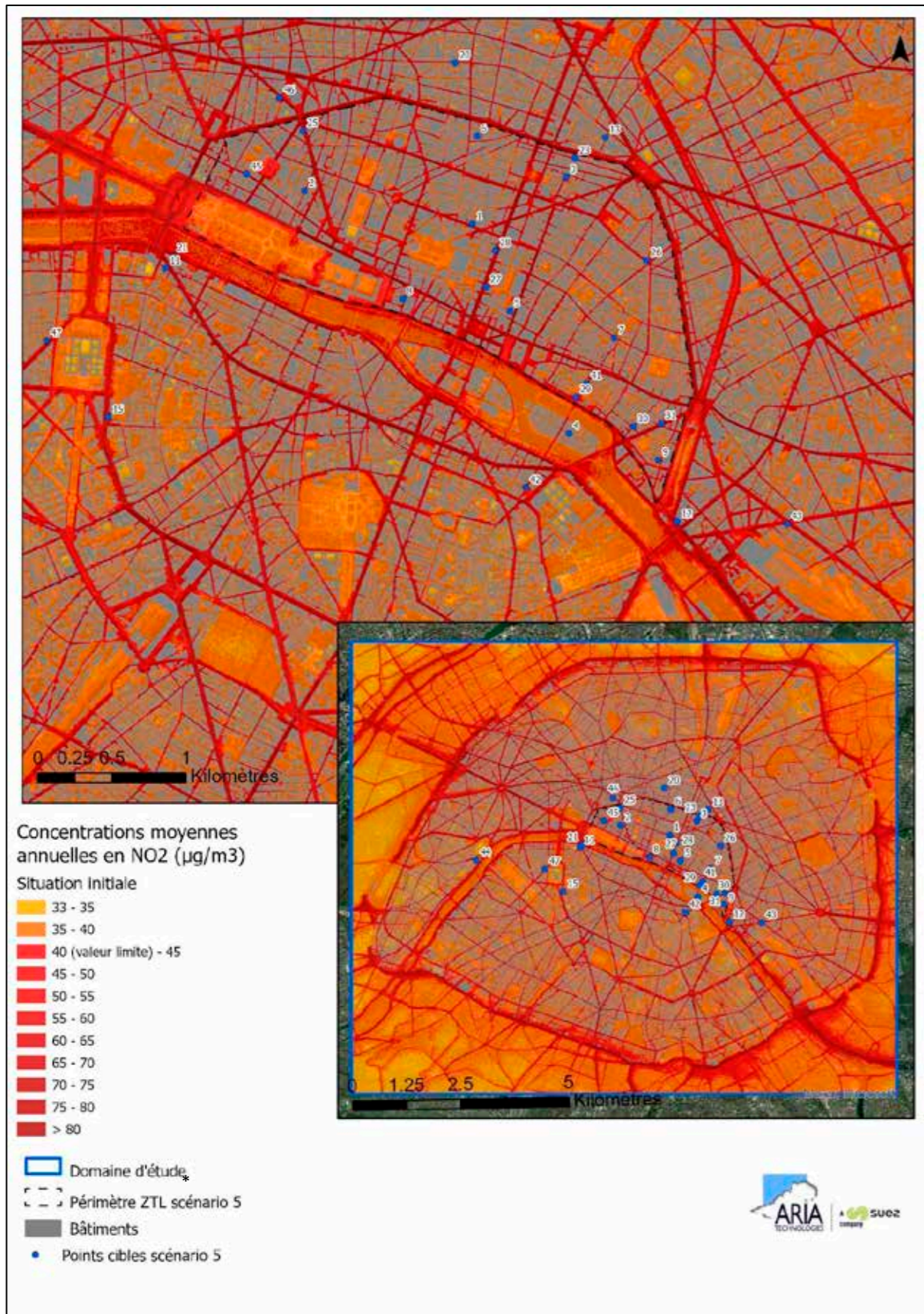
- La cartographie (Figure 30) montre que les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. La recommandation OMS est également dépassée en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul cette recommandation.

- Les valeurs limites en PM10 et PM2.5 sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5 en raison du niveau de fond qui dépasse à lui seul ces recommandations.

Comparaison des scénarios à l'horizon 2024 :

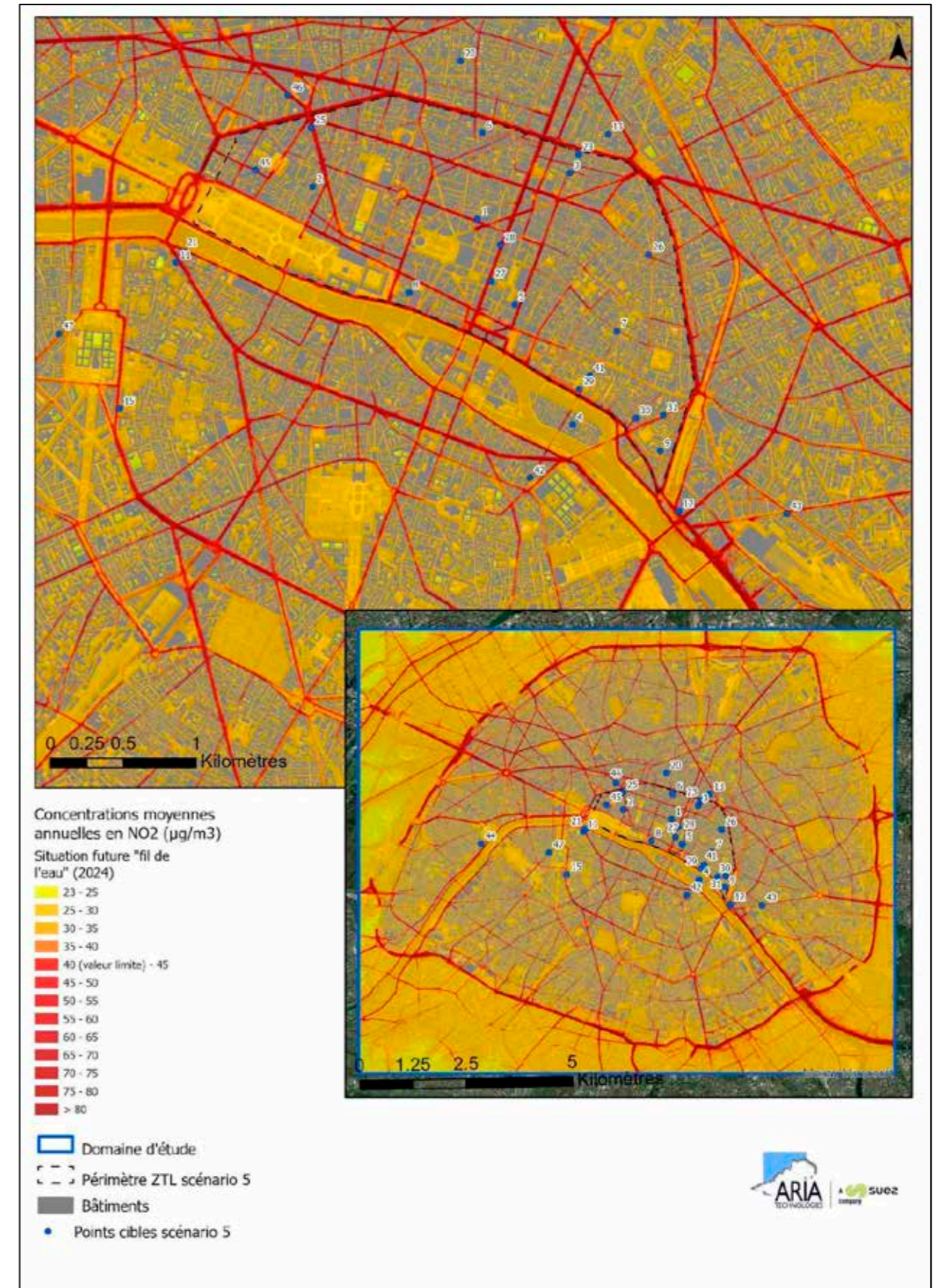
- La Figure 32 page 60 présente la différence de concentrations moyennes annuelles en NO₂ à l'horizon 2024 entre la situation avec projet et la situation « fil de l'eau ». Les reports de trafic suite à la mise en place de la ZTL entraînent localement des augmentations ou diminutions de concentrations sur les voies concernées. Conformément aux cartes de différences de trafic, la carte de différence des concentrations montre une diminution des concentrations en NO₂ sur la plupart des voies au sein de la ZTL : rue du petit Musc (-20% en moyenne), boulevard Henry IV (-15% en moyenne), avenue de l'Opéra (-13% en moyenne), rue des Pyramides (-12% en moyenne), boulevard de Sébastopol (-10% en moyenne), rue de Bretagne (-8% en moyenne), rue de Froissart (-7% en moyenne); et une augmentation sur quelques voies aux abords de la ZTL : quai Anatole France (+7% en moyenne), Pont de la Concorde (+7% en moyenne), le pont Morland (+7% en moyenne), quai Henry IV (+4% en moyenne). Le Quai Anatole France entre le Pont Royal et le Pont de la Concorde - tronçon le long duquel on observe une augmentation des concentrations en bordure sud-ouest du périmètre de la ZTL - est bordé au nord par la Seine, et au sud par un grand nombre de bâtiments non résidentiels : musées et bâtiments institutionnels. De même, le pont de la Concorde, en bordure sud-ouest de la ZTL, est bordé par la Seine de part et d'autre. Le pont Morland, en bordure sud-est de la ZTL, est bordé par la Seine de part et d'autre. Le pont Morland, en bordure sud-est de la ZTL, est bordé par le bassin de l' Arsenal et par la station de métro du Quai de la Rapée. Ces zones sont inhabitées.

Figure 28 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ au niveau du sol – situation initiale



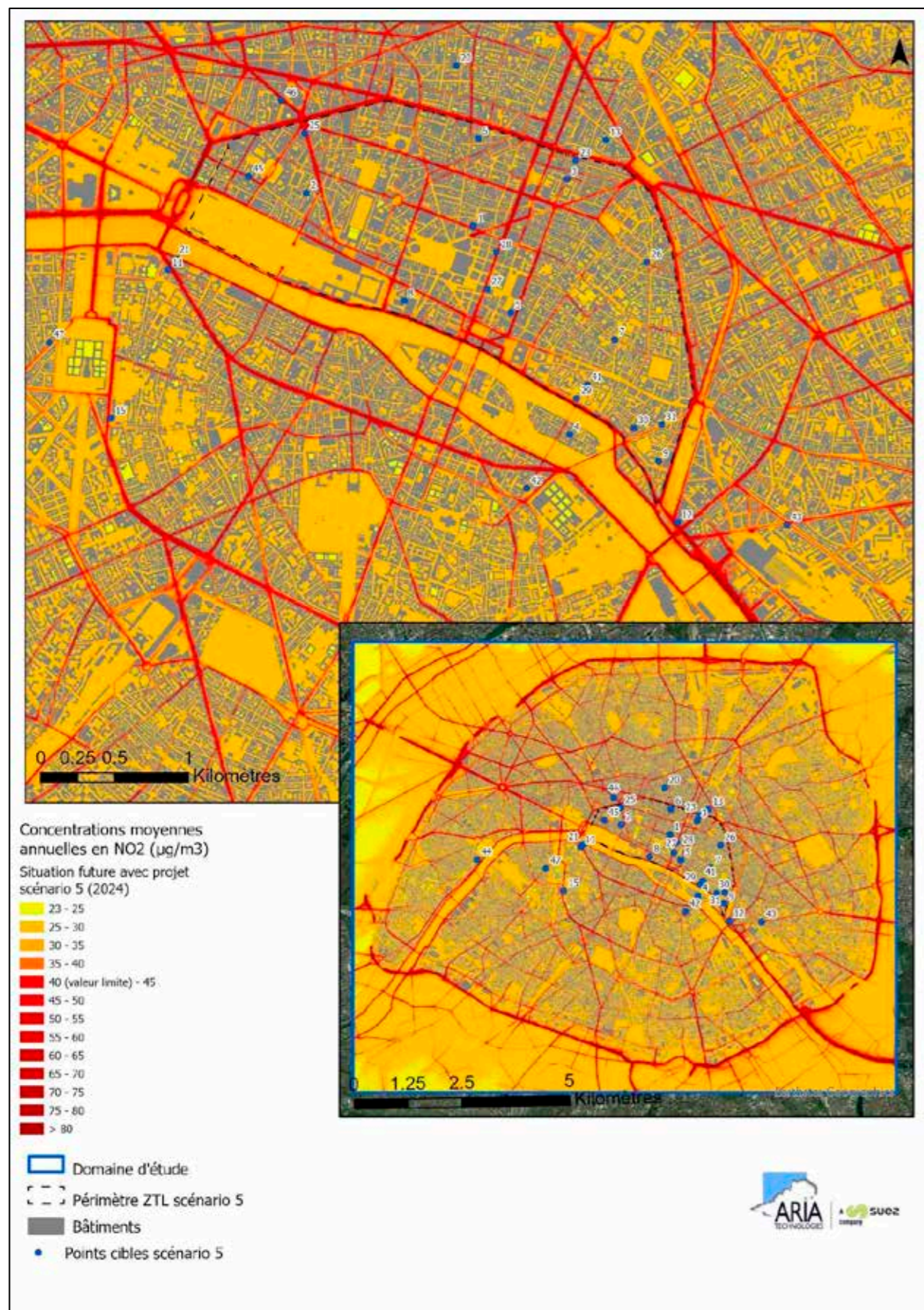
* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 29 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation future « fil de l'eau » (2024)



* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 30 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation future avec projet (2024)



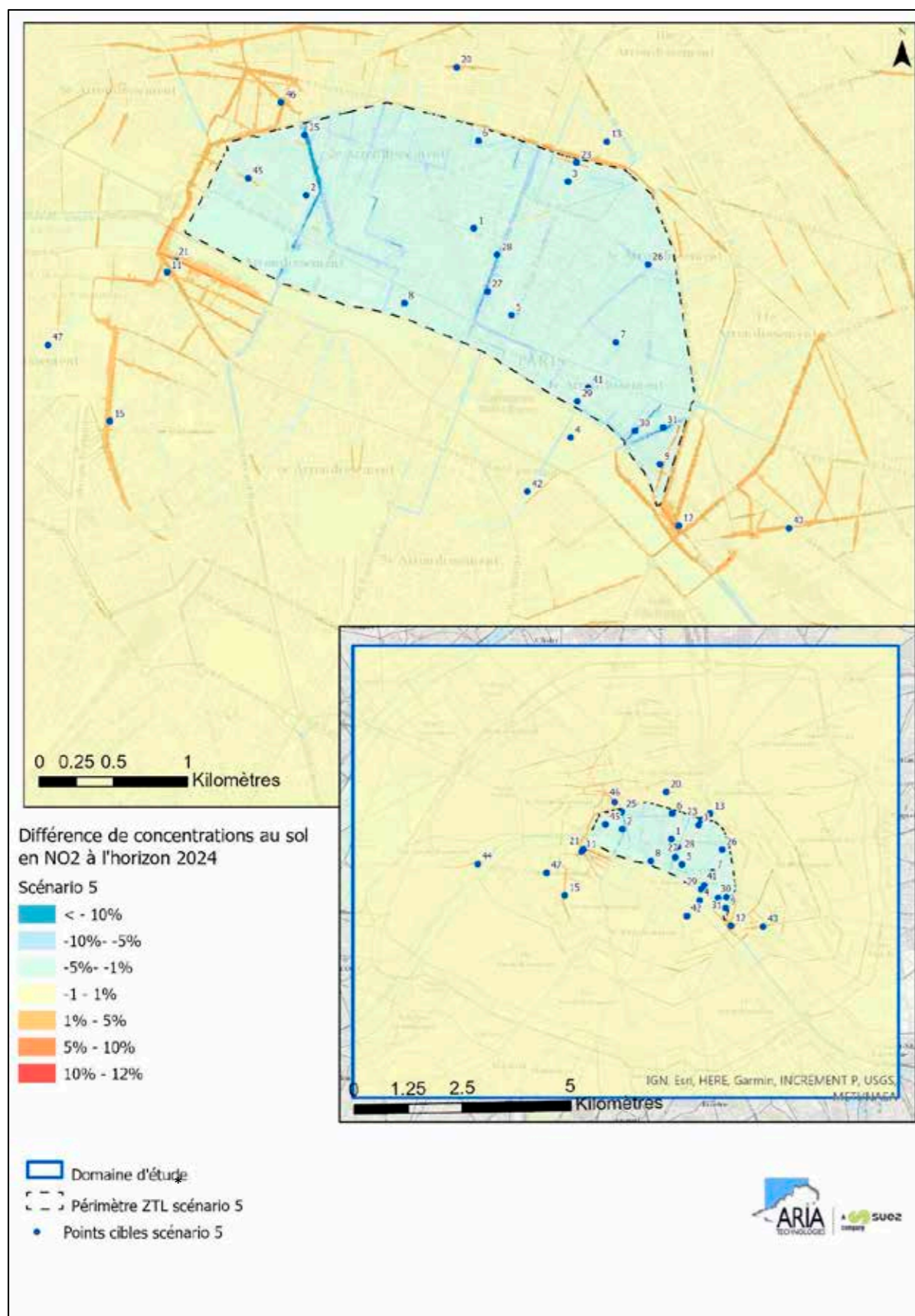
* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

Figure 31 : carte de concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ – situation initiale, fil de l'eau et future avec projet (2024) – vue 3D avenue de l'Opéra



NB : les cartographies présentées ici correspondent à une extraction au niveau du sol des concentrations obtenues par modélisation. C'est pourquoi les concentrations modélisées sur les voies de circulation en hauteur ne sont pas visualisées sur ces cartographies. Elles ont cependant bien été prises en compte dans les simulations.

Figure 32 : comparaison des concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ à l'horizon 2024 entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet

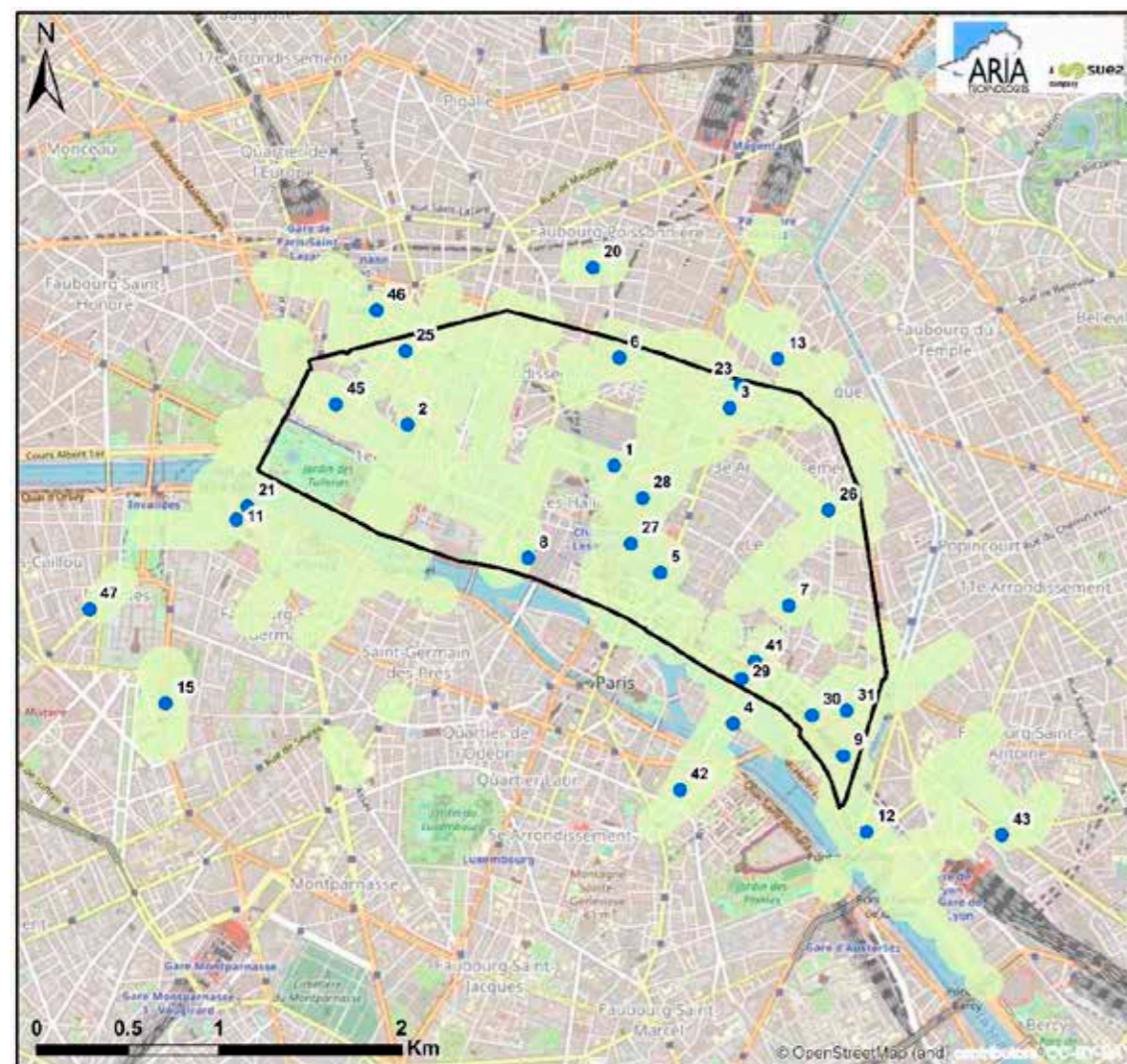


* les éléments relatifs aux points cibles figurent au paragraphe 4.4.3.

4.4.3 Points d'intérêt

Les résultats sont présentés au niveau de plusieurs points d'intérêt correspondant à des lieux accueillant des personnes sensibles à la qualité de l'air et localisés dans la bande d'étude (zone intégrant les voies affectées significativement par le projet). La Figure 33 présente la localisation de ces points. Ces points numérotés de 1 à 20, 27 à 31, 41 à 44 et 47 ont été définis de sorte à représenter les zones impactées par la mise en place du projet. Les points 21 à 26, ainsi que les points 45 et 46 sont positionnés pour documenter les augmentations et les baisses de concentrations les plus importantes liées au projet de ZTL ; ils ne correspondent ni à des zones d'habitation ni à des lieux sensibles.

Figure 33 : localisation des points d'intérêt



Légende

Périmètre ZTL scénario 5
 Bande d'étude scénario 5
 ● Points cibles scénario 5

Id	Nom
1	ECOLE ETIENNE MARCEL
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH
3	ECOLE VAUCANSON
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL
6	ECOLE BEAUREGARD
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS
8	ECOLE ARBRE SEC
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE
13	ECOLE LANCRY
15	COLLEGE VICTOR DURUY
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX
21	POINT IMPACT NEGATIF 1

Id	Nom
23	POINT IMPACT NEGATIF 3
25	POINT IMPACT POSITIF 1
26	POINT IMPACT POSITIF 2
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF
28	CHU SEBASTOPOL
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER
30	ECOLE MASSILLON
31	CABINET MEDICAL - BOULEVARD HENRI IV
41	RESIDENCE AUTONOMIE AU PETIT REMOULEUR
42	ECOLE CARDINAL LEMOINE
43	ECOLE DIDEROT
44	INTERNATIONAL SCHOOL OF PARIS
45	POINT IMPACT NEGATIF 4 S5 - 2
46	POINT IMPACT NEGATIF S5 - 1
47	ECOLE ELEMENTAIRE MOTTE-PICQUET

4.4.4 Concentrations au niveau du sol – bilan au niveau des points d'intérêt

Les Tableau 14 à Tableau 17 présentent au niveau des points d'intérêt retenus (localisés dans la zone intégrant les voies affectées significativement par le projet) les résultats des concentrations moyennes calculées au sol pour l'ensemble des substances et pour les trois scénarios étudiés. Les Figure 34 à Figure 39 comparent graphiquement, au niveau des points d'intérêt retenus, les résultats de concentrations moyennes pour le NO₂ et les particules fines (PM10 et PM2.5) pour les trois scénarios étudiés. Ces résultats tiennent compte de la pollution de fond (cf. paragraphe 4.3.2).

Concentrations pour la situation initiale :

- Au niveau de la plupart des points d'intérêt, les concentrations en NO₂ atteignent voire dépassent la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française, la pollution de fond représentant à elle seule 83% de cette valeur limite. Le point 12 (Hôpital de Jour Quai de la Rapée) présente les concentrations les plus élevées avec une valeur environ 1,7 fois supérieure à la valeur limite.
- Les concentrations en PM10 et PM2.5 restent inférieures aux valeurs limites au niveau de tous les points d'intérêt étudiés, mais sont supérieures aux recommandations de l'OMS. Les valeurs limites peuvent être localement dépassées sur les voies de circulation à fort trafic, tout en étant respectées au niveau des zones habitées. La pollution de fond représente à elle seule environ 50 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui le dépasse à elle seule.
- En ce qui concerne le benzène, les concentrations calculées au niveau des zones habitées sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises.
- Les valeurs cibles fixées par la réglementation française pour l'arsenic, le nickel et le benzo(a)pyrène sont respectées pour l'ensemble des points d'intérêt.
- Il n'existe pas de valeurs réglementaires pour le chrome et le 1,3-butadiène.

Concentrations pour le scénario futur « fil de l'eau » à l'horizon 2024 :

- Les concentrations calculées pour la situation future « fil de l'eau » sont plus faibles que celles calculées pour la situation initiale en raison des émissions qui baissent (baisse du trafic routier, évolution du parc routier entre 2019 et 2024 et mise en circulation de véhicules moins polluants) et en raison de la pollution de fond estimée à l'horizon 2024 qui devrait baisser entre 2019 et 2024.
- Au niveau des points d'intérêt de la bande d'étude, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française au niveau des zones habitées et des populations sensibles, excepté au niveau du point 12 (« Hôpital de Jour QUAI LA RAPEE ») et du point 28 (« CHU Sebastopol »). A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite.
- Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures à la valeur limite au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif.

Concentrations pour le scénario futur avec projet à l'horizon 2024 :

- Au niveau des points d'intérêt, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française, excepté aux points 12 (« Hôpital de Jour QUAI LA RAPEE ») et 28 (« CHU Sebastopol »).
- Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures à la valeur limite au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif.
- En ce qui concerne le benzène, les concentrations calculées aux points d'intérêts sont inférieures aux valeurs réglementaires françaises.

Comparaison des scénarios à l'horizon 2024 :

- Au niveau des points d'intérêt, à l'horizon 2024, les concentrations estimées pour le scénario avec projet restent du même ordre de grandeur que celles calculées pour la situation future « fil de l'eau ». On constate néanmoins une augmentation des concentrations au niveau de l'hôpital de jour du Quai de la Rapée (point d'intérêt n°12) en dehors de la ZTL de l'ordre de 6% entre le scénario « fil de l'eau » et le scénario avec projet. On constate également une tendance à la baisse pour les points cibles situés au sein de la ZTL (baisse de l'ordre de 5% en moyenne). Cette baisse est assez faible car les diminutions importantes de concentration restent localisées sur les voies de circulation.
- Au niveau de la zone habitée la plus exposée de la ZTL, la baisse de concentrations du fait de la mise en place de la ZTL est plus significative (baisse de -9%).

Impact du projet sur la qualité de l'air :

En conclusion, le projet de ZTL a un impact faible mais néanmoins positif sur la qualité de l'air par rapport à une situation « fil de l'eau » au niveau des zones habitées dans la zone d'étude. L'impact de la ZTL reste localisé au niveau des voies de circulation et des habitations proches des axes à fort trafic avec une baisse restant inférieure à 10% au niveau de la plupart des points cibles. En bordure de la ZTL, on note une hausse des concentrations sur certaines voies et notamment au niveau des points cibles situés à proximité immédiate de celles-ci. Cette hausse reste cependant inférieure à 10%.

Figure 34 : concentrations moyennes annuelles en NO₂ au niveau des points d'intérêt

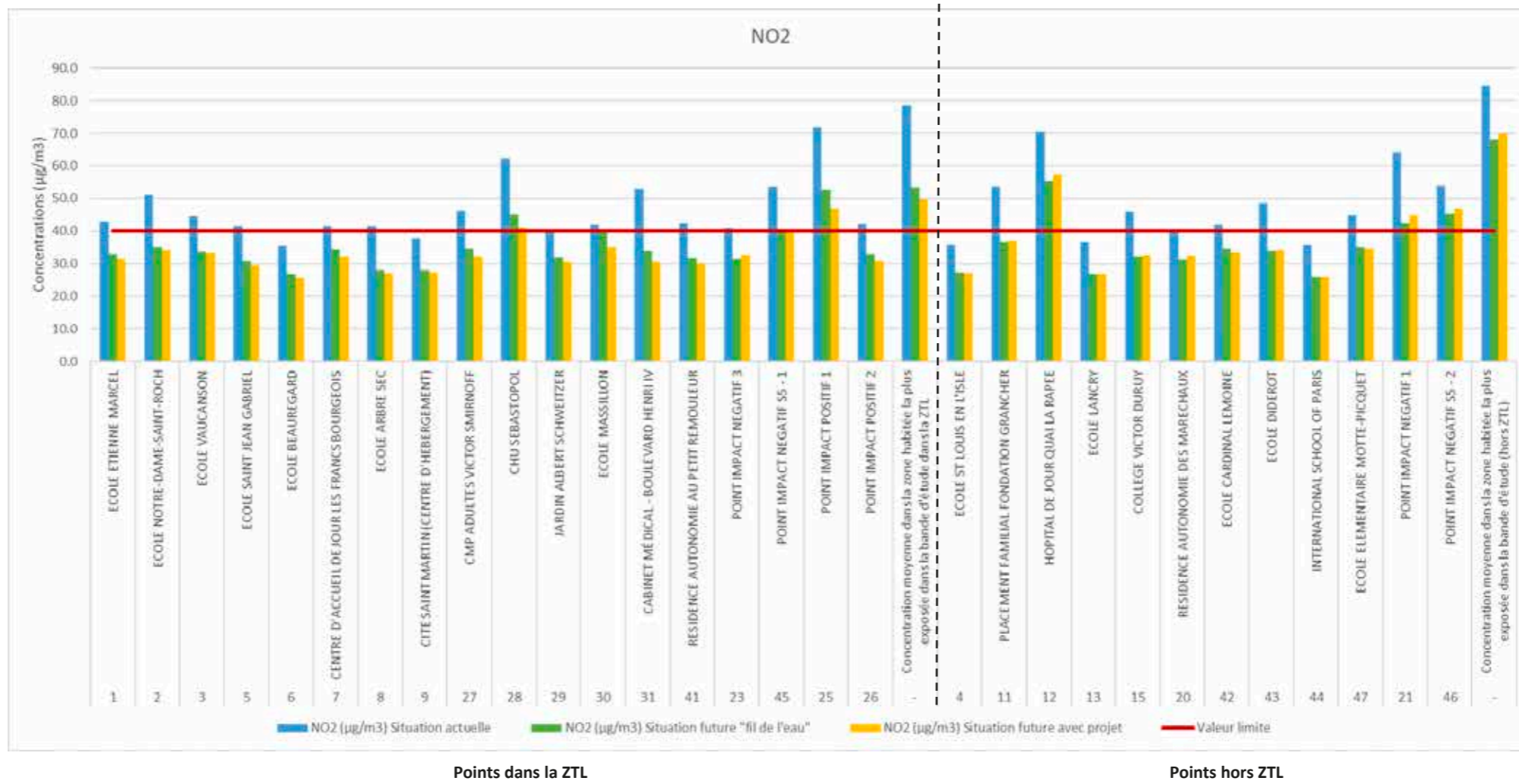


Figure 35 : concentrations moyennes annuelles en NO₂ au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures

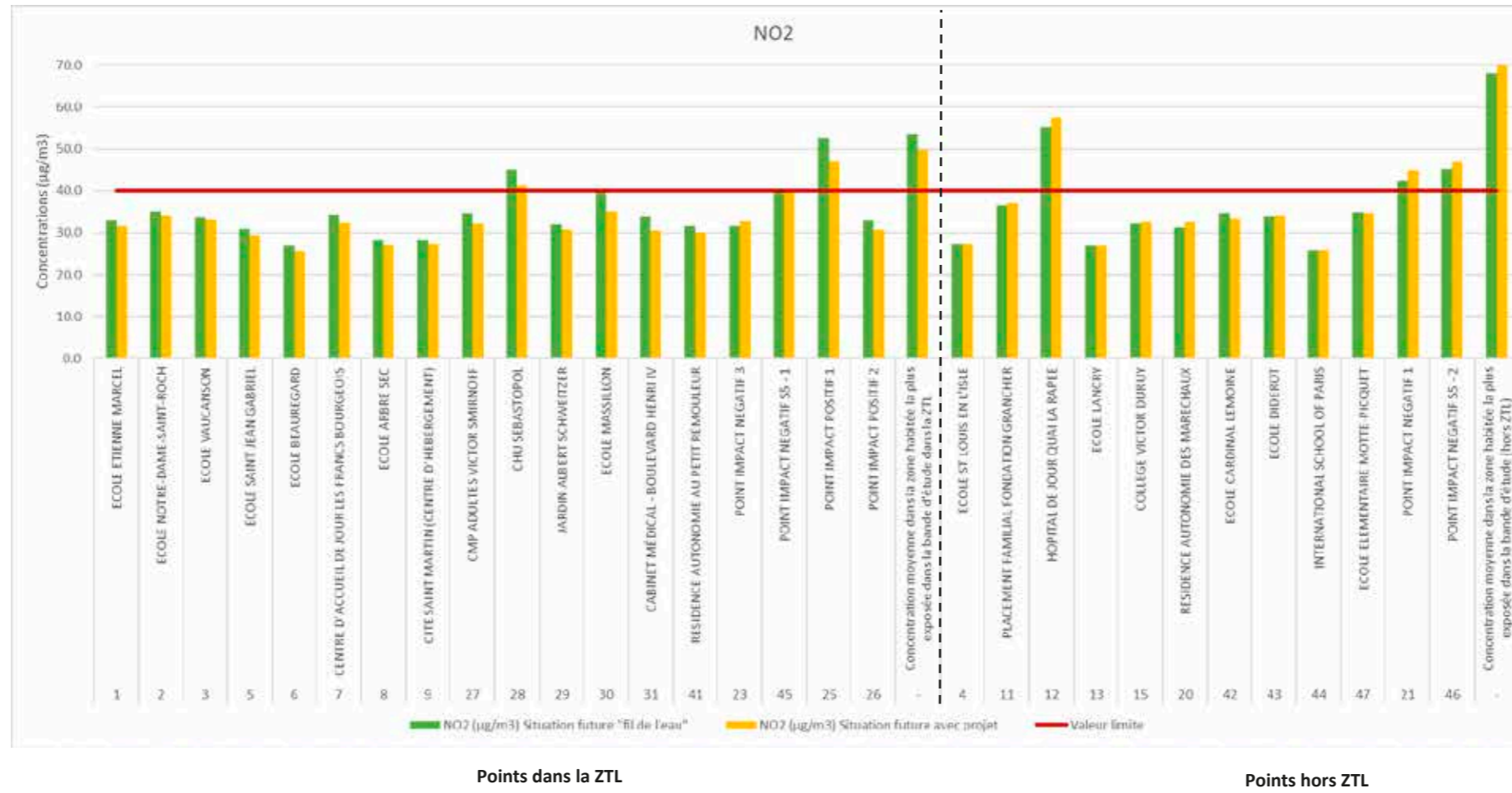


Figure 36 : concentrations moyennes annuelles en PM10 au niveau des points d'intérêt

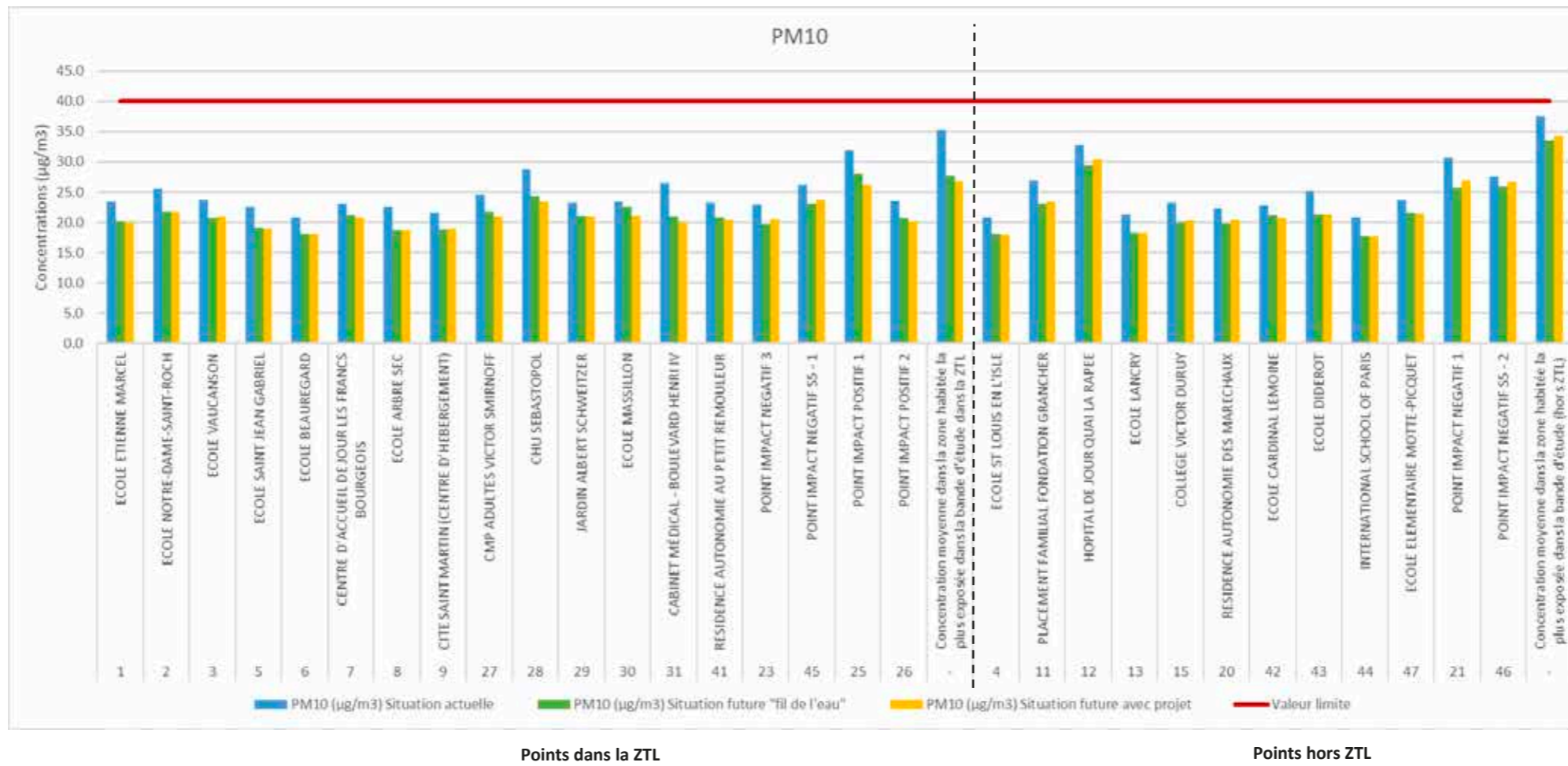


Figure 37 : concentrations moyennes annuelles en PM10 au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures

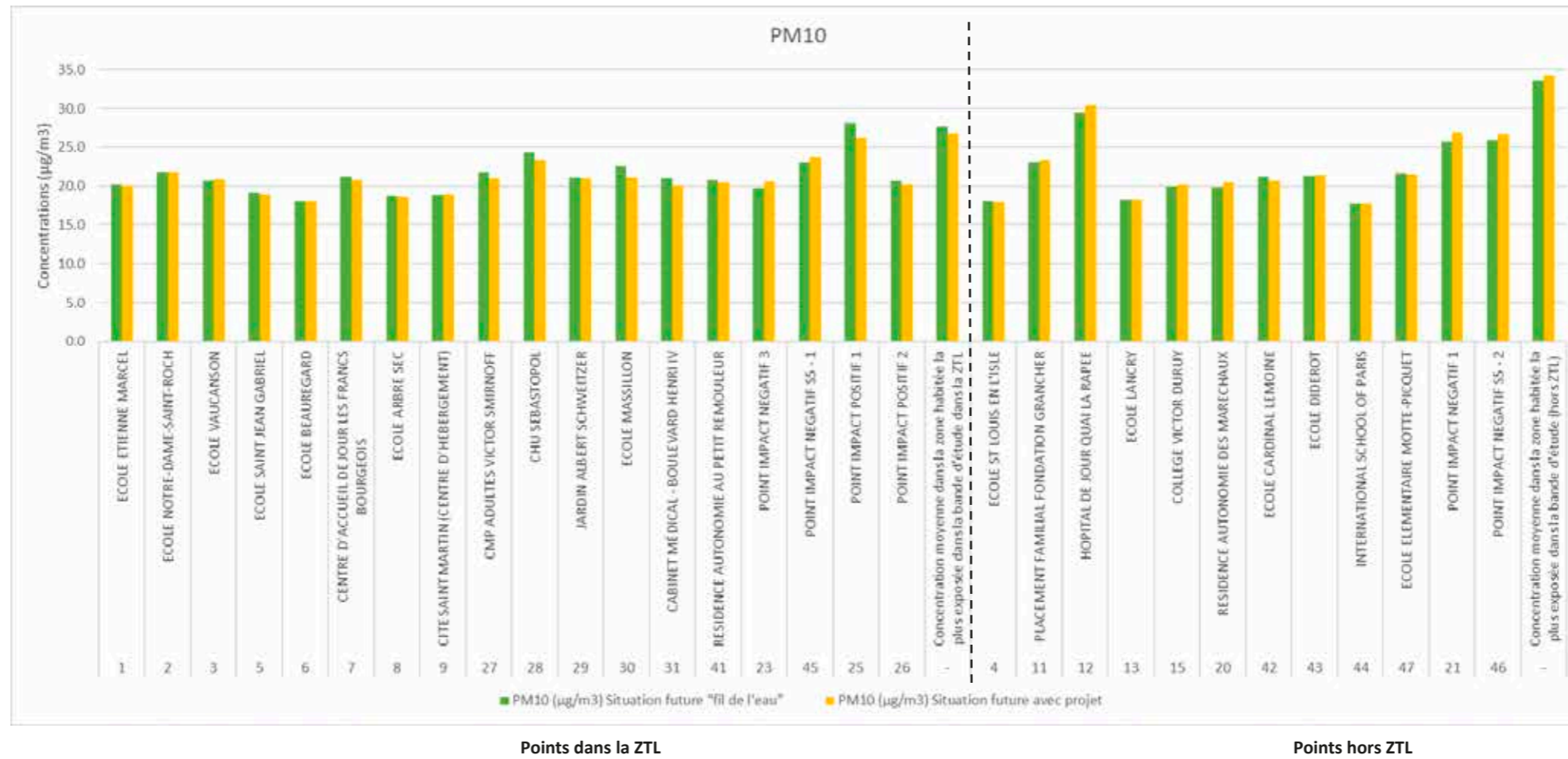


Figure 38 : concentrations moyennes annuelles en PM2.5 au niveau des points d'intérêt

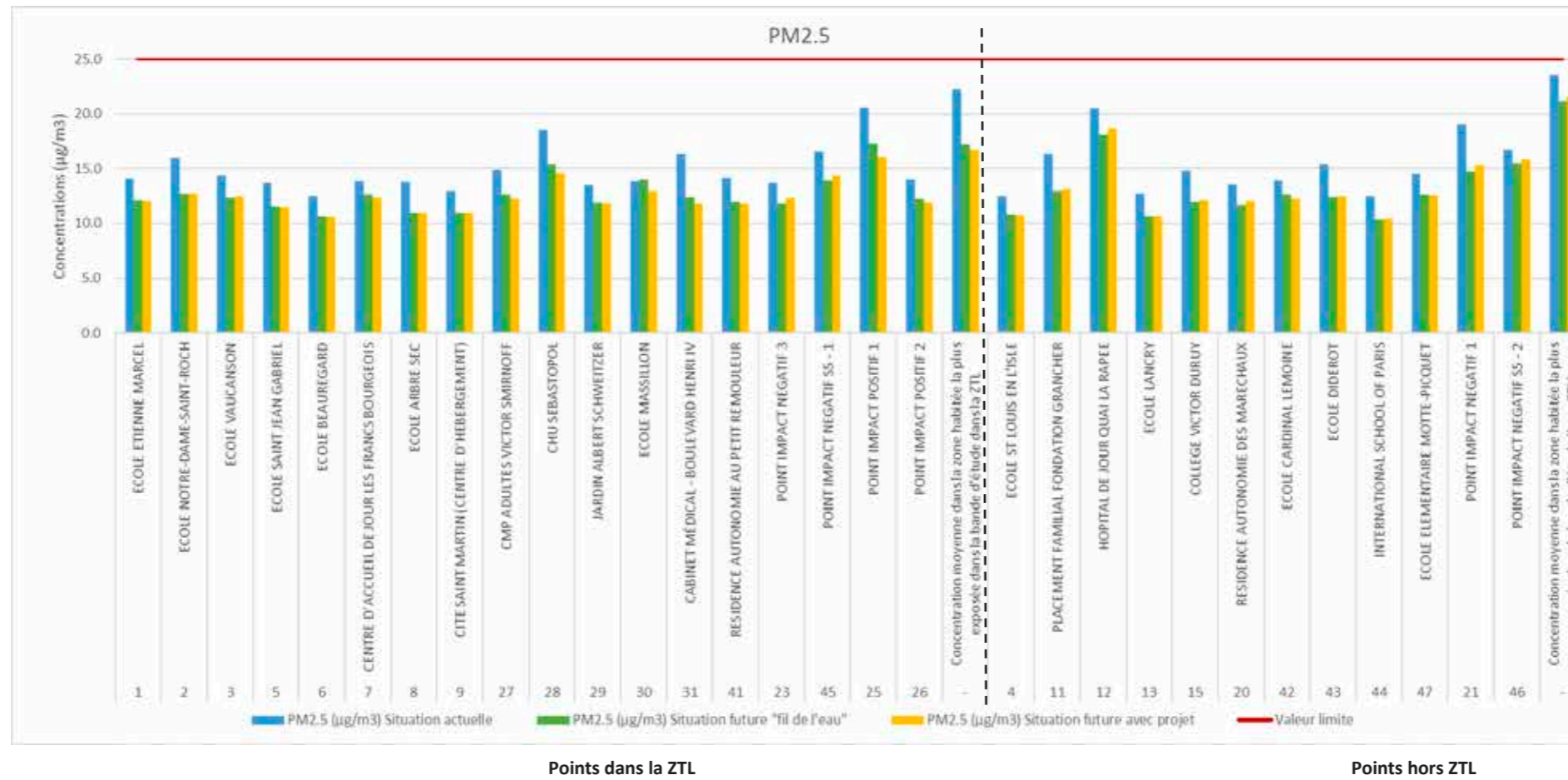


Figure 39 : concentrations moyennes annuelles en PM2.5 au niveau des points d'intérêt – focus sur les situations futures

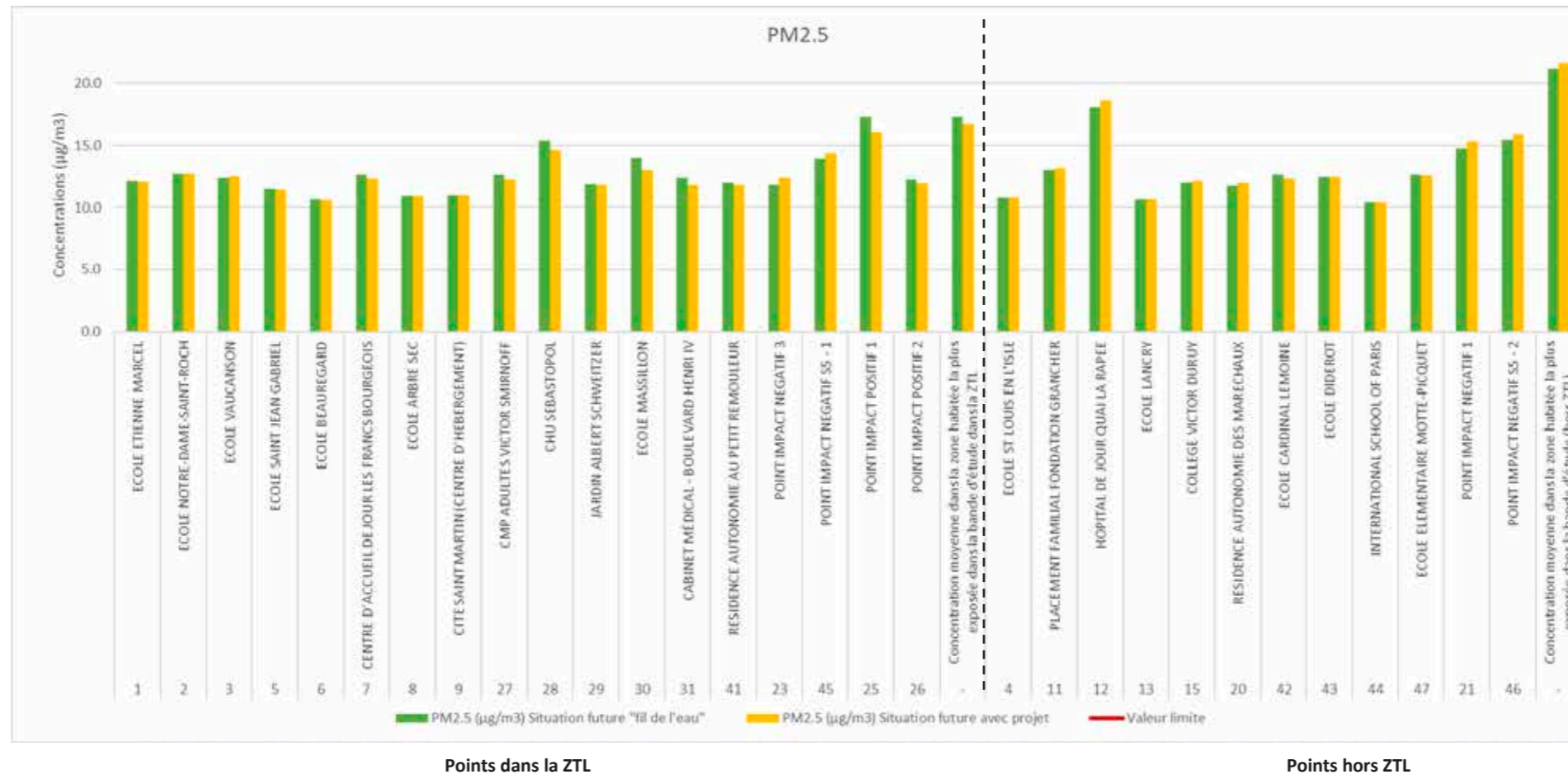


Tableau 14 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt - NO₂, benzène et 1,3 butadiène (en rouge : dépassement de la valeur limite)

Id	Point cible	Concentrations moyennes annuelles			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	NO ₂ (µg/m ³)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	Benzène (µg/m ³)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	1-3 butadiène (µg/m ³)		
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet
Points compris dans la ZTL																
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	42.9	33.0	31.6	-4%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	51.2	35.1	34.1	-2%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
3	ECOLE VAUCANSON	44.5	33.7	33.3	-1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	41.7	30.9	29.5	-3%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
6	ECOLE BEAUREGARD	35.4	26.9	25.7	-3%	0.9	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	41.5	34.4	32.3	-5%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
8	ECOLE ARBRE SEC	41.5	28.1	27.1	-3%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	37.9	28.1	27.3	-2%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	46.2	34.7	32.2	-6%	1.1	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3				
28	CHU SEBASTOPOL	62.2	45.0	41.2	-10%	1.3	1.1	1.1	-1%	0.3	0.3	0.3				
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	40.0	32.0	30.6	-3%	1.0	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
30	ECOLE MASSILLON	41.9	39.7	35.0	-12%	1.0	1.0	0.9	-2%	0.3	0.3	0.3				
31	CABINET MEDICAL - BOULEVARD HENRI IV	52.9	33.9	30.6	-8%	1.2	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3				
41	RESIDENCE AUTONOMIE AU PETIT REMOULEUR	42.5	31.7	30.0	-4%	1.0	0.9	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
23	POINT IMPACT NEGATIF 3	40.9	31.6	32.7	3%	1.0	0.9	0.9	1%	0.3	0.3	0.3				
45	POINT IMPACT NEGATIF SS - 1	53.7	39.6	40.2	2%	1.2	1.0	1.0	1%	0.3	0.3	0.3				
25	POINT IMPACT POSITIF 1	71.8	52.7	46.9	-14%	1.4	1.3	1.2	-2%	0.4	0.4	0.3				
26	POINT IMPACT POSITIF 2	42.3	33.0	30.7	-6%	1.0	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3				
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	78.6	53.5	49.8	-9%	1.5	1.3	1.2	-1%	0.4	0.4	0.4				
Points hors ZTL																
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	35.8	27.3	27.2	0%	0.9	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	53.6	36.6	37.1	1%	1.2	1.0	1.0	0%	0.3	0.3	0.3				
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	70.4	55.2	57.5	6%	1.4	1.3	1.4	1%	0.4	0.4	0.4				
13	ECOLE LANCRY	36.7	26.9	26.9	0%	1.0	0.8	0.8	0%	0.3	0.3	0.3				
15	COLLEGE VICTOR DURUY	46.0	32.1	32.6	1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	40.5	31.3	32.5	3%	1.0	0.8	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
42	ECOLE CARDINAL LEMOINE	42.0	34.6	33.3	-3%	1.0	0.9	0.9	-1%	0.3	0.3	0.3				
43	ECOLE DIDEROT	48.5	33.9	34.1	1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
44	INTERNATIONAL SCHOOL OF PARIS	35.6	25.8	25.9	0%	0.9	0.7	0.7	0%	0.3	0.3	0.3				
47	ECOLE ELEMENTAIRE MOTTE-PICQUET	44.8	34.9	34.7	-1%	1.1	0.9	0.9	0%	0.3	0.3	0.3				
21	POINT IMPACT NEGATIF 1	64.2	42.5	44.8	6%	1.3	1.1	1.1	1%	0.3	0.3	0.3				
46	POINT IMPACT NEGATIF SS - 2	54.0	45.2	46.9	4%	1.2	1.1	1.2	1%	0.3	0.3	0.3				
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	84.7	68.1	69.8	4%	1.6	1.6	1.6	1%	0.4	0.4	0.4				
<i>Pollution de fond</i>		33	24	24 (23 sur la ZTL)		0.9	0.7	0.7		0.26	0.26	0.26				
Réglementation française : valeur limite			40				5									
Objectif de qualité			-				2									
Valeur cible			-				-									

* impact du projet = (projet – fil de l'eau)/valeur limite x 100

Tableau 15 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – PM10 et PM2.5

Id	Concentrations moyennes annuelles Point cible	PM10 (µg/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	PM2.5 (µg/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet	
Points compris dans la ZTL									
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	23.4	20.2	20.0	0%	14.1	12.2	12.1	0%
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	25.5	21.8	21.8	0%	16.0	12.7	12.8	0%
3	ECOLE VAUCANSON	23.6	20.7	20.9	0%	14.4	12.4	12.5	1%
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	22.6	19.1	18.9	0%	13.7	11.5	11.4	0%
6	ECOLE BEAUREGARD	20.8	18.1	18.1	0%	12.5	10.6	10.6	0%
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	23.1	21.2	20.8	-1%	13.9	12.7	12.4	-1%
8	ECOLE ARBRE SEC	22.6	18.7	18.6	0%	13.7	10.9	10.9	0%
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	21.6	18.8	18.9	0%	13.0	10.9	11.0	0%
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	24.6	21.7	21.0	-2%	14.8	12.6	12.3	-1%
28	CHU SEBASTOPOL	28.7	24.4	23.3	-3%	18.5	15.4	14.6	-3%
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	23.2	21.2	21.0	0%	13.5	11.9	11.8	0%
30	ECOLE MASSILLON	23.3	22.6	21.1	-4%	13.9	13.9	13.0	-4%
31	CABINET MÉDICAL - BOULEVARD HENRI IV	26.5	21.0	20.1	-2%	16.4	12.4	11.8	-2%
41	RESIDENCE AUTONOMIE AU PETIT REMOULEUR	23.3	20.8	20.5	-1%	14.1	12.0	11.8	-1%
23	POINT IMPACT NEGATIF 3	23.0	19.8	20.6	2%	13.7	11.8	12.4	2%
45	POINT IMPACT NEGATIF SS - 1	26.2	23.1	23.7	2%	16.5	13.9	14.3	2%
25	POINT IMPACT POSITIF 1	31.8	28.1	26.2	-5%	20.6	17.3	16.0	-5%
26	POINT IMPACT POSITIF 2	23.5	20.7	20.1	-1%	14.0	12.3	11.9	-1%
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	35.3	27.8	26.7	-3%	22.3	17.3	16.7	-2%
Points hors ZTL									
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	20.8	18.1	18.0	0%	12.5	10.8	10.8	0%
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	26.8	23.1	23.4	1%	16.3	13.0	13.1	1%
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	32.8	29.5	30.4	2%	20.5	18.0	18.6	2%
13	ECOLE LANCRY	21.3	18.2	18.2	0%	12.8	10.6	10.6	0%
15	COLLEGE VICTOR DURUY	23.3	20.0	20.2	1%	14.8	12.0	12.1	0%
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	22.3	19.9	20.5	1%	13.6	11.7	12.0	1%
42	ECOLE CARDINAL LEMOINE	22.9	21.2	20.7	-1%	13.9	12.7	12.3	-1%
43	ECOLE DIDEROT	25.1	21.3	21.4	0%	15.4	12.4	12.5	0%
44	INTERNATIONAL SCHOOL OF PARIS	20.8	17.7	17.7	0%	12.5	10.4	10.4	0%
47	ECOLE ELEMENTAIRE MOTTE-PICQUET	23.7	21.6	21.5	0%	14.5	12.7	12.6	0%
21	POINT IMPACT NEGATIF 1	30.6	25.7	26.9	3%	19.0	14.7	15.3	2%
46	POINT IMPACT NEGATIF SS - 2	27.6	25.9	26.6	2%	16.7	15.4	15.9	2%
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	37.5	33.6	34.3	2%	23.5	21.2	21.6	2%
<i>Pollution de fond</i>		20	17	17		12	10	10	
Réglementation française : valeur limite			40				25		
Objectif de qualité			30				10		
Valeur cible			-				20		

* impact du projet = (projet – fil de l'eau)/valeur limite x 100

Tableau 16 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – arsenic, nickel et chrome

Id	Concentrations moyennes annuelles Point cible	ARSENIC (ng/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	NICKEL (ng/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	CHROME (ng/m3)		
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet
Points compris dans la ZTL												
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.7E-02	3.4E-02	3.2E-02
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.4E-01	9.4E-01	0%	5.2E-02	4.2E-02	4.3E-02
3	ECOLE VAUCANSON	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	3.1E-02	3.7E-02	3.9E-02
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.2E-02	2.3E-02	2.2E-02
6	ECOLE BEAUREGARD	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.2E-01	9.2E-01	9.2E-01	0%	6.2E-03	1.0E-02	9.3E-03
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.4E-02	4.1E-02	3.7E-02
8	ECOLE ARBRE SEC	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.3E-02	1.4E-02	1.4E-02
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.2E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	1.3E-02	1.5E-02	1.5E-02
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	3.7E-02	4.1E-02	3.5E-02
28	CHU SEBASTOPOL	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.5E-01	9.5E-01	9.5E-01	0%	8.5E-02	8.3E-02	7.1E-02
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.0E-02	2.9E-02	2.8E-02
30	ECOLE MASSILLON	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.4E-01	9.4E-01	0%	2.4E-02	6.1E-02	4.6E-02
31	CABINET MEDICAL - BOULEVARD HENRI IV	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	5.7E-02	3.7E-02	2.8E-02
41	RESIDENCE AUTONOMIE AU PETIT REMOULEUR	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.8E-02	3.1E-02	2.8E-02
23	POINT IMPACT NEGATIF 3	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.2E-02	2.8E-02	3.7E-02
45	POINT IMPACT NEGATIF S5 - 1	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.4E-01	9.4E-01	0%	5.9E-02	6.1E-02	6.7E-02
25	POINT IMPACT POSITIF 1	2.3E-01	2.3E-01	2.2E-01	0%	9.6E-01	9.6E-01	9.5E-01	0%	1.1E-01	1.1E-01	9.3E-02
26	POINT IMPACT POSITIF 2	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.6E-02	3.5E-02	3.0E-02
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	2.3E-01	2.3E-01	2.2E-01	0%	9.7E-01	9.6E-01	9.6E-01	0%	1.3E-01	1.1E-01	1.0E-01
Points hors ZTL												
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.2E-01	9.2E-01	9.2E-01	0%	6.6E-03	1.2E-02	1.2E-02
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.4E-01	9.4E-01	0%	5.7E-02	4.6E-02	4.8E-02
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	2.3E-01	2.3E-01	2.3E-01	0%	9.6E-01	9.7E-01	9.7E-01	0%	1.1E-01	1.2E-01	1.3E-01
13	ECOLE LANCRY	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.2E-01	9.2E-01	9.2E-01	0%	9.8E-03	9.8E-03	9.7E-03
15	COLLEGE VICTOR DURUY	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	3.7E-02	3.1E-02	3.3E-02
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	2.0E-02	2.7E-02	3.2E-02
42	ECOLE CARDINAL LEMOINE	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.4E-01	9.3E-01	0%	2.5E-02	4.1E-02	3.6E-02
43	ECOLE DIDEROT	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.3E-01	9.3E-01	0%	4.4E-02	3.8E-02	3.9E-02
44	INTERNATIONAL SCHOOL OF PARIS	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.2E-01	9.2E-01	9.2E-01	0%	6.7E-03	6.1E-03	6.3E-03
47	ECOLE ELEMENTAIRE MOTTE-PICQUET	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.3E-01	9.4E-01	9.3E-01	0%	3.3E-02	4.1E-02	4.0E-02
21	POINT IMPACT NEGATIF 1	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.5E-01	9.5E-01	9.5E-01	0%	9.2E-02	7.3E-02	8.3E-02
46	POINT IMPACT NEGATIF S5 - 2	2.2E-01	2.2E-01	2.2E-01	0%	9.4E-01	9.5E-01	9.5E-01	0%	6.1E-02	8.4E-02	9.1E-02
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	2.3E-01	2.3E-01	2.3E-01	0%	9.7E-01	9.8E-01	9.9E-01	0%	1.5E-01	1.7E-01	1.8E-01
Pollution de fond		0.22	0.22	0.22		0.92	0.92	0.92				
Réglementation française : valeur limite		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Objectif de qualité		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Valeur cible		6	6	6		20	20	20		-	-	-

* $impact\ du\ projet = (projet - fil\ de\ l'eau) / valeur\ limite \times 100$

Tableau 17 : concentration en moyenne annuelle au niveau des points d'intérêt – HAPs

Id	Concentrations moyennes annuelles Point cible	Benzo(a)pyrène (ng/m3)			Impact du projet à l'horizon futur Variation ramenée à la VL en %	16HAP éq BaP (ng/m3)		
		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet		Situation actuelle	Situation future "fil de l'eau"	Situation future avec projet
Points compris dans la ZTL								
1	ECOLE ETIENNE MARCEL	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.4E-01	1.6E-01	1.6E-01
2	ECOLE NOTRE-DAME-SAINT-ROCH	2.3E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	3.2E-01	1.8E-01	1.8E-01
3	ECOLE VAUCANSON	2.1E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	2.7E-01	1.7E-01	1.7E-01
5	ECOLE SAINT JEAN GABRIEL	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-01	0%	2.2E-01	1.4E-01	1.4E-01
6	ECOLE BEAUREGARD	1.5E-01	9.4E-02	9.3E-02	0%	1.6E-01	1.1E-01	1.0E-01
7	CENTRE D'ACCUEIL DE JOUR LES FRANCS BOURGEOIS	1.8E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	2.2E-01	1.7E-01	1.6E-01
8	ECOLE ARBRE SEC	1.9E-01	9.9E-02	9.9E-02	0%	2.3E-01	1.2E-01	1.2E-01
9	CITE SAINT MARTIN (CENTRE D'HEBERGEMENT)	1.7E-01	1.0E-01	1.0E-01	0%	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01
27	CMP ADULTES VICTOR SMIRNOFF	2.1E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	2.7E-01	1.8E-01	1.6E-01
28	CHU SEBASTOPOUL	2.9E-01	1.8E-01	1.7E-01	-1%	4.2E-01	2.7E-01	2.5E-01
29	JARDIN ALBERT SCHWEITZER	1.8E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.1E-01	1.6E-01	1.5E-01
30	ECOLE MASSILLON	1.9E-01	1.6E-01	1.4E-01	-2%	2.3E-01	2.2E-01	1.9E-01
31	CABINET MÉDICAL - BOULEVARD HENRI IV	2.4E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	3.3E-01	1.7E-01	1.5E-01
41	RESIDENCE AUTONOMIE AU PETIT REMOULEUR	1.9E-01	1.2E-01	1.1E-01	0%	2.3E-01	1.5E-01	1.4E-01
23	POINT IMPACT NEGATIF 3	1.8E-01	1.2E-01	1.3E-01	1%	2.2E-01	1.5E-01	1.7E-01
45	POINT IMPACT NEGATIF S5 - 1	2.5E-01	1.5E-01	1.6E-01	1%	3.4E-01	2.2E-01	2.4E-01
25	POINT IMPACT POSITIF 1	3.4E-01	2.2E-01	1.9E-01	-2%	5.2E-01	3.4E-01	3.0E-01
26	POINT IMPACT POSITIF 2	1.9E-01	1.2E-01	1.2E-01	-1%	2.3E-01	1.6E-01	1.5E-01
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude dans la ZTL	3.8E-01	2.2E-01	2.1E-01	-1%	5.9E-01	3.4E-01	3.3E-01
Points hors ZTL								
4	ECOLE ST LOUIS EN L'ISLE	1.6E-01	9.6E-02	9.6E-02	0%	1.7E-01	1.1E-01	1.1E-01
11	PLACEMENT FAMILIAL FONDATION GRANCHER	2.4E-01	1.4E-01	1.4E-01	0%	3.4E-01	1.9E-01	2.0E-01
12	HOPITAL DE JOUR QUAI LA RAPEE	3.3E-01	2.3E-01	2.4E-01	1%	5.0E-01	3.6E-01	3.8E-01
13	ECOLE LANCRY	1.6E-01	9.4E-02	9.3E-02	0%	1.8E-01	1.1E-01	1.1E-01
15	COLLEGE VICTOR DURUY	2.1E-01	1.2E-01	1.2E-01	0%	2.7E-01	1.5E-01	1.6E-01
20	RESIDENCE AUTONOMIE DES MARECHAUX	1.8E-01	1.1E-01	1.2E-01	1%	2.2E-01	1.5E-01	1.6E-01
42	ECOLE CARDINAL LEMOINE	1.9E-01	1.3E-01	1.2E-01	-1%	2.3E-01	1.8E-01	1.7E-01
43	ECOLE DIDEROT	2.2E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	2.9E-01	1.7E-01	1.7E-01
44	INTERNATIONAL SCHOOL OF PARIS	1.5E-01	8.9E-02	8.9E-02	0%	1.7E-01	9.6E-02	9.7E-02
47	ECOLE ELEMENTAIRE MOTTE-PICQUET	2.0E-01	1.3E-01	1.3E-01	0%	2.6E-01	1.8E-01	1.8E-01
21	POINT IMPACT NEGATIF 1	3.0E-01	1.7E-01	1.8E-01	1%	4.5E-01	2.5E-01	2.7E-01
46	POINT IMPACT NEGATIF S5 - 2	2.5E-01	1.8E-01	1.9E-01	1%	3.4E-01	2.7E-01	2.9E-01
-	Concentration moyenne dans la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude (hors ZTL)	4.0E-01	2.9E-01	3.0E-01	1%	6.4E-01	4.8E-01	5.0E-01
Pollution de fond		0.14	0.08	0.08		0.14	0.08	0.08
Réglementation française : valeur limite			-				-	
Objectif de qualité			-				-	
Valeur cible			1				-	

* impact du projet = (projet – fil de l'eau)/valeur limite x 100

5 IMPACT DU PROJET SUR LES POPULATIONS

5.1 INDICE POLLUTION/POPULATION (IPP)

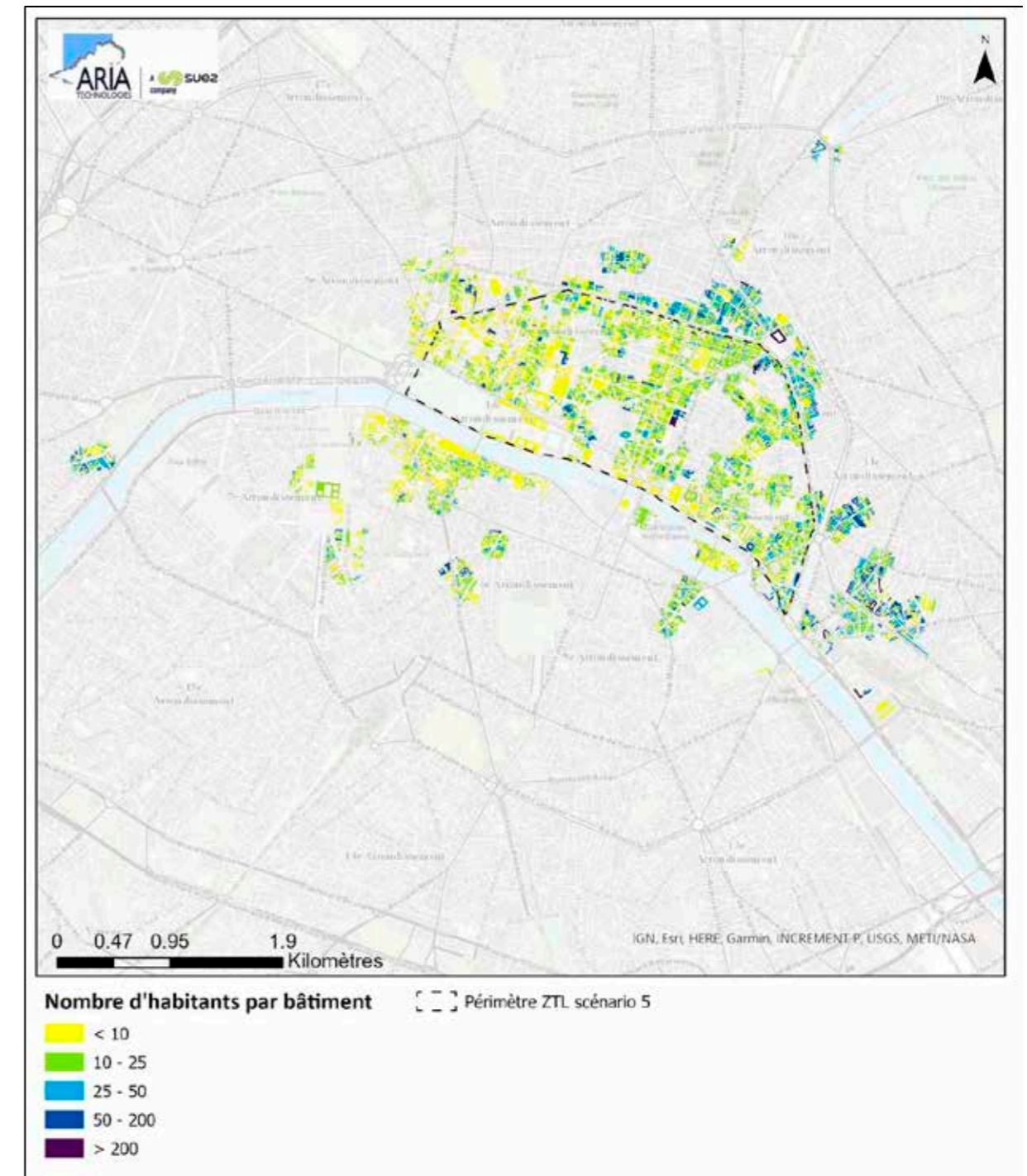
Afin d'évaluer l'impact sur la santé d'un projet d'infrastructure routière, la méthode préconisée par le guide méthodologique du Cerema de février 2019 consiste à croiser les concentrations calculées par modélisation et les données de population. Le produit « Population × Concentration » fournit ainsi un indicateur sanitaire, appelé également « Indice Pollution / Population : IPP », qui permet de comparer des scénarios entre eux. Il est calculé pour le dioxyde d'azote, conformément à la note technique du 22 février 2019, en prenant en compte toutes les sources d'émissions (trafic routier et pollution de fond).

5.1.1 Méthodologie

L'IPP est calculé de la manière suivante : à partir des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants (cf. paragraphe 4.4), la concentration moyenne est calculée par immeuble (correspondant à la concentration moyenne au sol en façade de l'immeuble) et est multipliée par la population estimée dans cet immeuble. **L'IPP a été calculé sur la bande d'étude du scénario 5** (cf. paragraphe 2.4). En dehors de la bande d'étude, le trafic n'est pas significativement impacté par le projet, la population est donc exposée à des concentrations en polluants qui restent du même ordre de grandeur entre la situation avec projet et « fil de l'eau ».

Les données de population par bâtiment habité ont été estimées à partir des données INSEE géolocalisées (année 2017, la plus récente disponible au moment de la réalisation de l'étude) et de la localisation des zones habitées. On considère que la population par immeuble reste stable entre 2017 et 2024.

Figure 40: répartition de la population par bâtiments habités dans la bande d'étude du scénario 5
(source : INSEE, 2017)



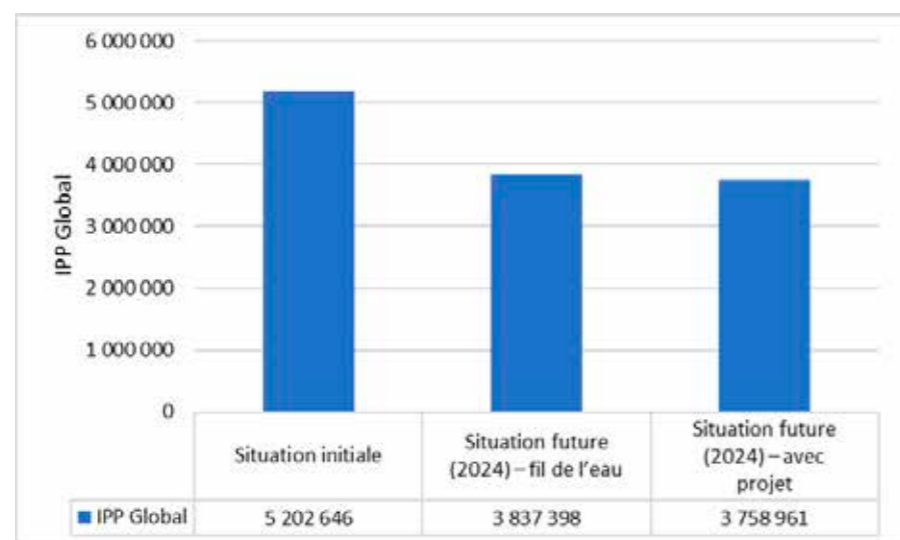
5.1.2 Résultats

5.1.2.1 Synthèse

Le calcul de l'IPP est réalisé en prenant en compte la pollution de fond. Les produits « concentration × population » les plus forts correspondent plus particulièrement aux zones où la densité de population est la plus élevée et où les concentrations moyennes calculées sont les plus importantes. Le calcul de l'IPP est réalisé sur la bande d'étude.

La Figure 41 présente l'IPP global qui correspond à la somme des IPP sur l'ensemble de la bande d'étude.

Figure 41 : IPP global pour le NO₂ sur la bande d'étude du scénario 5



Entre la situation initiale et la situation fil de l'eau à l'horizon 2024, l'IPP global baisse d'environ 28% sur la bande d'étude en raison de la baisse des concentrations en NO₂, la population restant constante entre ces deux situations.

A l'horizon 2024, l'IPP global diminue légèrement sur la bande d'étude entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (-2%). En effet, les variations de concentrations sont principalement localisées sur les voies de circulation et restent globalement stables au niveau des zones habitées, et le nombre d'habitants ne varie pas sur la bande d'étude.

5.1.2.2 Histogramme de distribution

Conformément à la note technique du 22 février 2019, à partir des résultats de concentrations issues du modèle de dispersion et des populations par maille obtenus pour chaque scénario, un **histogramme de distribution** par classes de valeurs de concentrations est réalisé en sommant, pour chaque plage entre deux valeurs de concentrations (les bornes de la plage), l'ensemble des populations associées à cette plage **dans la bande d'étude du scénario 5**. Les plages de concentration représentées sur les histogrammes tiennent compte de la pollution de fond.

La Figure 42 présente l'histogramme de distribution concentrations/population et le Tableau 18 présente le pourcentage de la population de la bande d'étude exposée à chaque tranche de concentrations.

Figure 42 : histogramme de distribution concentration/population sur la bande d'étude du scénario 5

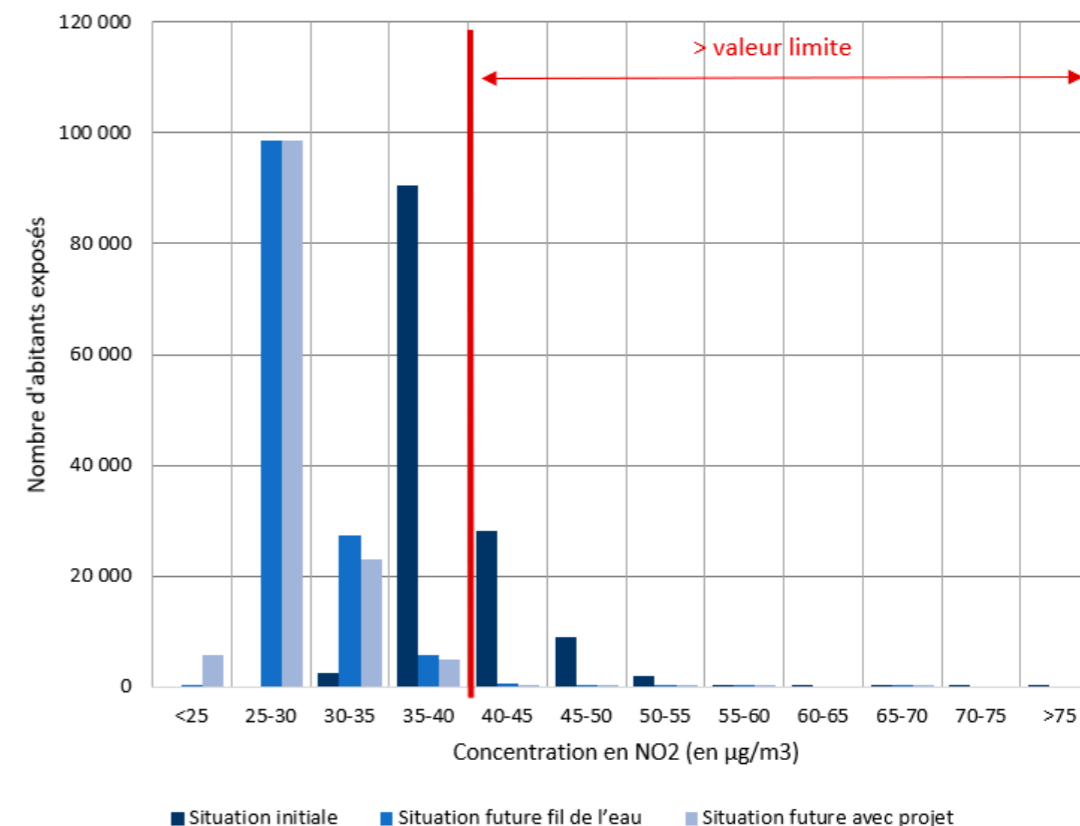


Tableau 18 : pourcentage de la population de la bande d'étude du scénario 5 exposée à chaque tranche de concentrations

Concentration moyenne en NO ₂ (µg/m ³)	% de la population exposée			
	Classe	Situation initiale	Horizon 2024 - Situation fil de l'eau	Horizon 2024 – situation avec projet
<25		0%	0.1%	4.4%
25-30		0%	74.2%	74.2%
30-35		1.9%	20.7%	17.3%
35-40		68.2%	4.4%	3.7%
40-45		21.2%	0.5%	0.4%
45-50		6.8%	0.03%	0.03%
50-55		1.5%	0.009%	0.004%
55-60		0.3%	0.001%	0.001%
60-65		0.03%	0%	0%
65-70		0.01%	0.00004%	0.00004%
70-75		0.007%	0%	0%
>75		0.0001%	0%	0%

Pour la situation initiale :

- 30 % de la population dans la bande d'étude est exposée à des concentrations supérieures à la valeur limite fixée pour le NO₂ (40 µg/m³), la pollution de fond représentant à elle seule 83% de cette valeur limite ;
- 1,9 % de la population dans la bande d'étude est exposée à des concentrations supérieures à 50 µg/m³.

A l'horizon 2024 :

- 99,5% des habitants dans la bande d'étude sont désormais exposés à des concentrations en NO₂ inférieures à la valeur limite.
- Moins de 1% des habitants dans la bande d'étude sont exposés à des concentrations supérieures à 40 µg/m³.
- Le projet de ZTL entraîne une légère baisse du nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 30 µg/m³ dans la bande d'étude.

Les Figure 43, Figure 44 et Figure 45 présentent les cartographies des IPP pour respectivement la situation initiale, la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet. La Figure 46 présente la différence d'IPP entre la situation future au fil de l'eau et la situation future avec projet. On note une diminution de l'IPP sur plusieurs habitations au sein de la ZTL.

A l'horizon 2024, l'impact du projet est légèrement positif en comparaison avec la situation Fil de l'eau.

Figure 43 : carte IPP – situation initiale dans la bande d'étude

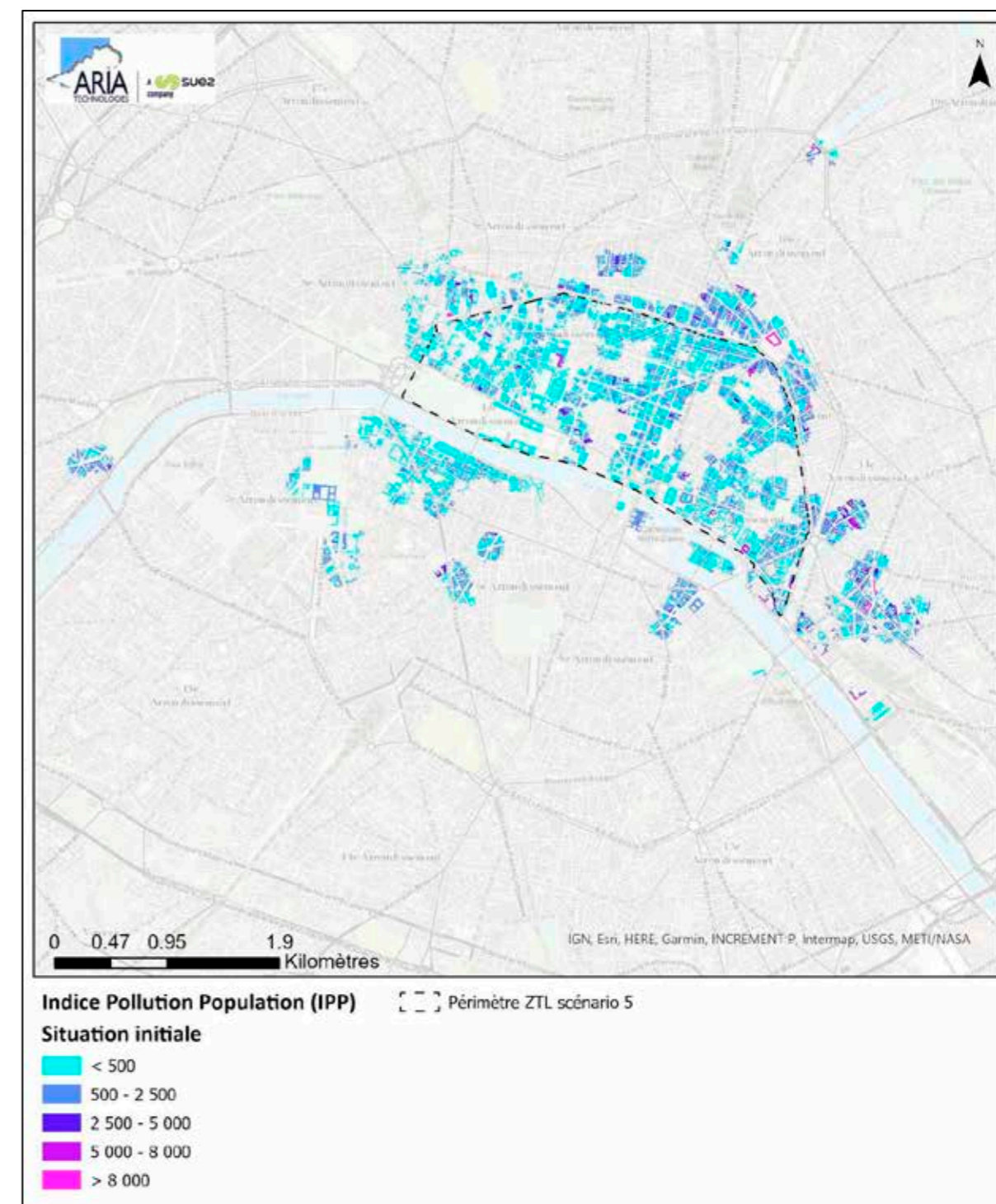


Figure 44 : carte IPP –fil de l'eau (2024) dans la bande d'étude

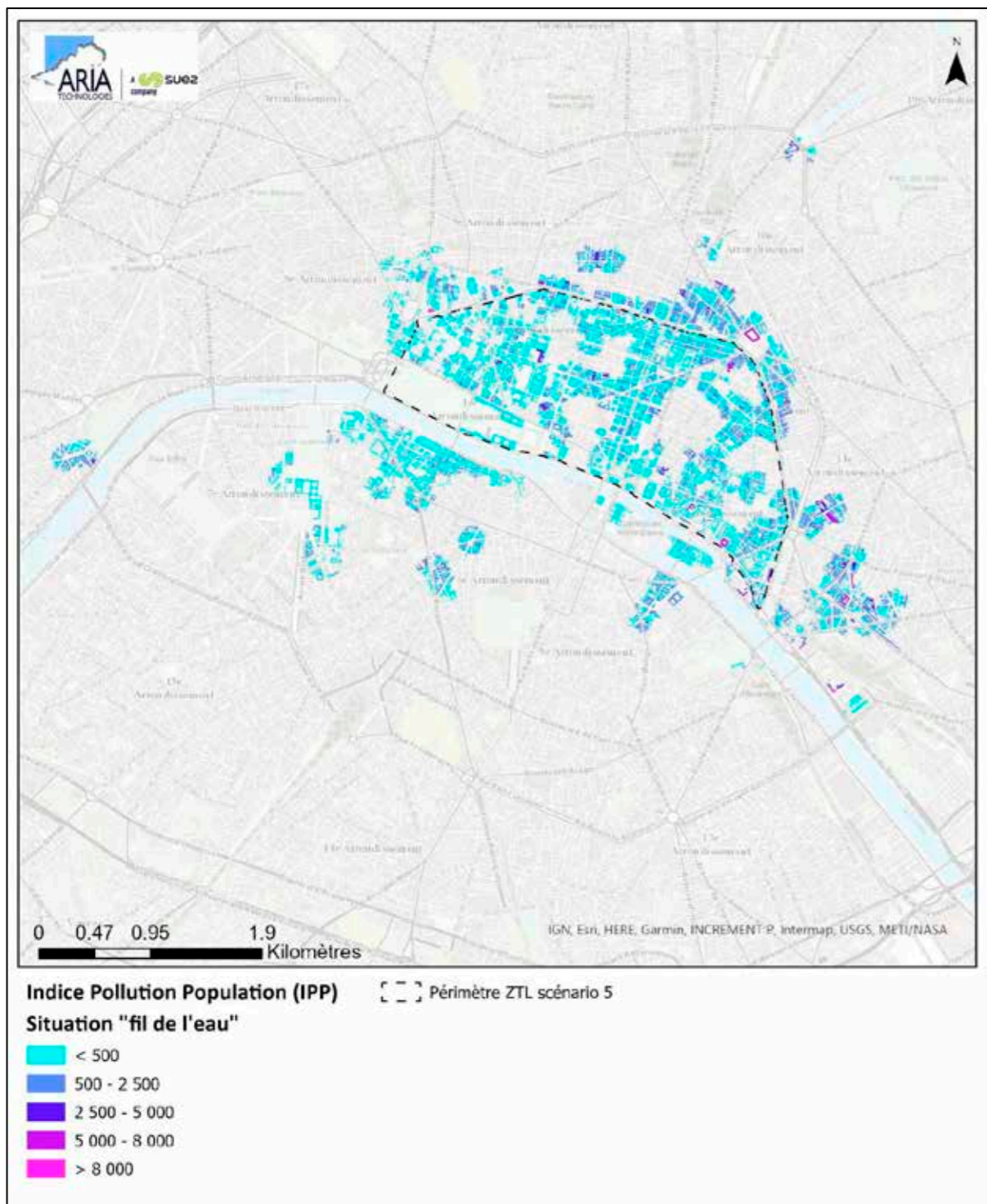


Figure 45 : carte IPP –avec projet (2024) dans la bande d'étude

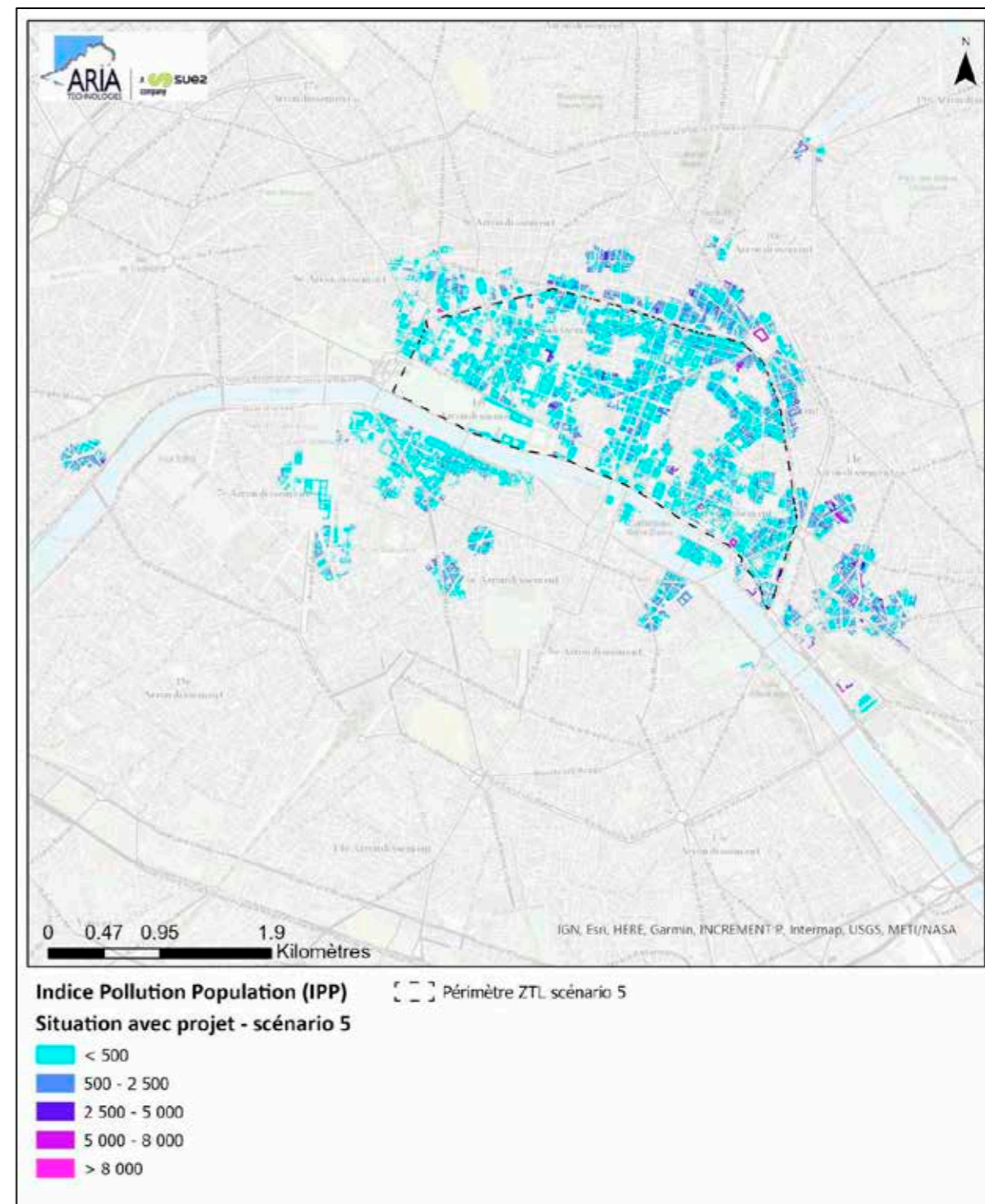
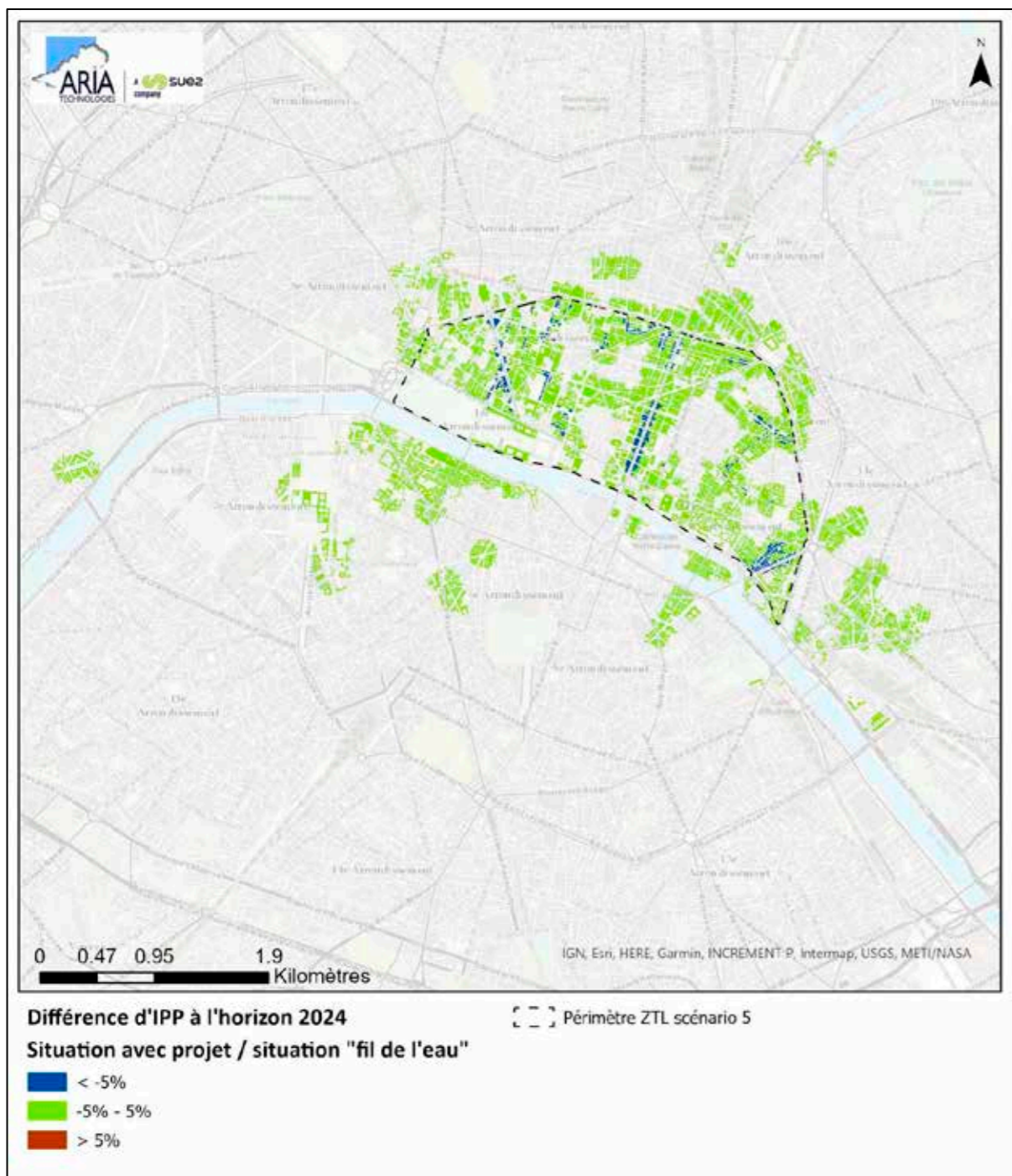


Figure 46 : carte de différence d'IPP entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (2024) dans la bande d'étude



5.2 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée pour toutes les situations étudiées.

5.2.1 Démarche

L'évaluation est menée conformément au guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021.

Elle se déroule en quatre étapes successives :

1. **Identification des dangers** : sélection des substances pouvant a priori avoir un impact sur la santé des populations, en fonction de critères bien précis ;
2. **Définition des relations dose-réponse** : détermination du profil toxicologique de la substance et sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ;
3. **Evaluation de l'exposition humaine** : calcul des concentrations de substances inhalées et ingérées ;
4. **Caractérisation des risques** : calcul du risque auquel la population est susceptible d'être soumise.

5.2.2 Choix des traceurs de risque et identification des dangers

5.2.2.1 Choix des traceurs de risque

Les substances prises en compte dans l'ERS sont celles retenues dans le guide du Cerema pour les infrastructures routières pour les études Air et Santé de niveau I.

Exposition chronique	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2,5) Dioxyde d'azote Benzène 1,3-butadiène Chrome VI Nickel Arsenic 16 HAP* dont le benzo(a)pyrène
	Voie orale	16 HAP* dont le benzo(a)pyrène

* Liste des HAP prioritaires définie par l'US EPA : acénaphène, acénaphylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)peryène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène

5.2.2.2 Identification des dangers

L'étape d'identification des dangers présente la toxicité des composés émis par le trafic routier. Il est rapporté les effets sur la santé et en particulier le risque cancérigène et les différentes voies d'exposition.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. **Dans le cadre de la présente évaluation de risques sanitaires, seule l'exposition chronique sera étudiée.**

A partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 20 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC et l'EPA. Le Tableau 19 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 19 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérigènes

CIRC - OMS	US EPA
1 : cancérigènes pour l'homme	A : cancérigènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)
2A : cancérigènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	B1 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme)
	B2 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)
2B : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)	C : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)
3 : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme	D : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)
4 : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal	E : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal

Tableau 20 : identification des dangers par substances

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité	
				CIRC	EPA
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10102-44-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Poussières	nd	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Benzène	71-43-2	Système sanguin et immunitaire	Inhalation	1	A
Nickel	7440-02-0	Système respiratoire, développement	Inhalation /Ingestion	2B	-
Arsenic	7440-38-2	Développement, Système nerveux, Poumons, peau	Inhalation /Ingestion	1	A
Chrome VI	7440-47-3	Système respiratoire, estomac	Inhalation /Ingestion	1	A (inh.) D (ing.)
1,3 butadiène	106-99-0	Reproduction	Inhalation	1	-
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Développement	Inhalation /Ingestion	1	A
Acénaphthène	83-32-9	Système digestive	Ingestion	3	
acénaphtylène	208-96-8	-	-		
Anthracène	120-12-7	-	Ingestion	3	
benzo(a)anthracène	56-55-3		Ingestion	2B	
benzo(a)pyrène	50-32-8	Développement	Inhalation /Ingestion	1	A
benzo(b)fluoranthène	205-99-2		Ingestion	2B	

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité	
				CIRC	EPA
benzo(g,h,i)pyrène	191-24-2		Ingestion	3	
Benzo(j) fluoranthène	205-82-3			1B	
benzo(k)fluoranthène	207-08-9		Ingestion	2B	
Chrysène	218-01-9		Ingestion	2B	
dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3		Ingestion	2A	
Fluoranthène	206-44-0	Système sanguin	Ingestion	3	
Fluorène	86-73-7	Système sanguin	Ingestion	3	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5		Ingestion	2B	
Naphtalène	91-20-3	Développement	Ingestion	2B	
Phénanthrène	85-01-8	Développement	Ingestion	3	
pyrène	129-00-0	Rein	Ingestion	3	

Le Tableau 21 présente les substances retenues et leur impact sur la santé et l'environnement.

Tableau 21 : substances retenues et impact sur la santé

Substances	Sources (parts des émissions en France, année 2018*)	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
NOx	Transports – 63 % Industrie (énergie et manufacturière) – 19 % Secteur résidentiel et tertiaire – 11 % Agriculture – 7 %	À court terme : irritations des bronches et aggravations de maladies respiratoires (asthme) À long terme : développement de maladies respiratoires ou cardiovasculaires, faible poids du nourrisson et risque accru de décès.	Les NOx participent au phénomène des pluies acides appauvrissant les milieux naturels et contribuent à la formation de l'ozone troposphérique.
PM10 et PM2.5 (particules inférieures à 10 µm et 2,5 µm)	Secteur résidentiel et tertiaire – 34 % des PM10, 53 % des PM2.5 Industrie (énergie et manufacturière) – 27 % des PM10, 19 % des PM2.5 Agriculture – 24 % des PM10, 10 % des PM2.5 Transports – 15 % des PM10, 18 % des PM2.5	Les PM10 et PM2.5 entraînent une altération de la santé respiratoire. Les PM2.5 engendrent en plus une altération de la santé cardiovasculaire. Ces particules peuvent entraîner des cancers pulmonaires et une atteinte au développement neurologique de l'enfant.	Les PM10 et PM2.5 engendrent des dégradations et salissures sur les monuments/bâtiments. Ils absorbent et diffusent la lumière limitant ainsi la visibilité.
COVNM (dont le benzène et le 1,3 butadiène)	Secteur résidentiel et tertiaire – 45 % Industrie (énergie et manufacturière) – 41 % Transports – 11 % Agriculture – 2 % Déchets – 1 %	Les effets sont divers selon les polluants et l'exposition. Ils vont de la simple gêne olfactive et une irritation, à une diminution de la capacité respiratoire et des troubles cardiaques, digestifs, rénaux et nerveux. Le benzène et le 1,3 butadiène sont classés cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Les COVNM participent au phénomène des pluies acides appauvrissant les milieux naturels et contribuent à la formation de l'ozone troposphérique.
Arsenic	Industrie (énergie et manufacturière) – 49 % Secteur résidentiel et tertiaire – 22 % Transports – 27 % Agriculture – 2 %	L'arsenic provoque une irritation de l'estomac, des intestins et des poumons, une diminution de la production des globules blancs et rouges et des problèmes de peau. Il est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	L'arsenic s'accumule dans la faune et la flore et entraîne une mauvaise croissance des espèces et leur incapacité à se reproduire.
Nickel	Industrie (énergie et manufacturière) – 61 % Secteur résidentiel et tertiaire – 29 % Transports – 7 % Agriculture – 2 % Déchets – 1 %	Le nickel provoque des nausées, vomissements et vertiges. Il peut entraîner des embolies pulmonaires, de l'asthme et des problèmes cardiaques. Il est classé cancérigène possible pour l'homme par le CIRC.	Le nickel peut endommager les plantes et diminuer le taux de croissance des algues. Il peut également provoquer des cancers chez les animaux.
Chrome VI	Industrie (énergie et manufacturière) – 61 % Secteur résidentiel et tertiaire – 27 % Transports – 10 % Agriculture – 2 %	Le chrome VI peut provoquer des éruptions cutanées, des irritations nasales, des problèmes respiratoires, des ulcères et une altération du matériel génétique. Il est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Chez les animaux, le chrome VI peut provoquer des problèmes respiratoires, une capacité plus faible à lutter contre les maladies, des défauts de naissance, une infertilité ou la formation de tumeurs.
HAP (dont le benzo(a)pyrène)	Secteur résidentiel et tertiaire – 61 % Transports – 15 % Industrie (énergie et manufacturière) – 14 % Agriculture – 10 %	Selon leur nature, les HAP peuvent avoir différents effets, allant de nuisances olfactives et d'irritations à des problèmes respiratoires. Le benzo(a)pyrène est classé cancérigène pour l'homme par le CIRC.	Les HAP s'accumulent dans la faune et la flore par dépôts sur les végétaux et contamination des eaux de surface, provoquant des dysfonctionnements cellulaires.

* Données issues du rapport « Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques – Bilan des émissions en France de 1990 à 2018 », CITEPA, juin 2020.

5.2.3 Voie d'exposition retenue

L'exposition des personnes vivant au voisinage d'une source d'émission dans l'atmosphère peut se produire :

- soit directement par inhalation pour toutes les substances émises à l'atmosphère ;
- soit de façon indirecte par ingestion par le biais de retombées de particules responsables de la contamination de la chaîne alimentaire ;
- soit par contact cutané.

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition¹⁵.

Compte tenu du milieu urbain du projet, l'exposition par ingestion est négligeable. Elle ne sera donc pas retenue.

En conclusion, seule la voie d'exposition par inhalation est retenue.

5.2.4 Etude des relations dose-réponse et choix des VTRs

5.2.4.1 Définitions

La définition des relations dose-réponse consiste à recueillir dans la littérature l'ensemble des valeurs établissant une relation entre une dose d'exposition et les effets (ou probabilités d'effets) observés.

Ces relations dose-réponse regroupées sous le terme de **valeur toxicologique de référence (VTR)** permettent de caractériser deux mécanismes d'action des toxiques :

- **les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (durant toute sa vie¹⁶ et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

¹⁵ La note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

¹⁶ conventionnellement prise égale à 70 ans

5.2.4.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Pour chaque substance sélectionnée précédemment, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été recherchées auprès des différentes instances internationales suivantes :

- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
- Environmental Protection Agency (US-EPA)
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS/IPCS)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA)
- Santé Canada (Health Canada)
- National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)
- European Food Safety Authority (EFSA)

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'Etat, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une note d'information (DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014), de sélectionner la VTR en suivant le logigramme de la Figure 47 lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition. Nous appliquerons ces modalités dans le choix des VTR dans le présent rapport.

Figure 47 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)



5.2.4.3 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

A partir des VTR disponibles pour la voie respiratoire dans la littérature consultée, les Tableau 24 et Tableau 25 résumant les VTR retenues pour cette étude.

NO₂, poussières (PM₁₀, PM_{2,5}) : la littérature ne fournit pas de VTR pour ces substances, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la note d'information de la DGS (octobre 2014), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Ces substances ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Seules les concentrations dans l'air sont comparées aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Le Tableau 23 présente les valeurs guides retenues pour les poussières (PM₁₀, PM_{2,5}), et le NO₂ en l'absence de VTR.

Chrome : pour l'exposition par inhalation, le chrome a été assimilé à du chrome VI, sa forme la plus toxique.

HAP :

- **pour le risque sans seuil lié aux HAP (risque cancérigène)**, il existe une VTR par inhalation uniquement pour le B(a)P. C'est en effet sur le BaP que portent les données toxicologiques les plus importantes. Pour les HAP classés cancérigènes par le CIRC ou l'US-EPA, à l'exclusion du naphthalène, l'INERIS¹⁷ conseille d'utiliser l'approche substance par substance. Cette approche consiste à appliquer les FET (facteurs d'équivalences toxiques qui expriment la toxicité de chaque HAP par rapport à celle du BaP) sur les doses d'exposition calculées par inhalation pour chaque HAP, puis d'utiliser l'Excès de Risque Unitaire (ERU) par inhalation disponible pour le benzo(a)pyrène pour l'évaluation du risque sanitaire. Les FET retenus dans ce rapport sont ceux proposés par l'INERIS (Tableau 22).

Tableau 22 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérigènes

HAP	FET INERIS
Acénaphène	0,001
Acénaphthylène	0,001
Anthracène	0,01
Benz[a]anthracène	0,1
Benzo[a]pyrène	1
Benzo[b]fluoranthène	0,1
Benzo[g,h,i]perylène	0,01
Benzo[k]fluoranthène	0,1
Benzo[j]fluoranthène	0
Chrysène	0,01
Dibenz[a,h]anthracène	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0,1
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

- **pour le risque à seuil lié aux HAP**, seul le B(a)P possède une VTR.

¹⁷ INERIS. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges. Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : valeurs toxicologiques de référence (VTR). Rapport final. 18 décembre 2003. 64p., INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177.doc

Tableau 23 : valeurs guides pour les risques chroniques

Composé	Voie d'exposition	Valeurs guides	Source et Date	Organe cible / Effets critiques	Type d'étude
NO ₂	Inhalation	10 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM ₁₀	Inhalation	15 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM _{2,5}	Inhalation	5 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme

Tableau 24 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR		Référence	Justification du choix
Benzène	Inhalation	Système immunitaire	-	10	µg/m ³	ANSES 2008	VTR ANSES prioritaire
1,3 butadiène	Inhalation	Atrophie ovarienne	-	2	µg/m ³	ANSES 2021	VTR ANSES prioritaire
Arsenic	Inhalation	Système nerveux	Diminution des fonctions intellectuelles	0.015	µg/m ³	OEHHA 2008	Choix INERIS (2010)
Nickel	Inhalation	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	0.23	µg/m ³	TCEQ 2011	Choix ANSES (2015)
Chrome VI	Inhalation	Système respiratoire	Modification de la lactate déshydrogénase dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire	0.03	µg/m ³	OMS/CICAD 2013	Choix INERIS (2017)
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Développement	Augmentation de la mortalité embryonnaire fœtale	2.10 ⁻³	µg/m ³	US-EPA 2017	Choix INERIS (2018)

Tableau 25 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	Effet observé	ERU		Référence	Justification du choix
Benzène	Inhalation	Augmentation de l'incidence des leucémies	2,6.10 ⁻⁵	(µg/m ³) ⁻¹	ANSES 2014	VTR ANSES prioritaire
1,3 butadiène	Inhalation	Leucémie	3,0.10 ⁻⁵	(µg/m ³) ⁻¹	US-EPA 2002	Choix INERIS (2019)
Arsenic	Inhalation	-	1,5.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	TCEQ 2012	Choix ANSES (2015)
Nickel	Inhalation	-	1,7.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	TCEQ 2011	Choix ANSES (2015)
Chrome VI	Inhalation	Augmentation du risque de cancer pulmonaire	0,04	(µg/m ³) ⁻¹	OMS-IPCS 2013	Choix ANSES (2015)
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Apparition de tumeurs respiratoires	6.10 ⁻⁴	(µg/m ³) ⁻¹	US-EPA 2017	Choix INERIS (2018)

5.2.5 Evaluation de l'exposition humaine

L'étude de dispersion (cf. chapitre 4) a permis d'estimer les concentrations dans l'air pour les trois situations (situation initiale, situation « fil de l'eau » à l'horizon 2024 et situation avec projet à l'horizon 2024). Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations.

5.2.5.1 Scénarios d'exposition retenus

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée pour six scénarios d'exposition, présentés dans le tableau suivant. Conformément au guide INERIS¹⁸, les scénarios ont été adaptés aux populations potentiellement exposées dans le contexte d'étude.

Tableau 26 : récapitulatif des scénarios d'exposition retenus

Scénario d'exposition	Durée d'exposition		Concentration pour l'exposition par inhalation
Scénario « Résident dans la ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « Résident hors ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL
Scénario « Impact négatif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations augmentent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « Impact positif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations diminuent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « écolier dans la ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « écolier hors ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°43)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL

A noter qu'en l'absence de données sur les concentrations à l'intérieur des logements, la population est supposée être exposée à la concentration atmosphérique calculée par modélisation aussi bien en extérieur qu'en intérieur.

¹⁸ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, deuxième édition de septembre 2021.

5.2.5.2 Résultats de la modélisation retenus pour l'ERS

Les Tableau 28 et Tableau 29 présentent les concentrations qui seront utilisées pour le calcul des doses d'exposition par inhalation pour chaque scénario d'exposition. A noter que ces concentrations tiennent compte de la pollution de fond. Les valeurs de niveau de fond retenu sont rappelées ci-dessous. Pour plus de détail, le lecteur peut se référer au Tableau 10 du paragraphe 4.3.2.

Tableau 27 : hypothèse pour la pollution de fond (fond urbain Paris) retenue

	Unité	Situation initiale	Horizon 2024 - Fil de l'eau et projet
NO₂	µg/m ³	33	24 (23 dans la ZTL)
PM10	µg/m ³	20	17
PM2,5	µg/m ³	12	10
Benzène	µg/m ³	0.9	0.7
1,3 butadiène	µg/m ³	0.26	0.26
Arsenic	ng/m ³	0.22	0.22
Nickel	ng/m ³	0.92	0.92
Benzo(a)pyrène	ng/m ³	0.14	0.08

Tableau 28 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL

Points d'intérêt concernés	Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant*			
	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL			Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2 : Ecole Notre-Dame-Saint-Roch)			
	Situation	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO₂	µg/m ³	78.6	53.5	49.8	51.2	35.1	34.1
PM10	µg/m ³	35.3	27.8	26.7	25.5	21.8	21.8
PM2.5	µg/m ³	22.3	17.3	16.7	16.0	12.7	12.8
Benzène	µg/m ³	1.5	1.3	1.2	1.1	0.9	0.9
Arsenic	µg/m ³	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m ³	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.4E-04	9.4E-04	9.4E-04
BAP	µg/m ³	3.8E-04	2.2E-04	2.1E-04	2.3E-04	1.3E-04	1.3E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m ³	5.9E-04	3.4E-04	3.3E-04	3.2E-04	1.8E-04	1.8E-04
Chrome	µg/m ³	1.3E-04	1.1E-04	1.0E-04	5.2E-05	4.2E-05	4.3E-05
1,3 butadiène	µg/m ³	3.8E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.1E-01	3.0E-01	3.0E-01

*il est considéré 10% du temps passé à l'école et 90% au domicile, correspondant à la zone habitée la plus exposée dans la ZTL

Tableau 29 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL

Points d'intérêt concernés		Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant*		
		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL			Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°43 : Ecole Diderot)		
Situation		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	84.7	68.1	69.8	48.5	33.9	34.1
PM10	µg/m3	37.5	33.6	34.3	25.1	21.3	21.4
PM2.5	µg/m3	23.5	21.2	21.6	15.4	12.4	12.5
Benzène	µg/m3	1.6	1.6	1.6	1.1	0.9	0.9
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.7E-04	9.8E-04	9.9E-04	9.4E-04	9.3E-04	9.3E-04
BAP	µg/m3	4.0E-04	2.9E-04	3.0E-04	2.2E-04	1.3E-04	1.3E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	6.4E-04	4.8E-04	5.0E-04	2.9E-04	1.7E-04	1.7E-04
Chrome	µg/m3	1.5E-04	1.7E-04	1.8E-04	4.4E-05	3.8E-05	3.9E-05
1,3 butadiène	µg/m3	4.0E-01	4.2E-01	4.2E-01	3.0E-01	3.0E-01	3.0E-01

*il est considéré 10% du temps passé à l'école et 90% au domicile, correspondant à la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL

Tableau 30 : concentrations en moyenne annuelle retenues pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »

Points d'intérêt concernés		Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
		Point impact négatif 2 (point d'intérêt n°21)			Point impact positif 1 (point d'intérêt n°25)		
Situation		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	64.2	42.5	44.8	71.8	52.7	46.9
PM10	µg/m3	30.6	25.7	26.9	31.8	28.1	26.2
PM2.5	µg/m3	19.0	14.7	15.3	20.6	17.3	16.0
Benzène	µg/m3	1.3	1.1	1.1	1.4	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.5E-04	9.5E-04	9.5E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.5E-04
BAP	µg/m3	3.0E-04	1.7E-04	1.8E-04	3.4E-04	2.2E-04	1.9E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	4.5E-04	2.5E-04	2.7E-04	5.2E-04	3.4E-04	3.0E-04
Chrome	µg/m3	9.2E-05	7.3E-05	8.3E-05	1.1E-04	1.1E-04	9.3E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.4E-01	3.3E-01	3.3E-01	3.6E-01	3.6E-01	3.5E-01

5.2.5.3 Doses d'exposition

Pour une exposition par inhalation, la dose d'exposition par inhalation correspond à la concentration moyenne inhalée (CI) et est calculée de la manière suivante :

$$CI = \frac{\sum Ci \times ti}{T}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : concentration de polluant dans l'air au lieu i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ti/T : Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci

Afin de garder un caractère majorant, un **scénario maximaliste** est retenu en première approche, pour l'exposition par inhalation, à savoir :

- Pour les populations résidentes, et les enfants :
 - en l'absence de données sur le temps passé par ces personnes sur la zone d'étude et en dehors, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les enfants et les résidents séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur la zone d'étude.
 - il n'est pas tenu compte de la protection apportée par les habitations vis-à-vis de l'exposition.

La fraction d'exposition ti à la concentration Ci varie selon les scénarios étudiés (cf. paragraphe 5.2.5).

Les Tableau 31 et Tableau 32 présentent les concentrations inhalées (CI) estimées pour chaque scénario, calculées à partir des concentrations moyennes dans l'air (cf. paragraphe 5.2.5.2) et des scénarios d'exposition retenus (cf. paragraphe 5.2.5.1). Elles tiennent compte de la pollution de fond.

Tableau 31 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents dans la ZTL

Situation		Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	78.6	53.5	49.8	75.8	51.7	48.2
PM10	µg/m3	35.3	27.8	26.7	34.3	27.2	26.2
PM2.5	µg/m3	22.3	17.3	16.7	21.7	16.8	16.3
Benzène	µg/m3	1.5	1.3	1.2	1.5	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.7E-04	9.6E-04	9.6E-04
BAP	µg/m3	3.8E-04	2.2E-04	2.1E-04	3.6E-04	2.1E-04	2.0E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	5.9E-04	3.4E-04	3.3E-04	5.6E-04	3.3E-04	3.1E-04
Chrome	µg/m3	1.3E-04	1.1E-04	1.0E-04	1.3E-04	1.1E-04	9.8E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.8E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.7E-01	3.6E-01	3.5E-01

Tableau 32 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition relatifs aux habitants et écoliers présents hors ZTL

Situation		Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	84.7	68.1	69.8	81.1	64.7	66.2
PM10	µg/m3	37.5	33.6	34.3	36.3	32.3	33.0
PM2.5	µg/m3	23.5	21.2	21.6	22.7	20.3	20.7
Benzène	µg/m3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5
Arsenic	µg/m3	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.3E-04
Nickel	µg/m3	9.7E-04	9.8E-04	9.9E-04	9.7E-04	9.8E-04	9.8E-04
BAP	µg/m3	4.0E-04	2.9E-04	3.0E-04	3.9E-04	2.7E-04	2.8E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	6.4E-04	4.8E-04	5.0E-04	6.1E-04	4.5E-04	4.6E-04
Chrome	µg/m3	1.5E-04	1.7E-04	1.8E-04	1.4E-04	1.6E-04	1.7E-04
1,3 butadiène	µg/m3	4.0E-01	4.2E-01	4.2E-01	3.9E-01	4.1E-01	4.1E-01

Tableau 33 : concentrations inhalées (CI) pour les scénarios d'exposition « impact négatif » et « impact positif »

Situation		Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
		Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet	Situation initiale	Horizon 2024 Fil de l'eau	Horizon 2024 avec projet
NO2	µg/m3	64.2	42.5	44.8	71.8	52.7	46.9
PM10	µg/m3	30.6	25.7	26.9	31.8	28.1	26.2
PM2.5	µg/m3	19.0	14.7	15.3	20.6	17.3	16.0
Benzène	µg/m3	1.3	1.1	1.1	1.4	1.3	1.2
Arsenic	µg/m3	2.2E-04	2.2E-04	2.2E-04	2.3E-04	2.3E-04	2.2E-04
Nickel	µg/m3	9.5E-04	9.5E-04	9.5E-04	9.6E-04	9.6E-04	9.5E-04
BAP	µg/m3	3.0E-04	1.7E-04	1.8E-04	3.4E-04	2.2E-04	1.9E-04
HAP eq. B(a)P	µg/m3	4.5E-04	2.5E-04	2.7E-04	5.2E-04	3.4E-04	3.0E-04
Chrome	µg/m3	9.2E-05	7.3E-05	8.3E-05	1.1E-04	1.1E-04	9.3E-05
1,3 butadiène	µg/m3	3.4E-01	3.3E-01	3.3E-01	3.6E-01	3.6E-01	3.5E-01

5.2.5.4 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Le NO₂ et les poussières (PM10 et PM2,5) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées seront simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Les Figure 48 à Figure 50 présentent les concentrations inhalées estimées pour chaque scénario d'exposition en comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour l'exposition chronique (exposition annuelle).

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations inhalées sont supérieures aux recommandations de l'OMS quel que soit le scénario d'exposition étudié, aussi bien pour la situation initiale qu'à l'horizon 2024. Ces dépassements sont dus à la pollution de fond (33 µg/m³ et 24 µg/m³ aux horizons 2019 et 2024 respectivement) qui dépasse à elle seule la nouvelle recommandation OMS égale à 10 µg/m³.

Pour les particules (PM10 et PM2,5), les concentrations inhalées sont également supérieures aux recommandations de l'OMS pour les mêmes raisons : les valeurs de pollution de fond retenues à l'horizon 2019 (20 µg/m³ pour les PM10 et 12 µg/m³ pour les PM2.5) et à l'horizon 2024 (17 µg/m³ pour les PM10 et 10 µg/m³ pour les PM2.5) dépassent à elles seules les recommandations OMS (15 pour les PM10 et 5 µg/m³ pour les PM2.5).

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers **présents dans la ZTL** (scénario résident et écolier dans la ZTL), l'impact du projet est faible mais positif : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour les PM10 et PM2.5 (diminution inférieure à 5%), et diminuent de 7% pour le NO₂. A noter que toute baisse des concentrations inhalées a un effet potentiellement positif sur la santé.
- Pour les résidents et écoliers présents dans la bande d'étude **en dehors de la ZTL** (scénario résident et écolier hors ZTL), l'impact du projet est négligeable : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances (augmentation inférieure à 3%).
- dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des concentrations de l'ordre de 5% pour tous les polluants.
- dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des concentrations inhalées de 11% pour le NO₂ et de 7% pour les particules.

Figure 48 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour le NO₂

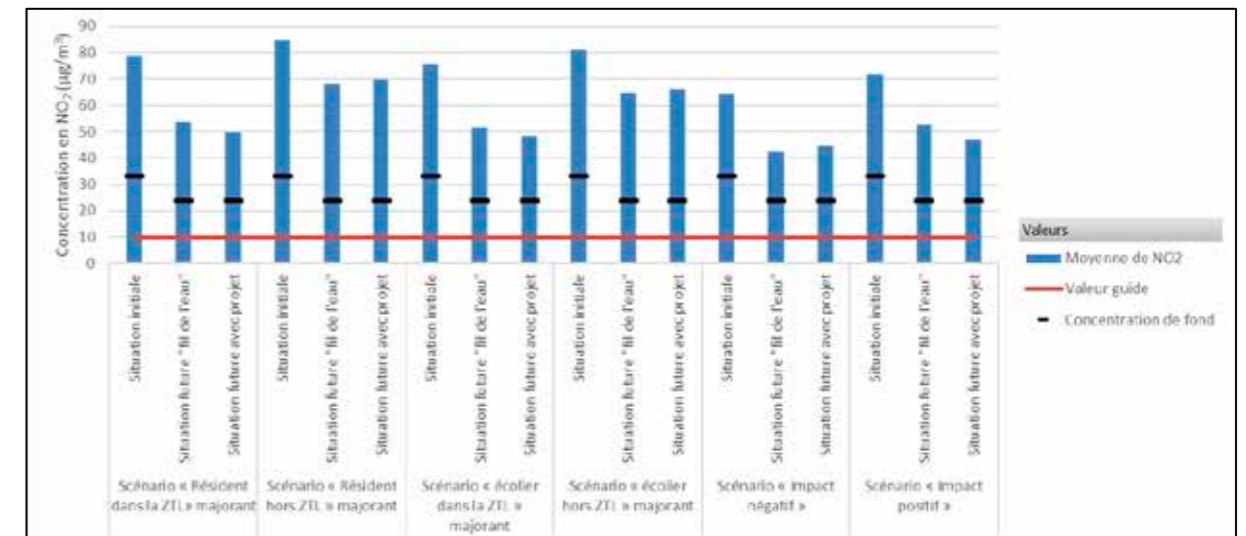


Figure 49 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM10

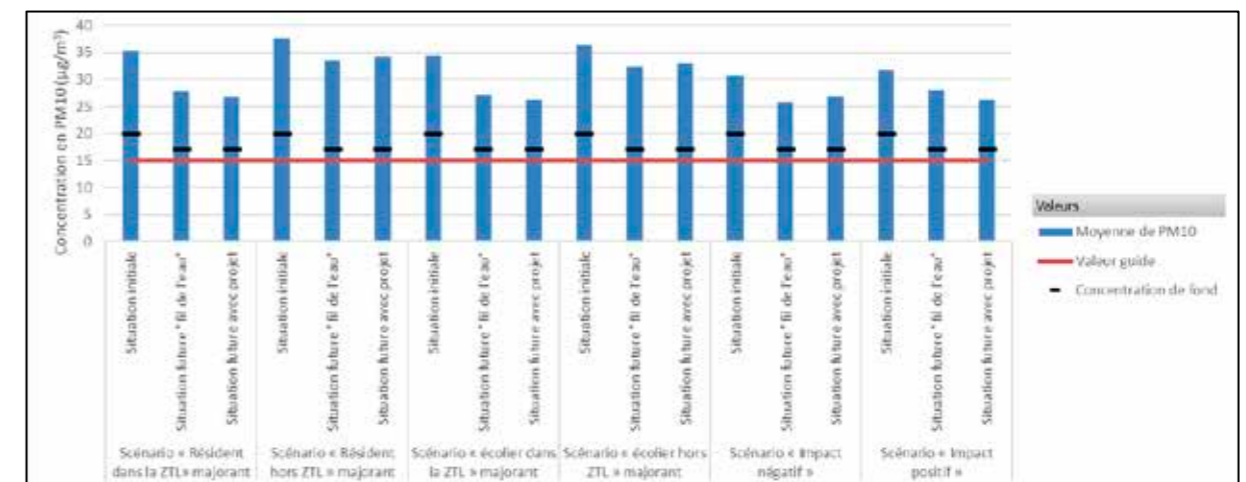
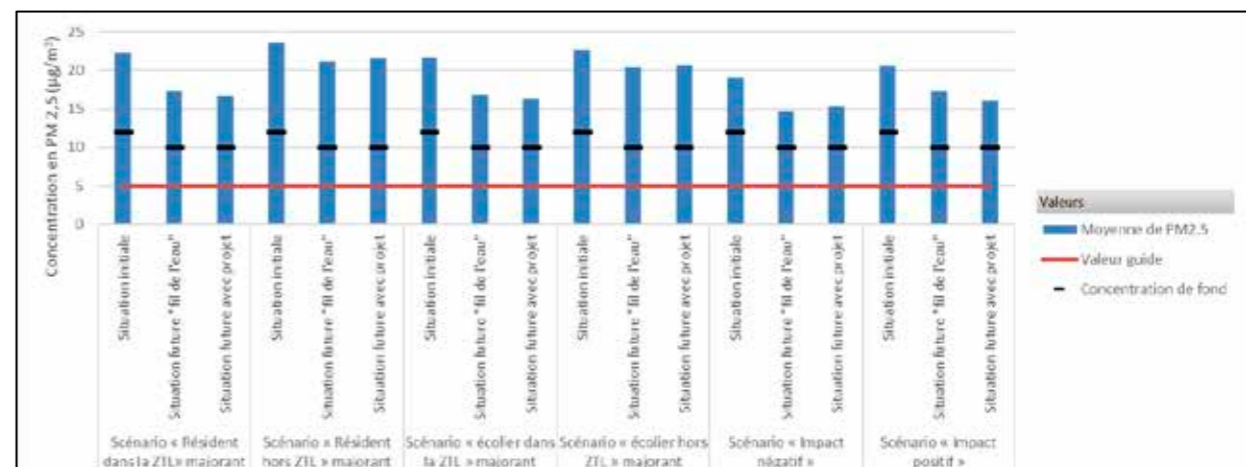


Figure 50 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS pour les PM2.5



5.2.6 Caractérisation des risques

La caractérisation des risques est la dernière étape de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Elle consiste à confronter les concentrations ou doses auxquelles les populations sont exposées et les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sont évalués pour un individu.

5.2.6.1 Méthodologie

La caractérisation des risques étant établie à partir des valeurs toxicologiques de référence, elle se distingue, de la même façon que les VTR pour les composés à effet à seuil et pour les composés à effet sans seuil.

5.2.6.1.1 Substances à effets à seuil

Pour les polluants à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), il s'agit de calculer les quotients de danger (QD) qui sont le rapport entre les concentrations (CI, Concentration moyenne Inhalée) attendues dans l'environnement et la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) (Concentration ou Dose de Référence).

Le quotient de danger est donc le suivant :

$$QD = \frac{CI}{VTR_{AS,inh}}$$

où : QD : Quotient de danger

CI : Concentration moyenne inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$VTR_{AS,inh}$: Valeur Toxicologique de Référence à seuil par ingestion (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{jour}$)

En termes d'interprétation, lorsque ce quotient est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

5.2.6.1.2 Substances à effets sans seuil

Pour les polluants cancérigènes génotoxiques et donc considérés sans seuil d'effet, le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu.

L'excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire (ERU) vie entière (conventionnellement 70 ans) par la concentration atmosphérique inhalée (CI) pour l'inhalation rapportée à la durée d'exposition vis-à-vis de la durée de vie (prise conventionnellement à 70 ans).

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

$$ERI = \sum CI_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,inh}$$

où : ERI : Excès de Risque Individuel

$VTR_{SS,inh}$ =ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation (ERU_i en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.

CI_i : Concentration inhalée pour la période d'exposition i (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

T_i : durée de la période d'exposition i (années)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années).

L'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. **La durée d'exposition T_i est variable selon les scénarios d'exposition retenus (cf. paragraphe 5.2.5.1).**

En termes d'interprétation, l'ERI représente la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet néfaste chez un individu exposé pendant toute sa vie aux concentrations/doses du composé cancérigène, par rapport à un sujet non exposé.

Le niveau de risque cancérigène peut être comparé au risque de 1 pour 100 000 (ou 10^{-5}), niveau repère, qualifié « d'acceptable », par différentes instances internationales.

L'acceptabilité des risques évalués s'apprécie ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais il existe plusieurs valeurs de seuils pouvant servir de référence :

- aux USA, la valeur de 10^{-6} est considérée comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel. La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention.
- en France, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire reprend dans la circulaire du 8 février 2007 ce seuil de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité des niveaux de risque dans la gestion des sols pollués.
- ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air ;
- c'est également le seuil indiqué dans le guide INERIS de 2013 mis à jour en 2021 et dans la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

5.2.6.1.3 Risque global

Pour tenir compte de l'exposition conjointe à plusieurs composés, l'InVS (2000), repris par l'INERIS (2013), recommande d'estimer le risque sanitaire global en sommant les risques de la façon suivante :

- pour les composés à effet à seuil : la somme doit être réalisée pour ceux dont la toxicité est identique en termes de mécanisme d'action et d'organe cible. Pratiquement, tous les composés ayant la même cible organique ont été regroupés car les données sur les mécanismes d'action des composés ne sont pas toujours connues ;
- pour les composés à effet sans seuil : la somme de tous les ERI doit être réalisée, quel que soit le type de cancer et l'organe touché, de façon à apprécier le risque cancérigène global.

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques, l'INERIS recommande de comparer les indicateurs de risque aux repères suivants¹⁹ :

- les QD sont comparés à 1 ;
- les ERI sont comparés à 10^{-5} .

¹⁹ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, août 2013

5.2.6.2 Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil

Les Quotients de Danger (QD) sont calculés pour les traceurs de risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Le détail des quotients de danger est disponible en Annexe 3.

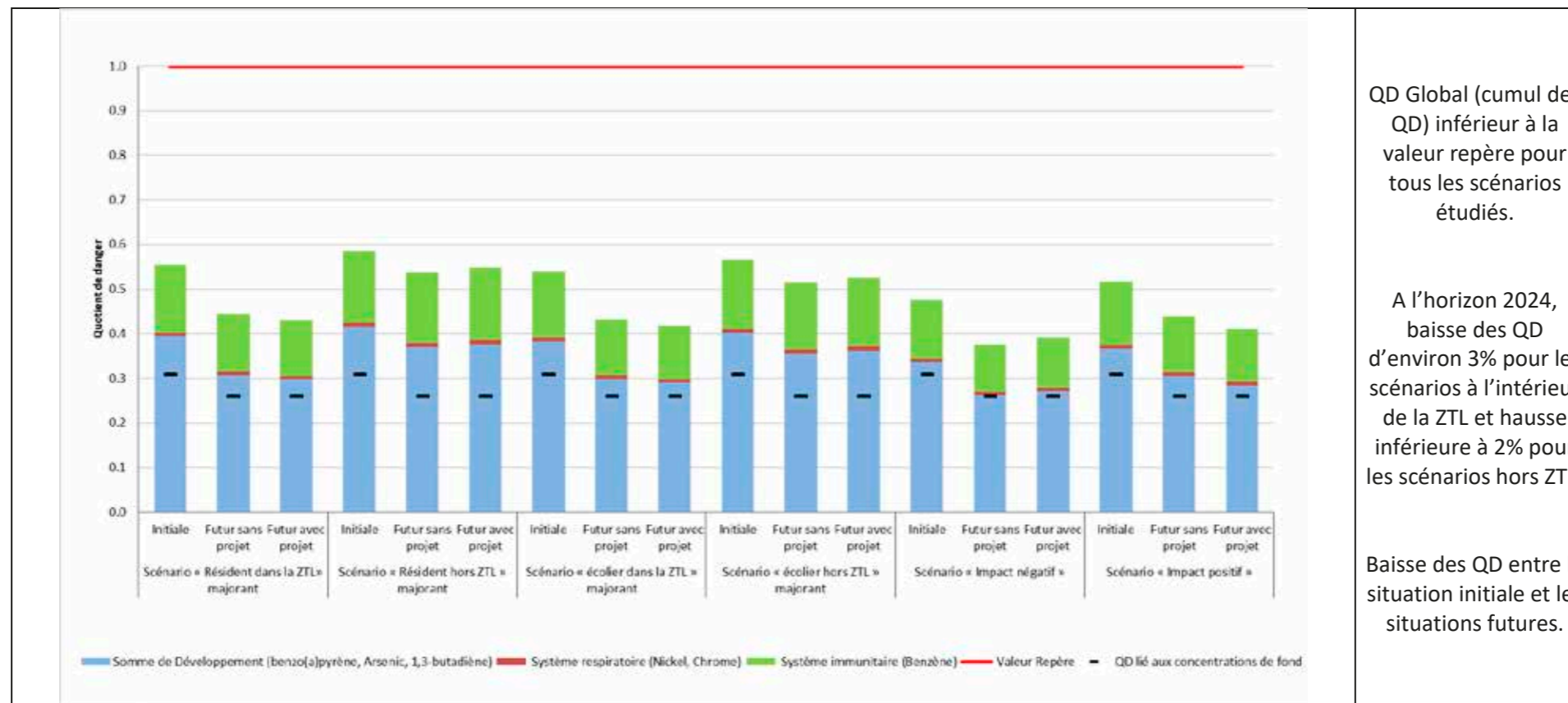
Pour tous les traceurs de risque à seuil, le QD est inférieur à la valeur repère égale à 1.

La Figure 51 présente les quotients de danger par scénario d'exposition sommés par organe cible et cumulés. Les sommes des Quotients de Danger calculées par organe cible sont également toutes inférieures à la valeur repère égale à 1 quel que soit le scénario étudié.

A l'horizon 2024 :

- **Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse des Quotients de Danger (environ -3%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une légère hausse des Quotients de Danger (inférieure à 2%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Quotients de Danger inférieure à 5%.**
- **Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Quotients de Danger légèrement supérieure à 5%.**

Figure 51 : Quotients de Danger par scénario d'exposition



5.2.6.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Les Excès de Risque Individuel sont calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Le détail des ERI est disponible en Annexe 3.

Les Excès de Risque Individuel calculés pour chaque traceur du risque pris individuellement sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT) pour toutes les substances exceptées pour le benzène et ce, pour toutes les situations (initiale et futures). Il est important de noter que pour le benzène, la teneur en fond retenue ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2019 et $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024) entraîne à elle seule un ERI d'au maximum $1,0.10^{-5}$ en 2019 et $7,8.10^{-6}$ en 2024 pour une durée d'exposition de 30 ans (scénario résident) à la pollution de fond, dépassant la valeur repère de 1.10^{-5} pour la situation initiale.

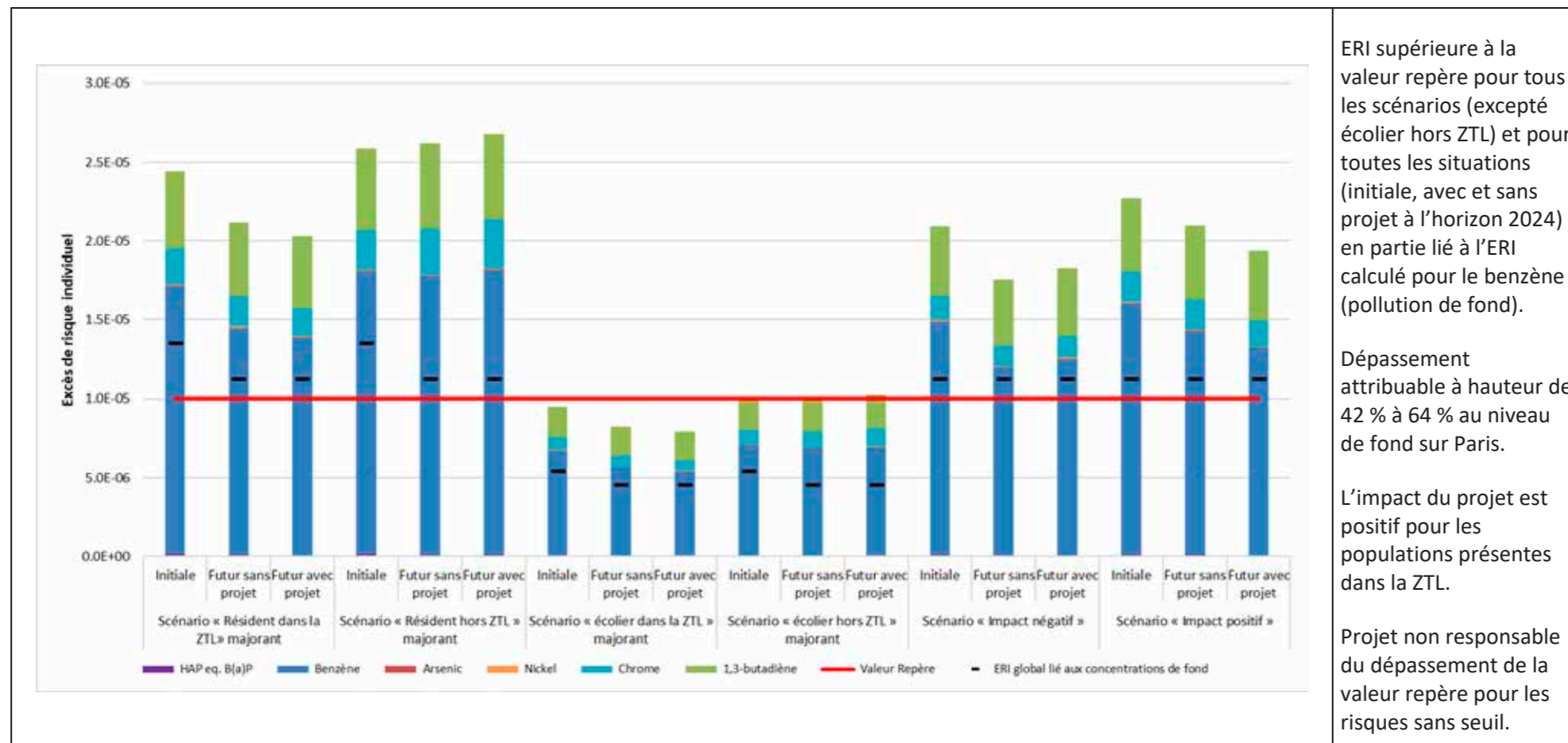
La Figure 52 présente les ERI cumulés par scénario d'exposition (ERI Global). L'ERI Global est supérieur à la valeur repère pour tous les scénarios d'exposition étudiés excepté le scénario écolier, et quel que soit l'horizon. Ce dépassement est en partie lié à la pollution de fond sur Paris qui représente environ 42% à 64% des ERI globaux calculés, le reste étant dû au trafic important présent dans la zone d'étude.

A l'horizon 2024 :

- Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse (environ 4%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne légère hausse (environ 2%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.
- Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Excès de Risque Individuel de 4%.
- Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Excès de Risque Individuel légèrement supérieure à 7%.

Le projet a donc un impact positif sur l'exposition des habitants et donc sur leur santé au sein de la ZTL, bien que la valeur repère pour les risques sans seuil soit toujours dépassée, en raison d'une pollution de fond qui reste importante vis-à-vis des valeurs sanitaires.

Figure 52 : Excès de Risque Individuel par scénario d'exposition



ERI supérieure à la valeur repère pour tous les scénarios (excepté écolier hors ZTL) et pour toutes les situations (initiale, avec et sans projet à l'horizon 2024) en partie lié à l'ERI calculé pour le benzène (pollution de fond).

Dépassement attribuable à hauteur de 42 % à 64 % au niveau de fond sur Paris.

L'impact du projet est positif pour les populations présentes dans la ZTL.

Projet non responsable du dépassement de la valeur repère pour les risques sans seuil.

5.2.6.4 Incertitudes

5.2.6.4.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Facteurs pris en compte dans l'ERS

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances considérées comme traceurs de risque dans cette étude.

Exposition par voie cutanée non considérée

Il n'existe pas de VTR spécifique à cette voie d'exposition. De plus, la transposition à partir des VTR pour les voies respiratoire et orale n'est pas recommandée (note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014). Cette sous-estimation n'a pas forcément d'impact sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, étant donné que l'absorption des polluants par voie cutanée est négligeable devant l'absorption par voies respiratoire et/ou digestive (surface d'échange plus importante et transferts facilités).

5.2.6.4.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie pour estimer les risques sanitaires potentiels emploie, par nature, les principes de précaution et est par défaut conservatrice.

Estimation des émissions

Les émissions ont été quantifiées à partir des données de trafic mises à disposition et des facteurs d'émissions les plus récents disponibles (COPERT V).

Durée d'exposition

En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24). Cette hypothèse est majorante puisque les personnes ne seront pas exposées en permanence car elles sont amenées à se déplacer pour des raisons personnelles (congés, loisirs) et professionnelles.

Pénétration des polluants dans les habitats

Il est posé l'hypothèse que les polluants ont un taux de pénétration dans les habitats de 100 %, ce qui est une hypothèse majorante.

5.2.6.4.3 Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable

Constance des paramètres

Toutes les données utilisées (émissions, dispersion, transferts, exposition) sont supposées rester constantes pendant les années d'exposition futures étudiées.

Interactions des polluants

En absence de connaissances scientifiques suffisantes sur les interactions des polluants les uns par rapport aux autres et des conditions d'interactions en eux, il a été considéré que les polluants qui avaient la même cible organique et le même mécanisme d'action cumulaient leurs risques. En réalité, les polluants peuvent également avoir des effets antagonistes (dans ce cas nous aurions majoré les risques) ou synergiques (dans ce cas nous aurions minimisé les risques).

6 SYNTHÈSE

La Ville de Paris envisage la création d'une Zone à Trafic Limité (ZTL) restreignant le transit à travers le centre de Paris (75) afin d'améliorer les déplacements des piétons, transports en commun, vélos et de certaines catégories d'usagers (véhicules de police, de secours, d'intérêt général, taxis et VTC, artisans, résidents et professionnels domiciliés dans la zone, visiteurs, etc.).

Dans le cadre de ce projet, la Ville de Paris a mandaté ARIA Technologies - au sein d'un groupement piloté par OGI - pour la réalisation du volet « Air et Santé » au sens de la note méthodologique « Air et Santé ».

Le volet « Air et Santé » suivra les recommandations des documents suivants :

- Note technique du 22 février 2019 du Ministère de la transition écologique et solidaire (NOR TRET1833075N) 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. Cette note technique abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 ;
- Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du Cerema du 22 février 2019, document annexe à la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.

Afin de déterminer les effets du projet sur la qualité de l'air, trois scénarios sont modélisés :

- la situation « initiale » ;
- la situation future « Fil de l'eau » à l'horizon 2024;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le scénario 5 du projet de ZTL.

Impact du projet sur la Qualité de l'air

Bilan des émissions de polluants dans l'air

Entre la situation initiale et la situation future « Fil de l'eau » (2024), on observe une baisse des émissions. Cette baisse est essentiellement influencée par l'évolution du trafic routier entre les deux scénarios, l'évolution du parc automobile entre 2019 et 2024 (mise en circulation de véhicules moins polluants, augmentation de la part des véhicules électriques, ...) et elle est renforcée par l'interdiction des véhicules Crit'air 4 dans la Zone à Faibles Emissions (ZFE) entre 2019 et 2021.

A l'horizon futur 2024, les émissions restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances entre la situation « fil de l'eau » et la situation avec projet, conformément à la variation du trafic sur le domaine d'étude. Au sein de la ZTL, les émissions diminuent quant à elles de 7,2%, conformément à la variation du trafic sur la ZTL. En dehors de la ZTL, les émissions restent du même ordre de grandeur. Quelques axes voient leurs émissions augmenter de façon modérée, en lien avec les reports de trafic. Parmi les voies présentant les émissions les plus élevées, les plus fortes variations sont observées sur les voies suivantes : la rue Saint-Honoré (+25%), Avenue de l'opéra (-10 à 25%), quai Anatole France (+15%), Boulevard de Sébastopol (-15%).

L'impact du projet sur les émissions atmosphériques est donc négligeable en termes de bilan global des émissions sur l'ensemble de la zone d'étude. Au sein même de la ZTL, le projet a un impact positif

sur les émissions atmosphériques puisqu'il entraîne une diminution de 7,2% des émissions dues au trafic routier. En dehors de la ZTL, l'impact du projet est négligeable.

Estimation des concentrations dans l'air

Les concentrations dans l'air imputables au trafic routier ont été estimées par une modélisation de la dispersion des émissions pour les trois scénarios (situation initiale, situation « fil de l'eau » et situation avec projet). Compte-tenu du contexte urbain dense, il a été choisi de réaliser une modélisation 3D de la dispersion atmosphérique prenant en compte l'influence des bâtiments.

A l'horizon 2024, les concentrations en NO₂ sont inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³ par la réglementation française au niveau des zones habitées. Les niveaux de concentrations en NO₂ dépassent la valeur limite sur une partie du domaine d'étude et notamment au niveau des principales voies de circulation. Les recommandations OMS sont également dépassées. A l'horizon 2024, la pollution de fond représente 60% de la valeur limite.

Les concentrations en PM10 restent inférieures aux valeurs réglementaires françaises (objectif de qualité et valeur limite) au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les concentrations en PM2.5 restent inférieures aux valeurs limites au niveau de tous les points d'intérêt étudiés. Les valeurs limites sont respectées sur tout le domaine d'étude, excepté au niveau des principales voies de circulation. Elles sont cependant respectées sur tout le périmètre de la ZTL. La pollution de fond représente à elle seule environ 40 % de la valeur limite pour les PM10 et les PM2.5. L'objectif de qualité est cependant dépassé pour les PM2.5 en raison de la pollution de fond qui représente 100% de cet objectif. Les recommandations OMS sont dépassées pour les PM10 et PM2.5.

Au niveau des points d'intérêt, à l'horizon 2024, les concentrations estimées pour le scénario avec projet restent du même ordre de grandeur que celles calculées pour la situation future « fil de l'eau ». On constate cependant une tendance à la baisse pour les points cibles situés au sein de la ZTL (baisse de l'ordre de 5% en moyenne). Cette baisse est assez faible car les diminutions importantes de concentration restent localisées sur les voies de circulation. Au niveau de la zone habitée la plus exposée de la ZTL, la baisse de concentrations du fait de la mise en place de la ZTL est plus significative (baisse de -9%).

Le projet de ZTL a un impact faible mais néanmoins positif sur la qualité de l'air par rapport à une situation « fil de l'eau » au niveau des zones habitées déjà présentes dans la zone d'étude. L'impact de la ZTL reste localisé au niveau des voies de circulation et des habitations proches des axes à fort trafic avec une baisse restant inférieure à 10%.

Impact du projet sur les populations

Indice Pollution Population (IPP)

L'indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des habitants de la bande d'étude à la pollution atmosphérique induite par le projet et par les voies impactées par celui-ci.

A l'horizon 2024, l'IPP global diminue légèrement entre la situation avec projet et la situation fil de l'eau (-2%). En effet, les variations de concentrations sont principalement localisées sur les voies de circulation et restent globalement stables au niveau des zones habitées, et le nombre d'habitants ne varie pas sur la bande d'étude.

A l'horizon 2024, moins de 1% de la population est exposée à des concentrations en NO₂ supérieure à la valeur limite. Le projet de ZTL entraîne une légère baisse du nombre d'habitants exposés à des concentrations supérieures à 30 µg/m³.

A l'horizon 2024, l'impact du projet sur l'IPP est légèrement positif en comparaison avec la situation Fil de l'eau.

Evaluation des risques sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires a été menée conformément à la note technique TRET1833075N du ministère de la transition écologique et solidaire et du ministère des solidarités et de la santé du 22 février 2019 et au guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021.

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée pour six scénarios d'exposition :

Scénario d'exposition	Durée d'exposition		Concentration pour l'exposition par inhalation
Scénario « Résident dans la ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « Résident hors ZTL » majorant	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL
Scénario « Impact négatif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations augmentent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « Impact positif »	100% du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 30 ans → approche majorante		Concentration moyenne au niveau d'une zone où les concentrations diminuent de manière significative suite à la mise en place du projet
Scénario « écolier dans la ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°2)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la ZTL
Scénario « écolier hors ZTL » majorant	Ecole	10% du temps 6 h/j 144 j/an pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de l'école la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL (concentration moyenne au point d'intérêt n°43)
	Domicile	le reste du temps pendant 12 ans	Concentration moyenne au niveau de la zone habitée la plus exposée dans la bande d'étude hors ZTL

A noter qu'en l'absence de données sur les concentrations à l'intérieur des logements, la population est supposée être exposée à la concentration atmosphérique calculée par modélisation aussi bien en extérieur qu'en intérieur.

Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Le NO₂ et les poussières (PM10 et PM2,5) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées sont simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations sont supérieures aux recommandations de l'OMS quel que soit le scénario d'exposition étudié, aussi bien pour la situation initiale qu'à l'horizon 2024. Ces dépassements sont dus à la pollution de fond qui dépasse à elle seule la nouvelle recommandation OMS égale à 10 µg/m³.

Pour les particules (PM10 et PM2,5), les concentrations inhalées sont également supérieures aux recommandations de l'OMS pour les mêmes raisons : les valeurs de pollution de fond retenues à l'horizon 2024 dépassent à elles seules les recommandations OMS (15 µg/m³ pour les PM10 et 5 µg/m³ pour les PM2,5).

A l'horizon 2024 :

- **pour les habitants et les enfants présents dans la ZTL (scénario résident et écolier dans la ZTL), l'impact du projet est faible mais positif : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour les PM10 et PM2.5 (diminution inférieure à 5%), et diminuent de 7% pour le NO₂. A noter que toute baisse des concentrations inhalées a un effet potentiellement positif sur la santé.**
- **pour les habitants et les enfants présents dans la bande d'étude en dehors de la ZTL (scénario résident et écolier hors ZTL), l'impact du projet est négligeable : les concentrations inhalées restent du même ordre de grandeur pour toutes les substances (augmentation inférieure à 3%).**
- **dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des concentrations inhalées de l'ordre de 5% pour tous les polluants.**
- **dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des concentrations inhalées de 11% pour le NO₂ et 7% pour les particules.**

Caractérisation des risques

Les risques sanitaires calculés pour les substances à seuil d'effet sont faibles vis-à-vis de la valeur repère.

A l'horizon 2024 :

- **Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse des Quotients de Danger (environ -3%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une légère hausse des Quotients de Danger (inférieure à 2%) par rapport à la situation Fil de l'eau.**

- **Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Quotients de Danger inférieure à 5%.**
- **Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Quotients de Danger légèrement supérieure à 5%.**

Les risques sanitaires pour les substances sans seuil prises individuellement sont inférieurs à la valeur repère égale à 1.10⁻⁵ (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT) pour toutes les substances exceptées pour le benzène et ce, pour toutes les situations (initiale et futures). Il est important de noter que pour le benzène et pour une durée d'exposition de 30 ans, la teneur de fond retenue pour la situation initiale conduit à elle seule à un ERI dépassant la valeur repère de 1.10⁻⁵.

L'ERI Global est supérieur à la valeur repère pour tous les scénarios d'exposition étudiés, et quel que soit l'horizon. Ce dépassement est en partie lié à la pollution de fond sur Paris qui représente environ 48% à 59% des ERI globaux calculés, le reste étant dû au trafic important présent dans la zone d'étude.

A l'horizon 2024 :

- **Pour les résidents et écoliers dans la ZTL, le projet de ZTL entraîne une baisse (environ 4%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Pour les résidents et écoliers dans la bande d'étude en dehors de la ZTL, le projet de ZTL entraîne une légère hausse (environ 2%) des Excès de Risque Individuel par rapport à la situation Fil de l'eau.**
- **Dans une zone où l'on note une augmentation des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une augmentation des Excès de Risque Individuel de 4%.**
- **Dans une zone où l'on note une diminution des concentrations due au report de trafic, le projet entraîne une diminution des Excès de Risque Individuel légèrement supérieure à 7%.**

Le projet a donc un impact positif sur l'exposition des habitants au sein de la ZTL et donc sur leur santé, bien que la valeur repère pour les risques sans seuil soit toujours dépassée en raison d'une pollution de fond qui reste importante vis-à-vis des recommandations.

ANNEXES

Annexe 1 : Généralités sur la pollution atmosphérique

Définition

La directive du 30 décembre 1996 sur la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie donne la définition suivante de la pollution atmosphérique :

"La pollution atmosphérique est l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre la santé humaine en danger, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives."

La directive européenne n°96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996 donne les définitions de termes souvent utilisés dans le domaine de la qualité de l'air :

- ↪ **Air ambiant** : L'air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail.
- ↪ **Polluant** : Toute substance introduite directement ou indirectement par l'homme dans l'air ambiant et susceptible d'avoir des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble.

Origine de la pollution atmosphérique

La pollution atmosphérique est d'origine très diverse. Elle peut provenir des industries, des activités domestiques ou encore du trafic routier. Il existe plusieurs types de pollution atmosphérique :

La pollution urbaine

Elle affecte principalement la santé humaine. En effet, l'exposition à plusieurs substances indésirables simultanément augmente leurs effets nocifs. La pollution urbaine détériore aussi les bâtiments par corrosion et salissure.

La pollution à l'échelle régionale

Les pluies acides : Elles sont dues à la formation d'acides nitriques et sulfuriques formés par combinaison de pluie et d'oxydes d'azote et de soufre. Ces polluants proviennent des rejets en zones urbaines. Les pluies acides sont l'une des causes du dépérissement des lacs et des forêts (par les dépôts acides, secs et humides).

La pollution photochimique ou smog

Elle provient principalement des véhicules. Les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les carbones organiques volatils sont à l'origine de la formation de l'ozone troposphérique (basse altitude) et du PAN (Peroxyacétylnitrate). Il y a formation de brouillard ou smog lorsque les concentrations en ozone ("mauvais ozone") dans l'air ambiant sont élevées.

La pollution à l'échelle planétaire

La destruction de la couche d'ozone : La disparition progressive de la couche d'ozone stratosphérique (à haute altitude) provient de l'action du chlore et du brome gazeux issu des activités domestiques. En s'amointrissant, la couche d'ozone, appelée "bon ozone", pourrait engendrer des pathologies telles que des cancers de la peau, car les radiations U.V. ne sont plus filtrées par la couche.

La modification de l'effet de serre : L'effet de serre est causé par l'accumulation de certains gaz, ce qui entraîne un échauffement de l'atmosphère. Ce phénomène est naturel, mais une accumulation trop grande de ces gaz pourrait entraîner des modifications climatiques importantes.

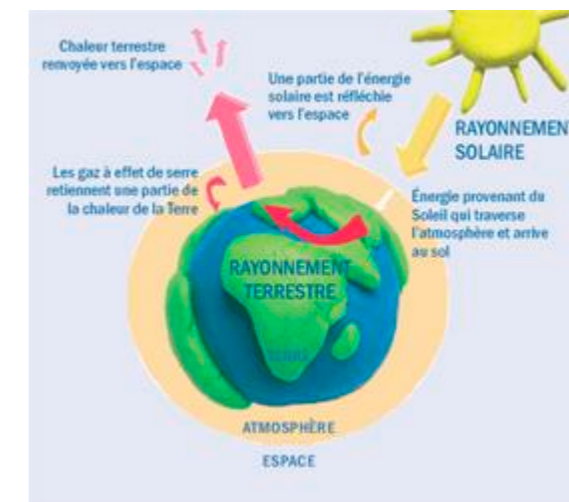
Principaux phénomènes

L'effet de serre

L'effet de serre naturel, qui permet à la Terre d'être habitable, est accru par certains gaz émis par les activités humaines, dits gaz à effet de serre (GES). Le réchauffement climatique observé à l'échelle de la planète en est la conséquence. Le dioxyde de carbone (CO₂) est le principal représentant des gaz à effet de serre, mais il n'est pas le seul : on peut aussi citer par exemple le méthane (CH₄) ou le protoxyde d'azote (N₂O).

Contrairement aux gaz à effet de serre, la pollution dans l'air a un effet local direct sur la santé et sur l'environnement. En France, elle est surveillée par des associations indépendantes comme AIRPARIF. Les principaux polluants qui posent problème en région parisienne sont le dioxyde d'azote, les particules et l'ozone.

Figure 53 : phénomène « l'effet de serre » (source : AIRPARIF)



La pollution photochimique

La pollution photochimique désigne un mélange complexe de polluants formés chimiquement dans l'air, sous l'effet du rayonnement solaire, à partir de composés précurseurs émis par des sources naturelles et les activités humaines (oxydes d'azote (NO_x), composés organiques volatils (COV), monoxyde de carbone (CO)). Le principal polluant photochimique est l'ozone (O₃).

La production photochimique résulte de la dissociation du dioxyde d'azote (PM10) par le rayonnement ultraviolet, cette réaction constituant la principale source d'oxygène atomique (O) dans les basses couches de l'atmosphère :



l'oxygène atomique se combinant à l'oxygène moléculaire (O₂) pour former l'ozone :



et la production d'ozone étant toutefois limitée par sa réaction sur le monoxyde d'azote :



La production d'ozone est donc très dépendante de l'ensoleillement, et des conditions météorologiques, de sorte que la production des polluants photochimiques est favorisée au printemps ou en été. Le cycle photochimique chimique de formation et de destruction de l'ozone présente un caractère non linéaire d'où sa complexité. En effet une abondance des émissions des oxydes d'azote (NO_x), précurseurs d'ozone, peut nuire à l'accumulation d'O₃, et la pollution photochimique peut se manifester plus amplement loin des émissions de précurseurs. En milieu urbain, où les émissions de (NO_x) sont importantes du fait du trafic automobile et des foyers de combustion, l'ozone formé sur

place peut être rapidement détruit. Ceci explique que les taux maxima de pollution sont généralement mesurés en zones périurbaines ou rurales sous le vent des panaches urbains.

L'acidification

La pollution acide (ou pluies acides) est liée aux polluants acides (SO_2 , NO_x , NH_3 , HCl , HF) émis par les activités humaines qui retombent en partie à proximité des sources, mais aussi à des centaines, voire des milliers de kilomètres de leurs sources émettrices. Ces polluants retombent sous forme de retombées sèches ou humides. Pendant le transport, ces polluants se transforment. SO_2 et NO_x se transforment en sulfates (SO_4^{2-}) et en nitrates (NO_3^{2-}) dans le cas où l'atmosphère est sèche, ainsi qu'en acide sulfurique (H_2SO_4) et en acide nitrique (HNO_3) dans le cas où l'atmosphère est humide.

Les phénomènes de pollution acide à grande échelle ont été mis en évidence par l'acidification des eaux des lacs Scandinaves et Canadiens. Le pH des eaux est devenu acide entraînant des modifications importantes de la faune piscicole. Certaines pluies ont un pH compris entre 3 et 4 alors que l'eau pure a un pH de 5,6.

Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.

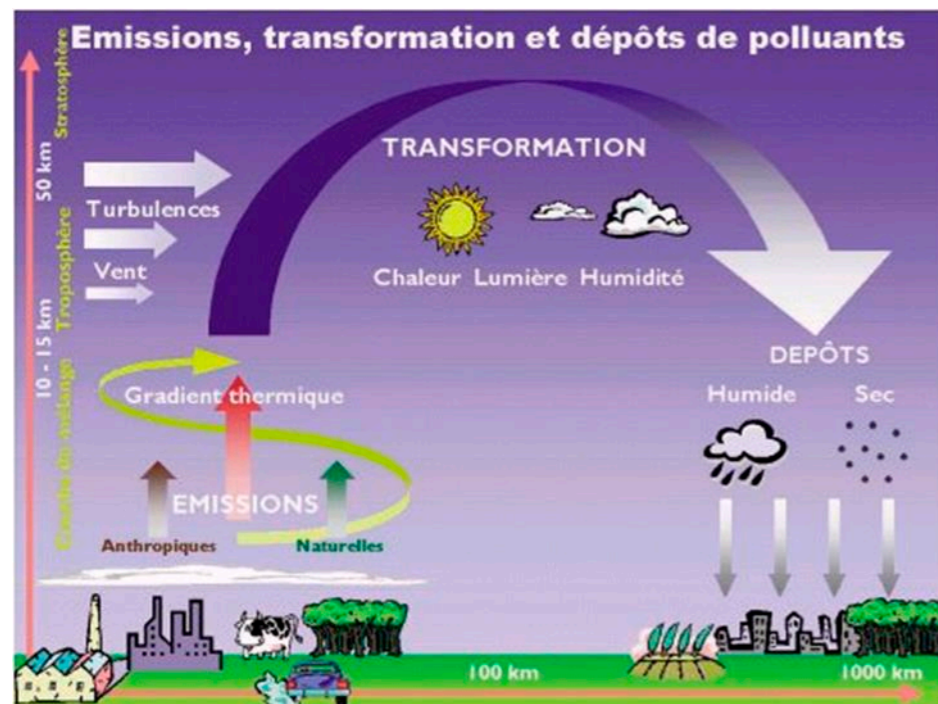


Figure 54 : phénomène d'acidification (source : CITEPA)

La dispersion des polluants atmosphériques

Les concentrations, en polluant dans l'atmosphère, peuvent fluctuer dans le temps et dans l'espace suivant :

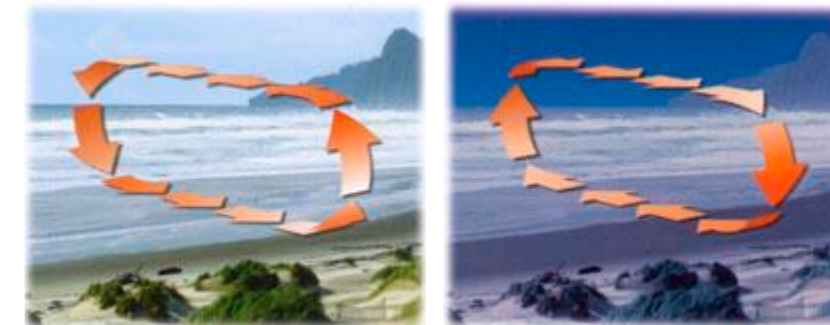
- ↪ **l'intensité des émissions** des différentes activités qui varie dans le temps : en hiver le chauffage est important, le trafic routier est quasiment nul la nuit...
- ↪ la **topographie locale** qui peut favoriser ou non le déplacement des masses d'air,
- ↪ les **conditions météorologiques** : les vents forts peuvent entraîner un rabattement du panache des cheminées, les vents calmes limitent la dispersion des polluants,
- ↪ la **structure thermique de l'atmosphère** : une inversion thermique de température (ci-contre) limite la dispersion des polluants.



La topographie locale

La topographie d'un site peut influencer la circulation des masses d'air. Par exemple, les rues canyon, les bords de mer et les vallées peuvent modifier la dispersion des polluants.

Le littoral : la nuit, les masses d'air ne se déplacent pas dans le même sens que de jour. En effet, durant la journée la brise de mer ramène les polluants sur les côtes. Mais de nuit, ce phénomène s'inverse car le sol se refroidit plus vite que la mer. La pollution est alors envoyée sur la mer.



Le jour : brise de mer

La nuit : brise de terre

Les vallées : les masses d'air ne se déplacent pas dans le même sens de jour et de nuit. En effet, le jour l'air s'échauffe sur les pentes et crée un courant qui remonte la vallée. Les polluants se dispersent rapidement. Mais de nuit, ce phénomène s'inverse : l'air froid s'écoule le long des pentes et s'accumule au fond de la vallée, tout en la descendant. La pollution évacuée dans la journée est alors ramenée dans la vallée la nuit.

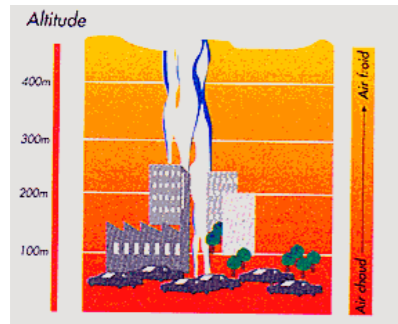


Le jour: brise montante

La nuit : brise descendante

La structure thermique de l'atmosphère

La structure thermique verticale de la troposphère peut varier suivant les jours et les heures.



En **situation normale de diffusion**, la température diminue avec l'altitude. La structure thermique de l'atmosphère ne freine pas la diffusion des polluants.

Parfois, à partir d'une certaine hauteur, la température peut augmenter avec l'altitude. Il y a alors **inversion thermique** : une couche d'air chaud se trouve au-dessus d'une couche d'air plus froid. L'air pollué, qui se disperse vers le haut en situation normale de diffusion, est alors bloqué par cette couche d'air plus chaud qui agit comme un couvercle thermique.

Ce phénomène contribue à la pollution locale et peut conduire à la formation de dôme urbain de pollution. Il se rencontre lors de conditions météorologiques particulières :

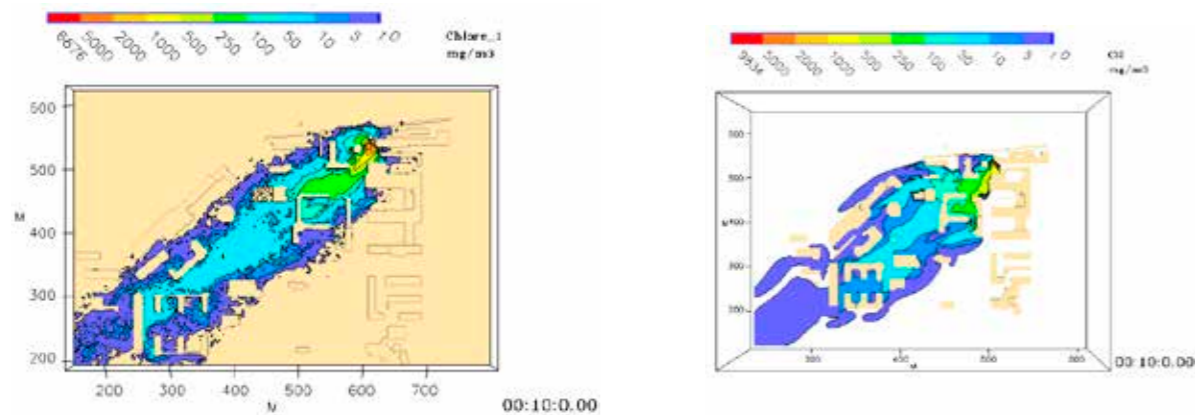
- en début de matinée, suite à une nuit dégagée et sans vent,
- en hiver, lors de conditions anticycloniques.



Annexe 2 : Description du modèle MSS

Validation du modèle MSS

MSS a été appliqué dans diverses configurations complexes, telles que des scénarii d'accidents et de modélisation de l'impact d'une installation industrielle sur le long terme (jusqu'à plusieurs années). Les simulations en cas d'accidents ont été également réalisées avec le code CFD Mercure. Ces comparaisons ont montré que les résultats 3D numériques étaient tout à fait comparables, pour des temps de calcul de MSS bien inférieurs à ceux de MERCURE (cf. article page suivante).

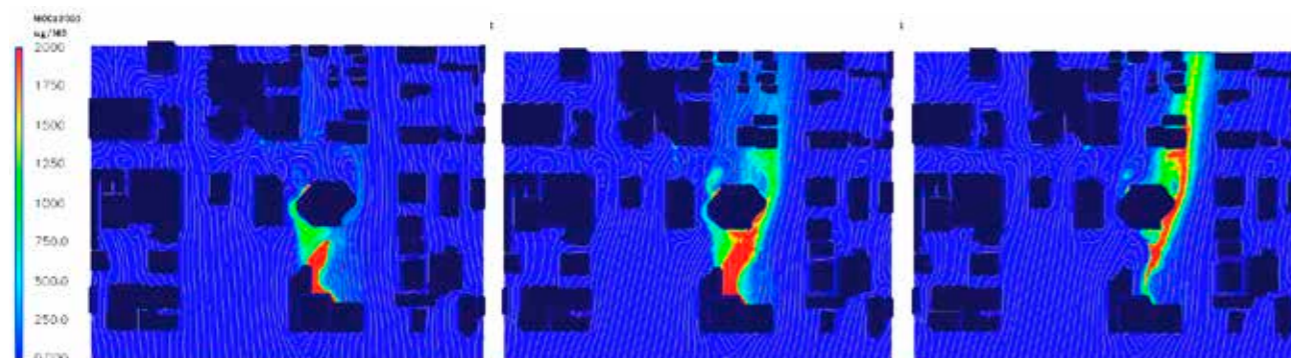


Exemple de résultats – Concentration en chlore à 2 m – t = 10 min (MSS à gauche et MERCURE à droite)

Des validations du modèle PMSS ont été réalisées à l'aide de campagnes de mesures effectuées en soufflerie et en milieu urbain réel. Certains de ces cas de validation sont présentés ci-dessous.

- Le projet EMU est une simulation de l'émission de scalaires passifs en atmosphère neutre, réalisée au laboratoire EnFlo de l'Université anglaise de Surrey. Il est constitué de plusieurs expériences (formes et nombre de bâtiments divers, données météorologiques et d'émission distinctes).
- URBAN 2000 fut une campagne de mesures menée par des chercheurs américains à Salt Lake City en Octobre 2000. Le Département de l'Energie (US-DOE), le DOD, la DTRA, et des laboratoires gouvernementaux anglais et américains se sont réunis afin de mener à bien ce gigantesque projet. L'ensemble des données et des résultats est accessible sur <http://urban.llnl.gov/>.
- La campagne MUST a également été financée par la DTRA. Elle constitue une expérience intermédiaire entre la soufflerie et un terrain urbain réel puisque les bâtiments ont été simulés par des containers.

Figure 55 : lignes de courant et concentration en SF6 à 4h10, 4h20 et 4h30



THREE-DIMENSIONAL SIMULATIONS OF POLLUTANTS ATMOSPHERIC DISPERSION AROUND THE BUILDINGS OF INDUSTRIAL SITES AND URBAN AREAS COMPARISON OF MERCURE CFD APPROACH WITH MICRO-SWIFT-SPRAY SIMPLIFIED APPROACH

Patrick ARMAND¹, Julien COMMANAY², Maxime NIBART², Armand ALBERGEL², Pascal ACHIM¹

¹ Commissariat à l'Energie Atomique

Département Analyse, Surveillance, Environnement – Service Radioanalyse, Chimie, Environnement
91 680 Bruyères-le-Châtel – France

² ARIA Technologies – 17, route de la Reine – 92 517 Boulogne-Billancourt CEDEX – France

ABSTRACT

Usual Gaussian models appear of limited relevance when simulating the dispersion of pollutants on industrial sites or in the urban atmospheric environment. On the other hand, a full 3D CFD approach is a powerful way of investigation but requires enormous CPU resources. The Micro-SWIFT-SPRAY modeling system represents an alternative rapid response capability to simulate the flow field and the dispersion processes at the micro-scale. MSS has been applied in various complex configurations including either accidental short duration or chronic long term impact releases. The simulations in case of an accident have also been carried out with MERCURE full CFD code. While the 3D numerical results are quite comparable, MSS computation times are much lower than MERCURE ones. As demonstrated in the paper, MSS objective of having '90% of the solution for less than 10% of the CPU' is even greatly surpassed.

1. INTRODUCTION

Small as well as large industries are now committed to produce impact assessment studies for their facilities. This is a requirement made by the National and European regulations and meeting the societal concerns. The impact assessment relates to the normal operation or hypothetical accidents in the installations. In both cases, the studies aim at evaluating the dispersion of atmospheric releases (gases and particles) and their impact on the health of the workers and populations around the facilities.

In the frame of regulatory studies, the dispersion of radiological or chemical pollutants is usually computed using Gaussian plume or puff models, the advantages of which are to be easy to handle with and give a quick answer. On the other hand, these models appear very limited when simulating the pollutants dispersion in the urban environment or around the buildings of the industrial sites. The 3D on meshes solving of the equations is necessary to get realistic results of the pollutants spatiotemporal distribution and exposure consequences.

At the micro-scale, dispersion around obstacles needs a CFD model well adapted for the planetary boundary layer, like MERCURE code. It is an interesting way of investigation, although requiring heavy computational resources, especially for two important applications: emergency response or preparedness, long term impact around a source near the ground. That is why Micro-SWIFT-SPRAY modeling system is being developed as an alternative quick response capability to simulate the flow field and dispersion processes at the micro-scale in the presence of obstacles.

In the following, MSS, and more briefly, MERCURE codes are presented. MSS has been used in numerous and various complicated configurations with either accidental releases of toxic materials or chronic long term releases from the stacks of facilities. Some examples are commented in the paper. In the accidental situations, the 3D computations have been done with MSS and MERCURE in order to compare the results and evaluate MSS solution. In the conclusion, MSS multiple use and potential promising developments are discussed.

2. DESCRIPTION OF MICRO-SWIFT-SPRAY (MSS)

Micro-SWIFT-SPRAY (MSS) is a recent modeling system developed as an alternative approach where CFD codes would need heavy computational resources. It is tagged as '90% of the solution for less than 10% of the CPU'. MSS allows an exact representation of buildings, directly generated by a GIS (as .shp files).

Micro-SWIFT is an analytically modified interpolator over complex terrain and gives the micro-scale quick solution to the flow problem. A 3D mass consistent wind field is generated by following the steps below.

- According to meteorological data, a first guess of the mean flow is computed through customisable interpolation using all available and relevant data (inside or outside the target domain).

- This first guess is modified by creating analytical zones where the flow takes account of buildings, these being isolated or not (Röckle, 1990 or Kaplan and Dinar, 1996). An example of zones attached to a rectangular obstacle is shown on Figure 1.
- Finally, the flow is adjusted to satisfy the continuity equation and impermeability on the ground and building walls. Turbulence is diagnostically deduced considering the distance to the nearest obstacle as a mixing length and using the value of the wind field local shear.

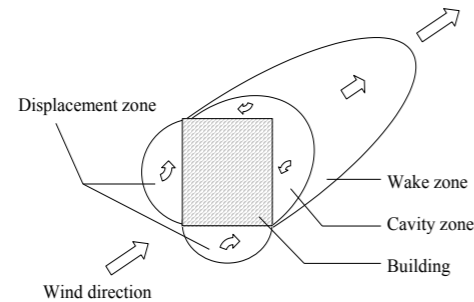


Figure 1. Top view of an isolated building and its attached zones.

Micro-SPRAY is a Lagrangian particle dispersion model directly derived from the SPRAY code (Tinarelli *et al.*, 1994, 1998), able to take into account the presence of obstacles. The dispersion of an airborne pollutant is simulated following the movement of a large number of fictitious particles, each representing a part of the emitted mass from sources of general shapes. This movement is obtained applying an equation of motion where the particle velocity is split into two components: a mean one or 'transport-component' defined by the local wind reconstructed by Micro-SWIFT, and a stochastic one, simulating the dispersion and reproducing the atmospheric turbulence. The stochastic component of the particle motion is obtained applying the scheme developed by Thomson (Thomson, 1987).

3. DESCRIPTION OF MERCURE

MERCURE software has been developed by EDF (French Electricity Company) on the basis of ESTET CFD code. Many validation exercises of MERCURE have been performed through systematic comparisons with experimental data and output of other 3D codes. It has also played a major role in several European Projects with the objective to get site measurements of the dynamic and physical parameters corresponding to several releases (Thorney Island experiments 1982 and 1984, German propane release 1990, FLADIS project 1994). MERCURE results compared reasonably well with the collected measurements.

MERCURE / ESTET fully solves Navier-Stokes equations (for averaged quantities if the flow is turbulent) by the fractional step method in finite differences and finite elements, on two- or three-dimensional domains, in transient or permanent regimes. Structured monoblock meshes are created with cartesian, polar-cylindrical or non-orthogonal curved coordinates. ESTET uses a semi-offset gate for the velocity and pressure variables.

MERCURE was fitted to the planetary boundary layer, using the virtual potential temperature as the thermal variable for the energy balance equation or other features making atmospheric releases easier to deal with.

4. SIMULATIONS OF AN ACCIDENTAL RELEASE

A case study was carried out using both MSS and MERCURE codes. The simulation relates to a hypothetical accidental release of a chemical among the buildings on an industrial site. The meteorological and release conditions are realistic. The studied accident is a reference one for possible emergency situations on this site.

4.1. Input conditions

Meteorological condition

The atmosphere is very stable (F class in Pasquill-Gifford formalism). The north-east wind has a module of $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (at 10 m above the ground). This common situation is disadvantageous for the pollutants dispersion.

Atmospheric releases

Cylinders of pressurized liquid chlorine are kept in stock on the site. The accident consists in the formation of a chlorine plume due to a breach in a cylinder. A diphasic flow occurs with a quick evaporation of the liquid phase.

The source term is calculated with the ATRCOD module developed by ARIA Technologies. The mass flow rate varies with time and takes into account the chlorine vapor and liquid phases.

Toxicological reference values

In France, 'toxicological reference values' are given by the INERIS (*Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels*) for chemicals. The values are concentrations, combined with exposure durations, (1) under which no irreversible effects on human health were observed or (2) leading to the death of a fraction (1 or 5%) of exposed people. In an accident, the atmospheric concentration C is not constant with time t ; it is the common practice to calculate the dose $D = \int C^n(t) dt$ (for chlorine, n is 2.3). Introducing toxicological values in this formula, one obtains the 'irreversible effects' and 'death' doses. The actual doses are then compared to the noxious doses to determine the sanitary impact of the accident.

4.2. Computations conditions

Meshing

MSS calculation domain is a $645 \text{ m} \times 426 \text{ m} \times 250 \text{ m}$ parallelepiped. The horizontal meshing is regular with a 3 m mesh size. The vertical meshing is refined near the ground level (28 levels, minimum size of 1.5 m).

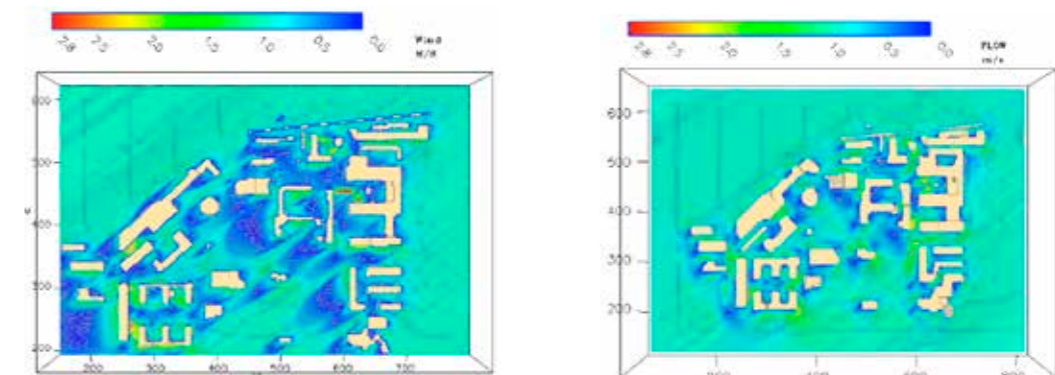
MERCURE calculation domain is slightly larger. The horizontal meshing is refined near the release location with minimum and average mesh sizes of 0.5 and 5 m. The vertical meshing is refined near the ground level (33 levels, minimum size of 0.5 m).

Numerical parameters

The simulated duration is 10 minutes in order to limit MERCURE computation time. In Micro-SPRAY, 250 particles are emitted at each time step of 1 s. In MERCURE, the time step is constant and equal to 1 s.

4.3. Wind fields results

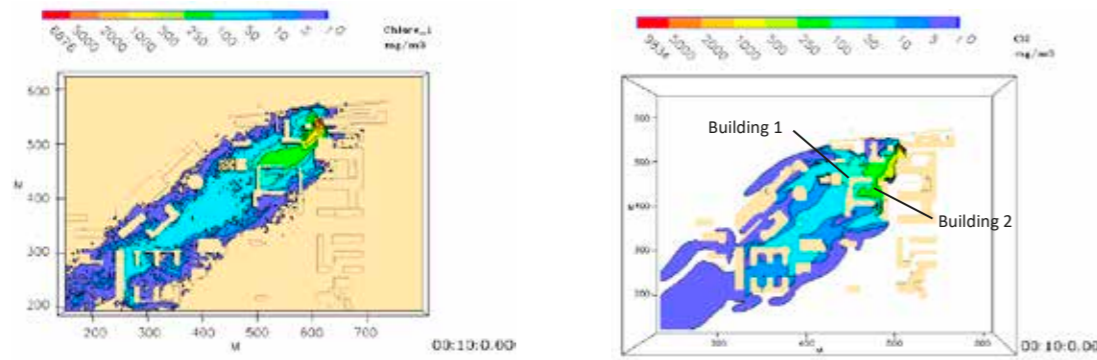
Figures 2a and 2b present the wind module and the streamlines, at 2 m above the ground level, simulated by MSS and MERCURE respectively. These figures illustrate the global behavior of the air masses around the buildings, the acceleration, deceleration or recirculation zones around the obstacles. The zones with low wind speeds are a bit larger according to MSS than for MERCURE. Close to a complex 'three-shaped' building, MSS indicates a high speed region corresponding to a canyon in MSS modeling of the buildings.



Figures 2a and 2b. Wind module and streamlines at 2 m (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.4. Concentrations results

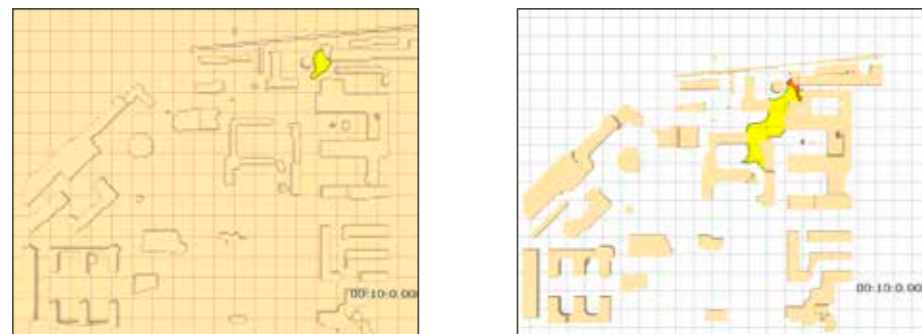
Figures 3a and 3b present sections, near the ground, of the concentration field, issued from respectively MSS and MERCURE. The figures show the close configurations of the plumes with similar extents of the coloured areas. Chlorine plume is advected a bit more southerly by MERCURE and farther by MSS while remaining more confined in the vicinity of the release and being slightly larger along with MERCURE. The difference is due to the method of taking the obstacles into account. While MSS doesn't consider the global effect of the buildings on the wind field, MERCURE channels the flow between the buildings denoted 1 and 2 on figure 3b. Moreover, turbulence modeling is different in the two models which influences the pollutants dispersion.



Figures 3a and 3b. Chlorine concentration at 2 m – t = 10 min (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.5 Doses results

Figures 4a and 4b show the ‘irreversible health effects’ and ‘death’ zones as computed respectively by MSS and MERCURE. The lethal dose is obtained nowhere along with MSS while it is reached up to a maximum distance of 28 m with MERCURE. The irreversible effects dose is located close to the release, up to 32 m, according to MSS while it extends to 125 m for MERCURE. The shape and the extent of the doses contours are more dissimilar than the concentrations contours. This is explained by the doses calculation in which the concentrations are raised to the power 2.3 with the consequence to amplify the small discrepancies between the models. It is worth noticing the accident impact is restricted to a small area directly near the release point.



Figures 4a and 4b. ‘Irreversible effects’ and ‘death’ zones (MSS on the left and MERCURE on the right).

4.6. Computation times

Table 1 indicates the computation times for the 10 minutes simulations on one processor Intel® Xeon® 3.2 GHz with 3.2 Go RAM. While the 3D numerical results obtained with MSS and MERCURE are comparable, MSS computation times are much lower than MERCURE ones.

Table 1. MSS and MERCURE computation times.

	MSS	MERCURE	Ratio
Wind	40 s	28 560 s	0.1%
Dispersion	600 s	57 120 s	1.1%
Total	640 s	85 680 s	0.7%

5. LONG TERM IMPACT ASSESSMENT

For many industrial chronic atmospheric releases, a long term assessment is required. The local authorities demand to compute values as air concentration or soil deposition in terms of annual mean averages and other statistical figures as centils. These studies are generally carried out with simple Gaussian approaches doing the assumption not to take account of buildings effects or using empirical and not very accurate downwash formulations. Facing the more and more severe regulations, especially for VOC and for other releases going through low stacks, better solutions are necessary and provided by MSS. To perform a long term assessment, the model must be driven typically with five years of hourly meteorological data. This requirement is not compatible with full CFD CPU times as MERCURE and a fast algorithm is necessary.

The following application illustrates the VOC impact around an important car factory. Figure 5a shows how the plumes are affected by the wakes produced by the factory buildings. Figure 5b corresponding to the same computation with Pasquill-Gifford Gaussian approach shows that the impact is actually underestimated at the close vicinity of the plant while it is overestimated far from the buildings.

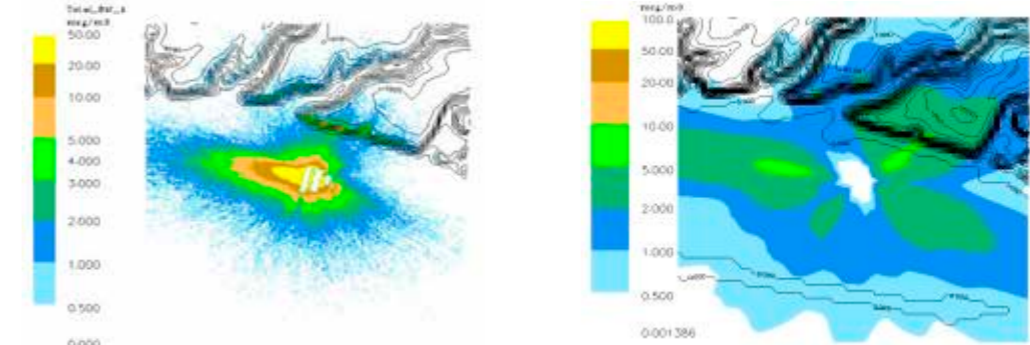


Figure 5a and 5b. Impact assessment using respectively MSS and Pasquill-Gifford Gaussian approach.

6. CONCLUSIONS

Gaussian plume or puff models have important limitations when used in the frame of dispersion and impact assessment studies for industrial sites or urban environment. On the other hand, a full CFD approach is very demanding in CPU resources. Micro-SWIFT-SPRAY modeling system, still under development, represents a promising compromise to quickly simulate the 3D flow field and the dispersion processes at the micro-scale. Some examples of MSS computations are given and discussed in the paper.

Concerning chronic releases, MSS has been used to do statistical descriptions of the atmospheric dispersion based on numerous calculations (typically with five years of hourly meteorological data) in a limited time.

Concerning accidental releases, 3D simulations with MSS and MERCURE CFD code have been carried out for the same occupied by buildings site in identical meteorological conditions. Wind fields, concentrations and doses results are comparable with minor explained discrepancies. While 3D numerical results are similar, MSS computation times are much lower than MERCURE ones. In this application, MSS goal of ‘90% of the solution for less than 10% of the CPU’ is greatly reached.

Other MSS comparisons with CFD numerical results and wind tunnel or in field experimental data also give satisfaction. The implementation of MSS in operational tools such as the new version of HPAC (US-DOD) has now been completed successfully.

Finally, it is foreseen to use MSS in ‘real time’ or ‘near real time’ conditions in the framework of emergency response or preparedness to accidental or malevolent dispersal events. This would suppose the development of a parallel version of MSS modeling system.

8. REFERENCES

Kaplan, H., and Dinard, N. 1996. A Lagrangian dispersion model for calculating concentration distribution within a built-up domain. *Atmos. Environ.* 30 (24), 4197-4207.

Röckle, R. 1990. *Bestimmung der Strömungsverhältnisse im Bereich komplexer Bebauungsstrukturen*. PhD Thesis, Darmstadt, Germany.

Thomson, D.J. 1987. Criteria for the selection of stochastic models of particle trajectories in turbulent flows. *J. Fluid Mech.* 180, 529-556.

Tinarelli, G., Anfossi, D., Bider, M., Ferrero, E., Trini Castelli, S. 1998. A new high performance version of the Lagrangian particle dispersion model SPRAY. Some case studies. *Proceedings of the 23rd CCMS-NATO Meeting, Varna.* Kluwer Academic. 28 September - 2 October 1998. 499-507.

Tinarelli, G., Anfossi, D., Brusasca, G., Ferrero, E., Giostra, U., Morselli, M.G., Moussafir, J., Tampieri, F., Trombetti F. 1994. Lagrangian particle simulation of tracer dispersion in the lee of a schematic two-dimensional hill. *J. Applied Meteorology* 33 (6), 744-756.

Références PMSS

2020

- ❖ “JRII special sonic anemometer study: A first comparison of building wakes measurements with different levels of numerical modelling approaches”.
 - *Carissimo B., Trini Castelli S., Tinarelli G.*
 - Journal of Atmospheric Environment - 2020.
- ❖ “Simulation of a de,se gas chlorine release with a Lagrangian particle dispersion model (LPDM)”.
 - *Gomez F., Ribstein B., Makké L., Armand P., Moussafir J., Nibart M.*
 - Journal of Atmospheric Environment - 2020.

2019

- ❖ “Assessment of the Sensitivity to the input Conditions with a Lagrangian particle Dispersion Model in the UDINEE Project”
 - *Trini Castelli S., Tinarelli G.*
 - Journal of Boundary-Layer Meteorology - 2019.

2018

- ❖ “An accurate and ultrafast method for estimating three-dimensional radiological dose rate fields from arbitrary atmospheric radionuclide distributions”.
 - *Xinpeng Li, Wei Xiong, Xiaofeng Xu, Sida Sun, Xintuan Yang, Qijie Zhang, Maxime Nibart, Armand Albergel, Sheng Fang.*
 - Journal of Atmospheric Environment - 2018.
- ❖ “Validation of a Lagrangian particle dispersion model with wind tunnel and field experiments in urban environment”
 - *Trini Castelli S., Armand P., Tinarelli G., Duchenne C., Nibart M.*
 - Journal of Boundary-Layer Meteorology - 2019.

2017

- ❖ “Comparison of atmospheric modelling systems simulating the flow, turbulence and dispersion at the microscale within obstacles”
 - *Trini Castelli S., Tinarelli G., Reisin T. G.*
 - Journal of Environ Fluid Mech - 2017.

2016

- ❖ “FLOW AND DISPERSION MODELLING IN A COMPLEX URBAN DISTRICT TAKING ACCOUNT OF THE UNDERGROUND ROADS CONNECTIONS”.
 - *Nibart M., Armand P., Duchenne C., Olry C., Albergel A., Moussafir J., Oldrini O.*
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

- ❖ “DEVELOPMENT OF THE PARALLEL VERSION OF A CFD – RANS FLOW MODEL ADAPTED TO THE FAST RESPONSE IN BUILT-UP ENVIRONMENTS”.
 - *O. Oldrini , M. Nibart , P. Armand , J. Moussafir and C. Duchenne.*
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.
- ❖ “A SENSITIVITY ANALYSIS FOR A LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL IN EMERGENCY-RESPONSE TEST CASES”.
 - *Tinarelli G. , Nibart M., Armand P., Castelli S. T.*
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.
- ❖ “VALIDATION OF A LPDM AGAINST THE CUTE EXPERIMENTS OF THE COST ES1006 ACTION – COMPARISON OF THE RESULTS OBTAINED WITH THE DIAGNOSTIC AND RANS VERSIONS OF THE MODELS”.
 - *Duchenne C., Armand P. , Nibart M. , Hergault V.*
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.
- ❖ “EMERGENCIES – A MODELING AND DECISION-SUPPORT PROJECT FOR THE GREAT PARIS IN CASE OF AN ACCIDENTAL OR MALICIOUS CBRN-E DISPERSION”.
 - *O. Oldrini , S. Perdriel , M. Nibart , P. Armand , C. Duchenne and J. Moussafir.*
 - 17th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Budapest, HUNGARY.

2014

- ❖ “INTRODUCTION OF MOMENTUM EQUATIONS IN MICRO-SWIFT”.
 - *O. OLDRINI , M. NIBART , P. ARMAND , C. OLRY , J. MOUSSAFIR , A. ALBERGEL.*
 - 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.
- ❖ “EVALUATION OF LOCAL-SCALE MODELS FOR ACCIDENTAL RELEASES IN BUILT ENVIRONMENTS – RESULTS OF THE “MICHELSTADT EXERCISE” IN COST ACTION ES1006”.
 - *Baumann-Stanzer K. , Leitl B. , Trini Castelli S. , Milliez C.M. , Berbekar E. , Rakai A. , Fuka V. , Hellsten A7 , Petrov A. , Efthimiou G9 , Andronopoulos S., Tinarelli G., Tavares R., Armand P. , Gariazzo C. and all COST ES1006 Members.*
 - 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.
- ❖ “COUPLING BETWEEN PMSS AND CONTAM: THE INDOOR / OUTDOOR CONTAMINANT TRANSFER OF A HAZARDOUS RELEASE”.
 - *C. Bonan , M. Nibart , P. Armand , A. Albergel , C. Olry.*
 - 16th conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Varna, BULGARIA.

2013

- ❖ “COST ACTION ES1006. EVALUATION, IMPROVEMENT AND GUIDANCE FOR THE USE OF LOCAL-SCALE EMERGENCY PREDICTION AND RESPONSE TOOLS FOR AIRBORNE HAZARDS IN BUILT ENVIRONMENTS.”

- *Leitl B., Trini Castelli S., Baumann-Stanzer K., Reisin T.G., Barmpas F., Moussafir J., Franke J., Balczo M., Arman P., Andronopoulos S.*
 - 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN
- ❖ **“CHEMICAL REACTIONS AT STREET SCALE USING A LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL (LPDM)”**
- *Kaplan H., Olry C., Moussafir J., Oldrini O., Mahé F., Albergel A.*
 - 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN.
- ❖ **“DEVELOPMENT AND APPLICATION OF RETRO-SPRAY: A BACKWARD ATMOSPHERIC TRANSPORT AND DISPERSION MODEL AT THE REGIONAL AND URBAN SCALE.”**
- *Armand P., Olry C., Albergel A., Duchenne C., Moussafir J.*
 - 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN.
- ❖ **“MULTISCALE BUILD-UP AREA INTEGRATION IN PARALLEL SWIFT”.**
- *Oldrini O., Nibart M., Armand P., Olry C., Moussafir J., Albergel A.*
 - 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes”. Madrid, SPAIN.
- ❖ **“AIRCITY: A VERY HIGH-RESOLUTION 3D ATMOSPHERIC DISPERSION MODELING SYSTEM FOR PARIS”**
- *Moussafir J, Olry C, Nibart M., Albergel A., Armand P., Duchenne C., Mahé F., Thobois L, Le Loaëc S., Oldrini O.*
 - 15th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Madrid, SPAIN

2011

- ❖ **“DEVELOPMENT OF PMSS, THE PARALLEL VERSION OF MICRO-SWIFT-SPRAY”**
- *Oldrini O., Olry C., Moussafir J., Armand P., Duchenne C.*
 - 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE
- ❖ **“NUMERICAL MODELLING OF MICROORGANISMS DISPERSION IN URBAN AREA: APPLICATION TO LEGIONELLA”**
- *Frédéric Tognet, Cyrille Turmeau, Ti L. Ha, Eric Tarnaud, Laurence Rouil, Bertrand Bessagnet, Enric Robine, Yannick Morel*
 - 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.
- ❖ **“THE INDOOR / OUTDOOR POLLUTANT TRANSFER OF A HAZARDOUS RELEASE: APPLICATION TO A PARISIAN RAILWAY STATION”**
- *Maxime NIBART, Patrick ARMAND, Christophe OLRy, Christophe DUCHENNE and Armand ALBERGEL*
 - 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

- ❖ **“APPLICATION OF PMSS, THE PARALLEL VERSION OF MSS TO THE MICRO-METEOROLOGICAL FLOW FIELD AND DELETERIOUS DISPERSION INSIDE AN EXTENDED SIMULATION DOMAIN COVERING THE WHOLE PARIS AREA”**
- *Christophe Duchenne, Patrick Armand, Olivier Oldrini, Christophe Olry, Jacques Moussafir*
 - 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.
- ❖ **“SIMULATION WITH MICRO-SPRAY AND POST-PROCESSOR SPRAYSHINE OF THE IRRADIATION DUE TO A RADIOACTIVE PLUME AND ITS DEPOSITION ON ALL ACCESSIBLE SURFACES IN THE URBAN ENVIRONMENT”**
- *Armand P., Olry C., Oldrini O., Carrère J., Duchenne C., Albergel A.*
 - 14th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Kos, GREECE.

2010

- ❖ **SIMULATION OF SO2 EPISODES EXCEEDING EU REGULATIONS IN THE INDUSTRIAL AREA OF LE HAVRE WITH THE MM5, SWIFT AND SPRAY MODELS**
- *S. Perdriel, J. Moussafir, C. Dérognat, J. Cortinovic*
 - 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Paris, FRANCE.
- ❖ **“RECENT PHYSICAL MODELLING DEVELOPMENTS IN A LAGRANGIAN MODELLING SYSTEM FOR EMERGENCY RESPONSE PURPOSES”**
- *Armand P., Olry C., Moussafir J., Albergel A., Oldrini O.*
 - 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.
- ❖ **“APPLICATION OF THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) MODEL TO PHOTOCATALYTIC COATING SIMULATIONS”**
- *Olry C., Moussafir J., Castanier P., Tinarelli G., Fourcault O., Plassais A.*
 - 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.
- ❖ **“APPLICATION OF THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) MODEL TO LONG-TERM REGULATORY SIMULATIONS OF THE IMPACT OF INDUSTRIAL PLANTS”**
- *Moussafir J., Olry C., Castanier P., Tinarelli G., Perdriel S.*
 - 13th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Paris, France.

2008

- ❖ **“3D SIMULATION OF THE DISPERSION IN THE URBAN ENVIRONMENT IN CASE OF AN EXPLOSION USING TESATEX PRE-PROCESSOR AND MICRO-SWIFT-SPRAY MODELLING SYSTEM”**
- *Armand P., Olry C., Albergel A., Duchenne C.*
 - 12th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Cavtat, Croatia.

2005

❖ **"AN EVALUATION OF THREE DIAGNOSTIC WIND MODELS (CALMET, MCSCIPUF, AND SWIFT) WITH WIND DATA FROM THE DIPOLE PRIDE 26 FIELD EXPERIMENTS" (SWIFT MODEL)**

- *Cox R.M., Sontowski J. and Dougherty C.M.*
- Meteorological Applications, vol. 12, Issue 4, p.329-341 , pp 329-341

2004❖ **"LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**

- *Anfossi D., Physick W*
- Chapter 11 of Air Quality Modeling - Theories, Methodologies, Computational Techniques, and Available Databases and Software. Published by The EnviroComp Institute and the Air & Waste Management Association

❖ **"EVALUATION OF A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL (SPRAY) TO ASSESS ENVIRONMENTAL IMPACT OF AN INDUSTRIAL FACILITY IN COMPLEX TERRAIN"**

- *GARIAZZO C., PELLICIONI A., BUGLIOLO M.P., SCALISI G.*
- WATER AIR AND SOIL POLLUTION, 155, 137-158

❖ **MICRO-SWIFT-SPRAY (MSS) A NEW MODELING SYSTEM FOR THE SIMULATION OF DISPERSION AT MICROSCALE, GENERAL DESCRIPTION AND VALIDATION"**

- *Tinarelli G, Brusasca G, Oldrini O, Anfossi D, Trini Castelli S, Moussafir J*
- Proc. Of the 27th CCMS-NATO meeting. Banff CANADA

❖ **"A NEW OPERATIONAL APPROACH TO DEAL WITH DISPERSION AROUND OBSTACLES : THE MSS (MICRO-SWIFT-SPRAY) SOFTWARE SUITE"**

- *Moussafir J., Oldrini O., Tinarelli G, Sontowski J, Dougherty C.*
- 9th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Garmisch, GERMANY

❖ **"MESOSCALE DISPERSION OF XENON ALONG THE RHONE VALLEY IN FRANCE – RESULTS OF A MODELLING SYSTEM CHAINING ADAS, MMS, MINERVE AND SPRAY"**

- *Armand P., Achim P., Commanay J., Chevallaz-Perrier R., Moussafir J, Moon D., Albergel*
- 9th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Garmisch, GERMANY

2003❖ **"EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF TWO DIFFERENT HEATING SCENARIOS IN URBAN AREA"**

- *Trini Castelli S., Anfossi D., Ferrero E*
- Int. J. Environment and Pollution, 20, 207-217.

❖ **TURBULENCE FIELDS FOR ATMOSPHERIC DISPERSION MODELS IN HORIZONTALLY NON-HOMOGENEOUS CONDITIONS"**

- *Ferrero E., Trini Castelli S., Anfossi D.*
- Atmospheric Environment, 37, 2305-2315

❖ **"ATMOSPHERIC DISPERSION IN NON-HOMOGENEOUS CONDITIONS – SIMULATION OF A WIND TUNNEL TRACER EXPERIMENT"**

- *Trini Castelli S., Ferrero E., Anfossi D.*
- Proceedings of PHYSMOD2003: International Workshop on Physical Modelling of Flow and Dispersion Phenomena. Prato, Italy.

❖ **"AIR QUALITY INTEGRATED ASSESSMENT IN TURIN URBAN AREA USING ATMOSPHERIC TRANSPORT AND DISPERSION MODELS"**

- *Calori G., De Maria R., M. Clemente, F. Lollobrigida, S. Finardi, G. Tinarelli*
- 4th International Conference on Urban Air Quality Measurement, Modelling and Management. Prague, CZECH REPUBLIC.

2002❖ **DOSE PROTECTION USING DISPERSION MODELS**

- *Breznik B., Boznar M., Mlakar P., Tinarelli G*
- 8th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Sofia, BULGARIA

❖ **INTEGRATED AIR QUALITY ASSESSMENT OF AN ALPINE REGION: EVALUATION OF THE MONT BLANC TUNNEL RE-OPENING EFFECTS"**

- *Finardi S., Brusasca G., Calori G., Nanni A., Tinarelli G., Agnesod G., Pession G., Zublena M.*
- 8th Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes, 404-408. Sofia, BULGARIA

❖ **"TURBULENCE STATISTICS ESTIMATION AND DISPERSION SIMULATION SCENARIOS IN URBAN ENVIRONMENT"**

- *Trini Castelli S., Ferrero E., Anfossi D.*
- Proceedings of 8th Workshop on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Sofia, BULGARIA.

❖ **"LAGRANGIAN STOCHASTIC DISPERSION MODELLING FOR THE SIMULATION OF THE RELEASE OF CONTAMINANTS FROM TALL AND LOW SOURCES"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Jacodino de Campos C., Roberti D.R., Sansigolo Kerr A.*
- Meteorologische Zeitschrift, 11, 89-97

❖ **"INTEGRATED ASSESSMENT OF TRAFFIC IMPACT IN AN ALPINE REGION"**

- *Nanni A., Brusasca G., Calori G., Finardi S., Silibello C., Tinarelli G., Zublena M., Agnesod G., Pession G., Savoye M.*
- Seventh Highway & Urban Pollution Symposium. Barcelona, SPAIN.

2001❖ **"Study of the transport and diffusion process in the PBL using the RAMS and SPRAY models: application to the TRACT experiment"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"APPLICATION OF A MODEL SYSTEM FOR THE STUDY OF TRANSPORT AND DIFFUSION IN COMPLEX TERRAIN TO THE TRACT EXPERIMENT"**

- *Carvalho J., Anfossi D., Trini Castelli S., Degrazia G.A.*
- Atmospheric Environment, 36, 1147-1161

❖ **"METODOLOGIE INTEGRATE PER IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA IN AREE AD ALTA URBANIZZAZIONE"**

- *Cuffini S., Pavone F., Anfossi D., Nanni A., Tinarelli G.*
- Proceedings of the congress "Arie di città". Bologna, ITALY

❖ **"ASSESSMENT OF POLLUTION IMPACT OVER TURIN SUBURBAN AREA USING INTEGRATED METHODS"**

- *Tinarelli G., Alessandrini S., D. Anfossi, F. Pavone, S. Cuffini*
- Proceedings of the 25th NATO/CCMS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application. Louvaine la Neuve, BELGIUM.

❖ **"LAGRANGIAN PARTICLE SIMULATION OF AN EPA WIND TUNNEL TRACER EXPERIMENT IN A SCHEMATIC TWO-DIMENSIONAL VALLEY"**

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN URBAN STABLE BOUNDARY LAYER"**

- *Ferrero E., D.Anfossi, G. Tinarelli*
- Int. J. Environment and Pollution, 16 (1-6), 1-8.

❖ **"IN SITU DIAGNOSTIC OR NESTED PROGNOSTIC METEOROLOGICAL MODELS TO DRIVE DISPERSION SIMULATIONS IN COMPLEX AREA: A COMPARISON IN A REAL APPLICATION"**

- *Finardi S., Tinarelli G., Nanni A., Anfossi D., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIV, S.E. Gryning and F.A. Schiermeier eds., Kluwer Academic / Plenum Press. New York, USA

❖ **"A DISPERSION STUDY OF THE AEROSOL EMITTED BY FERTILIZER PLANTS IN THE REGION OF SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Carvalho J., Trini Castelli S.*
- Int. J. Environment and Pollution, 16, 251-263

❖ **"ANALYSIS OF THE MIDDLE RANGE TRANSPORT OF THE AEROSOL FROM CUBATÃO BY MEANS OF A MODELLING SYSTEM FOR COMPLEX TERRAIN"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Jonas Da Costa Carvalho, Finardi S., Trini Castelli S.*
- Proceedings of the 7th international conference on harmonization within atmospheric dispersion modelling for regulatory purposes, 405-409. Belgirate, ITALY.

❖ **"COMPARISON OF A GAUSSIAN (ISC3) AND A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL (SPRAY) FOR REGULATORY APPLICATIONS IN FLAT AND COMPLEX TERRAIN SITES REPRESENTATIVE OF TYPICAL ITALIAN LANDSCAPE"**

- *Brusasca G., Carboni G., Finardi S., Sanavio D., Tinarelli G., Toppetti A.*
- 7th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes. Belgirate, ITALY.

❖ **"AN EVALUATION OF THREE DIAGNOSTIC WIND MODELS WITH DATA FROM FIELD EXPERIMENTS OF THE DEFENSE THREAT REDUCTION AGENCY" (SWIFT MODEL)**

- *Sontowski J., Cox R.M., Dougherty C.M., Heard P.*
- Presented at the 5th Annual Workshop on Transport and Dispersion Modeling, George Mason University, 18-19

2000❖ **"ESTIMATION OF THE LAGRANGIAN STRUCTURE FUNCTION CONSTANT C0 FROM SURFACE LAYER WIND DATA"**

- *Anfossi D., G. Degrazia, E. Ferrero, S.E. Gryning, M.G. Morselli, S. Trini Castelli*
- Boundary-Layer Meteorology, 95, 249-270.

❖ **"SHORT REVIEW OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS FOR THE SIMULATION OF THE ATMOSPHERIC POLLUTANT DISPERSION"**

- *Anfossi D.*
- Hybrid Methods in Engineering, 2, 261-279

❖ **"ESTIMATION OF KOLMOGOROV CONSTANT C0 FROM SONIC ANEMOMETER MEASUREMENTS IN THE ATMOSPHERIC SURFACE LAYER"**

- *Anfossi D., G. Degrazia, E. Ferrero, S.E. Gryning, M.G. Morselli, S. Trini Castelli*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIII, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, 631-639. New York, USA

❖ **"SIMULAÇÃO DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA CAMADA LIMITE PLANETARIA UTILIZANDO UM SISTEMA DE MODELOS"**

- *Carvalho J., Degrazia G., Anfossi D., Trini Castelli S*
- Ciencia e Natura, Volume Especial 2000, 9-43.

❖ **"INTERCOMPARISON OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS BASED ON TWO DIFFERENT PDF'S"**

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Tamiazzo M.*
- Int. J. Environment and Pollution, 14, 225-234

❖ **"INVESTIGATION OF INHALABLE AEROSOL DISPERSION AT CUBATÃO BY MEANS OF A MODELLING SYSTEM FOR COMPLEX TERRAIN"**

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Trini Castelli S., Nascimento S.*
- Hybrid Methods in Engineering, 2, 389-407

❖ **"A NEW HIGH PERFORMANCE VERSION OF THE LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL SPRAY, SOME CASE STUDIES"**

- *Tinarelli G., D.Anfossi, M. Bider, E.Ferrero, S. Trini Castelli*
- Air Pollution Modelling and its Applications XIII, S.E. Gryning and E. Batchvarova eds., Kluwer Academic / Plenum Press, 499-507. New York, USA

❖ **"COMPARISON OF ATMOSPHERIC TRANSPORT CALCULATIONS OVER COMPLEX TERRAIN USING A MOBILE PROFILING SYSTEM AND RAWINSONDES" (SWIFT MODEL)**

- *Cox R.M., Cogan J., Sontovski J., Dougherty C.M., Fry R.N., Smith T.J.*
- Meteorological Applications Vol 7, pp 285-295, Royal Meteorological Society

❖ "IN SITU DIAGNOSTIC OR NESTED PROGNOSTIC METEOROLOGICAL MODELS TO DRIVE DISPERSION SIMULATIONS IN COMPLEX AREA: A COMPARISON IN A REAL APPLICATION (SWIFT MODEL)

- *Finardi S., Tinarelli G., Nanni A., Anfossi D., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Millenium NATO/CCMS Meeting. Boulder, Colorado, USA

1999❖ "SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN URBAN STABLE BOUNDARY LAYER"

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G.*
- 6th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rouen, FRANCE.

❖ "A DISPERSION STUDY OF THE AEROSOL EMITTED BY FERTILIZER PLANTS IN THE REGION OF SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Carvalho J., Trini Castelli S.*
- 6th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rouen, France.

❖ "A PROTOTYPE INTEGRATED SYSTEM OF MODELS SIMULATING ACCIDENTAL RELEASES AND ATMOSPHERIC DISPERSION IN A TOPOGRAPHICALLY COMPLEX AREA"

- *Anfossi D., Bellasio R., Bianconi R., Bider M., Canepa E., Modesti F., Mosca S., Ratto C., Tinarelli G., Trini Castelli S.*
- 4th International Congress "Energy, Environment and Technological Innovation". Rome, ITALY.

❖ "LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS APPLIED TO URBAN ATMOSPHERIC DISPERSION"

- *Ferrero E., Tamiazzo M., Anfossi D., Tinarelli G.*
- 4th International Congress "Energy, Environment and Technological Innovation". Rome, ITALY.

❖ "SIMULATION OF COPENHAGEN TRACER DIFFUSION EXPERIMENT BY MEANS OF A LAGRANGIAN PARTICLE MODEL"

- *Carvalho J., G. Degrazia, D. Anfossi, S. Trini Castelli*
- Hybrid Methods in Engineering, 1, 309-327

❖ "ANALYSIS OF THE ATMOSPHERIC AEROSOL IMPACT ON SERRA DO MAR SIERRA, CUBATAO, BRAZIL"

- *Sansigolo Kerr A., Anfossi D., Aparecida Do Nascimento S.*
- 2nd International Conference - Urban Air Quality. Madrid, SPAIN.

1998❖ "A NEW HIGH PERFORMANCE VERSION OF THE LAGRANGIAN PARTICLE DISPERSION MODEL SPRAY, SOME CASE STUDIES"

- *Tinarelli G., Anfossi D., Bider M., Ferrero E., Trini Castelli S.*
- Preprints of the 23rd CCMS-NATO meeting, Varna, 343-350. DEMETRA publications.

❖ "MODELLISTICA DI DIFFUSIONE PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI"

- *Bacci P., Brusasca G., Morselli M.G., Negri A., Tinarelli G.*
- Rimini, ITALY.

❖ "SENSITIVITY ANALYSIS OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS FOR CBL WITH DIFFERENT PDF'S AND TURBULENCE PARAMETERIZATIONS"

- *Ferrero E., D. Anfossi*
- Air Pollution Modelling and its Applications XII, S.E. Gryning and N. Chaumerliac eds., Plenum Press.

❖ "COMPARISON OF PDFS, CLOSURES SCHEMES AND TURBULENCE PARAMETERIZATIONS IN LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS"

- *Ferrero E., D. Anfossi*
- Int. J. Environment and Pollution, 9, 384-410

❖ "CONFRONTO TRA MODELLI STOCASTICI LAGRANGIANI DI DISPERSIONE NELLO STRATO LIMITE CONVETTIVO BASATI SU DIVERSE PDF"

- *Anfossi D., Trini Castelli S., Ferrero E., Brusasca G., Tinarelli G.*
- Convegno di Meccanica Stocastica. Lampedusa, ITALY

❖ "INTERCOMPARISON OF LAGRANGIAN STOCHASTIC MODELS BASED ON TWO DIFFERENT PDF'S"

- *Ferrero E., Anfossi D., Tinarelli G., Tamiazzo M.*
- 5th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes. Rhodes, GREECE.

❖ "THE ROLE OF WIND FIELD, MIXING HEIGHT AND HORIZONTAL DIFFUSION INVESTIGATED THROUGH TWO LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"

- *Desiato F., Anfossi D., Trini Castelli S., Ferrero E., Tinarelli G.*
- Atmospheric Environment, 32, 4157-4165.

❖ "ESTIMATION OF THE KOLMOGOROV CONSTANT C0 FROM CLASSICAL STATISTICAL DIFFUSION THEORY"

- *Degrazia G., D. Anfossi.*
- Atmospheric Environment, 32, 3611-3614. Pergamon Press. Oxford, UK.

❖ "A LAGRANGIAN DECORRELATION TIME SCALE FOR NON-HOMOGENEOUS TURBULENCE"

- *Degrazia G., Anfossi D., Fraga de Campos Velho H., Ferrero E.*
- Boundary-Layer Meteorology, 86, 525-534.

❖ "EVALUATION OF DIFFERENT WIND FIELD MODELING TECHNIQUES FOR WIND ENERGY APPLICATIONS OVER COMPLEX TOPOGRAPHY" (SWIFT MODEL)

- *Finardi S., Tinarelli G., Faggian P., Trini Castelli S., Brusasca G.*
- Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76, pp 283-294

❖ "WIND AND DIFFUSION MODELING FOR COMPLEX TERRAIN" (SWIFT MODEL)

- *Cox R., Sontowski J., Fry R., Dougherty C., Smith T.*
- Journal of Applied Meteorology, 37, pp 996-1009
(For us, this is a keystone paper, because it is the first publication in an important civilian peer reviewed journal about the work done since 1993 for the US-DOD. It is co-signed by the US Defense Special Weapons Agency - DSWA).

1997❖ "TRANSALP 1989 EXPERIMENTAL CAMPAIGN - PART II: SIMULATION OF A TRACER EXPERIMENT WITH LAGRANGIAN PARTICLE MODELS."

- *Anfossi D., F. Desiato, G. Tinarelli, G. Brusasca, E. Ferrero, D. Sacchetti*
 - Atmospheric Environment, 32, 7, 1157-1166.
- ❖ **"INTERCOMPARISON OF 3-D TURBULENCE PARAMETERIZATION FOR DISPERSION MODELS IN COMPLEX TERRAIN DERIVED FROM A CIRCULATION MODEL"**
- *Trini Castelli S., Anfossi D.*
 - Nuovo Cimento, 20 C, 287-313, Editrice Compositori. Bologna, ITALY.
- ❖ **"LA MODELLISTICA DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA"**
- *Brusasca G.*
 - Giornate di Studio "Progettare la qualità dell'aria". Lipari, ITALY.
- ❖ **"GLOBAL EVALUATION OF THE ACTIVITY OF TOXIC AND HAZARDOUS WASTE LANDFILLS USING MONITORING AND MODELING INTEGRATED SYSTEM" PROC. OF 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE "AIR POLLUTION"**
- *Pacitti, M. P. Mensio, G. Brusasca, G. Tinarelli, G. Genon, F. Marchese, G. Nobile, G. Malvasi*
 - Proc. Of 5th international conference "Air Pollution 1997" - Air Pollution V, modelling, monitoring and management, 517-526, Computational Mechanics Publications. Bologna, ITALY.
- ❖ **"SIMULATION OF ATMOSPHERIC DISPERSION IN CONVECTIVE BOUNDARY LAYER: COMPARISON BETWEEN TWO LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**
- *Ferrero E., D.Anfossi, G. Brusasca, G. Tinarelli, Alessandrini S., S. Trini Castelli*
 - Int. J. Environment and Pollution, 8, 315-323
- ❖ **"AN INTERCOMPARISON OF TWO TURBULENCE CLOSURE SCHEMES AND FOUR PARAMETERIZATIONS FOR STOCHASTIC DISPERSION MODELS"**
- *Ferrero E., D.Anfossi, G. Tinarelli, S. Trini Castelli*
 - Nuovo Cimento, 20 C, 315-329, Editrice Compositori. Bologna, ITALY
- ❖ **"MODELLISTICA DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO PRODOTTO DA IMPIANTI INDUSTRIALI IN CONDIZIONI METEO-DIFFUSIVE COMPLESSE"**
- *Bacci P., Brusasca G., Morselli M.G.*
 - SIDISA – Simposio internazionale di ingegneria sanitaria ambientale. Revello, ITALY.
- ❖ **"INTEGRAZIONE DI UN SISTEMA DI SUPERVISIONE AMBIENTALE NEL SISTEMA INFORMATIVO DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI FUSINA"**
- *Stefani A., Brusasca G., Grigolon E., Martinelli U., Marzorati A.*
 - Atti del 97° convegno AEI – 65-70. Baveno, ITALY
- ❖ **"A SIMPLIFIED VERSION OF THE CORRECT BOUNDARY CONDITIONS FOR SKEWED TURBULENCE IN LAGRANGIAN PARTICLE MODELS"**
- *Anfossi D., E. Ferrero, G. Tinarelli, S. Alessandrini.*
 - Atmospheric Environment, 31, 2, 301-308.

Annexe 3 : Résultats détaillés des calculs de risque (QD et ERI)

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES SUBSTANCES À SEUIL

Le Tableau 34 présente les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs de risque à partir des Concentrations inhalées (CI) et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues.

Tableau 34 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios résident et écolier

Organe /Système cible	Substance	Voie d'exposition	VTR (µg/m3)	Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant			Scénario « écolier dans la ZTL » majorant		
				Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Développement	benzo(a)pyrène	Inhalation	2.0E-03	2.0E-01	1.4E-01	1.5E-01	1.9E-01	1.1E-01	1.0E-01	1.9E-01	1.4E-01	1.4E-01	1.8E-01	1.0E-01	1.0E-01
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	1.0E+01	1.6E-01	1.6E-01	1.6E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.2E-01	1.6E-01	1.5E-01	1.5E-01	1.5E-01	1.3E-01	1.2E-01
Développement	Arsenic	Inhalation	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02
Système respiratoire	Nickel	Inhalation	2.3E-01	4.2E-03	4.3E-03	4.3E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.3E-03	4.3E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.2E-03
Système respiratoire	Chrome	Inhalation	3.0E-02	5.0E-03	5.8E-03	6.0E-03	4.5E-03	3.7E-03	3.5E-03	4.7E-03	5.3E-03	5.5E-03	4.2E-03	3.5E-03	3.3E-03
Développement	1,3-butadiène	Inhalation	2.0E+00	2.0E-01	2.1E-01	2.1E-01	1.9E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.9E-01	2.0E-01	2.1E-01	1.9E-01	1.8E-01	1.8E-01
Quotient de Danger Global				5.9E-01	5.4E-01	5.5E-01	5.5E-01	4.4E-01	4.3E-01	5.7E-01	5.2E-01	5.3E-01	5.4E-01	4.3E-01	4.2E-01

Tableau 35 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation pour les scénarios « impact négatif » et « impact positif »

Organe /Système cible	Substance	Voie d'exposition	VTR (µg/m3)	Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
				Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Développement	benzo(a)pyrène	Inhalation	2.0E-03	1.5E-01	8.4E-02	8.9E-02	1.7E-01	1.1E-01	9.7E-02
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	1.0E+01	1.3E-01	1.1E-01	1.1E-01	1.4E-01	1.3E-01	1.2E-01
Développement	Arsenic	Inhalation	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02	1.5E-02
Système respiratoire	Nickel	Inhalation	2.3E-01	4.1E-03	4.1E-03	4.1E-03	4.2E-03	4.2E-03	4.1E-03
Système respiratoire	Chrome	Inhalation	3.0E-02	3.1E-03	2.4E-03	2.8E-03	3.7E-03	3.8E-03	3.1E-03
Développement	1,3-butadiène	Inhalation	2.0E+00	1.7E-01	1.6E-01	1.7E-01	1.8E-01	1.8E-01	1.7E-01
Quotient de Danger Global				4.8E-01	3.8E-01	3.9E-01	5.2E-01	4.4E-01	4.1E-01

EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES POUR LES SUBSTANCES SANS SEUIL

Le Tableau 36 présente les Excès de Risque Individuel calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) pour l'exposition par voie respiratoire et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Les ERI sont classés par ordre décroissant. Afin d'apprécier le risque cancérigène global, le tableau présente également l'excès de risque individuel global (obtenu en additionnant les excès de risque individuel de chaque substance).

Tableau 36 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	Scénario « Résident hors ZTL » majorant			Scénario « Résident dans la ZTL » majorant			Scénario « écolier hors ZTL » majorant		
			Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Benzène	Inhalation	2.60E-05	1.8E-05	1.8E-05	1.8E-05	1.7E-05	1.4E-05	1.4E-05	6.9E-06	6.8E-06	6.9E-06
1,3-butadiène	Inhalation	3.00E-05	5.1E-06	5.4E-06	5.5E-06	4.9E-06	4.7E-06	4.6E-06	2.0E-06	2.1E-06	2.1E-06
Chrome	Inhalation	4.00E-02	2.6E-06	3.0E-06	3.1E-06	2.3E-06	1.9E-06	1.8E-06	9.6E-07	1.1E-06	1.1E-06
Nickel	Inhalation	1.70E-04	7.1E-08	7.2E-08	7.2E-08	7.1E-08	7.0E-08	7.0E-08	2.8E-08	2.9E-08	2.9E-08
HAP eq. B(a)P	Inhalation	6.00E-04	1.6E-07	1.2E-07	1.3E-07	1.5E-07	8.8E-08	8.4E-08	6.2E-08	4.6E-08	4.8E-08
Arsenic	Inhalation	1.50E-04	1.5E-08	1.5E-08	1.5E-08	1.5E-08	1.4E-08	1.4E-08	5.8E-09	5.9E-09	5.8E-09
ERI Global			2.6E-05	2.6E-05	2.7E-05	2.4E-05	2.1E-05	2.0E-05	1.0E-05	1.0E-05	1.0E-05

Tableau 37 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	Scénario « écolier dans la ZTL » majorant			Scénario « Impact négatif »			Scénario « Impact positif »		
			Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet	Initiale	Futur sans projet	Futur avec projet
Benzène	Inhalation	2.60E-05	6.6E-06	5.6E-06	5.4E-06	1.5E-05	1.2E-05	1.2E-05	1.6E-05	1.4E-05	1.3E-05
1,3-butadiène	Inhalation	3.00E-05	1.9E-06	1.8E-06	1.80E-06	4.40E-06	4.20E-06	4.30E-06	4.66E-06	4.67E-06	4.45E-06
Chrome	Inhalation	4.00E-02	8.6E-07	7.2E-07	6.69E-07	1.58E-06	1.26E-06	1.41E-06	1.92E-06	1.93E-06	1.60E-06
Nickel	Inhalation	1.70E-04	2.8E-08	2.8E-08	2.8E-08	6.9E-08	6.9E-08	6.9E-08	7.0E-08	7.0E-08	7.0E-08
HAP eq. B(a)P	Inhalation	6.00E-04	5.8E-08	3.3E-08	3.2E-08	1.1E-07	6.4E-08	6.9E-08	1.3E-07	8.7E-08	7.6E-08
Arsenic	Inhalation	1.50E-04	5.8E-09	5.8E-09	5.8E-09	1.4E-08	1.4E-08	1.4E-08	1.4E-08	1.4E-08	1.4E-08
ERI Global			9.5E-06	8.2E-06	7.9E-06	2.1E-05	1.8E-05	1.8E-05	2.3E-05	2.1E-05	1.9E-05



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

III.6.a Annexe 10 :
Scénario Variante - Étude Bruit – CAP HORN

III.6.b Annexe 11 :
Scénario Variante - Bilan Carbone – SYMOE

ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 10 :
Scénario Variante - Étude Bruit – CAP HORN

ÉVALUATION DE L'IMPACT SONORE DE LA ZONE À TRAFIC LIMITÉ (ZTL)

Etude Bruit du scénario 5

Donneur d'ordre	Maître d'ouvrage	Ville de Paris
	Mandataire du groupement	OGI

Indice	Le	Rédigé par	Vérifié par
00	11/09/2023	Jean-Fabien BARON	Aurélien BASTIDE

Ce document « ztl_scr5_etude_bruit_etat_initial_fil_de_leau_projet_01 », comporte 67 pages, y compris page de garde

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	4
1.1	PRESENTATION	4
1.2	OBJET DU RAPPORT	4
1.3	REPERAGE DU SITE	5
2	NORMES ET REGLEMENTATION	6
2.1	NORMES APPLICABLES	6
2.2	REGLEMENTATION LIEE AU BRUIT	6
2.3	L'ARRETE DU 5 MAI 1995	6
2.4	DIRECTIVE 2002/49/CE DU PARLEMENT EUROPEEN ET DU CONSEIL	9
2.5	REGLEMENTATION LIEE AUX VIBRATIONS	10
3	DEFINITIONS	11
4	METHODOLOGIE	12
4.1	PREAMBULE	12
4.2	METHODOLOGIE POUR LA REALISATION DES MESURES ACOUSTIQUES	12
4.3	PRESENTATION DE LA MODELISATION	12
4.4	DONNEES D'ENTREES	13
4.5	METHODOLOGIE POUR L'EXPOSITION AU BRUIT	15
5	MODELISATION SONORE DE L'ETAT INITIAL	16
5.1	VALIDATION DU MODELE	16
5.2	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL SCR5 – ÉTAT INITIAL	16
5.3	CARTES DE BRUIT DES ZONES COMPLEMENTAIRES – ÉTAT INITIAL	19
5.4	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL SCR5 - ÉTAT INITIAL	22
5.5	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT INITIAL	23
6	MODELISATION SONORE DE L'ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »	26
6.1	PRESENTATION	26
6.2	METHODOLOGIE	26
6.3	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL – ÉTAT « FIL DE L'EAU »	26

6.4	CARTES DE BRUIT DES ZONES COMPLEMENTAIRES – ÉTAT « FIL DE L'EAU »	29
6.5	CARTE DE COMPARAISON : L'ÉTAT « FIL DE L'EAU » PAR RAPPORT A L'ÉTAT INITIAL	33
6.6	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL - ÉTAT « FIL DE L'EAU »	38
6.7	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »	41
7	MODELISATION DE L'ÉTAT PROJETÉ - SCENARIO 5 (SCR 5)	44
7.1	PRESENTATION	44
7.2	METHODOLOGIE	44
7.3	CARTES DE BRUIT DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL – ÉTAT AVEC PROJET SCR 5	44
7.4	CARTE DE COMPARAISON : L'ÉTAT AVEC PROJET PAR RAPPORT A L'ÉTAT « FIL DE L'EAU »	51
7.5	ANALYSE DES NIVEAUX SONORES DANS ET A PROXIMITE DE LA ZTL - ÉTAT AVEC PROJET SCR 5	57
7.6	POPULATIONS EXPOSEES AU BRUIT - ÉTAT FUTUR AVEC PROJET	59
8	CONCLUSIONS	62
8.1	SCENARIO 5	62
8.2	COMPARAISONS ENTRE SCENARIOS SCR1 ET SCR5	63
9	ANNEXE 1 – DONNEES D'ENTREES	64
9.1	COMPOSITION DU TRAFIC PARISIEN	64
9.2	VITESSES	64
9.3	ROUTES PAVEES	65
10	ANNEXE 2 – CARTE DE COMPARAISON ENTRE SCENARIOS	66

1 INTRODUCTION

1.1 Présentation

La Ville de Paris a pour projet de mettre en place une zone de trafic limité (ZTL) dans le secteur Paris Centre restreignant le trafic de transit à travers un premier scénario (Scénario 1 : Scr1) ayant le périmètre suivant : Paris Centre Rive droite, quais hauts inclus et les Iles Saint-Louis et de la Cité incluses (1^{er} au 4^{ème} arrondissements de Paris).

Suite à cette étude, un nouveau scénario est envisagé. Ce scénario, appelé « Scénario 5 » (Scr5), a un périmètre plus restreint : Paris Centre Rive droite, les quais Rive Droite de l'Est vers l'Ouest depuis le boulevard Morland jusqu'au Quai de l'Hôtel de Ville, en passant par le quai des Célestins.

L'objectif de la ZTL est d'apaiser l'espace public et la circulation automobile dans Paris Centre, d'améliorer et fluidifier les déplacements des piétons, des transports en commun et des vélos, de libérer de l'espace pour d'autres usages que la circulation automobile, notamment la végétalisation.

Ce projet impliquera une modification potentielle de l'environnement sonore dans et à proximité du périmètre. Le projet parisien vise une mise en œuvre de la Zone à Trafic Limitée horizon 2024.

1.2 Objet du rapport

Le but de cette étude est d'évaluer l'impact sonore, avant et après ce nouveau scénario Scr5, sur les populations, qu'elles soient dans la zone du projet ou en périphérie du site.

Ce rapport ne reprend pas toutes les informations génériques de l'étude d'impact bruit, qui sont déjà présentes dans le rapport de l'étude d'impact de la ZTL scénario 1 (Mesures acoustique, Validation du modèle et des annexes.).

Le scénario 5 est réalisé pour l'état projet seulement, car l'état initial et l'état fil de l'eau ne prennent pas en compte le projet à étudier. Cependant, pour une meilleure clarté du rapport, les 3 états sont mentionnés dans le rapport de l'étude d'impact du scénario 5.

1.3 Repérage du site

La figure ci-dessous extraite de Google Maps illustre la position du périmètre de la zone à trafic limité scénario 5 (ZTL Scr5).

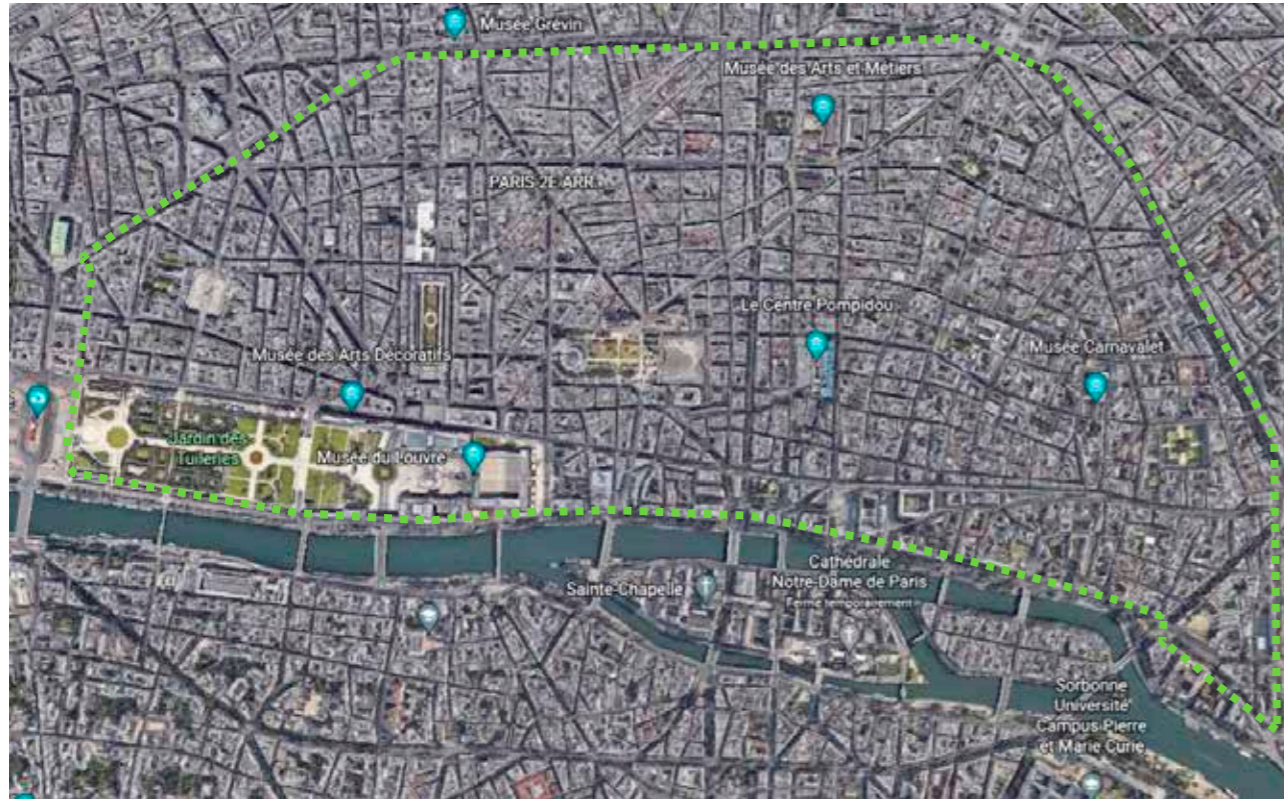


Image Google Maps – Périmètre du projet ZTL Scr5

2 NORMES ET REGLEMENTATION

2.1 Normes applicables

NF S 31 130 (Décembre 2008) : Acoustique - Cartographie du bruit en milieu extérieur - Élaboration des cartes et représentation graphique

NF S 31 085 (Novembre 2002) : Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier

2.2 Réglementation liée au bruit

- Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- Circulaire n° 97-110 du 12/12/97 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national ;
- Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil, du 25 Juin 2002, relative à l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement ;
- Circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres ;
- Arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transport et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit ;
- Les arrêtés du 18 mars 2002 et du 22 mai 2006 relatifs aux émissions sonores des engins de chantiers en application de la directive européenne 2000/14/CE ;
- Décret n° 2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage et modifiant le code de la santé publique (dispositions réglementaires) ;
- Loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit ;
- Arrêté préfectoral de Paris du 03/04/89 ;
- Directive 2000/14/CE du Parlement européen et du Conseil du 8 mai 2000 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux émissions sonores dans l'environnement des matériels destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments ;
- Arrêté n° 01-16855 du 29 octobre 2001 réglementant à Paris les activités bruyantes ;
- Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement
- Le Règlement de Voirie datant de 2015.

2.3 L'arrêté du 5 mai 1995

2.3.1 Champ d'application

Une limitation de l'impact sonore de la transformation ou modification d'infrastructures routières est imposée dans le cas où ladite transformation ou modification est considérée comme significative au sens du décret n°95-22 du janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres.

Extrait du décret n°95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres :

Art. 2. - Est considérée comme significative, au sens de l'article 1er, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs autres que ceux mentionnés à l'article 3 et telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains mentionnées à l'article 4, serait supérieure de plus de 2 dB (A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou cette transformation.

Art. 3. - Ne constituent pas une modification ou une transformation significative, au sens de l'article 1er:
1o Les travaux d'entretien, de réparation, d'électrification ou de renouvellement des infrastructures ferroviaires;
2o Les travaux de renforcement des chaussées, d'entretien ou de réparation des voies routières;
3o Les aménagements ponctuels des voies routières ou des carrefours non dénivelés.

Dans le cas où une augmentation de plus de 2 dB(A) en façade des bâtiments (habitations ou établissements sensibles existants) serait estimée après travaux, l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières impose des seuils de niveaux sonores à ne pas dépasser après travaux, dépendant :

- de l'état initial de l'ambiance sonore environnante ;
- du type d'aménagement : infrastructure nouvelle ou transformation significative.

Dans le cas de la présente étude, aucune infrastructure nouvelle n'est créée. Il y aura quelques adaptations de circulations, telles que des inversions de sens de circulation, des contre-sens de bus, etc., et une circulation sur l'ensemble des axes routiers de la zone réduite.

Extrait de l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières :

Article 3

Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante au sens des articles 2 et 3 du décret susvisé relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues à l'article 2 du présent arrêté, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- dans le cas contraire, la contribution sonore, après travaux, ne doit pas dépasser la valeur existant avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne.

2.3.2 Prise en compte de l'ambiance sonore pré-existante

Les zones d'ambiance sonore modérée sont définies dans l'arrêté du 5 mai 1995. Le tableau suivant définit les trois types de zones d'ambiance sonore :

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources)		Type de zone
L _{Aeq} (6h-22h)	L _{Aeq} (22h-6h)	
< 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée
≥ 65 dB(A)	< 60 dB(A)	Modérée de nuit
≥ 65 dB(A)	≥ 60 dB(A)	Non modérée

Remarque : Le bruit ambiant existant avant travaux correspond au niveau sonore tenant compte de toutes les sources de bruit à l'état initial. Le bruit ambiant est la donnée que mesure un sonomètre sans distinction des différentes sources de bruit. Le niveau sonore que l'on considère est relevé, que ce soit par mesurage ou calcul de modélisation, à 2 m des façades des bâtiments voisins.

2.3.3 Seuils à respecter en cas de transformation significative

Le tableau ci-dessous présente les seuils en question à respecter en cas de transformation significative d'infrastructure existante vis-à-vis des bâtiments d'habitations ou des établissements sensibles :

Période diurne (6h-22h)

Zone d'ambiance sonore préexistante	Contribution sonore de l'infrastructure avant travaux	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)
	> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	Contribution initiale
	> 65 dB(A)	65 dB(A)
Modérée de nuit	Indifférente ⁽¹⁾	65 dB(A)
Non modérée	Indifférente ⁽¹⁾	65 dB(A)

⁽¹⁾En zones d'ambiance modérées de nuit et non modérées, la contribution sonore admissible après travaux ne dépend pas de la contribution avant travaux en période diurne.

Période nocturne (22h-6h)

Zone d'ambiance sonore préexistante	Contribution sonore de l'infrastructure avant travaux	Contribution sonore maximale admissible après travaux
Modérée	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution initiale
	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Modérée de nuit	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution initiale
	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Non modérée	Indifférente ⁽¹⁾	60 dB(A)

⁽¹⁾ En zones d'ambiance non modérées, la contribution sonore admissible après travaux ne dépend pas de la contribution avant travaux en période nocturne.

En cas de dépassement du niveau ambiant de 2 dB(A) après modification des infrastructures, les seuils ci-dessus devront alors être appliqués. Les seuils en question imposent une limite de contribution sonore des voies routières à l'état futur, c'est-à-dire le bruit particulier généré par celles-ci, indépendamment des autres sources de bruit.

En d'autres termes, les seuils à appliquer dépendent à la fois du niveau ambiant mesuré, tenant compte de toutes les sources de bruit environnantes, mais aussi des infrastructures elles-mêmes.

Pour une **modification significative** sur infrastructure initialement située en **zone d'ambiance sonore modérée**, les niveaux sonores en façade des bâtiments voisins doivent respecter les seuils suivants :

- Si LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) après travaux ;
- Si LAeq (22h-6h) ≤ 55 dB(A) à l'état initial : LAeq (22h-6h) ≤ 55 dB(A) après travaux ;
- Si 60 dB(A) < LAeq (6h-22h) ≤ 65 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ [contribution initiale] après travaux ;
- Si 55 dB(A) < LAeq (6h-22h) ≤ 60 dB(A) à l'état initial : LAeq (6h-22h) ≤ [contribution initiale] après travaux.

2.3.4 Lien avec le Projet ZTL

Le projet ZTL ne comprend pas la création de nouvelles infrastructures et ne modifie pas les infrastructures existantes.

Il modifie cependant l'exploitation de la circulation routière (restriction du trafic de transit), et est donc susceptible de modifier localement la répartition des trafics et donc le bruit ambiant. A ce titre, la présente étude prend en compte l'arrêté du 10 mai 1995 et étudie localement l'impact du projet sur les immeubles d'habitations et sur les établissements sensibles afin d'assurer de son caractère non significatif au regard de cet arrêté.

2.4 Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil

La directive européenne 2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement a pour objectif de définir une approche commune à tous les Etats membres de l'Union européenne visant à éviter, prévenir ou réduire les effets nuisibles de l'exposition au bruit dans l'environnement. A cette fin, elle prescrit la mise en œuvre, dans chaque Etat membre, des orientations suivantes :

- Déterminer l'exposition au bruit dans l'environnement à l'aide d'une cartographie du bruit et estimer les populations exposées (élaboration des cartes stratégiques de bruit « CSB »),
- Evaluer l'exposition au bruit :
 - Avec les indicateurs Lden (Day Evening Night Level) et Ln (Night Level) à une hauteur de 4 mètres,
 - Le nombre de population par zones de 5 dB(A) à partir de Lden=55 dB(A) et Ln=50 dB(A),
 - L'utilisation de la méthode de calcul NMPB-2008 (CNOSSOS-EU possible également),
- Garantir l'information du public concernant le bruit dans l'environnement et ses effets,
- Adopter des plans d'actions visant à prévenir et réduire le bruit dans l'environnement, et à préserver la qualité de l'environnement sonore lorsqu'elle est satisfaisante (notion de zone calme).

2.5 Réglementation liée aux vibrations

- Circulaire du Ministère de l'Environnement du 23/7/1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées
- Norme 2631/1 (1997) Evaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – Partie 1 spécification générale
- Norme 2631/2 (2000) Evaluation de l'exposition des individus à des vibrations globales du corps – Partie 2 vibration dans les bâtiments (1 Hz à 80 Hz).

3 DEFINITIONS

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A "court", $L_{Aeq,t}$:

Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A obtenu sur un intervalle de temps "court". Cet intervalle de temps, appelé durée d'intégration, a pour symbole t. Le L_{Aeq} court est utilisé pour obtenir une répartition fine de l'évolution temporelle des événements acoustiques pendant l'intervalle de mesurage.

Note : Dans notre cas d'étude la durée d'intégration t = 1 seconde.

Échelle de perception de niveaux sonores courants

Ambiance sonore	Niveau sonore en dB(A)
Campagne calme	30 dB(A)
Cour intérieure	40 dB(A)
Rue calme	50 dB(A)
Rue animée	60 dB(A)
Grand boulevard, rue très passante	70 dB(A)
Boulevard périphérique, chantier	80 dB(A)
Klaxon, autoroute à 10 m	90 dB(A)
Marteau piqueur, concert de rock, discothèque	> 100 dB(A)

Classement sonore des voies

Le classement sonore des infrastructures routières et les secteurs affectés par le bruit de part et d'autre des infrastructures sont définis dans l'arrêté du 23 juillet 2013 par le tableau suivant :

NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE L_{Aeq} (6 heures-22 heures) en dB(A)	NIVEAU SONORE DE RÉFÉRENCE L_{Aeq} (22 heures-6 heures) en dB(A)	CATÉGORIE de l'infrastructure	LARGEUR MAXIMALE DES SECTEURS affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure (1)
$L > 81$	$L > 76$	1	$d = 300$ m
$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	2	$d = 250$ m
$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	3	$d = 100$ m
$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	4	$d = 30$ m
$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	5	$d = 10$ m

Extrait de l'arrêté du 23 juillet 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit.

«**Lden**» (indicateur de bruit jour-soir-nuit), l'indicateur de bruit associé globalement à la gêne

«**Lday**» (indicateur de bruit période diurne (6h – 22h)), l'indicateur de bruit associé à la gêne pendant la période diurne

«**Lnight**» (indicateur de bruit période nocturne (22h - 6h)), l'indicateur de bruit associé aux perturbations du sommeil

«**Valeur limite**», une valeur de Lden ou Lnight, déterminée par l'État membre, dont le dépassement amène les autorités compétentes à envisager ou à faire appliquer des mesures de réduction du bruit; les valeurs limites peuvent varier en fonction du type de bruit (bruit du trafic routier, ferroviaire ou aérien, bruit industriel, etc.), de l'environnement, et de la sensibilité au bruit des populations; elles peuvent aussi différer pour les situations existantes et pour les situations nouvelles (changement de situation dû à un élément nouveau concernant la source de bruit ou l'utilisation de l'environnement);

4 METHODOLOGIE

4.1 Préambule

Afin de déterminer les effets du projet sur le bruit, trois scénarios ont été modélisés :

- la situation initiale, représentative de la période récente pré-Covid, 2017 ;
- la situation future «Fil de l'eau » à l'horizon 2024 ;
- la situation future « avec projet » à l'horizon 2024 intégrant le projet de ZTL Scr5.

Une campagne de mesurages acoustiques a été réalisée en amont des modélisations, permettant le calage du modèle utilisé.

La situation sonore initiale est déterminée grâce à une modélisation acoustique et à une cartographie des résultats.

Les états futurs avec et sans projet (Etat Fil de l'eau et Etat futur avec Projet) sont également modélisés et les résultats de ces modélisations acoustiques cartographiés.

4.2 Méthodologie pour la réalisation des mesures acoustiques

Les mesurages acoustiques ont été réalisés en juin 2022.

Les emplacements des points de mesures ont été déterminés, en considérant plusieurs paramètres :

- Les reports de trafic, identifiés via les modélisations des données de trafic routier et la comparaison entre l'état initial et l'état futur du projet.
- Les bâtiments les plus « sensibles », liées à leurs usages. Les écoles, les habitations, les hôtels, etc.
- La répartition des points de mesurages sur toute la zone d'étude : périmètre ZTL Scr1 (et Scr5), les voies à proximité de la ZTL Scr1 (et Scr5), la zone d'étude étendue en proximité de la ZTL Scr1 (et Scr5).

En prenant en compte ces critères, et la réalisation de comptages routiers temporaires pendant la période des mesurages acoustiques, il a été réalisé deux types de mesurages :

- Des mesurages « fixes » réalisés sur une durée de 1 à 2 jours, à deux mètres de la façade des bâtiments. Ces mesurages ont été effectués en façades d'établissements publics (écoles et collèges), d'établissements privés (hôtels) et d'immeubles d'habitations. La hauteur du point varie selon la disponibilité des établissements d'accueil (entre 3 et 8m).
- Les mesurages « mobiles » réalisés sur une durée de deux fois 30min, pour mesurer le niveau sonore en période jour (entre 17h et 19h) et en période nuit (entre 00h et 02h). Ils sont effectués sur le trottoir à deux mètres de la façade des bâtiments et à 1,50 mètre de hauteur. Ces points de mesures permettent d'enrichir l'état initial.

D'autres points de mesure ont été réalisés par Bruitparif sur une plus longue durée, avec des capteurs permanents (des mesures du niveau sonore tout au long de l'année 2022), ou temporaires (pendant le mois de juin 2022).

Les résultats et les matériaux des mesures sont présents dans le rapport de l'étude d'impact acoustique de la ZTL Scr1.

4.3 Présentation de la modélisation

La validation du modèle est réalisée en comparant les niveaux sonores issus des mesurages in-situ 2022 et de la modélisation issus des comptages de trafic partiel de 2022 (réalisés exclusivement aux mêmes périodes et aux mêmes localisations que les mesurages acoustiques). Les récepteurs utilisés dans la modélisation sont placés aux mêmes implantations et aux mêmes hauteurs que les mesures acoustiques.

Le modèle validé est ensuite mis en œuvre pour modéliser le bruit routier aux différents horizons de l'étude. Pour la situation initiale, les données les plus pertinentes disponibles au lancement de l'étude ont été utilisées¹. L'état sonore initial est basé sur les données de trafic de l'année 2017 (cas de base AIMSUN pour le trafic) et l'enquête plaques 2019.

L'état sonore futur Fil de l'eau (sans projet) et l'état sonore futur avec Projet ZTL Scr5 sont basés sur les projections de trafic calculées par AIMSUN à l'horizon 2025.

Les cartographies suivantes présentent l'état sonore initial du site étudié, ainsi que les états futurs sans le projet, puis avec le projet. Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

Ces modélisations, cartographies sonores et expositions du bruit ont été réalisées à l'aide du logiciel de Brüel et Kjaer, PREDICTOR Version V2022.12 et selon la méthode NMPB 2008.

Les indicateurs calculés pour le scénario avec Projet ZTL Scr5 sont comparés avec la situation initiale, et avec la situation Fil de l'Eau, proche dans le temps de la situation actuelle.

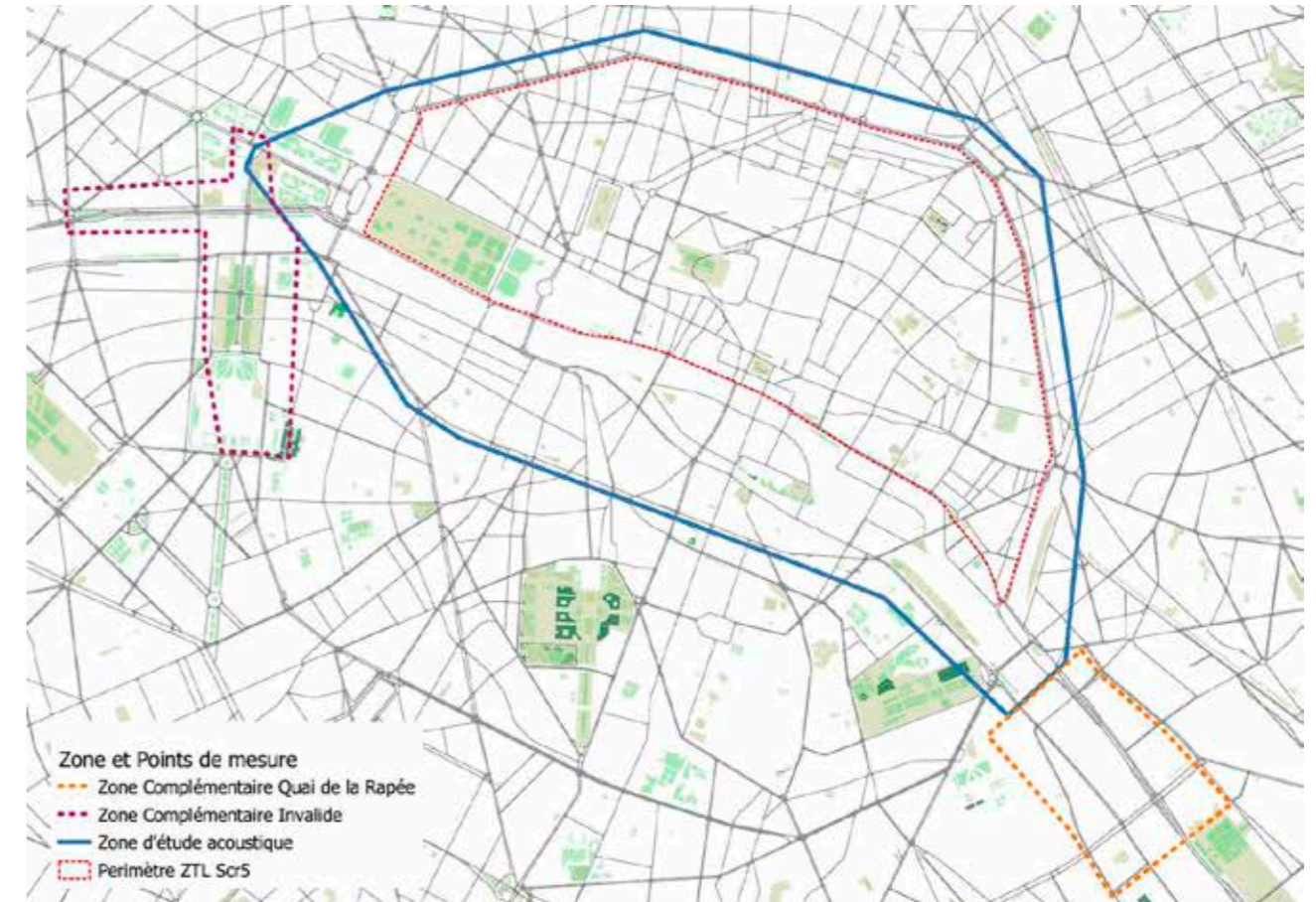
4.4 Données d'entrées

Le débit de véhicules doit être connu pour chaque voie et pour chaque période (jour et nuit). Cette donnée d'entrée a été obtenue à partir de l'étude de trafic routier du bureau d'études AIMSUN, fournissant les volumes horaires HPM (heure de pointe du matin) et HPS (heure de pointe du soir) pour chaque axe routier.

La différence entre les données de trafic de l'état futur fil de l'eau et de l'état futur avec projet, nous permet d'identifier les reports du trafic routier hors ZTL SCR5 (de plus de 50% d'augmentation de trafic et plus de 100 véhicules par heure). Ces conditions sont plus contraignantes que les seuils liés à l'arrêté du 5 mai 1995, dont l'augmentation de 2 dB est équivalente à +58% et plus 300 véhicules par heure.

Suite à cette analyse, nous avons délimité le périmètre de l'étude Bruit, qui est étendu par rapport au périmètre ZTL SCR5, pour inclure les reports de trafic. Nous avons surtout élargi le périmètre d'étude de Bruit au sud de la ZTL SCR5 pour intégrer les voies jusqu'au boulevard Saint Germain.

Il persiste deux zones, aux extrémités du périmètre de la Zone à Trafic Limité (Scr1 et Scr5), avec des flux de trafic significatifs, mais non visibles sur les reports calculés sur la base de +50% d'augmentation de trafic et +100v/heure. Une extension de l'étude consacrée à ces tronçons et aux voies avoisinantes a été réalisée afin de quantifier l'impact du projet dans ces deux zones.



Carte des différentes zones d'étude

Les données en HPM et HPS ont ensuite été extrapolées en nombres moyens de véhicules par heure sur les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h), sur la base de l'analyse de données de comptages² de véhicules.

La répartition du trafic selon le type de véhicules et les vitesses des véhicules ont été fournies par la Ville de Paris (voir en Annexe 2).

Remarque :

Dans l'étude d'impact, il n'était pas possible de produire les cartes de bruit pour 2022 sur la base des mesures réalisées pendant la campagne car :

- Nous ne disposons pas des données de trafic Jour/Nuit pour l'année complète 2022, sur les points de mesure. La campagne de comptage était ponctuelle.
- Les données de mesure des trafics sont localisées sur certains tronçons de rue. Or réaliser les cartes de bruit nécessite de disposer des données de trafic Jour et Nuit pour tous les brins du réseau de trafic routier.

¹ Au lancement de l'étude début 2022, le caractère représentatif de l'année à venir n'était pas établi.

² Données de comptages de véhicules issus de capteurs permanents, produites par la Direction de la Voirie et des Déplacements.

4.5 Méthodologie pour l'exposition au bruit

Les calculs d'exposition au bruit des populations sont réalisés selon la méthode NMPB-2008.

Le paramétrage des récepteurs est le même quelle que soit la méthode de calcul. Ce paramétrage nous permet de créer des récepteurs tous les 5 mètres des façades à une hauteur de 4 mètres. Les récepteurs sont placés à 0.1 mètre de la façade et la réflexion de la façade en question n'est pas pris en compte.

Les données de population et de logement sont issues de « DensiBati2016 ».

5 MODELISATION SONORE DE L'ETAT INITIAL

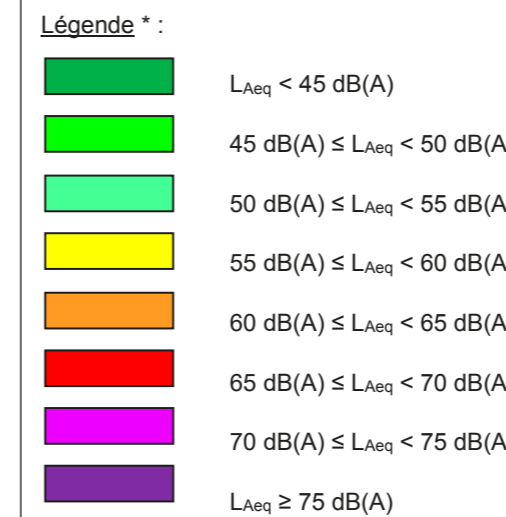
Cette modélisation acoustique permet d'évaluer le niveau sonore à l'état initial en tout point du site, notamment en dehors des zones de mesures.

5.1 Validation du modèle

La procédure de validation du modèle est présente dans le rapport de l'étude d'impact acoustique de la ZTL Scr1.

5.2 Cartes de bruit dans et à proximité de la ZTL Scr5 – État initial

Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).



* Norme NF S 31-130



Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

5.3 Cartes de bruit des zones complémentaires – État initial

Les zones complémentaires ont été étudiées, car elles ont été identifiées dans l'étude de trafic, et sont soumises à des reports de trafic. Cependant, ces reports sont largement inférieurs aux seuils de définition de l'étude bruit (pour rappel : augmentation de trafic de plus de 50% et plus de 100 véhicules par heure).

5.3.1 Zone des Invalides

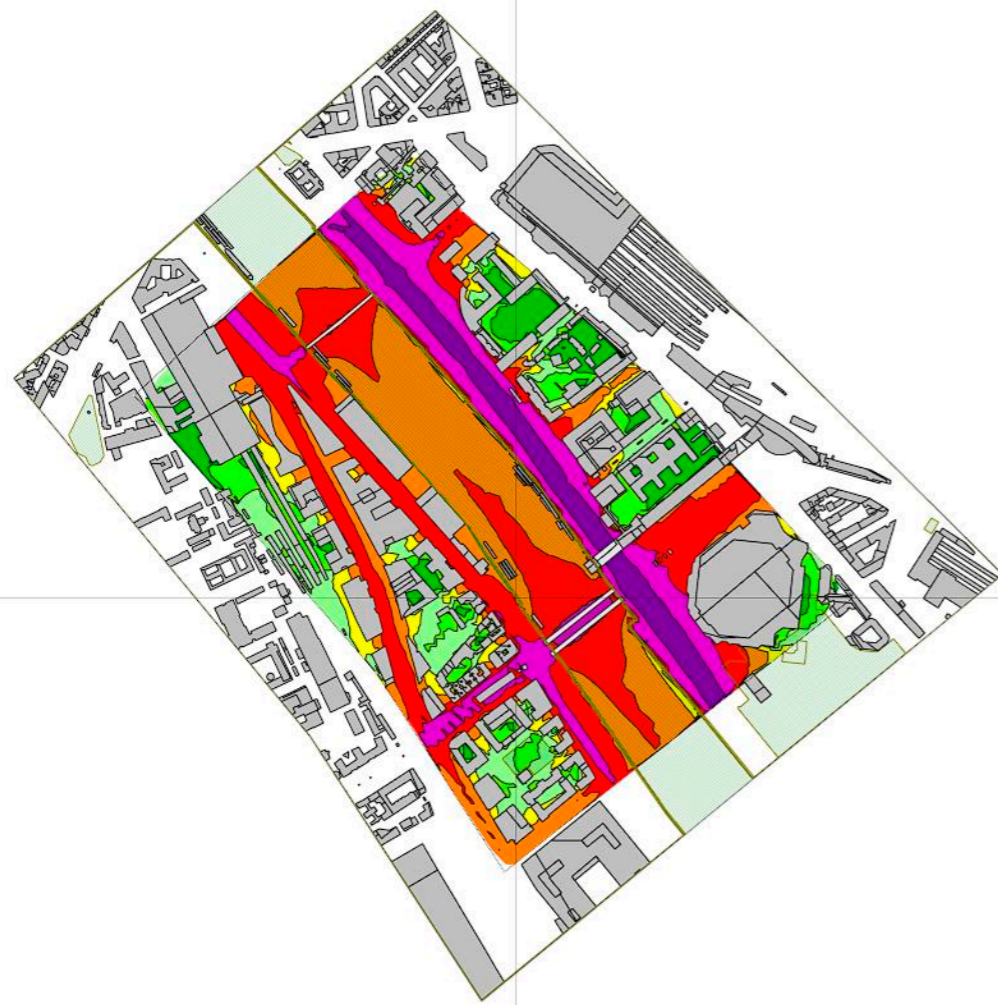


Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)

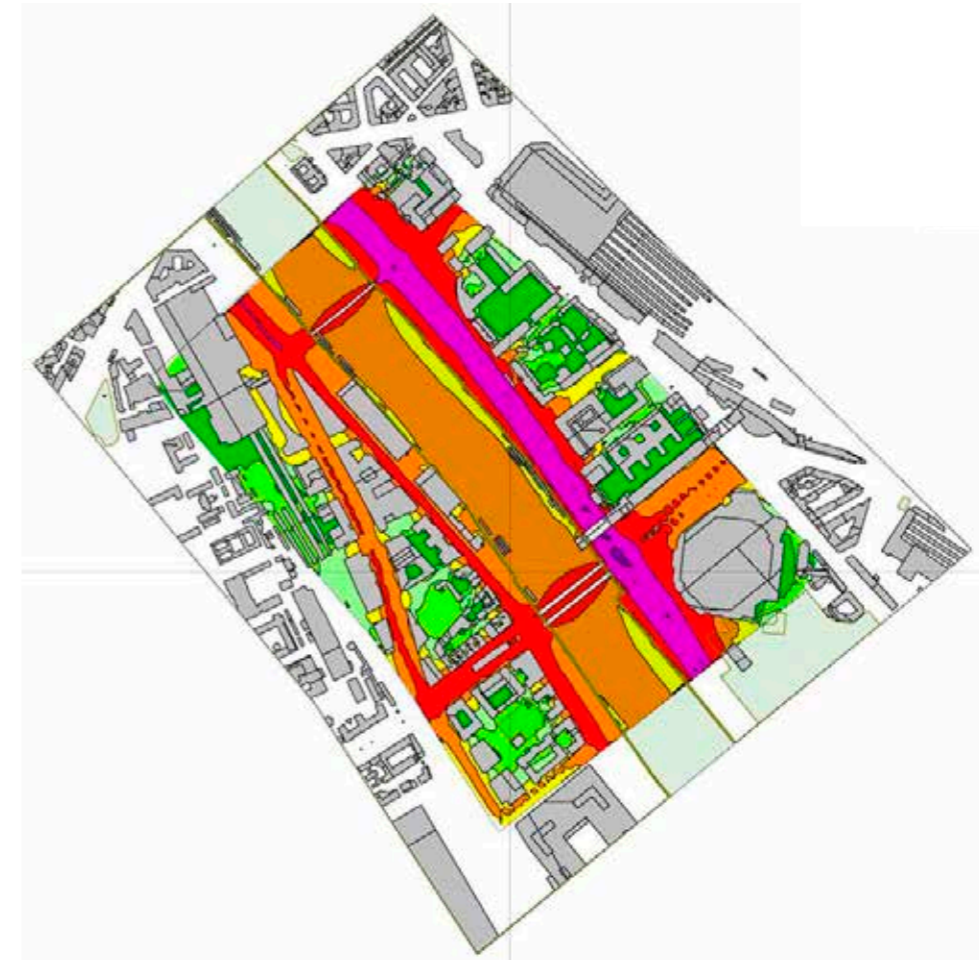


Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

5.3.2 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état initial en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état initial en période nocturne (22h-6h)

5.4 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL Scr5 - État initial

L'évaluation par cartographies sonores de l'état initial du site établies à partir des données de trafics routiers met en évidence une ambiance sonore non modérée en période jour et en période nuit pour les principaux axes routiers de la ZTL. On observe en revanche des ambiances modérées ou modérées de nuit sur les rues plus éloignées des axes importants.

Les principaux axes routiers, les plus bruyants, dont l'ambiance sonore est non modérée de jour (en violet) et de nuit sont :

Dans la ZTL :

- Les quais de Paris dans la ZTL, du quai des Célestins jusqu'au quai de l'hôtel de ville
- La rue de Rivoli,
- Le Boulevard de Sébastopol,

Hors ZTL :

- Les Grands Boulevards,
- La place de la Concorde,
- La rue Royale,
- Le Boulevard Saint Germain,
- Le Boulevard de la Bastille,
- La place de la Bastille,
- La place de la République,
- Les quais hauts rive droite entre la Concorde et le bassin de l'Arsenal
- Quai de la Rapée (Zone Bercy),
- Quai de Bercy (Zone Bercy),
- Quai d'Orsay (Zone des Invalides),
- Cours-la-Reine (Zone des Invalides),
- Avenue Winston Churchill (Zone des Invalides),
- Avenue des Champs-Élysées (Zone des Invalides).
- Le Boulevard Bourdon.

Les espaces les plus calmes vis-à-vis du trafic routier restent majoritairement les cours intérieures des habitations, les jardins publics, les parcs et les zones piétonnières (Les Halles de Paris, etc.).

5.5 Populations exposées au bruit - État initial

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposée au bruit dans l'état initial, selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

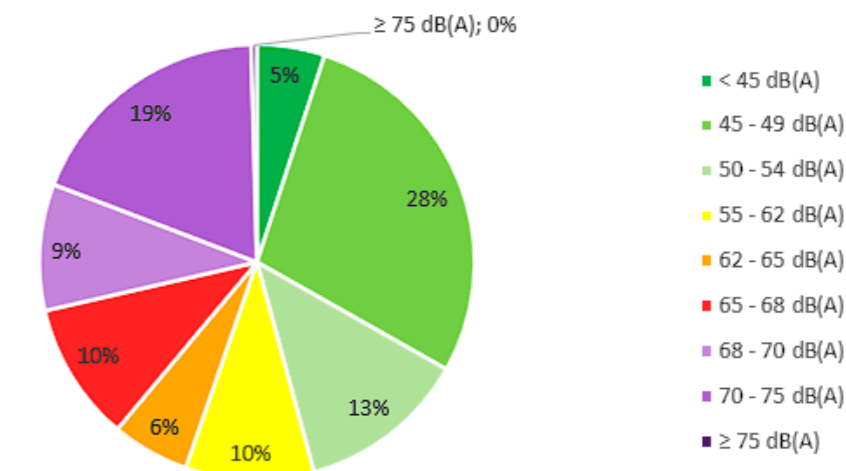
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A), et en incorporant les valeurs limites Lden et Ln.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL (c'est-à-dire la ZTL élargie jusqu'au boulevard Saint Germain), ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

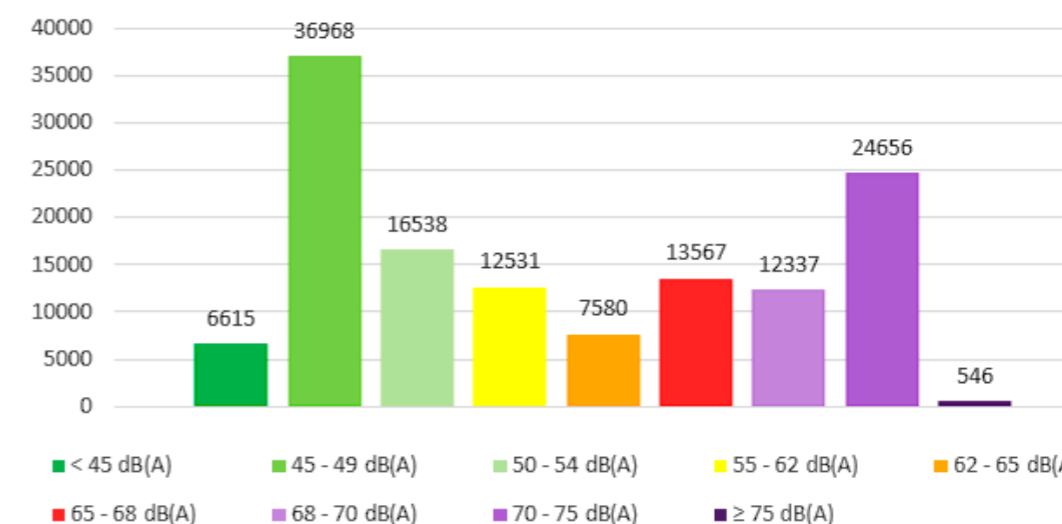
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Lden

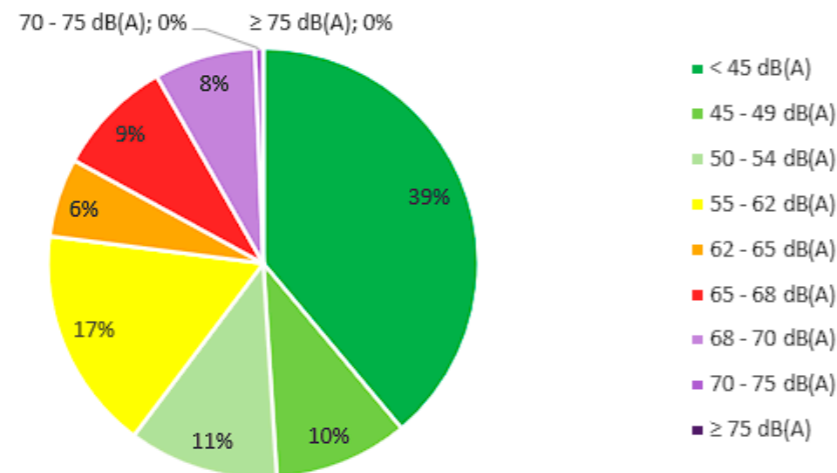


Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden

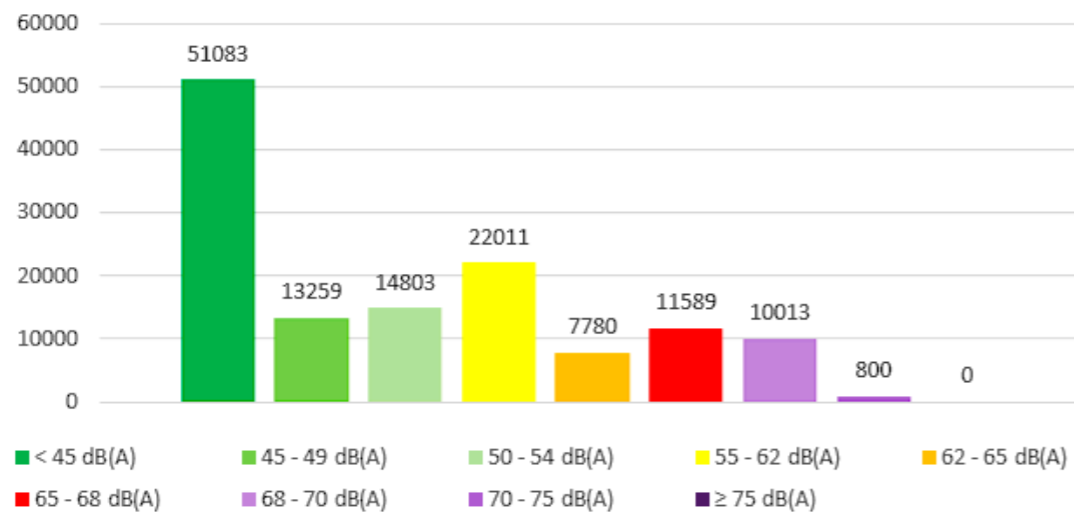


Nous constatons que 5% de la population du périmètre de l'étude Bruit ZTL est exposée à des niveaux sonores inférieurs à 45 dB(A) et 28% de la population du périmètre de l'étude Bruit ZTL est exposée à des niveaux sonores supérieurs à 68 dB(A), la valeur limite de la période Lden, soit 37 539 personnes.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Ln (22h - 6h)



Nombre de personne exposées au Bruit - Période Ln (22h - 6h)



Les données graphiques montrent que 23% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, soit environ 30 182 personnes, est exposée à un niveau sonore supérieur à 62 dB(A), la valeur limite de la période Ln (période nocturne).

6 MODELISATION SONORE DE L'ÉTAT FUTUR « FIL DE L'EAU »

6.1 Présentation

Le scénario « Fil de l'eau » prend en compte l'évolution du trafic routier engendrée par les projets d'aménagement réalisés ou prévus à l'horizon 2024 dans la région parisienne, à l'exception du projet de la ZTL, et la baisse globale de la demande de trafic à cet horizon.

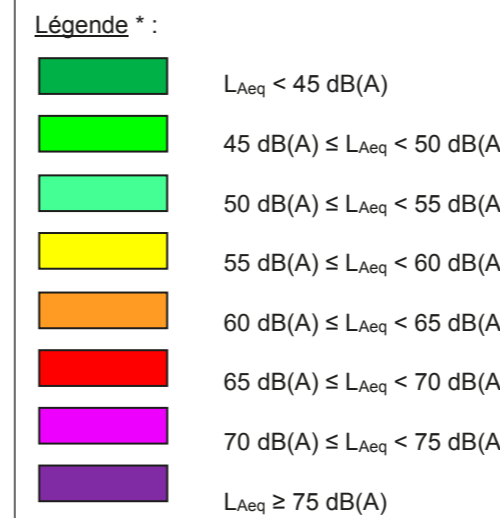
6.2 Méthodologie

La situation sonore de l'état fil de l'eau est déterminée sur la base des données de trafic routier modélisées pour le scénario fil de l'eau. Les autres paramètres des modèles réalisés dans le cadre de l'état initial restent inchangés.

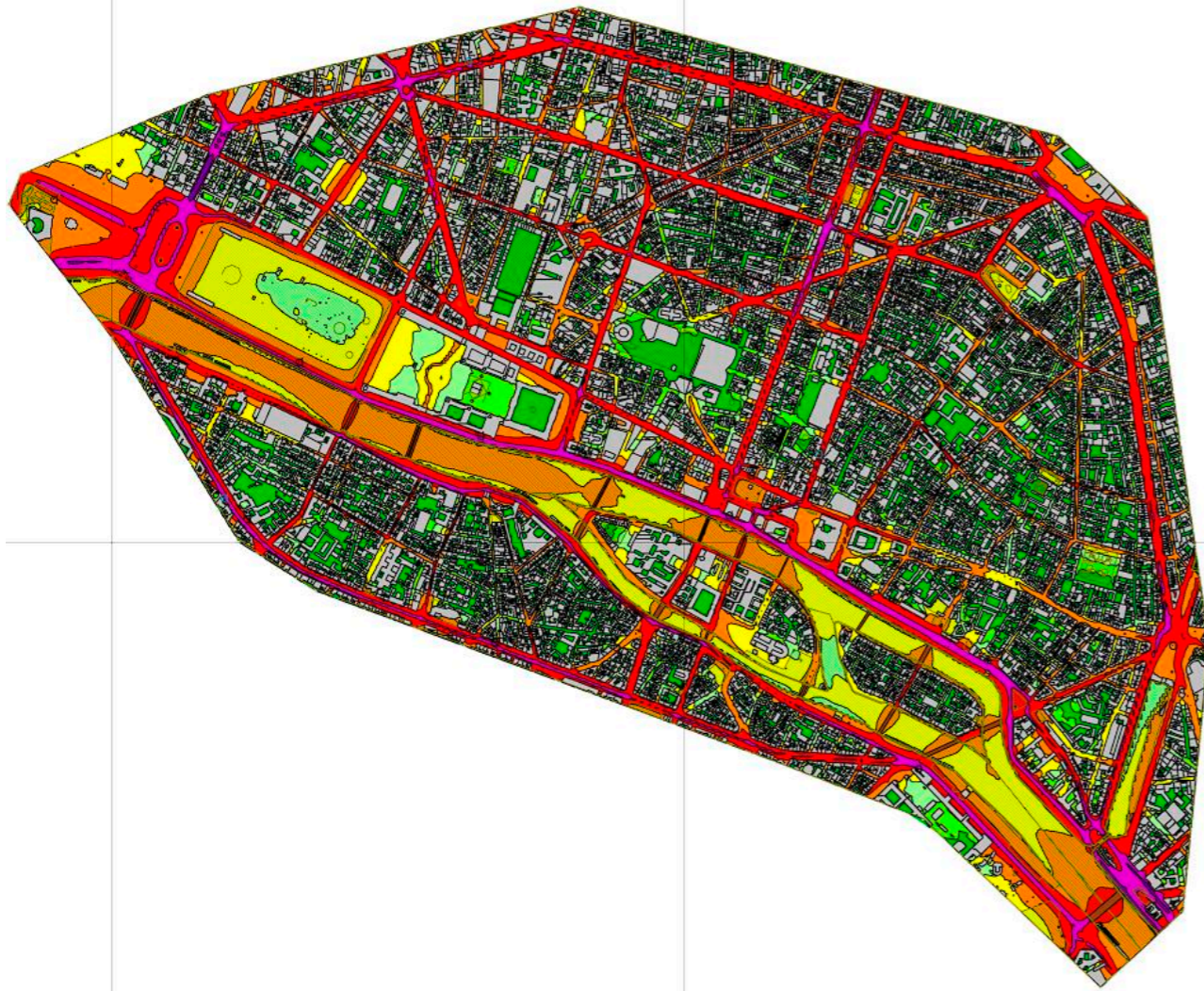
6.3 Cartes de Bruit dans et à proximité de la ZTL – État « Fil de l'eau »

Les cartographies suivantes présentent l'état sonore du scénario « Fil de l'eau ». Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

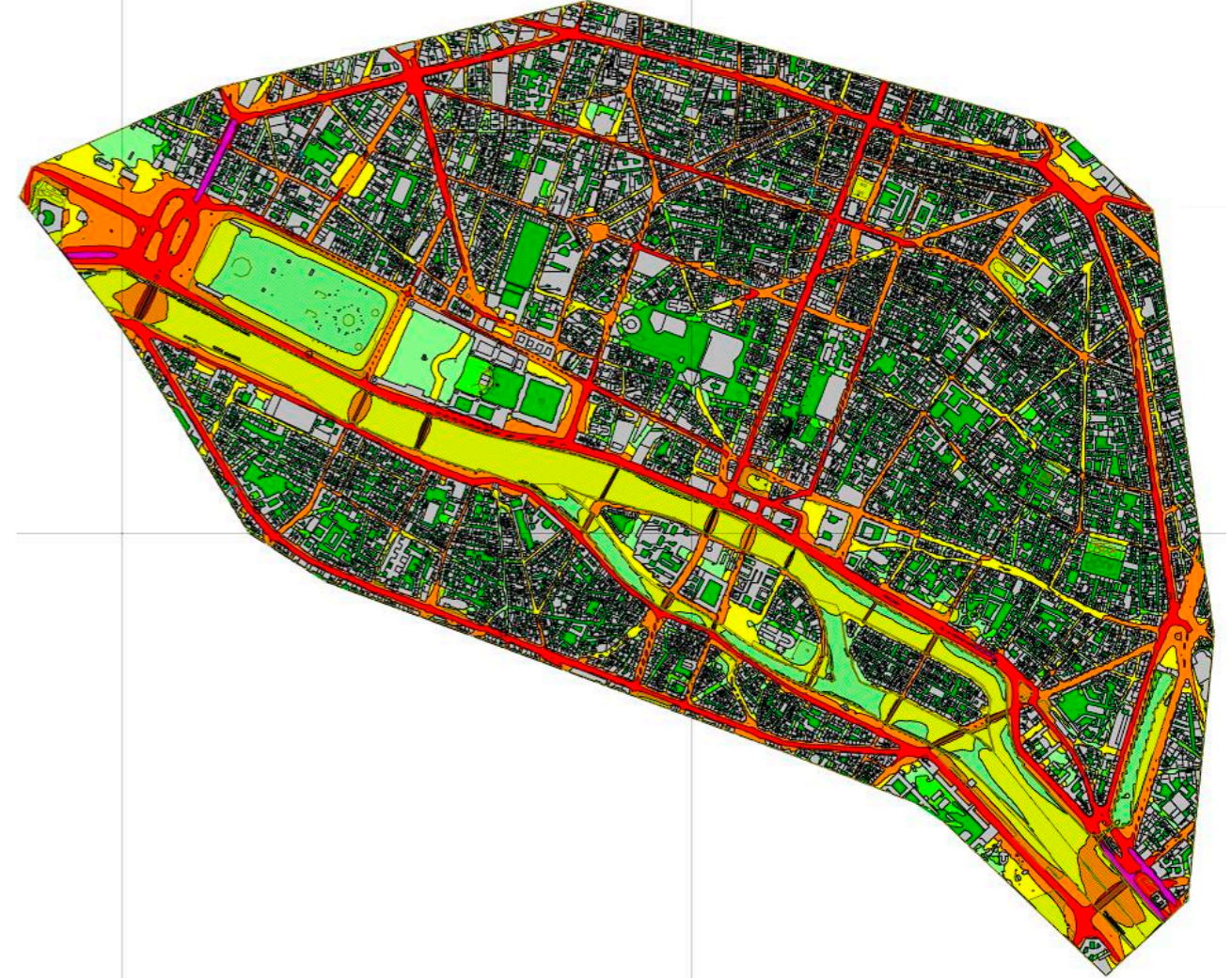
Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).



* Norme NF S 31-130



Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)



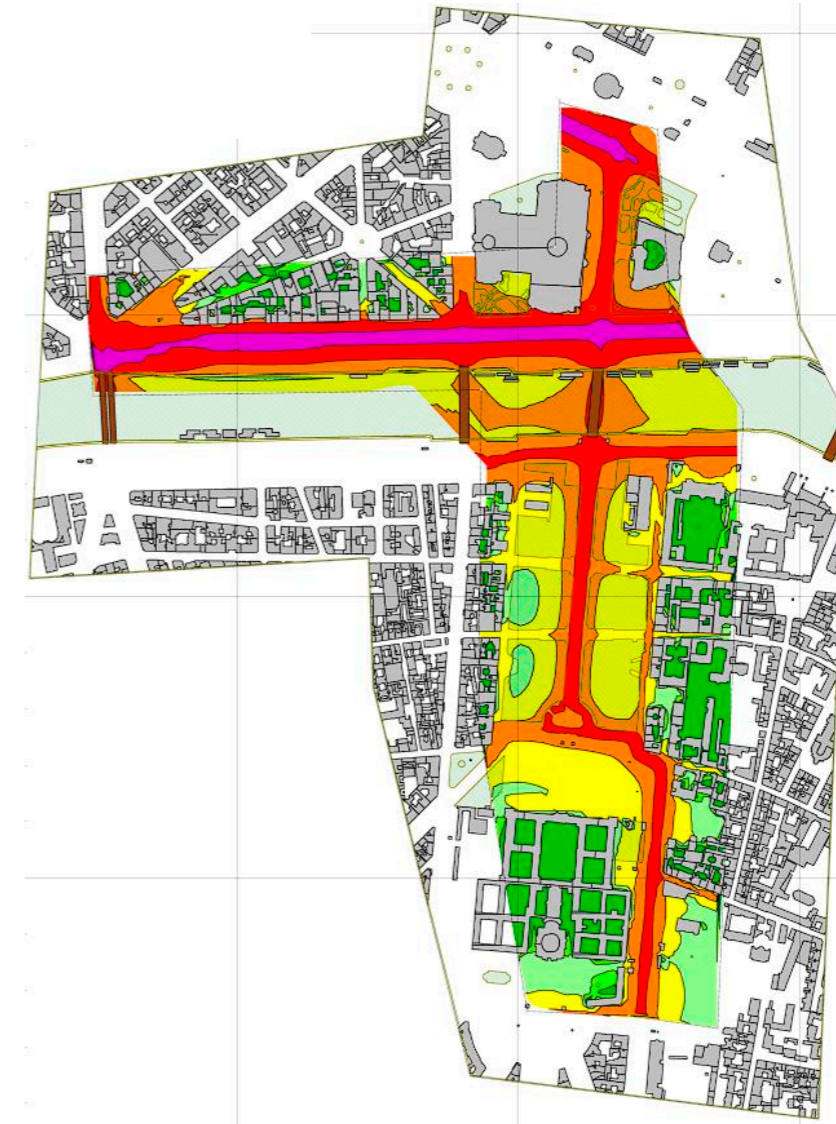
Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

6.4 Cartes de bruit des zones complémentaires – État « Fil de l'eau »

6.4.1 Zone des Invalides

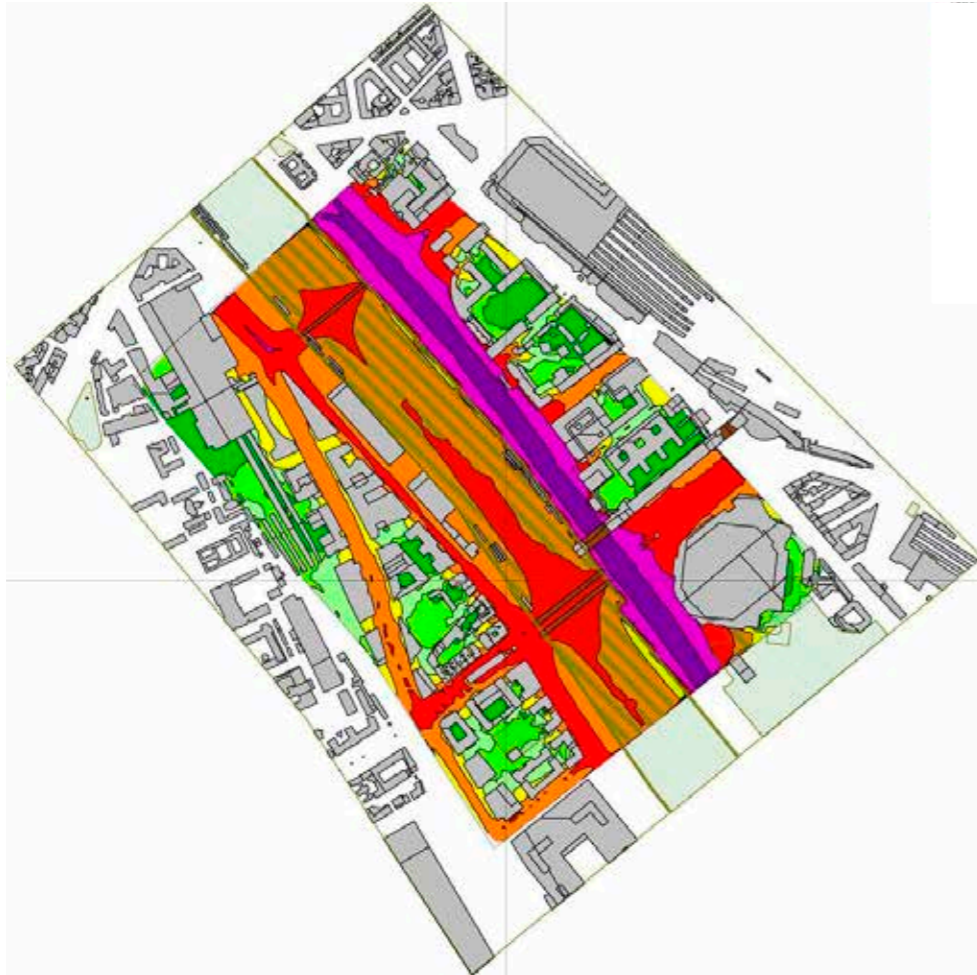


Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)

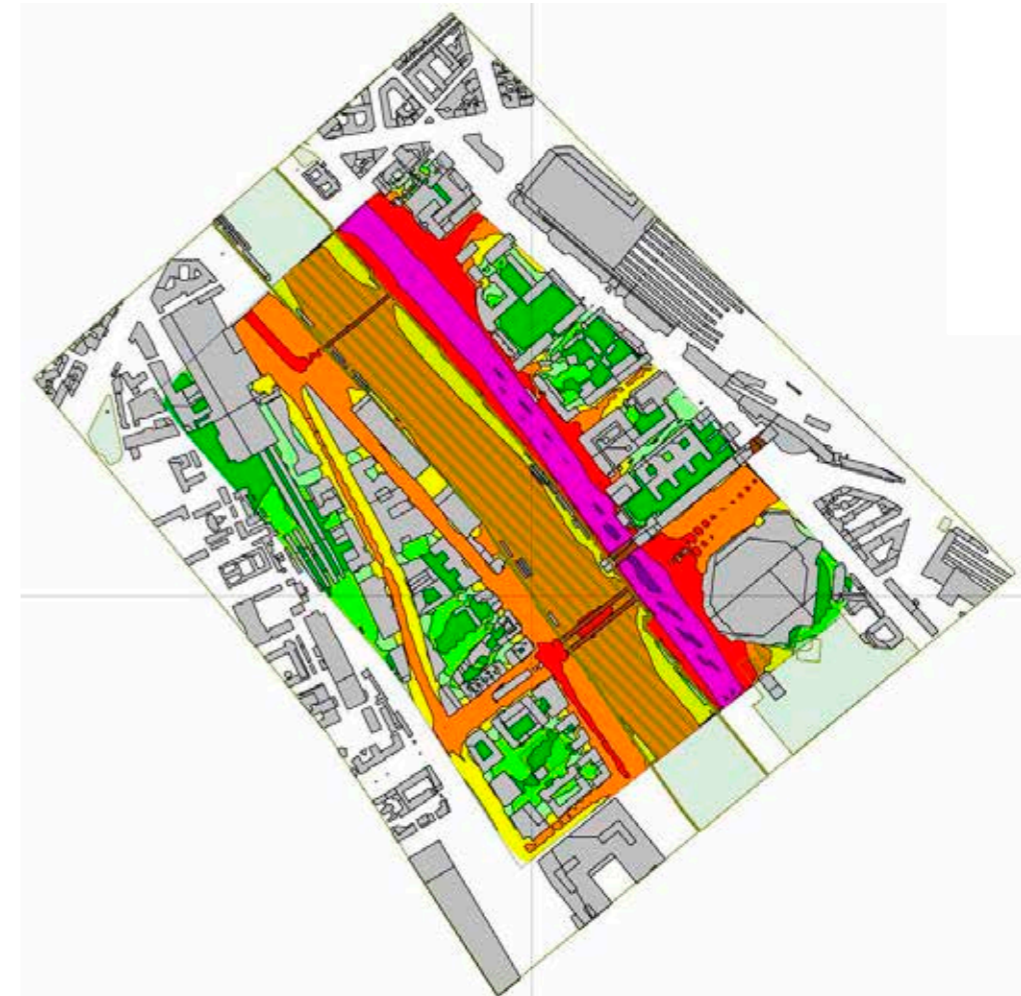


Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

6.4.2 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période diurne (6h-22h)



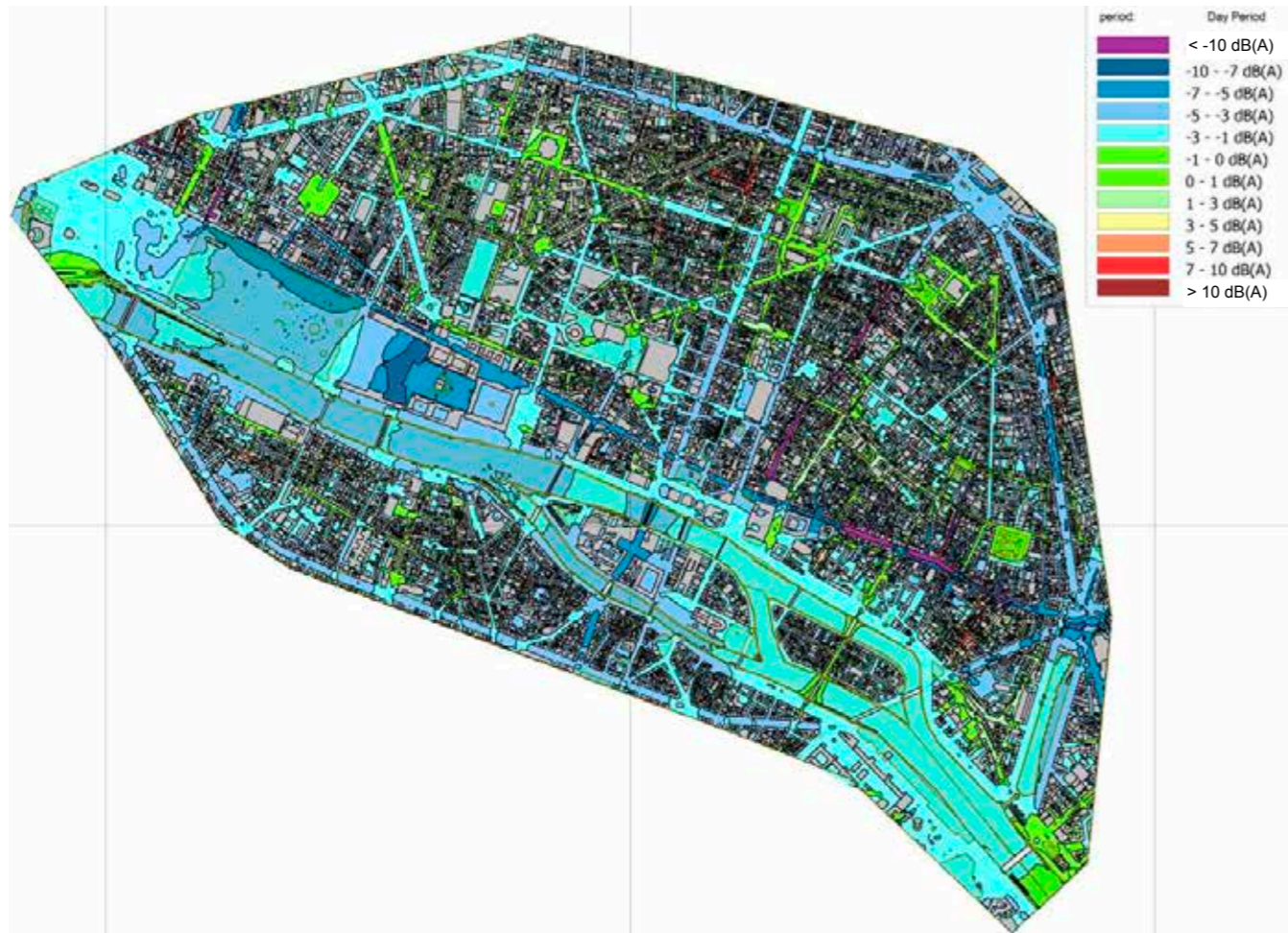
Carte de bruit de l'état « Fil de l'eau » en période nocturne (22h-6h)

6.5 Carte de comparaison : l'état « Fil de l'eau » par rapport à l'état initial

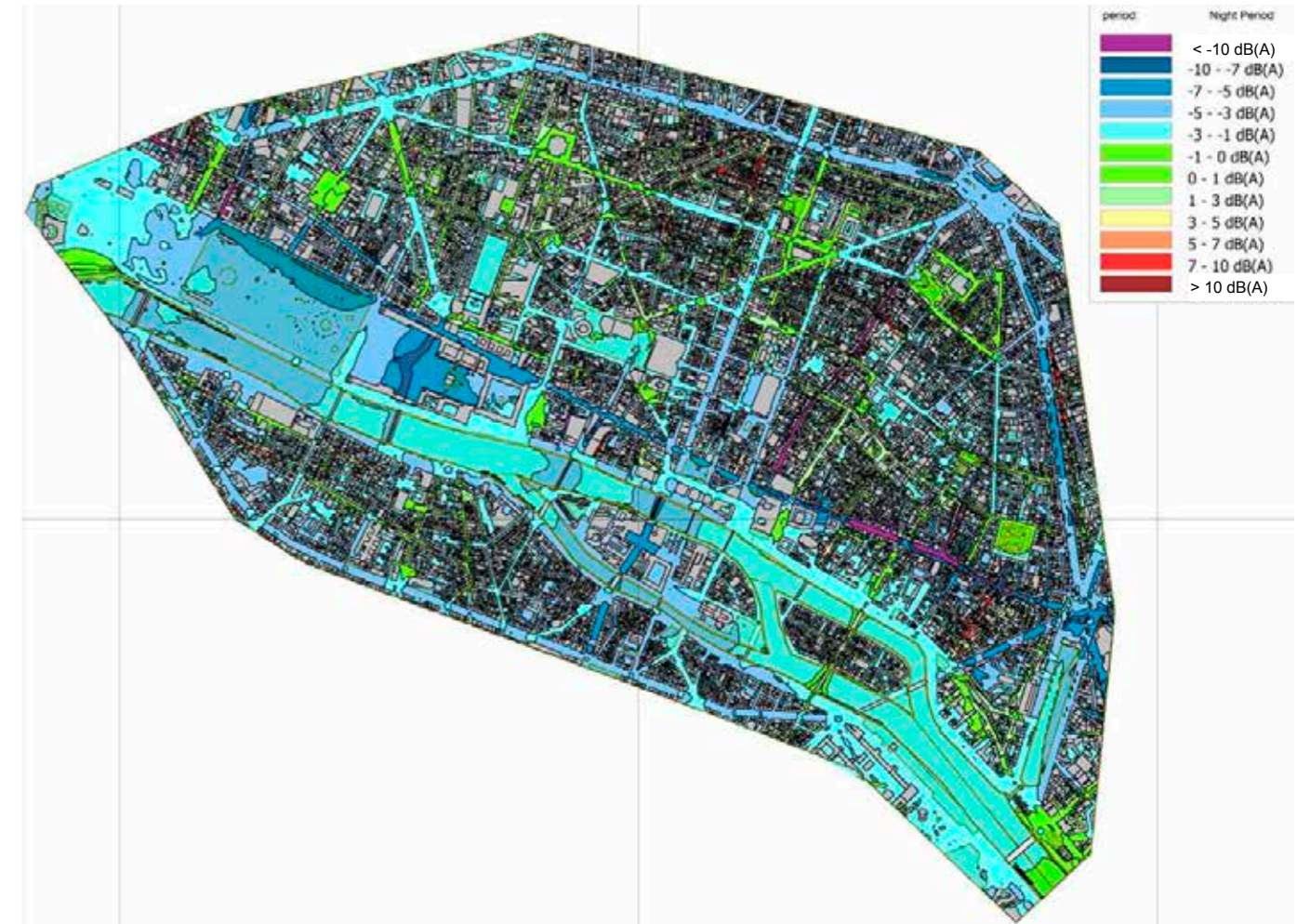
6.5.1 Présentation

Une fonctionnalité de Predictor permet de réaliser des cartes de différences de niveaux sonores entre les états calculés précédemment. Cela permet de visualiser l'évolution des niveaux sonores entre les cartes de bruit.

6.5.2 ZTL

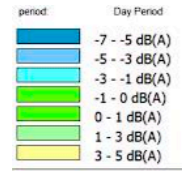


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)

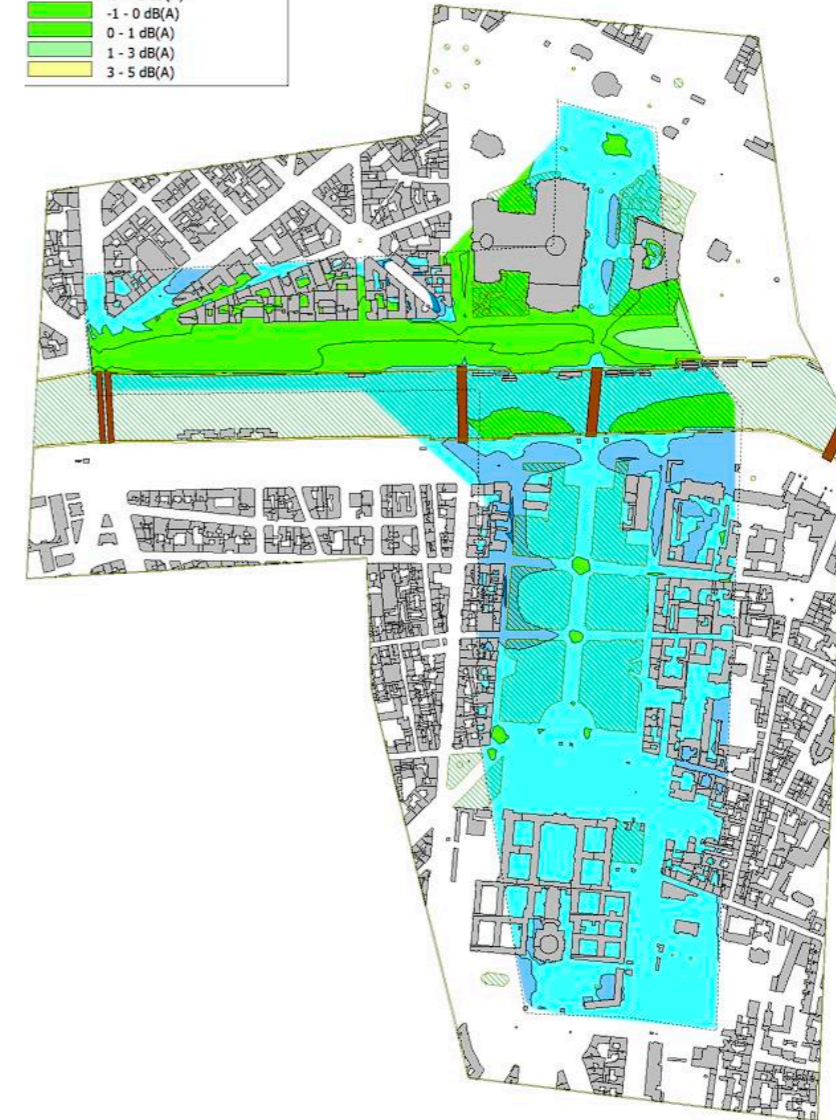
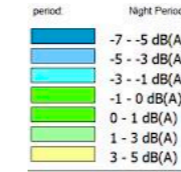


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

6.5.3 Zone des Invalides

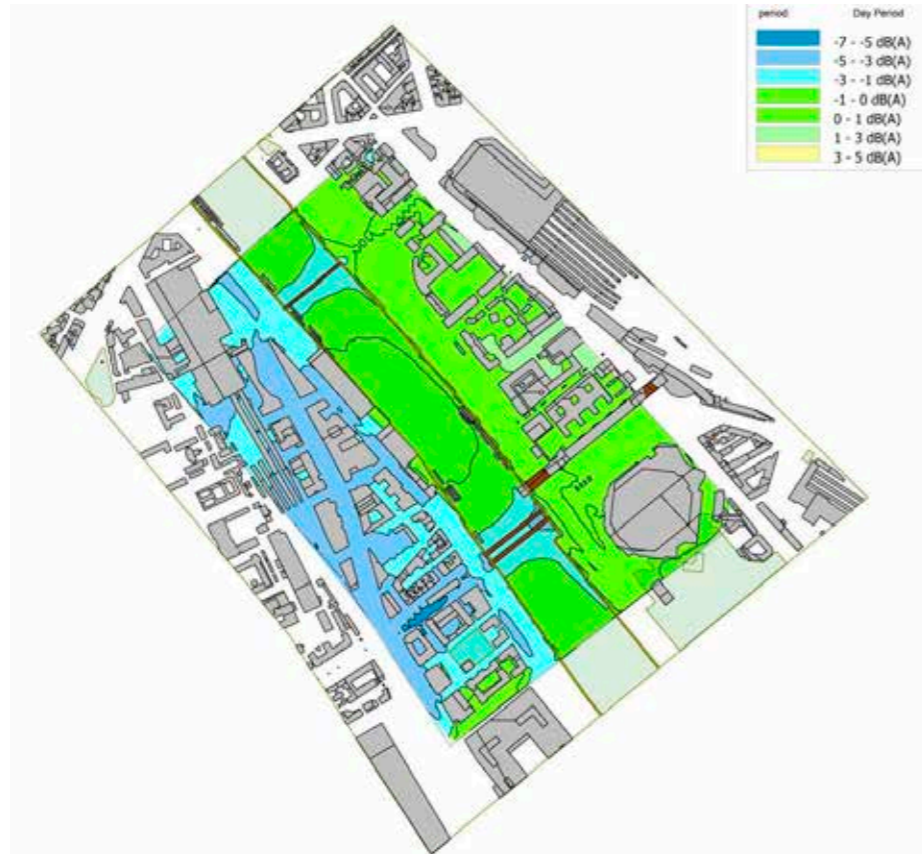


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)

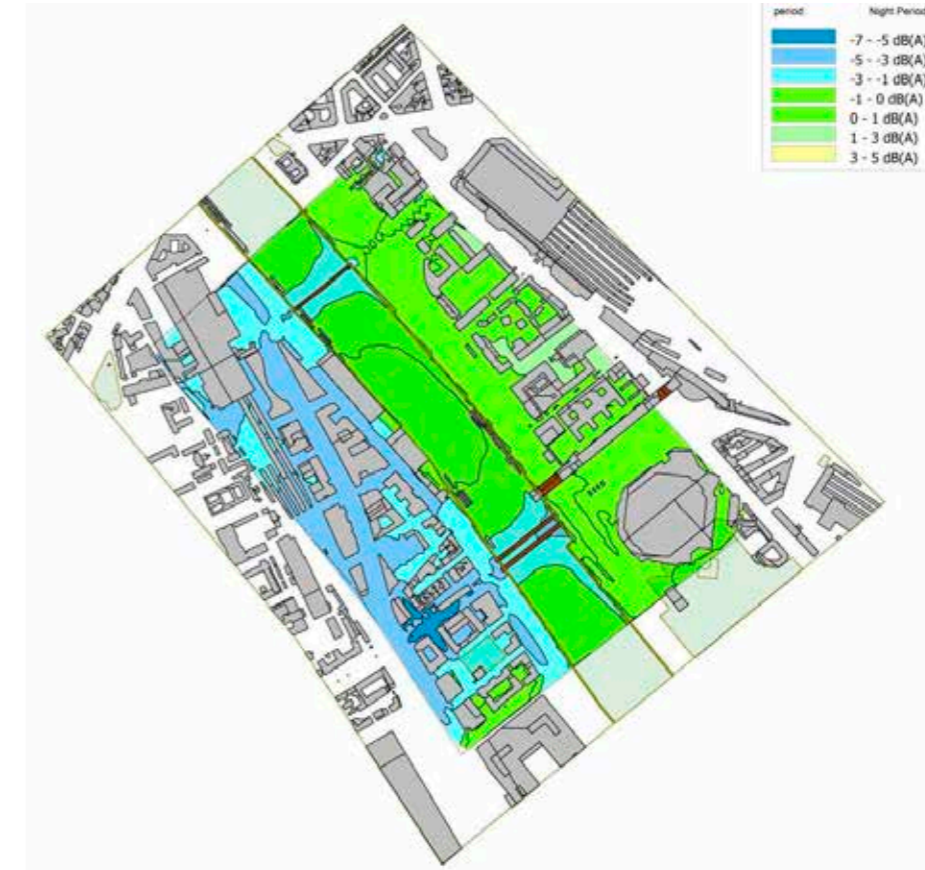


Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

6.5.4 Zone Bercy



Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit de l'état « fil de l'eau » et initial, en période nocturne (22h-6h)

6.6 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL -
État « Fil de l'eau »

On observe globalement des diminutions des niveaux sonores (de -3 à -7 dB(A)) sur les principaux axes de la ZTL, par rapport à l'état initial, dues aux aménagements réalisés ou prévus dans la période 2017-2024, et à la baisse globale de la demande de trafic sur la période et de la vitesse maximale à Paris (30 km/h depuis le 30 août 2021).

6.6.1 ZTL

Pour certaines petites rues de quartier, le niveau sonore augmente ou diminue radicalement entre l'état Fil de l'eau et l'état initial. Le modèle utilisé pour les simulations de trafic n'a pas le même niveau de détail que celui utilisé pour l'étude acoustique. Sur certains tronçons locaux, il n'y a pas de trafic affecté en raison de la méthode de modélisation du trafic (définition des points d'origine et d'attraction). Par ailleurs, l'étude de trafic peut prévoir un passage privilégié par une rue, mais en réalité les usagers se répartissent naturellement dans les différentes rues du quartier. Ceci est notamment le cas pour les rues :

- Rue Thorel
- Rue Chénier
- Rue Alexandrie

- Rue Boissy d'Anglas
- Rue St Florentin
- Rue de l'arbre sec
- Rue Bertin Poirée
- Rue du Temple
- Rue de Sévigné
- Rue Amelot
- Rue de l'Université

Ces tronçons de voies ne sont pas exploitables dans le cadre de l'étude acoustique. Elles ne seront donc pas prises en compte dans les analyses de ce rapport.

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue de Rivoli (jusqu'à 61 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)
- Rue Saint-Antoine (jusqu'à 62 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)
- Rue de Solferino (jusqu'à 60 dB(A) en période jour et 56 dB(A) en période nuit)
- Place du Carrousel (jusqu'à 61 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)
- Place de la Bastille vers rue de Lyon ((jusqu'à 64 dB(A) en période jour)
- Rue de Richelieu (jusqu'à 63 dB(A) en période jour)
- Rue Croix des Petits Champs (Jour)
- Rue Saint-Honoré (Jour)
- Rue Lagrange (Jour)
- Rue des Saints-Pères (jusqu'à 56 dB(A) en période nuit)
- Rue Mazarine (jusqu'à 59 dB(A) en période nuit)
- Rue de Turenne (nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue aux Ours (65 dB(A) en période jour)
- Rue des Archives (67 dB(A) en période jour)
- Rue de Cléry (jusqu'à 66 dB(A) en période jour et 63 dB(A) en période nuit)
- Rue de Bretagne (66 dB(A) en période jour)
- Rue Perrée (61 dB(A) en période nuit)
- Rue Notre Dame de Nazareth (61 dB(A) en période nuit)

Pour la plupart, ce sont des petites rues.

6.6.2 Zone Invalides

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue Fabert (58 dB(A) en période nuit)
- Rue de l'université (63 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)

- Rue Saint Dominique (62 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)
- Rue Constantine (63 dB(A) en période jour)
- Rue de Grenelle (63 dB(A) en période jour et 60 dB(A) en période nuit)
- Rue François 1^{er} (60 dB(A) en période jour et 57 dB(A) en période nuit)

6.6.3 Zone Bercy

On observe que certaines routes qui étaient en zone non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Avenue Pierre Mendés-France (63 dB(A) en période jour)
- Avenue de France (63 dB(A) en période jour et 58 dB(A) en période nuit)

A l'inverse, on observe également que certaines routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état initial passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état « Fil de l'eau » :

- Rue Raymond Aron (66 dB(A) en période jour)
- Rue Villiot (61 dB(A) en période nuit).

6.7 Populations exposées au bruit - État futur « Fil de l'eau »

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposée au bruit de l'état futur « Fil de l'eau », selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

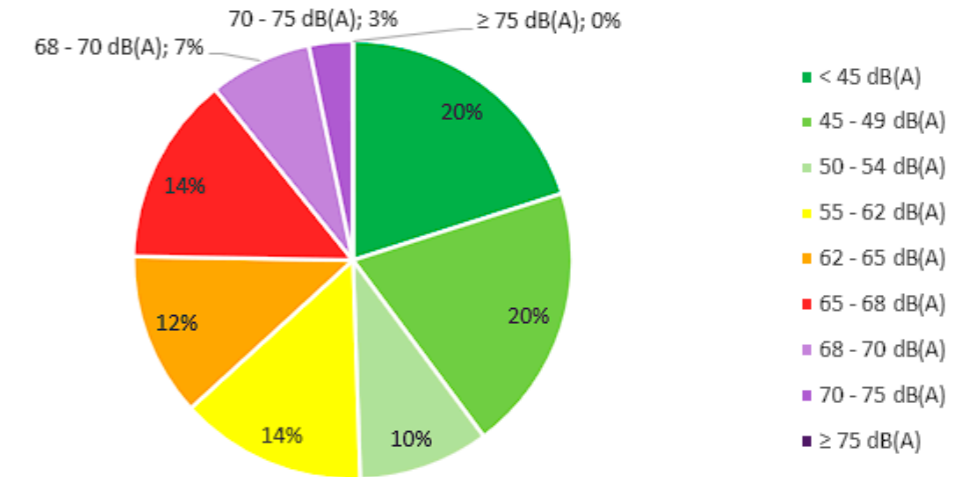
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A), et en incorporant les valeurs limites Lden et Ln.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL, ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

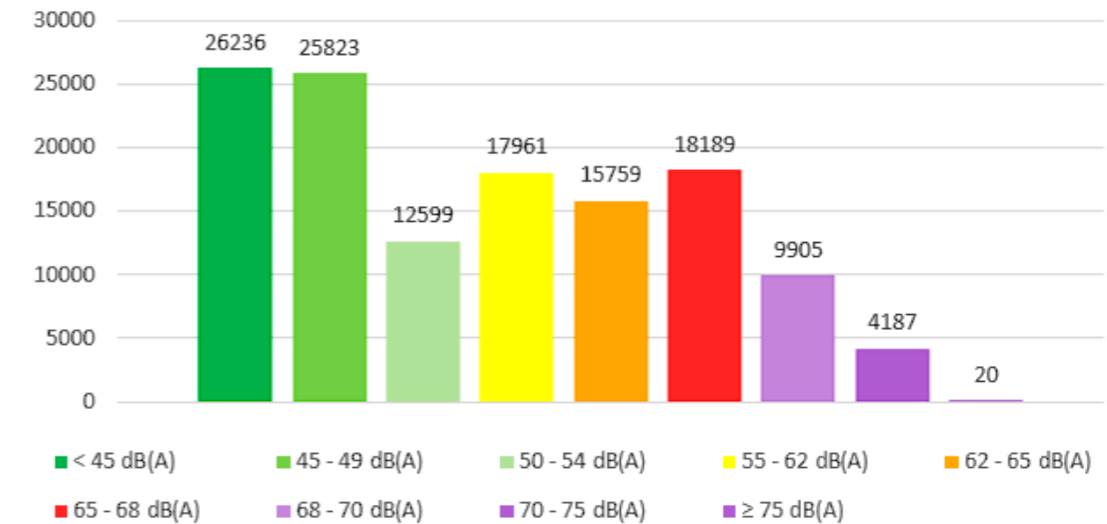
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

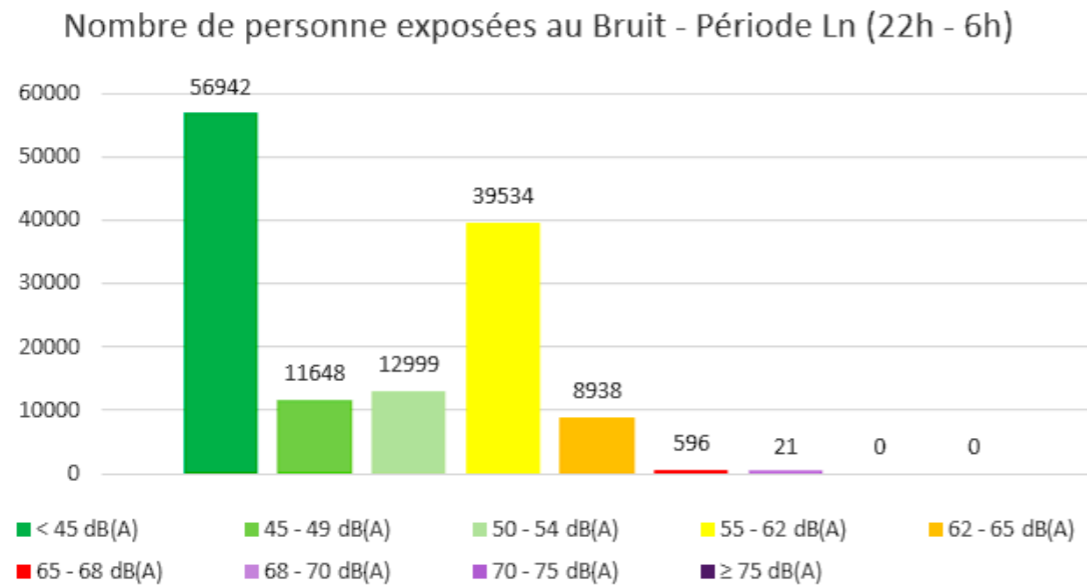
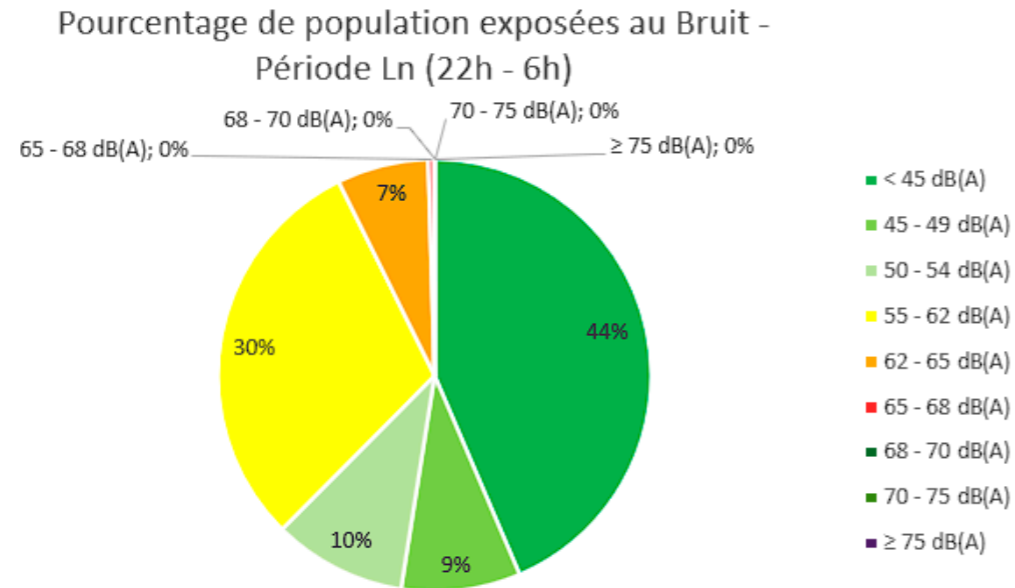
Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Lden



Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden



On observe qu'environ 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau supérieur à la valeur limite de la période Lden (68 dB(A)), soit 14 112 personnes.



On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), soit 9 555 personnes.

7 MODELISATION DE L'ÉTAT PROJETÉ - SCENARIO 5 (SCR 5)

7.1 Présentation

Le scénario projeté prend en compte l'évolution du trafic routier engendrée par les projets d'aménagement réalisés ou prévus à l'horizon 2024 dans la région parisienne, y compris l'impact du projet de la ZTL Scr 5, et la baisse globale de la demande de trafic à cet horizon.

7.2 Méthodologie

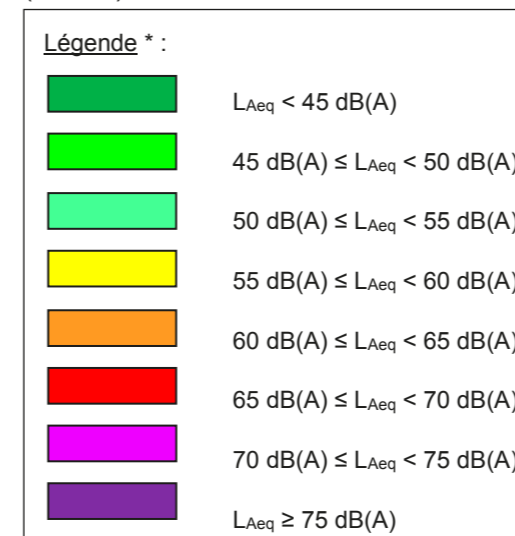
La situation sonore de l'état projeté est déterminée sur la base des données de trafic routier modélisées pour le scénario projeté. Les autres paramètres des modèles réalisés dans le cadre de l'état initial restent inchangés.

7.3 Cartes de bruit dans et à proximité de la ZTL – État avec projet Scr 5

7.3.1 Présentation

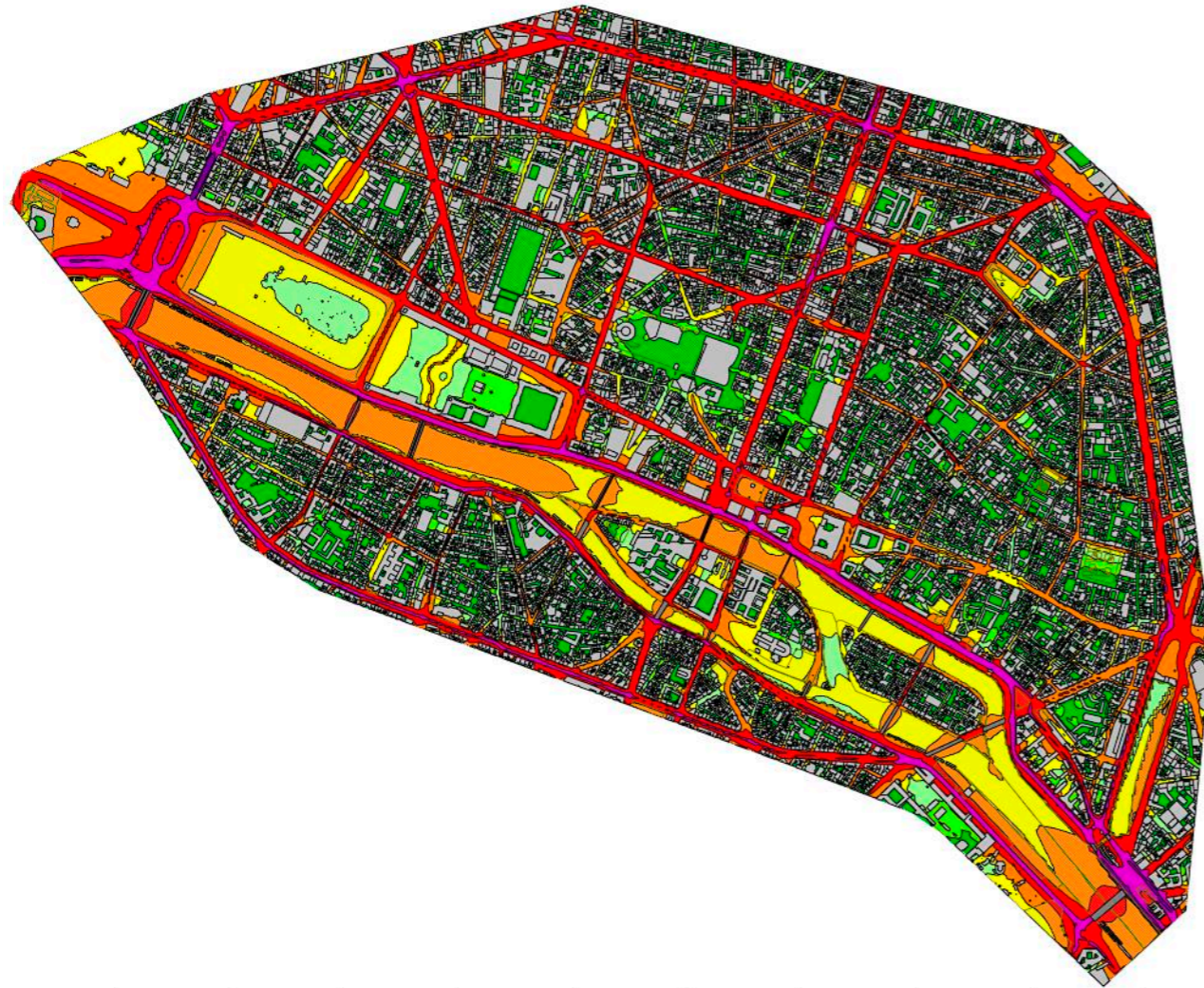
Les cartographies suivantes présentent l'état sonore du scénario projeté. Les résultats des simulations acoustiques sont présentés sous la forme de cartes de bruit en vue aérienne représentant les niveaux sonores à une hauteur de 4m au-dessus du sol.

Les figures ci-dessous présentent les cartes de bruit L_{Aeq} calculées pour les périodes jour (6h-22h) et nuit (22h-6h).

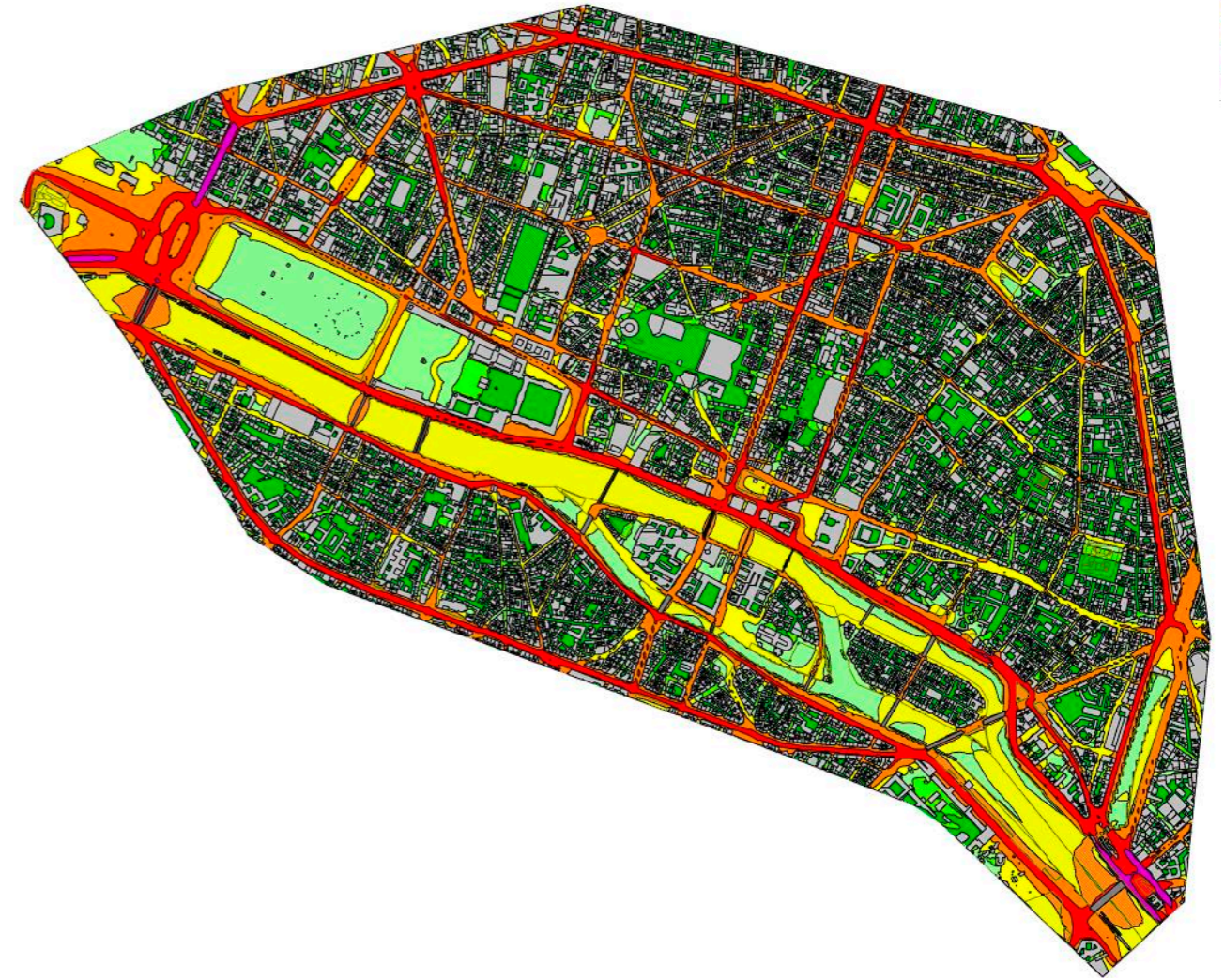


* Norme NF S 31-130

7.3.2 ZTL



Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)



Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

7.3.3 Zone des Invalides

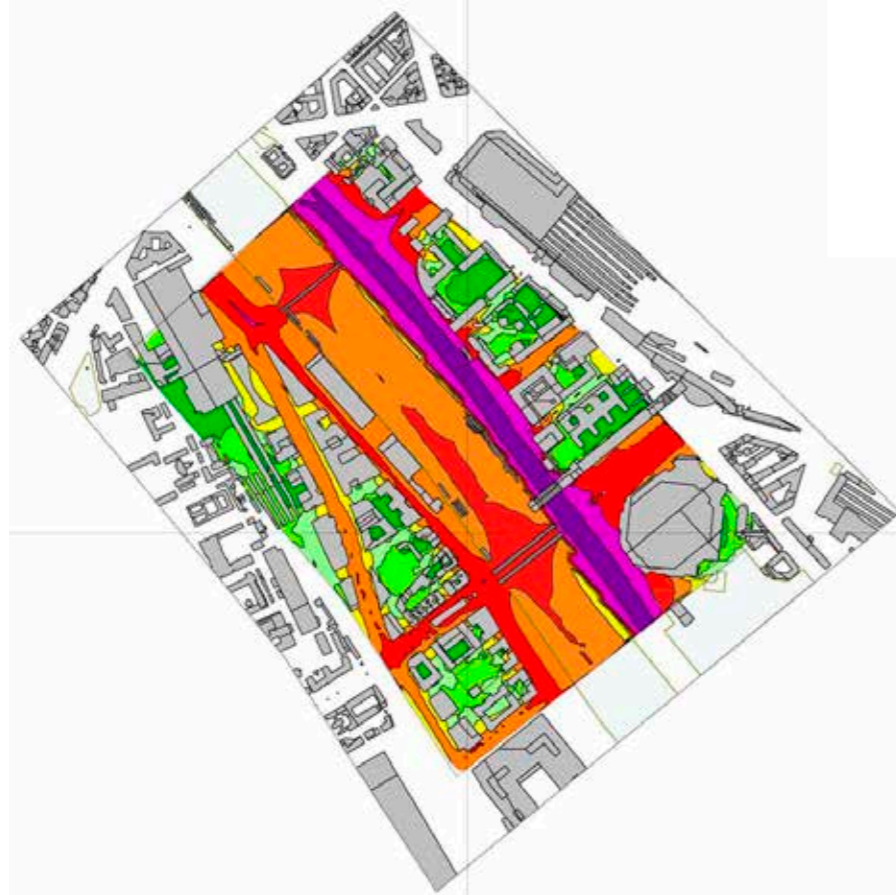


Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)

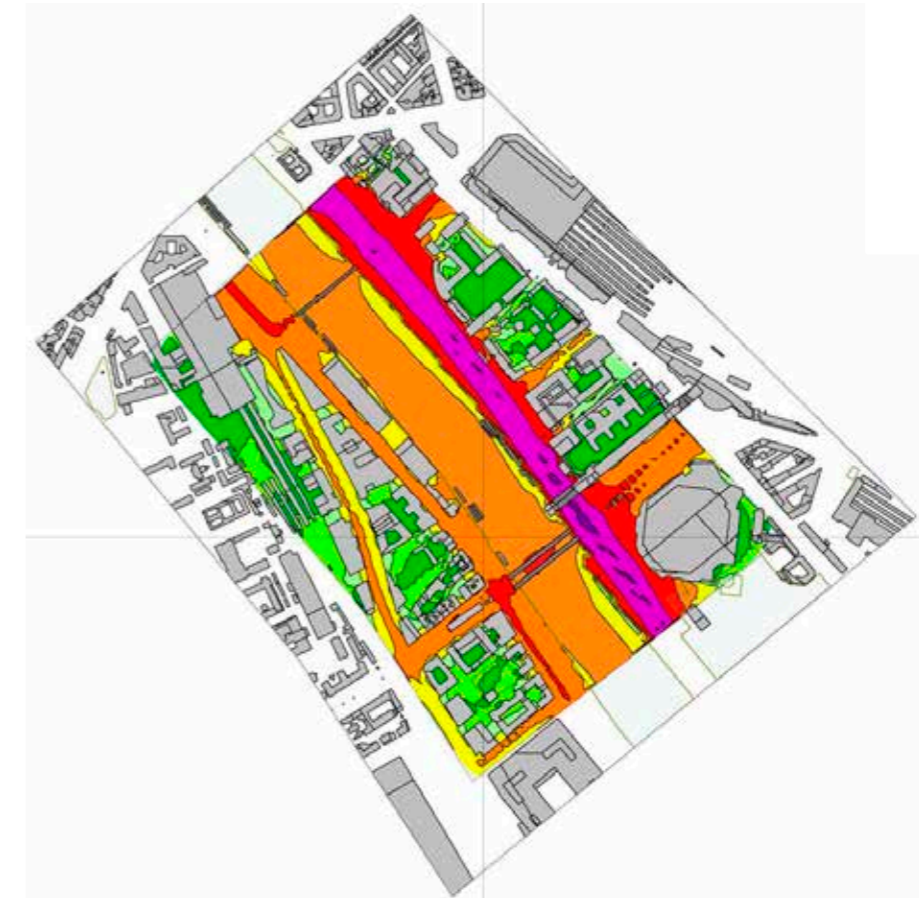


Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

7.3.4 Zone Bercy



Carte de bruit de l'état projeté en période diurne (6h-22h)



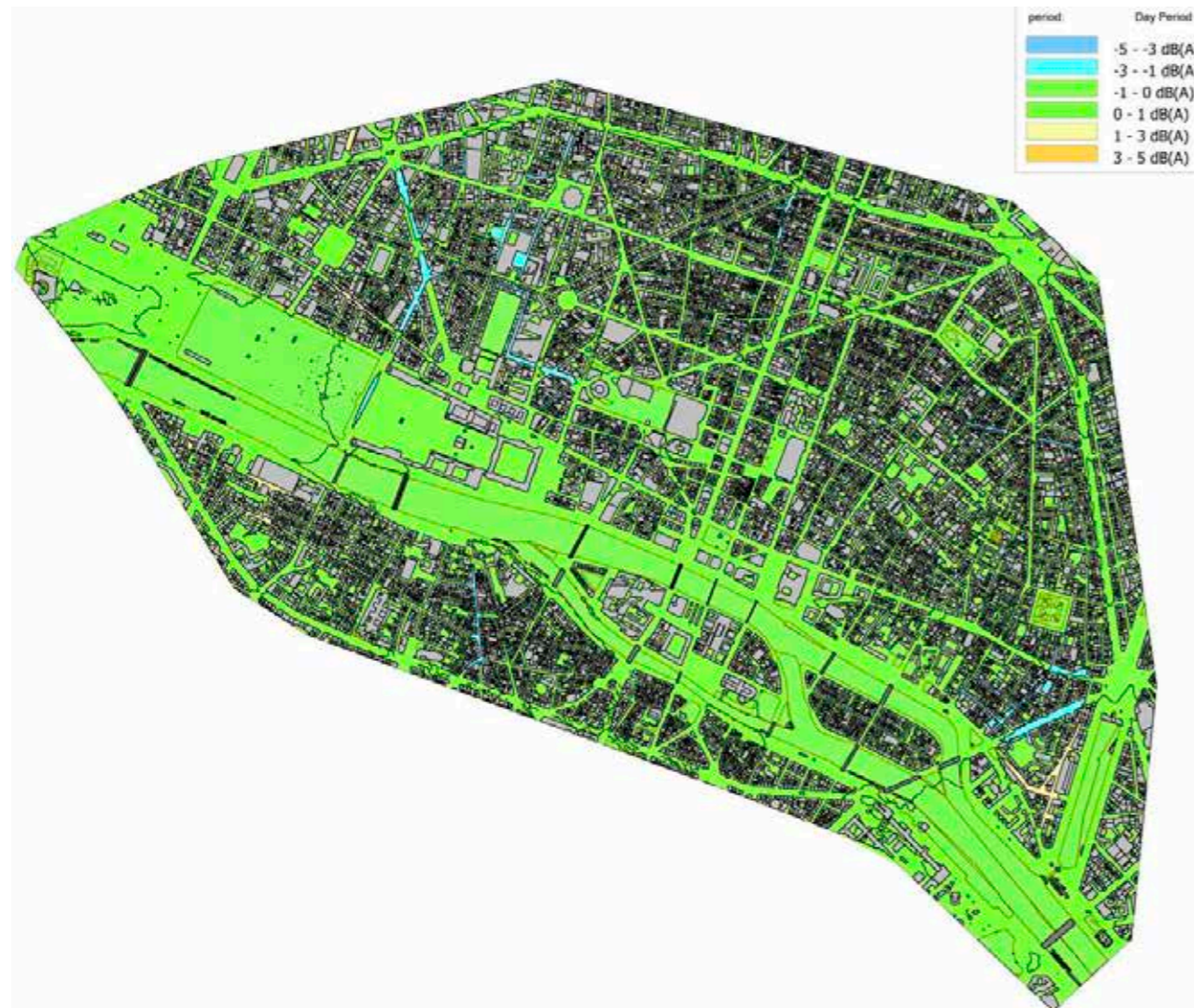
Carte de bruit de l'état projeté en période nocturne (22h-6h)

7.4 Carte de comparaison : l'état avec projet par rapport à l'état « Fil de l'eau »

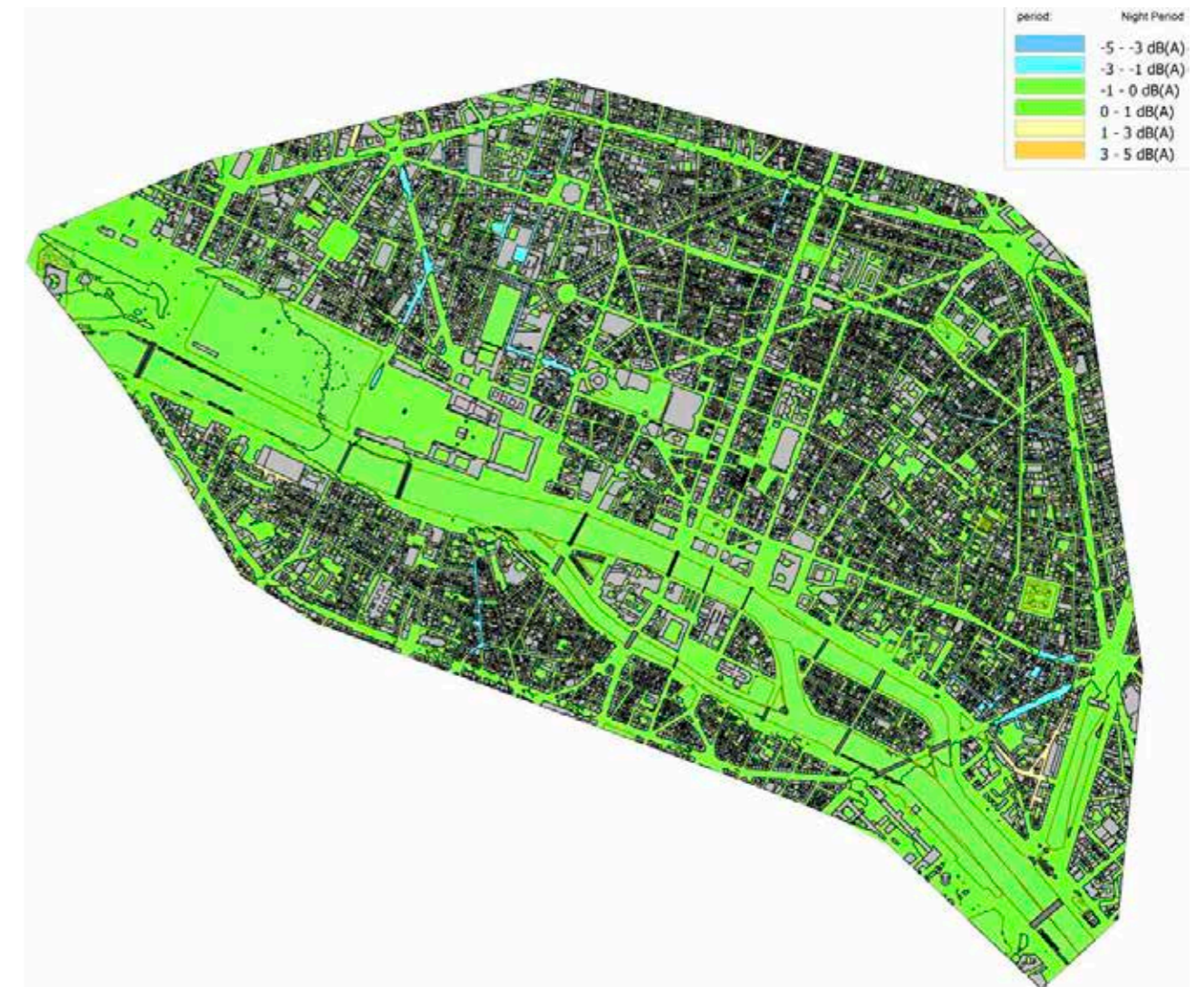
La différence entre les cartographies sonores de l'état projeté par rapport à l'état initial sont relativement similaires à celles de l'état futur « Fil de l'eau » par rapport à l'état initial.

Nous nous intéressons donc à la comparaison entre les cartes de bruit de l'état projeté par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

7.4.1 ZTL

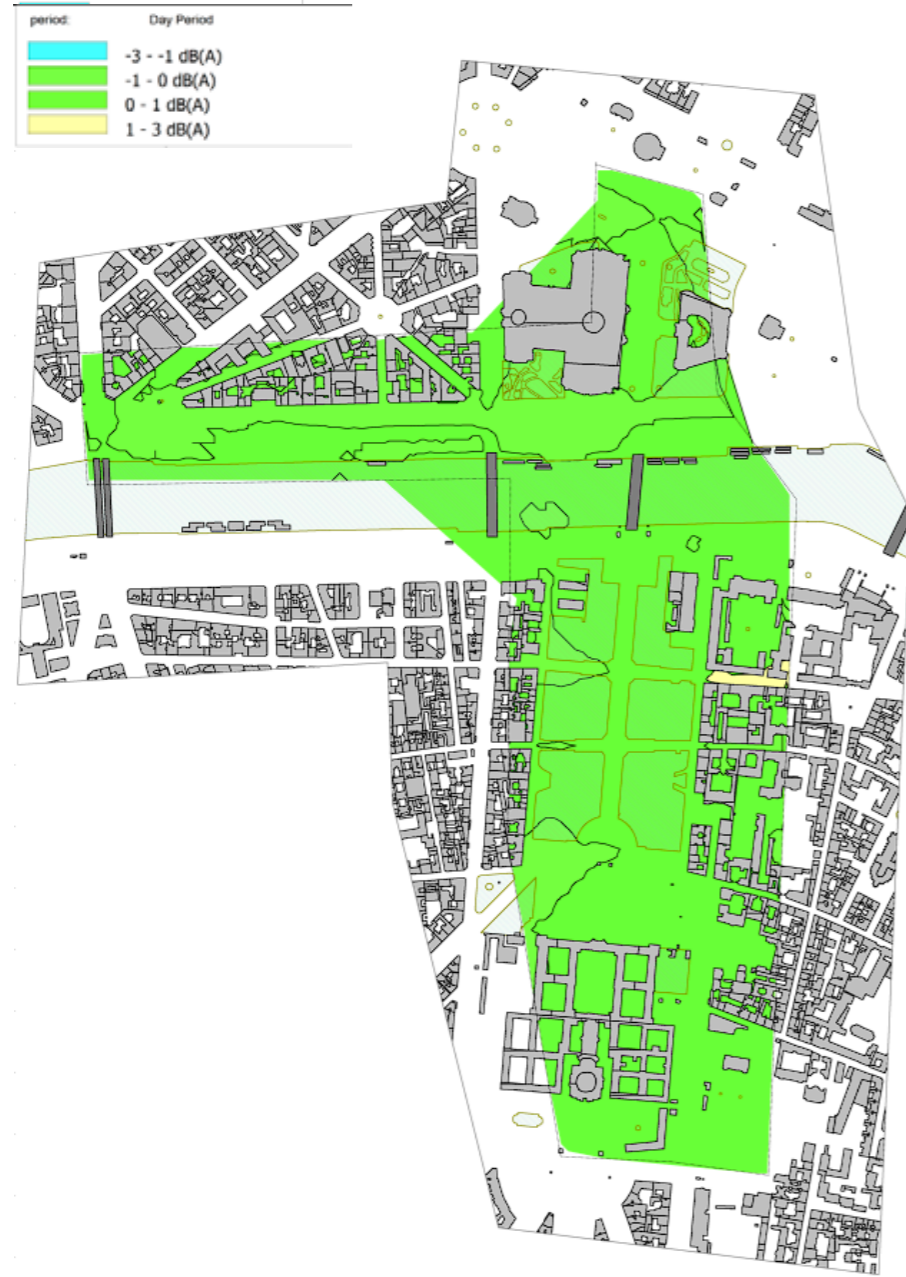


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)

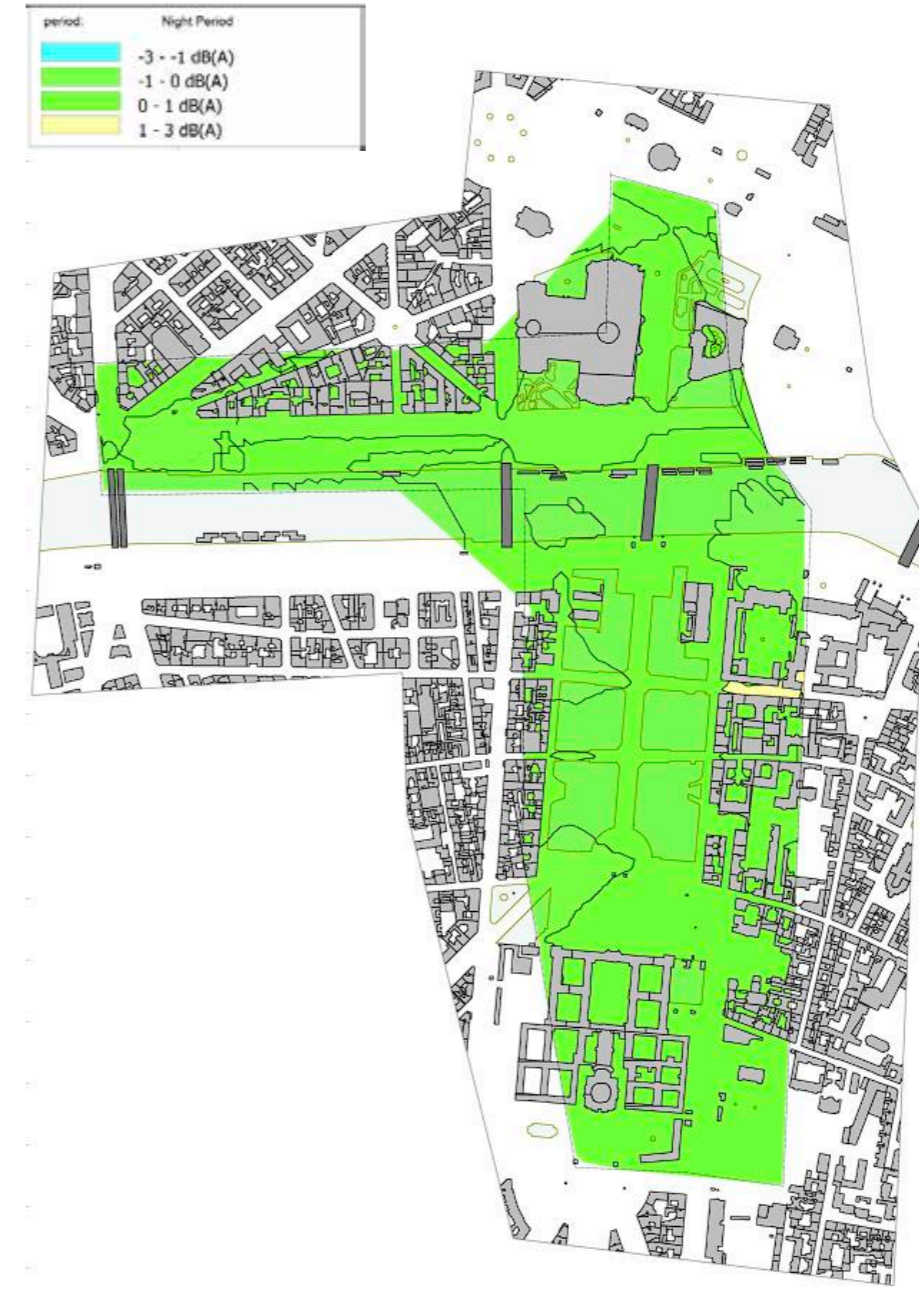


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

7.4.2 Zone des Invalides

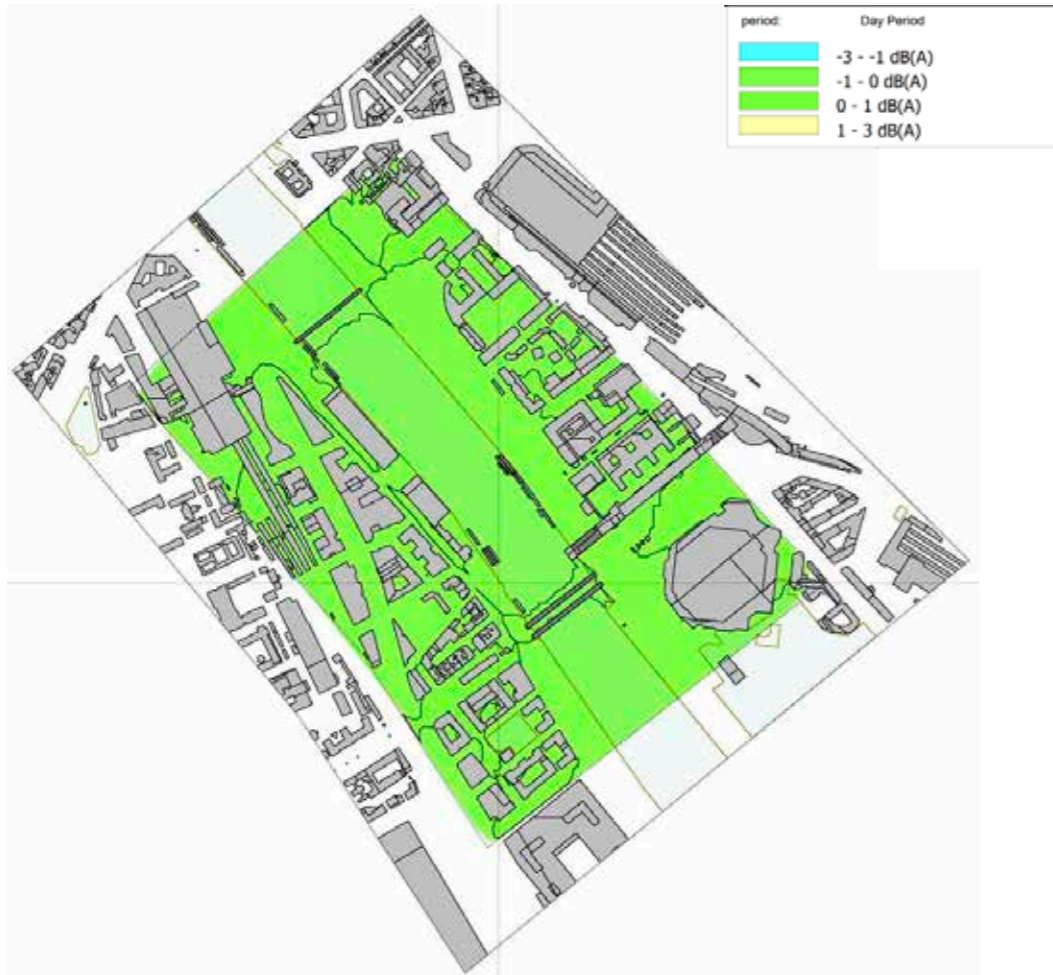


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)

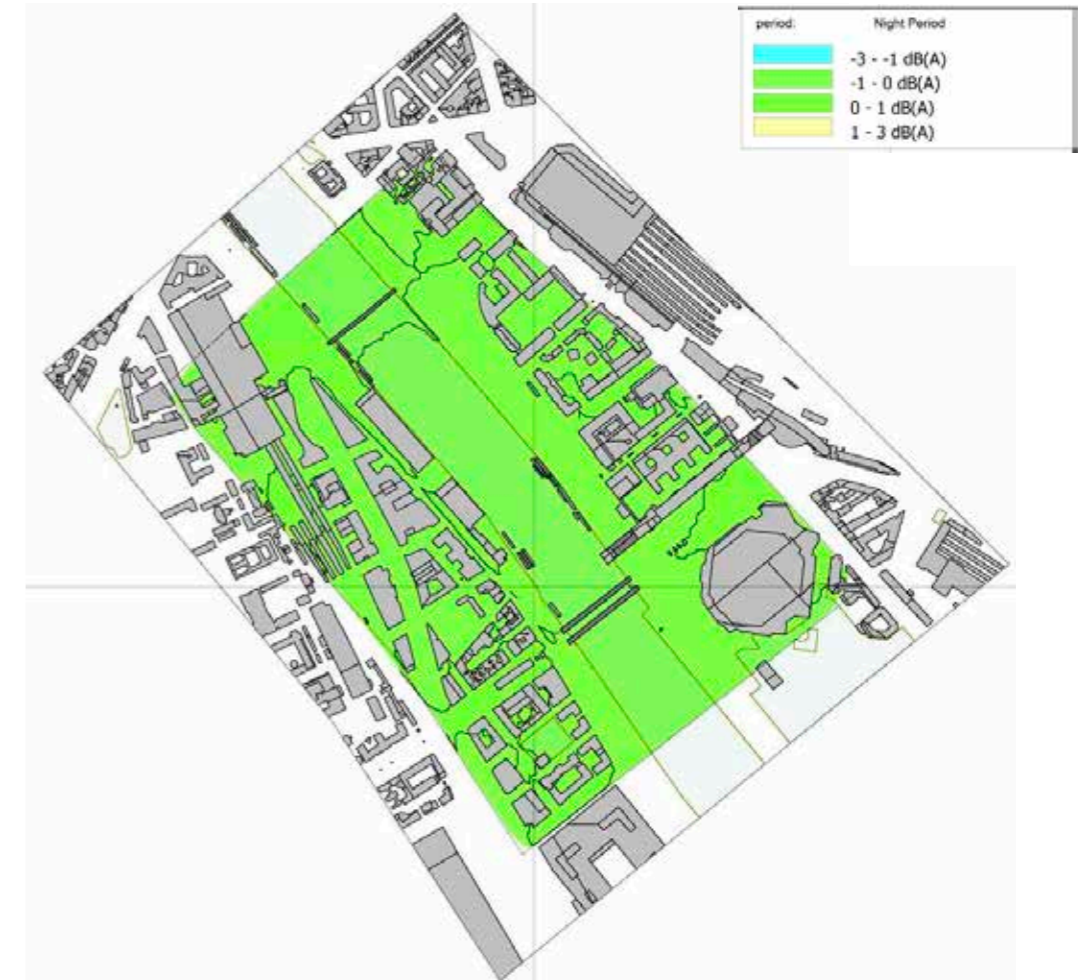


Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

7.4.3 Zone Bercy



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit de l'état projeté et « fil de l'eau », en période nocturne (22h-6h)

7.5 Analyse des niveaux sonores dans et à proximité de la ZTL - État avec projet Scr 5

Nous constatons que les niveaux sonores de l'état future avec projet par rapport à l'état future « Fil de l'eau » sont en baisse sur la Zone ZTL, avec des baisses de 2-3 dB(A) dans certaines rues :

- Avenue de l'Opéra
- Avenue du Général Lemonnier
- Rue du Colonel Driant
- Rue de Richelieu
- Rue de Seine
- Rue Saint Denis
- Boulevard Henri IV
- Rue Sainte-Anne
- Rue du Pont aux Choux

Pour repère, une baisse de 3 dB(A) correspond à une diminution de 50 % de l'intensité sonore du trafic.

A l'inverse, nous observons une légère augmentation du niveau sonore (inférieure à 3 dB(A)) sur les voies suivantes :

- Rue de l'Arsenal
- Rue de Sully / rue Mornay
- Rue Amelot
- Rue de Lille

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

- Rue Richelieu (64 dB(A) en période jour)
- Boulevard Henri IV (jusqu'à 63 dB(A) en période Jour)
- Rue de Bretagne (64 dB(A) en période jour)
- Rue Saint Denis (jusqu'à 57 dB(A) en période nuit)

L'étude de trafic met en évidence des baisses significatives de trafic (en PPM ou PPS selon les cas), sur certains axes routiers :

- Quai de la rive droite
- Boulevard Sébastopol
- Quai des Célestins
- Rue Réaumur

Cette baisse de trafic se traduit par une faible diminution du niveau de bruit (évolution entre 0 et -1 dB(A)), car nous travaillons avec les trafics PPM et PPS pour les convertir en données en période jour et nuit. Donc si une seule des 2 valeurs PPM ou PPS diminue, ceci ne se répercute pas nécessairement sur le niveau sonore ambiant de la rue.

De la même manière, l'étude de trafic met en évidence des augmentations significatives de trafic (en PPM ou PPS selon les cas), sur certains axes routiers :

- Boulevard Saint Martin

- Rue Royale
- Pont Charles de gaulle
- Quai Henri IV
- Quai Anatole France
- Pont de la Concorde

Cette hausse de trafic se traduit par une faible augmentation du niveau de bruit (évolution entre 0 et +1 dB(A)).

Pour la zone Invalides :

Il y a peu d'évolutions entre l'état futur « Fil de l'eau » et l'état projeté. Nous avons un écart inférieur à 1dB(A) sur toute la zone entre les deux états.

Sauf sur un tronçon de la rue de l'Université, où nous avons une augmentation inférieure à 2dB(A) du niveau de bruit.

Pour Bercy :

Il y a peu d'évolutions entre l'état futur « Fil de l'eau » et l'état projeté. Nous avons un écart inférieur à 1dB(A) sur toute la zone entre les deux états.

L'étude de trafic a fait ressortir des augmentations de trafic localement dans le secteur Bercy, Mais ces augmentations de trafic n'impactent pas de manière significative les niveaux sonores, car nous travaillons avec les trafics PPM et PPS pour les convertir en données en période jour et nuit. Donc si une seule des 2 valeurs PPM ou PPS diminue, ceci ne se répercute pas nécessairement sur le niveau sonore ambiant de la rue.

Comparaison entre Scénario 1 et 5

Nous constatons une diminution des nombres de voie avec des baisses de 2-3 dB(A) entre l'état future avec projet et l'état future « Fil de l'eau ».

Et une légère augmentation des nombres de voie avec des hausses de 2-3 dB(A) entre l'état future avec projet et l'état future « Fil de l'eau ».

Pour une comparaison plus poussée entre les scénarios, la carte de comparaison de l'état projeté entre scénarios 5 et 1 (Carte Scr5 - Carte Scr1) est en Annexe ([Annexe 2](#)).

La carte de bruit de comparaisons nous indique les quelques voies affectées par la différence de scénario.

On constate une hausse de 1 à 3 dB(A) dans les rues suivantes :

- Rue Saint-Honoré
- Rue Scribe
- Rue Arcole
- Quai de Béthune
- Rue Sully / rue Mornay
- Rue Amelot

On constate une baisse de 1 à 3 dB(A) dans les rues suivantes :

- Rue Picardie
- Rue de Sevigné

7.6 Populations exposées au bruit - État futur avec projet

La méthodologie est expliquée dans le paragraphe 4.5 de la présente note.

Les figures ci-dessous présentent le nombre et le pourcentage de population exposé au bruit de l'état projeté, selon les indicateurs de la Directive EU 2002/49/CE :

- Lden (« Day Evening Night Level ») : prend en compte le niveau sonore des périodes jour, soirée et nuit, pour une durée de 24 heures.
- Ln (« Night Level ») : prend en compte le niveau sonore en période nuit, de 22h à 6h.

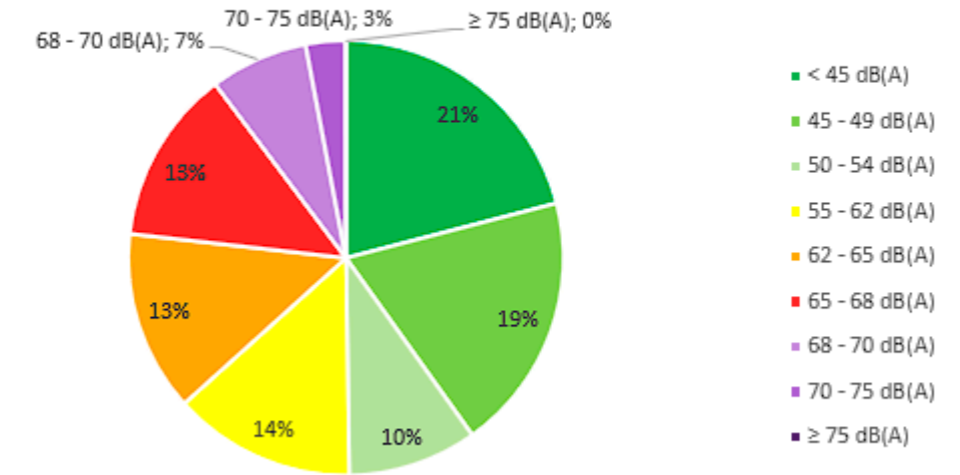
Les niveaux d'exposition sont exprimés par pas de 5 dB(A) entre 45 et 75 dB(A) et en incorporant les valeurs limites.

Ces calculs sont réalisés sur la population habitant dans la zone d'étude acoustique de la ZTL, ce qui prend en compte 137 960 personnes et 111 810 logements (Données issues de « Densibati2016 »).

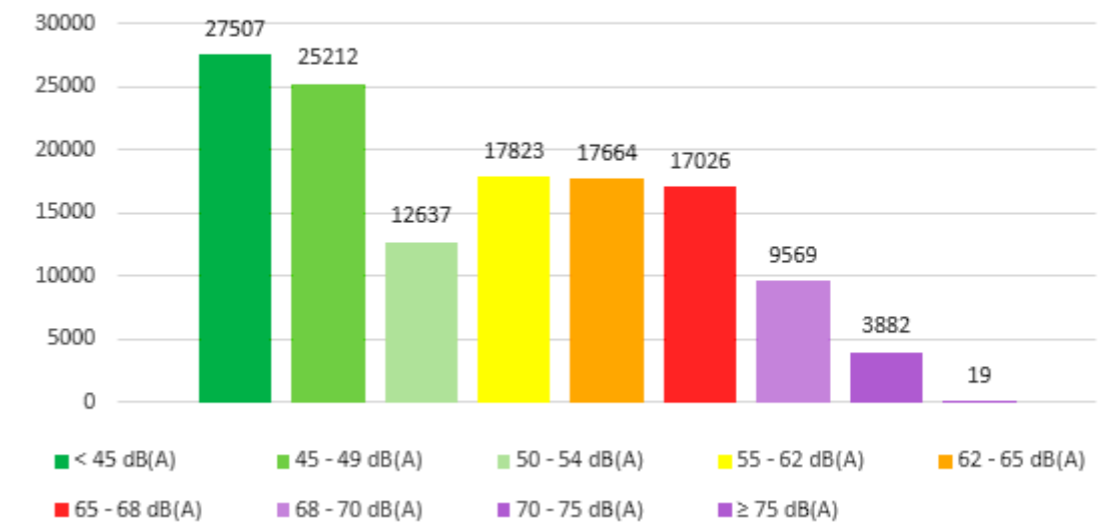
L'article 7 de la transposition en droit français de la directive européenne 2002/49/CE (arrêté du 4 avril 2006) fixe des valeurs limites pour les différentes sources de bruit.

Pour le bruit lié au trafic routier, les valeurs limites sont de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et de 62 dB(A) selon l'indicateur Ln.

Pourcentage de population exposées au Bruit -
Période Lden

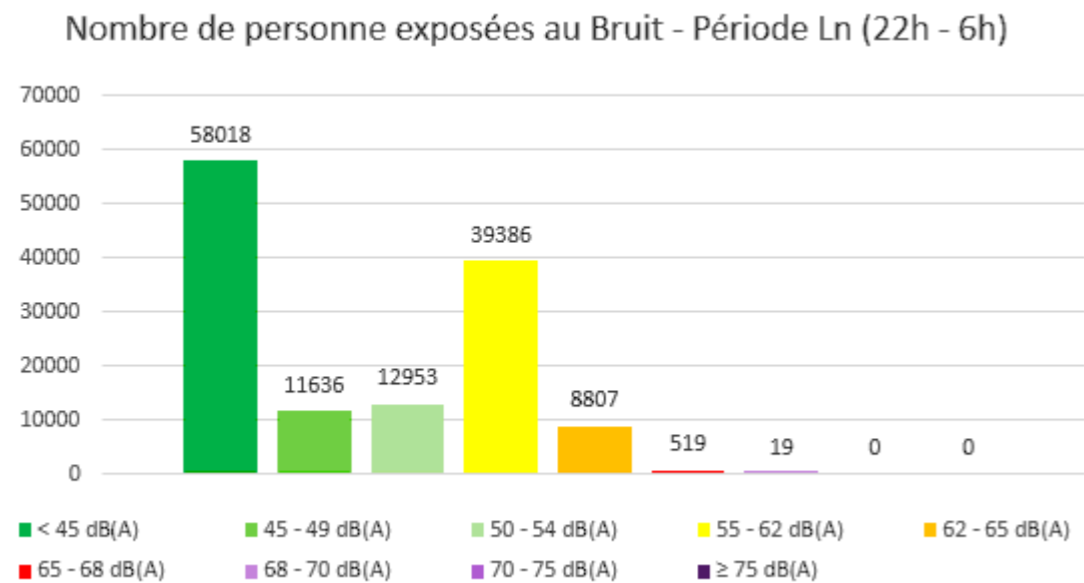
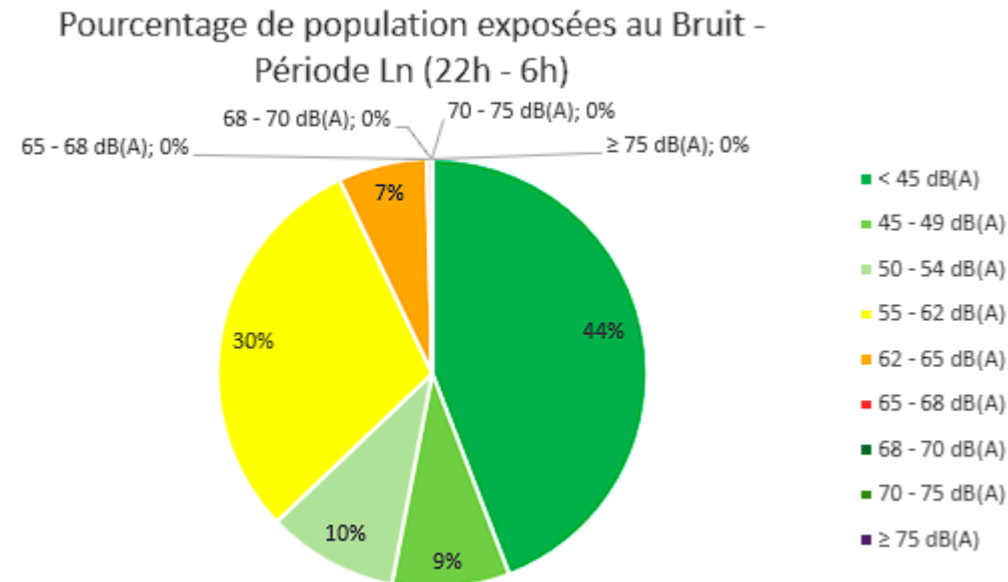


Nombre de personnes exposées au au Bruit - Période Lden



On observe qu'environ 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposé à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Lden, soit 13 470 personnes.

On remarque que 642 personnes ne sont plus exposées à un niveau sonore supérieur à la valeur limite Lden (68 dB(A)) dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».



On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), soit 9 345 personnes.

On remarque que 138 personnes ne sont plus exposées à un niveau sonore supérieur à la valeur limite Ln dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

Nous ne remarquons aucune différence significative sur les populations exposées au bruit entre les scénarios 1 et 5.

8 CONCLUSIONS

8.1 Scénario 5

Entre l'état « Fil de l'eau » sans projet et l'état avec projet Scr 5, nous constatons que les niveaux sonores connaissent des baisses de 2-3 dB(A) dans certaines rues du périmètre d'étude bruit de la ZTL :

- Avenue de l'Opéra
- Avenue du Général Lemonnier
- Rue du Colonel Driant
- Rue de Richelieu
- Rue de Seine
- Rue Saint Denis
- Boulevard Henri IV
- Rue Sainte-Anne
- Rue du Pont aux Choux

Pour repère, une baisse de 3 dB(A) correspond à une diminution de 50 % de l'intensité sonore du trafic.

A l'inverse, nous observons une légère augmentation du niveau sonore (inférieure à 3 dB(A)) sur les voies suivantes :

- Rue de l'Arsenal
- Rue de Sully / rue Mornay
- Rue Amelot
- Rue de Lille

On observe que certaines routes qui étaient en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » passent en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) à l'état projeté :

- Rue Richelieu (64 dB(A) en période jour)
- Boulevard Henri IV (jusqu'à 63 dB(A) en période Jour)
- Rue de Bretagne (64 dB(A) en période jour)
- Rue Saint Denis (jusqu'à 57 dB(A) en période nuit)

Mais, nous n'observons plus de routes qui étaient en ambiance modérée (<65dB(A) en période jour et <60dB(A) en nuit) dans l'état futur « Fil de l'eau » qui passent en ambiance non modérée (>65dB(A) en période jour et >60dB(A) en nuit) à l'état projeté.

On observe que 10% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Lden (68 dB(A)), dans les états futurs sans projet (Fil de l'eau) et avec projet, contre 28% sur l'état initial.

On observe qu'environ 7% de la population, comprise dans la zone de l'étude bruit de la ZTL, est exposée à un niveau sonore supérieur à la valeur limite de la période Ln (62 dB(A)), dans les états futurs sans projet (Fil de l'eau) et avec projet, contre 23% sur l'état initial.

On observe une légère baisse du nombre de personnes exposées à un niveau sonore supérieur aux valeurs limites Lden et Ln dans l'état futur avec projet ZTL par rapport à l'état futur « Fil de l'eau ».

8.2 Comparaisons entre scénarios Scr1 et Scr5

8.2.1 Comparaison Scr1 et Scr5

Globalement la carte de bruit n'est pas impactée par le changement de scénario, mais on constate une hausse de 1 à 3 dB(A) dans les rues suivantes :

- Rue Saint-Honoré
- Rue Scribe
- Rue Arcole
- Quai de Béthune
- Rue Sully / rue Mornay
- Rue Amelot

Et on constate une baisse de 1 à 3 dB(A) dans les rues suivantes :

- Rue Picardie
- Rue de Sevigné

8.2.2 Comparaison des cartes de différences

Nous avons comparé les cartes de différences du Scr1 (avec Fil de l'eau) et du Scr5 (avec Fil de l'eau).

Globalement la carte de bruit n'est pas impactée par le changement de scénario, mais on constate certaines hausses et certaines baisses de 1 à 3 dB(A) dans les rues suivantes :

- Nouvelle hausse de 1 à 3 dB(A) :
 - Rue de Sully / rue Mornay
 - Rue Amelot
 - Rue de Lille
- Nouvelle baisse de 1 à 3 dB(A) :
 - Avenue du Général Lemonnier
 - Rue Sainte-Anne
 - Rue du Pont aux Choux
- Ancienne hausse du Scr1 qui ne sont plus :
 - Rue de Picardie
- Ancienne baisse du Scr1 qui ne sont plus :
 - Rue d'Arcole
 - Rue de Bretagne
 - Rue des Francs Bourgeois / Place des Vosges
 - Quai de Béthune

Avec le scénario 5, nous n'avons plus la zone d'ambiance modérée qui passait en zone d'ambiance non modérée.

Et nous ne remarquons aucune différence sur les pourcentages des populations exposées au bruit entre les scénarios 1 et 5.

Nous pouvons donc conclure que le Scr5 n'apporte pas de changement significatif à l'étude bruit du Scr1.

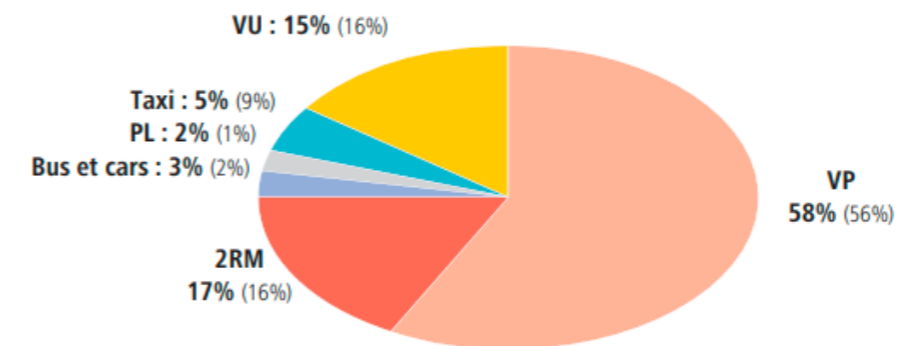
9 ANNEXE 1 – DONNEES D'ENTREES

9.1 Composition du trafic parisien

On considère la composition du trafic parisien relevée lors de l'enquête composition de trafic menée par la Ville de Paris en novembre 2019.

Extrait « Le bilan des déplacements en 2019 à Paris » ([page 26](#)) :

Paris intra-muros



9.2 Vitesses

Les vitesses des véhicules en circulation dépendent des voies empruntées et de la période.

Dans les modèles, elles sont intégrées de la même manière pour tous les types de véhicules. D'après les données de vitesse de la Ville de Paris, on attribue en km/h les vitesses suivantes :

	Rues limitées à 30 km/h	Rues limitées à 50 km/h
Période Jour	25	45
Période Nuit	30	50

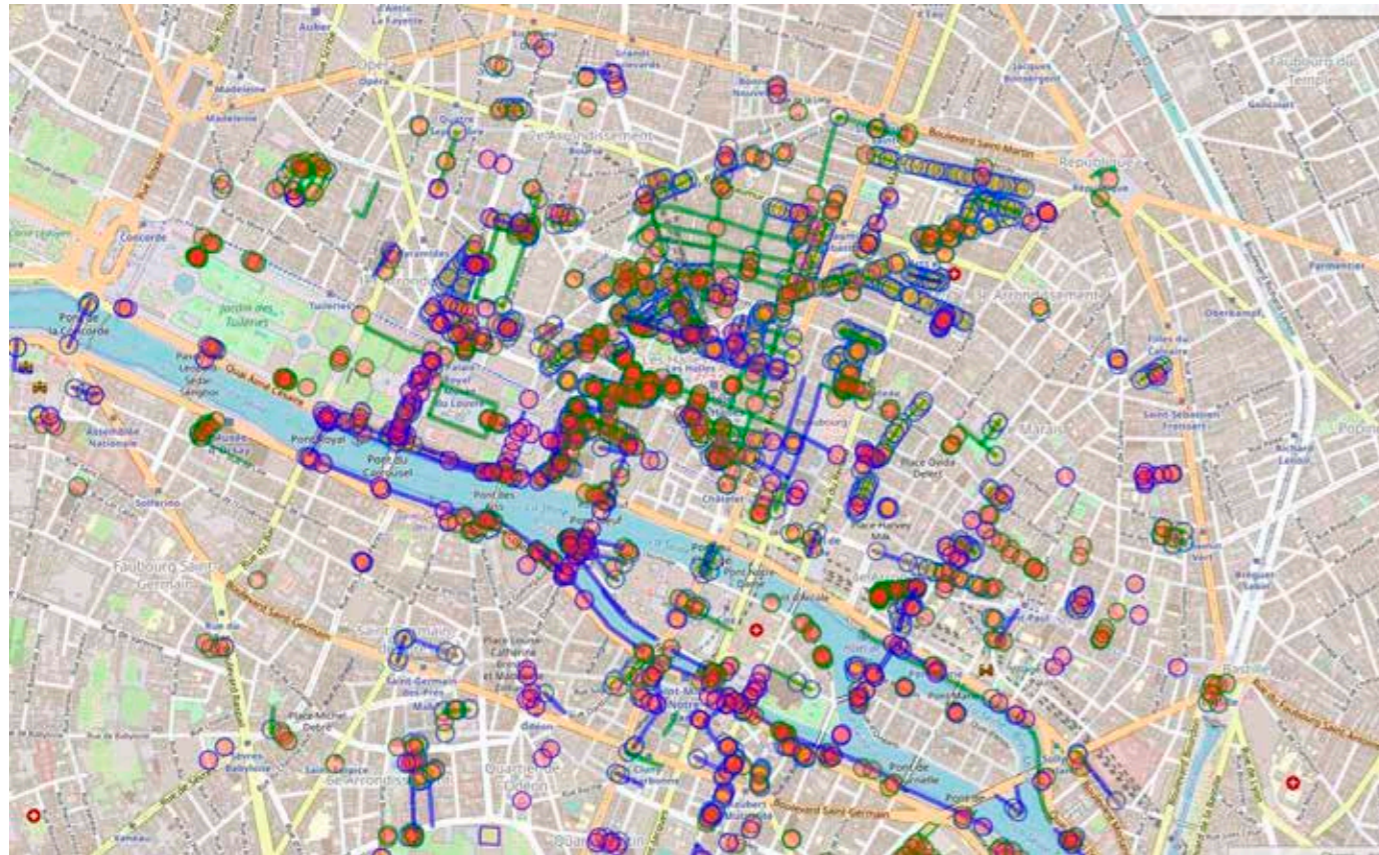
Depuis le 30 août 2021 la vitesse de circulation est limitée à 30 km/h dans la grande majorité des rues de la capitale, hormis le périphérique, les boulevards des Maréchaux et quelques axes.

<https://www.paris.fr/pages/generalisation-de-la-vitesse-a-30-km-h-les-parisiens-ont-donne-leur-avis-16967>

<https://cdn.paris.fr/paris/2021/06/29/b37f13917d3d5e94b856375633fcd827.pdf>

9.3 Routes Pavées

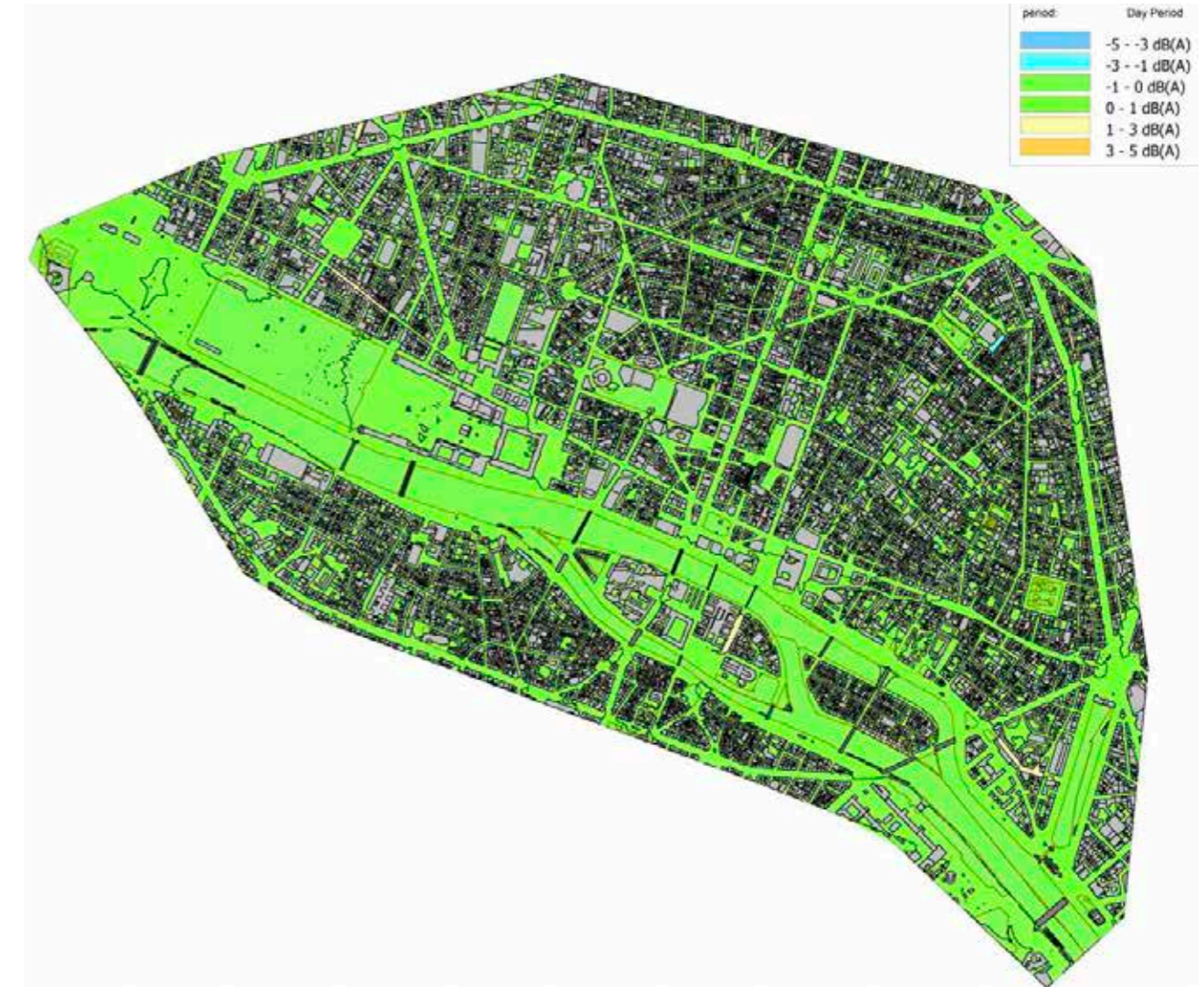
Le revêtement du sol joue un rôle important sur le bruit de circulation routière. Cet aspect a été modélisé via les données de Geovelo et les données de OpenStreetMap.



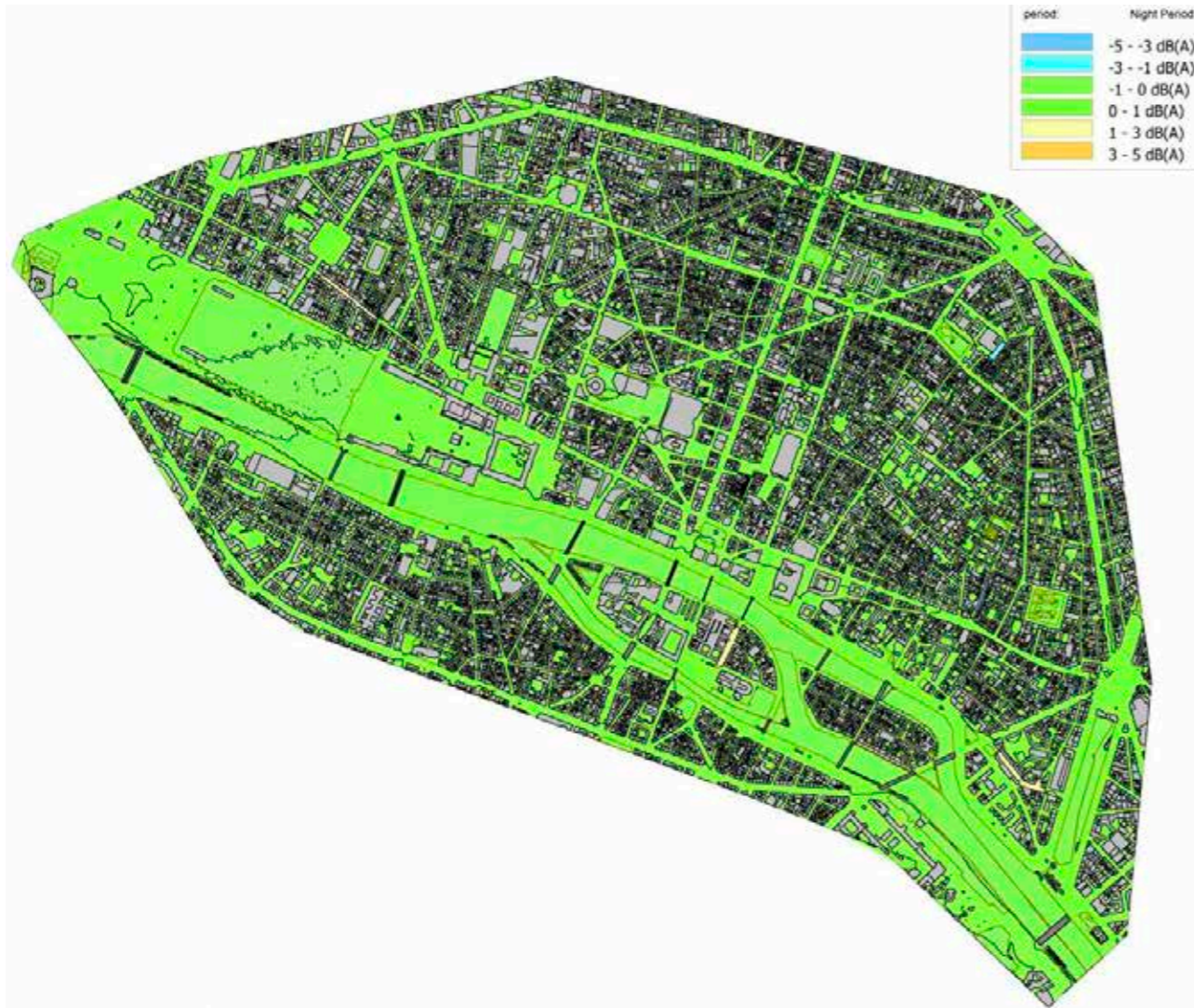
Carte de OpenStreetMap, représentant les voies pavées des sept premiers arrondissements.

10 ANNEXE 2 – CARTE DE COMPARAISON ENTRE SCENARIOS

10.1.1 ZTL



Différences des cartes de bruit entre scénarios (scenario 5 – scenario 1), en période diurne (6h-22h)



Différences des cartes de bruit entre scénarios (scenario 5 – scenario 1), en période nocturne (22h-6h)



ZONE À TRAFIC LIMITÉ

PARIS CENTRE
(1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e arrondissements)

DOSSIER D'ENQUÊTE PUBLIQUE



ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT

Annexe 11 :
Scénario Variante - Bilan Carbone – SYMOE

ENQUÊTE PUBLIQUE
DU 11 AVRIL 2024 AU 13 MAI 2024

PARIS
RESPIRE

www.registre-numerique.fr/ztl-paris

PIÈCE

III.6.b

ANNEXES À L'ÉTUDE D'IMPACT
Annexe 11 :
Scénario Variante - Bilan Carbone – SYMOE



VILLE DE PARIS
DIRECTION DE LA VOIRIE ET DES DEPLACEMENTS
AGENCE DE LA MOBILITE

ZONE A TRAFIC LIMITE

1, 2,3 ET 4EME ARRONDISSEMENTS

ETUDE D'IMPACT

BILAN CARBONE

Etude du scénario complémentaire

INDICE	Date	Modifications / Commentaires	Etabl.	Vérif.
0.a	08/09/2023	Création du document	M. Musy	E. Woestelandt
0.b	24/10/2023	MAJ pour prise en compte remarques VDP	M. Musy	E. Woestelandt

Lille : 677 av. de la République 4^{ème} étage - 59000 Lille - 03 20 74 59 14
Nantes : 8, rue de Saint Domingue - Le Solilab - 44200 Nantes - 02 85 52 33 79
contact@symoe.fr - symoe.fr

Sommaire

Glossaire	3
1. Etude des Gaz à effet de Serre et Bilan Carbone	4
1.1. Contexte	4
1.2. Définition des périmètres	4
1.2.1. Périmètre organisationnel.....	5
1.2.2. Périmètre opérationnel.....	5
1.2.1.1. Zone géographique et surfaces considérées.....	5
1.2.3. Périmètre temporel.....	5
1.3. Outils de calcul	5
1.2.2.1. Emissions récurrentes.....	5
1.3.1. Facteurs d'émissions.....	5
1.2.2.2. Emissions non prises en compte dans l'étude	5
1.4. ANALYSE DE l'état initial	6
1.4.1. Description des principaux éléments constituant le bilan	6
1.3.1.1. Transports	5
1.4.2. Analyse de l'état initial carbone de la ZTL.....	7
1.4.1.1. Flux de déplacements.....	6
1.4.1.2. Motorisations.....	6
1.4.3. Comparaison de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris.....	8
1.4.2.1. Bilan général	7
1.4.2.1. Analyse détaillée de l'impact carbone des déplacements.....	7
1.5. Analyse des scénarios « fil de l'eau » et « projet » pour le scénario 5	10
1.4.3.1. Répartition comparative des impacts carbone associés.....	8
1.5.1. Rappel des objectifs de la création de la ZTL.....	10
1.4.3.2. Répartition des flux et des impacts par type de véhicule	9
1.5.2. Evolution des principaux éléments constituant le bilan.....	10
1.4.3.3. Répartition des impacts par type de carburant	9
1.5.3. Evolution des émissions de GES de la ZTL selon les différents scénarios.....	11
1.5.2.1. Flux de déplacements.....	10
1.5.2.1. Motorisations.....	10
1.5.4. Evolution de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL scénario 5 et Paris (hors boulevard périphérique).....	13
1.5.3.1. Comparaison de l'impact global des différents scénarios.....	13
1.5.3.2. Evolution de l'impact carbone des déplacements	11
1.5.3.2.1. Répartition de l'impact carbone des déplacements – Scénario Fil de l'eau.....	14
1.6. Conclusion générale	14
2. Analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement	15
3. ANNEXE	16
1.5.4.1. Répartition comparative des impacts carbone associés.....	13

3.1. Flux de véhicules par typologie et motorisation – détail des distances parcourues..... 16

3.1.1.1. ZTL scénario 5 - état initial.....	16
3.1.1.2. ZTL scénario 5 « fil de l'eau ».....	16
3.2. Flux de véhicules par typologie et motorisation – détail des émissions de GES	17
3.1.1.3. ZTL scénario 5 « Projet ».....	17
3.2.1. ZTL – scénario 5.....	17
3.1.1.4. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique scénario 5 Fil de l'eau*.....	16
3.1.1.1. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique scénario 5 projet*	16
3.2.1.1. ZTL scénario 5 - état initial.....	17
3.2.1.2. ZTL scénario 5 « fil de l'eau ».....	17
3.2.1.3. ZTL scénario 5 « Projet ».....	17
3.2.1.4. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique scénario 5 Fil de l'eau*.....	17
3.2.1.1. Paris Intramuros + Boulevard Périphérique scénario 5 projet*	17

Liste des figures

Figure 1 - Périmètre de la ZTL – Scénario initial (Source : QGis d'après données Ville de Paris)	4
Figure 2 - Périmètre de la ZTL – Scénario 5 (Source : QGis d'après données Ville de Paris)	4
Figure 3 - Extrait de la documentation de la base ADEME.....	5
Figure 4 - Répartition des flux dans la ZTL en fonction des motorisations et types de véhicule – Etat initial scénario 5	7
Figure 5 - Répartition des émissions de CO2 dans la ZTL en fonction des motorisations et types de véhicules – Etat initial scénario 5	7
Figure 6 - Comparaison de l'état initial des flux de circulation - ZTL (Scénario 5) et PIM.....	8
Figure 7 - Comparaison de l'état initial des émissions de CO2 liées aux transports - ZTL (Scénario 5) et PIM	8
Figure 8 - Comparaison de l'état initial des flux de circulation - ZTL (Scénario 5) et PIM-BP inclus.....	8
Figure 9 - Comparaison de l'état initial des émissions de CO2 liées aux transports - ZTL (Scénario 5) et PIM-BP inclus	8
Figure 10 - Répartition des flux par type de véhicule - ZTL / Paris et BP	9
Figure 11 - Répartition des impacts CO2 par type de véhicule - ZTL / Paris et BP	9
Figure 12 - Répartition des impacts CO2 par type de carburant - ZTL / Paris et BP.....	9
Figure 13 - Répartition du trafic routier selon les scénarios	10
Figure 14 - Comparaison de l'impact carbone global des différents scénarios.....	11
Figure 15 Répartition des flux dans la ZTL scénario 5 - scénario fil de l'eau	11
Figure 16 - Répartition des impacts CO2 dans la ZTL scénario 5- scénario fil de l'eau	11
Figure 17 - Répartition des flux dans la ZTL scénario 5 - scénario projet	12
Figure 18 - Répartition des impacts CO2 dans la ZTL scénario 5 - scénario projet	12
Figure 19 - Evolution des émissions de GES dans Paris + BP, PIM hors ZTL et ZTL scénario 5.....	13

GLOSSAIRE

Sigle	Signification
GES	Gaz à effet de Serre : Ce sont les gaz qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent ainsi au réchauffement de l'atmosphère. Le principal gaz à effet de serre surveillé aujourd'hui dans le bâtiment est le dioxyde de carbone. Il est issu des énergies fossiles servant à chauffer les bâtiments.
T. eq. CO₂	Tonne équivalent CO ₂
ZTL	Zone à trafic Limité
PIM	Paris Intramuros
BP	Boulevard périphérique
VP	Voiture particulière
VUL	Véhicule utilitaire léger
PL	Poids lourds (dont bus)
2R	2 roues
2RM	2 roues motorisées

1. ETUDE DES GAZ A EFFET DE SERRE ET BILAN CARBONE

Sources

- Simulations de trafic AIMSUN 2017 et 2024 (fil de l'eau et avec projet), pour la variante « scénario 5 »
- Enquête plaques Ville de Paris réalisée en 2019 et projection à horizon 2024
- Base carbone ® de l'ADEME : base de données et documentation
- Méthode Label Bas Carbone, méthode « boisement »

1.1. CONTEXTE

La création de la ZTL (Zone à Trafic Limité) dans les 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} arrondissements de Paris a pour objectif de réduire les flux de véhicules transitant par les arrondissements centraux de la ville, afin d'apaiser la circulation, améliorer la sécurité routière; rééquilibrer l'espace public en faveur des piétons, des transports en commun et des cyclistes ; et inciter au report modal. Pour la réalisation de ce projet, un premier périmètre a été défini, tel qu'illustré sur le plan ci-dessous.

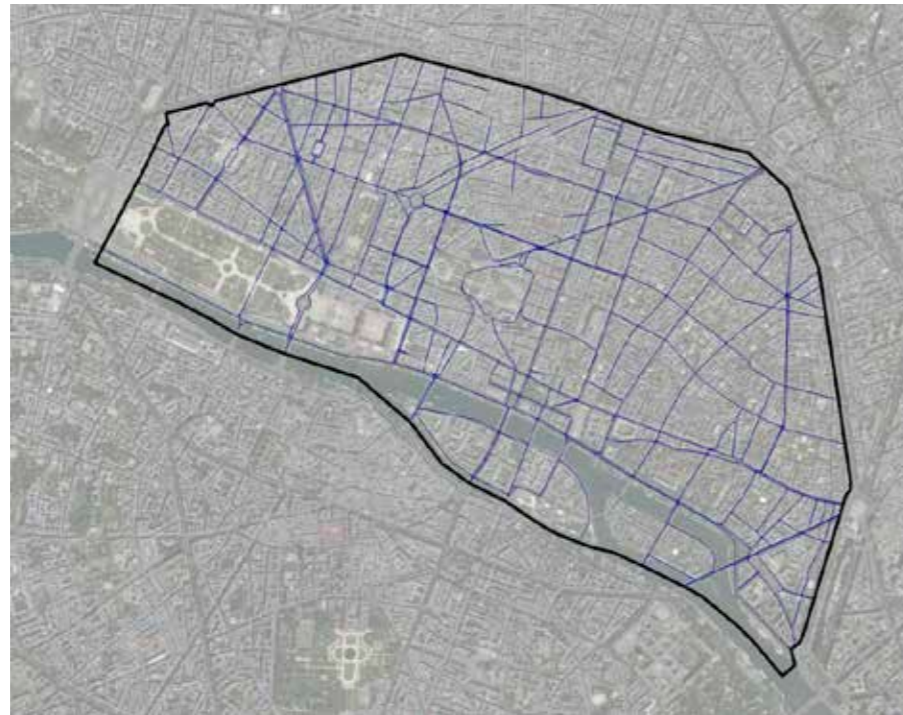


Figure 1 - Périmètre de la ZTL – Scénario initial (Source : QGis d'après données Ville de Paris)

L'évaluation de l'impact de ce projet sur les émissions de gaz à effets de serre de la capitale montre que par rapport au scénario fil de l'eau, le projet de ZTL sur le périmètre ci-dessus conduit à une évolution négligeable des émissions de GES sur le territoire parisien.

A l'issue de cette première étude, un nouveau périmètre ZTL a été étudié comme variante. Ce nouveau périmètre, illustré ci-dessous, exclut notamment les îles et les quais de la rive droite entre la place de la Concorde et le bassin de l'Arsenal, à l'exception des quais dans la direction est-ouest depuis le boulevard Morland vers le quai de l'Hôtel de Ville. L'objectif de la présente étude est d'analyser les impacts de ce nouveau scénario.



Figure 2 - Périmètre de la ZTL – Scénario 5 (Source : QGis d'après données Ville de Paris)

Pour ce nouveau scénario, nous analyserons dans un premier temps, l'impact carbone des flux routiers sur le périmètre de la ville de Paris intramuros et du boulevard périphérique, puis son évolution pour l'état « fil de l'eau », sans mise en place de la ZTL, et pour l'état projet, selon les reports de trafic générés par la mise en œuvre de la ZTL.

1.2. DEFINITION DES PERIMETRES

Un bilan carbone analyse les émissions de gaz à effet de serre émis par les activités humaines. Il recense plusieurs types d'émissions :

Les émissions ponctuelles englobent par exemple les émissions carbone liées à la construction d'un bâtiment. Ces émissions sont amorties linéairement, en règle générale sur 50 ans.

Les émissions récurrentes comprennent par exemple les émissions liées aux consommations énergétiques des bâtiments (chauffage, électricité, eau...) ou encore aux déplacements (transports en commun, voiture...) des personnes habitant dans le périmètre (résidents) et des visiteurs.

Ces émissions peuvent être directes (énergie consommée) **ou indirectes** (liées aux déplacements des visiteurs et des résidents, ou encore au traitement des déchets).

Il est important d'identifier les périmètres organisationnel, opérationnel et temporel impactant le bilan (activités, déplacements).

1.2.1. Périmètre organisationnel

L'étude précédente ayant démontré l'impact mineur des espaces verts et de l'éclairage sur le bilan carbone du projet initial, seules les émissions récurrentes liées aux transports seront étudiées pour ce nouveau scénario.

Les données utilisées pour la réalisation de ce bilan carbone sont issues des trafics routiers modélisés par Aimsun (« scénario 5 ») et des données issues de l'enquête plaques réalisée par la Ville de Paris pour la composition du parc automobile en 2019, et projetée à horizon 2024. La méthodologie est décrite dans la partie de l'étude relative à la qualité de l'air réalisée par ARIA.

ZONE GEOGRAPHIQUE ET SURFACES CONSIDEREES

- **Périmètre 1 : ZTL – scénario 5**

Le premier périmètre de l'étude est celui de la ZTL, défini selon le « scénario 5 » proposé par Aimsun. Sa surface est de 458ha.

- **Périmètre 2 : Paris Intramuros**

Le deuxième périmètre de l'étude est celui de Paris intramuros (hors bois de Boulogne et Parc de Vincennes), boulevard périphérique inclus. Sa surface est environ de 8760ha.

Les périmètres étudiés pour l'état initial comprennent les linéaires de voirie suivants :

	ZTL – « Scénario 5 »	Paris intramuros
Voiries (linéaires)*	130 km	1 837 km

* Pour les voiries, l'analyse se base sur les mêmes linéaires que ceux modélisés par Aimsun. Ces linéaires diffèrent des linéaires de voiries renseignés dans la base de données open data de la ville de Paris. La méthodologie liée à la modélisation des trafics routiers est décrite dans l'étude d'impact concernant le périmètre d'étude initial.

1.2.2. Périmètre opérationnel

EMISSIONS RECURRENTES

Seules les émissions récurrentes liées aux déplacements sont prises en compte dans cette étude. Cela englobe les déplacements depuis, vers ou à l'intérieur du périmètre étudié, effectués par les résidents ou les visiteurs. Ces émissions sont calculées à partir des trafics routiers modélisés par Aimsun, et selon les résultats de l'enquête plaques réalisée par la Ville de Paris en 2019 pour l'état initial; et retraitée à l'horizon 2024 pour le scénario projet. L'analyse prend en compte la répartition des différents modes de transports à l'intérieur du périmètre (voiture, utilitaires, poids lourds, 2 roues), et le type d'énergie utilisée (diesel, essence, électricité...).

Ces émissions seront analysées pour le nouveau scénario dit « scénario 5 », ainsi que pour le périmètre « Paris intramuros et boulevard périphérique ».

EMISSIONS NON PRISES EN COMPTE DANS L'ETUDE

Les éléments suivants ne sont pas inclus dans l'étude :

- Les consommations énergétiques liées à l'éclairage public
- Le captage de CO2 généré par les espaces verts sur le périmètre de la ZTL.
- La signalisation nécessaire pour la mise en œuvre de la ZTL. Ces éléments sont exclus de l'étude, compte tenu de leur faible impact attendu sur le bilan carbone.
- Les consommations énergétiques des bâtiments
- Les consommations d'eau des bâtiments
- Les déchets ménagers et d'activités
- L'approvisionnement alimentaire
- Les transports aériens (personnes et marchandises)

1.2.3. Périmètre temporel

Un bilan carbone est en général annuel. Les émissions récurrentes sont donc actualisées chaque année. La prise en compte des émissions ponctuelles dépend en revanche de leur impact à moyen et long terme. Par exemple, pour la construction des bâtiments, la durée de vie considérée est de 50 ans, ce qui correspond à leur durée de vie moyenne, durant laquelle aucuns travaux lourds de rénovation ne sont nécessaires. Au-delà de cette période, ces émissions n'apparaissent plus dans le bilan.

La première partie de cette étude constitue le diagnostic de l'état initial de la ZTL. La seconde partie de l'étude permettra une évaluation comparative de l'impact carbone du futur projet d'aménagement avec le scénario « fil de l'eau », c'est à dire sans aménagement.

Le périmètre opérationnel défini ne comprend pas d'émissions ponctuelles. En conséquence, **seules les émissions récurrentes seront comptabilisées dans cette analyse (état initial, projet et fil de l'eau).**

1.3. OUTILS DE CALCUL

Le calcul des émissions carbone s'effectue via la **multiplication d'une quantité U** (KWh consommés, mètres linéaires de voirie, nombre d'arbres ...) **par un facteur d'émissions FE exprimé en kgCO₂ eq./ U**. En cas de stockage carbone (par exemple dans le cas de la présence d'espaces arborés importants), le résultat de ce calcul peut être négatif.

Notre étude s'appuie sur plusieurs outils :

- Logiciel QGIS (système d'information géographique), pour le traitement des données Open Data de la Ville de Paris et des données de trafics routiers AIMSUN.
- Base Carbone ® de l'ADEME (V22.0 du 4/06/2022) pour les facteurs d'émissions des consommations énergétiques et des déplacements

1.3.1. Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés pour la réalisation de cette étude sont tirés de la Base Carbone ®. Ces facteurs seront considérés comme constants entre l'état initial et les scénarios fil de l'eau et projet.

TRANSPORTS

Les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées en fonction du nombre de kilomètres parcourus au sein du périmètre étudié, et en fonction du moyen de transport utilisé et de sa motorisation. Le facteur d'émission utilisé comprend à la fois une part d'émissions liées à la fabrication du véhicule, une part liée à la consommation de carburant (amont + combustion) pendant les km parcourus.

Précisions sur les facteurs d'émission liés au transport :

Pour les transports, les facteurs d'émissions de la base ADEME sont calculés à partir de différentes sources et données d'entrées. Elles sont consultables sur la documentation (en ligne ou téléchargeable), par exemple pour les transports de marchandises les charges utiles des utilitaires et des poids lourds sont :

	Unité BC	Facteur kgCO ₂ /kg de véhicule	Charge utile (en tonnes)	Durée de vie en km	Masse type (en tonnes)
Marchandise					
VUL < 3,5 tonnes thermique	/t.km	Voiture	0,3	194 400	2,3
Rigide - 3,5 à 7,5 tonnes thermique	/t.km	Poids lourds	2,5	372 000	3,5
Articulé 34 à 40 tonnes - thermique	/t.km	Poids lourds	16,3	750 000	15,4

Figure 3 - Extrait de la documentation de la base ADEME

L'année de référence pour les facteurs d'émission pour chaque type de motorisation est 2018. Ce facteur est défini à partir d'une moyenne nationale calculée à partir de la totalité du parc routier roulant à cette date. Cette donnée n'est pas détaillée par région, ville ou agglomération.

1.4. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

1.4.1. Description des principaux éléments constituant le bilan

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /km)	Deux Roues Motorisées (2RM) « Cyclomoteur, usage Mixte (2018) »	
	Cyclomoteur (essence)	Electrique (trottinette)
Identifiant base carbone	27989	28329
Total	0,0763	0,0249
Fabrication	0,0119	0,0229
Carburant (amont + combustion)	0,0644	0,002

FLUX DE DEPLACEMENTS

Les flux de déplacements pour l'état initial ont été estimés sur la base de la simulation de trafic AIMSUN pour l'année 2017. Les cartes du trafic sont détaillées dans l'étude initiale analysant la qualité de l'air, réalisée par AIRA.

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /km)	Voiture particulière (VP) « moyenne parc toutes motorisation (2018) »					
	Essence	Diesel	Gaz Naturel pour Véhicules (GNV)	Hybride essence (full)	Hybride Diesel (mild)	Electrique
Identifiant base carbone	27965	27966	27967	28008	28010	28007
Total	0,223	0,212	0,221	0,183	0,217	0,103
Fabrication	0,0256	0,0256	0,0256	0,0481	0,0403	0,0836
Carburant (amont + combustion)	0,1978	0,1865	0,1962	0,1347	0,1773	0,0198

MOTORISATIONS

Comme pour la première étude, la répartition des flux routiers en fonction des types de véhicules et de leur motorisation se base, pour la situation initiale, sur les données agrégées du parc roulant technologique 2019 selon la nomenclature « CITEPA » pour le boulevard périphérique et Paris intra-muros, produites par Airparif, sur la base de l'enquête plaques réalisée en novembre 2019 par la Ville de Paris. Ces données fournissent la répartition du parc roulant pour tous les types de véhicules (VP, VUL, PL, Bus et Cars, 2RM) par normes et catégories.

Le parc 2019 a été projeté à l'horizon 2024 en appliquant au parc parisien les évolutions projetées par le CITEPA entre 2019 et 2024. Le scénario utilisé par le CITEPA est le scénario "Avec Mesures Existantes". Ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées avant le 1er juillet 2016. Les autres restrictions prévues dans les années futures mais non réglementées à ce jour n'ont pas été prises en compte pour les scénarios futurs, ce qui constitue une hypothèse majorante.

Le détail de cette répartition est présenté dans l'étude d'impact initiale.

Facteur d'émission (kg eqCO ₂ /t.km)	Véhicule Utilitaire Léger <3,5t (VUL) « flotte moyenne française, VUL <3,5t » (pour charge utile 0,3 tonnes)			VUL et PL ** « flotte moyenne française, rigide 3,5/7,5t » (pour charge utile 2,5 tonnes)		Poids Lourds (PL) « flotte moyenne française, articulé 34/40t » (pour charge utile 16,3 tonnes)	
	Essence	Diesel (7% biodiesel)	Hybride essence	Electrique **	Diesel (7% biodiesel)	GNV	
Identifiant base carbone	28023	28022		28030	28041	28042	
Total	1,16	0,826		0,058	0,0823	0,0798	
Fabrication	0,153	0,153		0,0113	0,0038	0,0038	
Carburant (amont + combustion)	1,01	0,673		0,0467	0,0785	0,076	
Rapporté à la charge utile (kg eqCO₂/km)	0,348	0,2478	0,348*	0,145	1,3415	1,1731	

* Le facteur d'émission pour les véhicules utilitaires hybrides essence n'étant pas disponible dans la base ADEME, nous avons gardé le facteur d'émission essence, plus défavorable. Ces données s'appliquent néanmoins à des quantités minimales de véhicules (0,02% du parc).

**A défaut de données plus précises dans la base ADEME, la même donnée fournie pour un véhicule électrique de type rigide de 3,5 à 7,5 tonnes (charge utile : 2,5t) sera utilisée pour les VUL électriques (0,3% du parc) ainsi que pour les poids lourds électriques (0,04% du parc)

1.4.2. Analyse de l'état initial carbone de la ZTL

BILAN GENERAL

Pour l'état initial de ce scénario 5; les émissions de GES au sein de la ZTL s'élèvent à 43 173 teqCO₂.

1.4.2.1. ANALYSE DETAILLEE DE L'IMPACT CARBONE DES DEPLACEMENTS

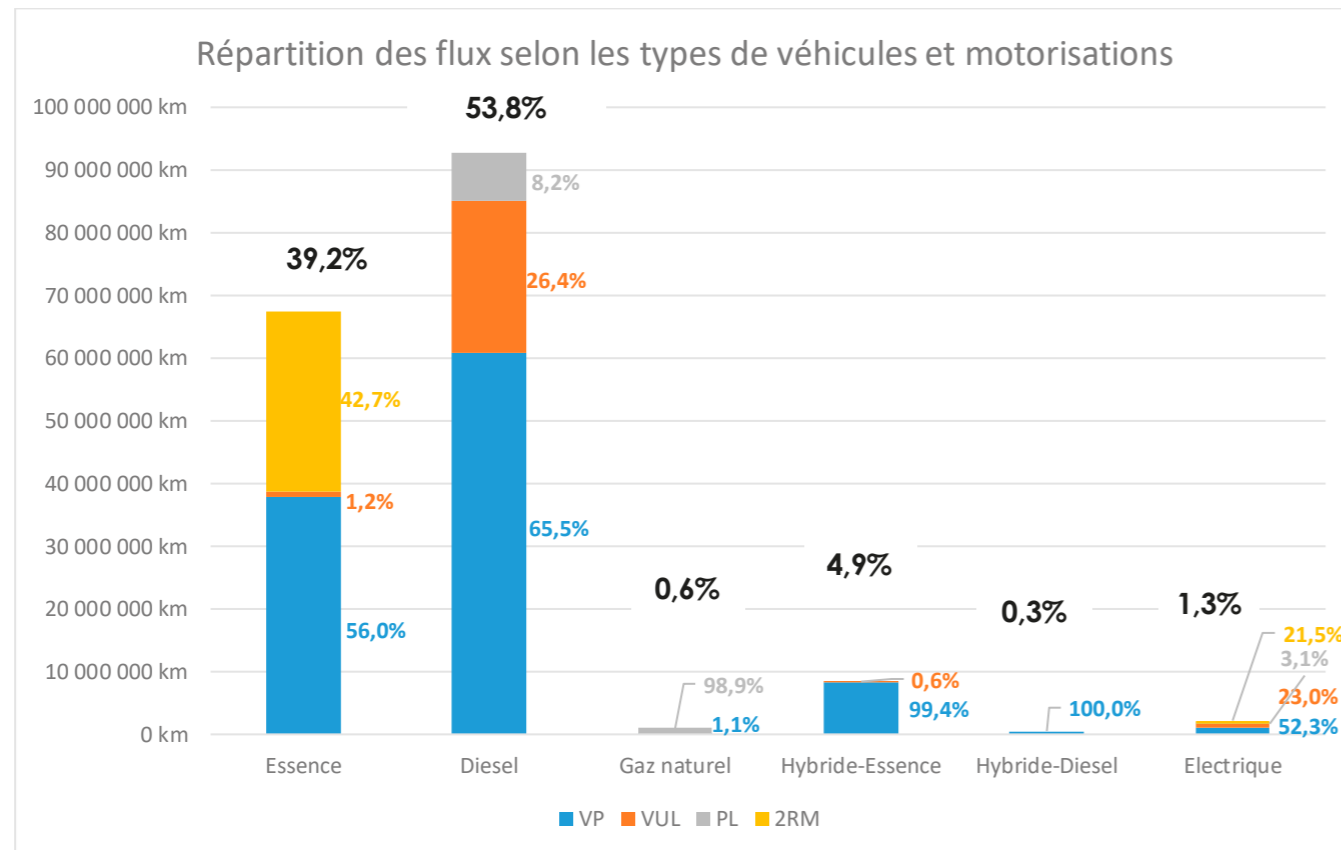


Figure 4 - Répartition des flux dans la ZTL en fonction des motorisations et types de véhicule – Etat initial scénario 5

Comme pour le scénario initial, dans la ZTL, les véhicules à motorisation diesel sont les plus impactants en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Ils représentent 54% des véhicules circulant dans le périmètre de la ZTL, mais 67% des émissions de CO₂ et ce malgré un facteur d'émission par km inférieur aux motorisations essence.

Cela s'explique par le fait que les émissions de CO₂ des véhicules sont liées à la puissance de leur motorisation. Par exemple, le graphique suivant met en évidence l'importance des flux poids lourds, qui représentent plus de 26% des émissions de CO₂ liées aux déplacements, pour seulement 5% des flux. Cela s'explique par la puissance de leurs motorisations, alimentées presque exclusivement au diesel, qui est un carburant fortement émetteur de CO₂. Le gaz naturel utilisé par une partie des poids lourds circulant dans la ZTL, (11,5% des flux poids lourds mais 0,6% des flux totaux de véhicules) reste fortement émetteur de CO₂ mais permet de limiter les émissions des particules fines responsables de la pollution de l'air.

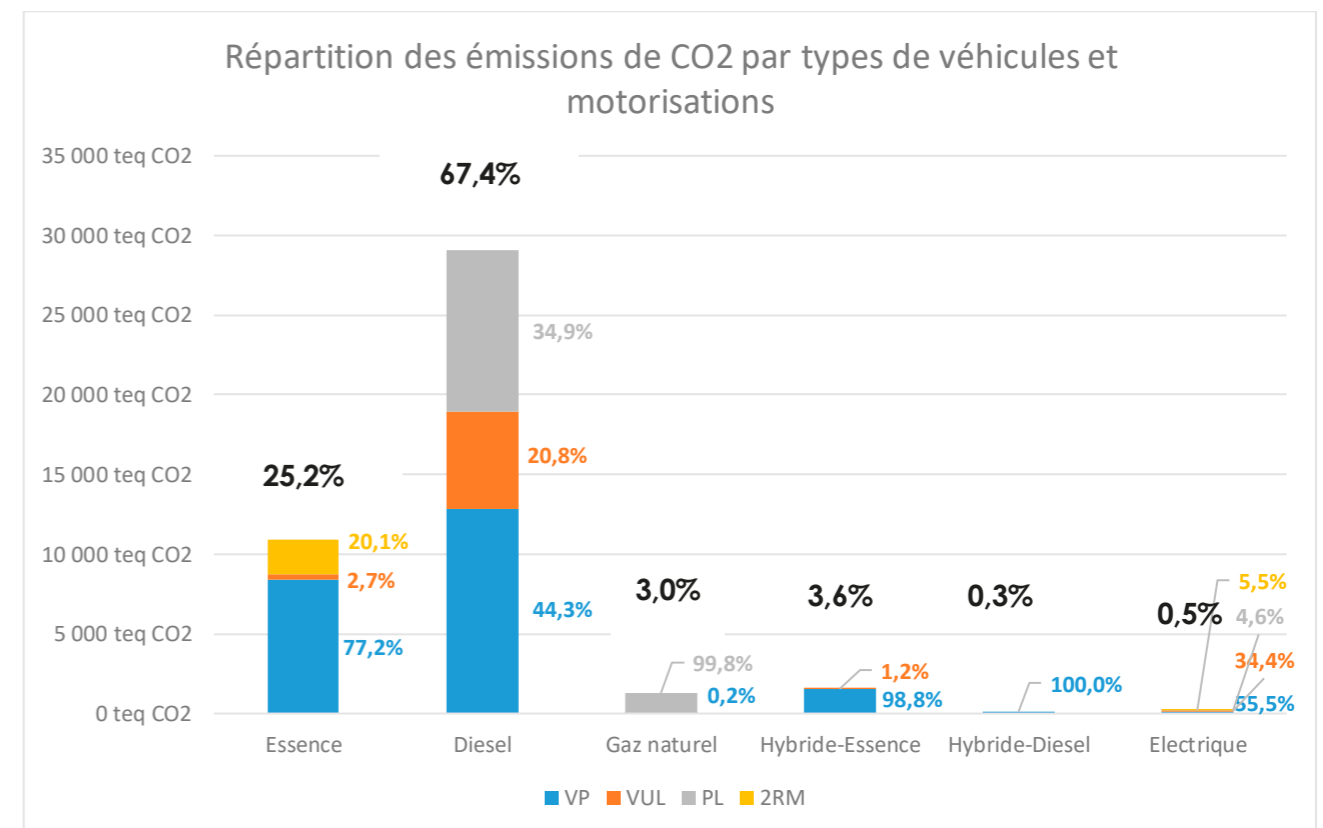


Figure 5 - Répartition des émissions de CO2 dans la ZTL en fonction des motorisations et types de véhicules – Etat initial scénario 5

Les véhicules particuliers représentent 63% des flux de véhicules comptabilisés sur le périmètre de la ZTL et 53% des émissions de CO₂ associées, soit la majorité des émissions de CO₂ liées aux déplacements. Ces émissions proviennent principalement des véhicules à motorisation diesel et essence (90% du parc VP). Les deux-roues motorisés représentent respectivement 17% des flux mais seulement 5% des émissions de CO₂, grâce à leur plus petite motorisation.

Les motorisations électriques quant à elles représentent 1,3% des flux de véhicules et 0,5% des émissions de CO₂ liées aux déplacements.

Un tableau en annexe détaille les différents flux par type de véhicule, par motorisation et sur les deux périmètres, ainsi que les impacts CO₂ associés.

1.4.3. Comparaison de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL et Paris

REPARTITION COMPARATIVE DES IMPACTS CARBONE ASSOCIES

1.4.3.1.1. Répartition ZTL / Paris intramuros

Le périmètre de la ZTL « scénario 5 » représente 5,2 % de la surface de Paris intramuros. Les véhicules qui y circulent représentent 5,2 % des flux et 5,2 % des émissions de GES de Paris intramuros et boulevard périphérique inclus.

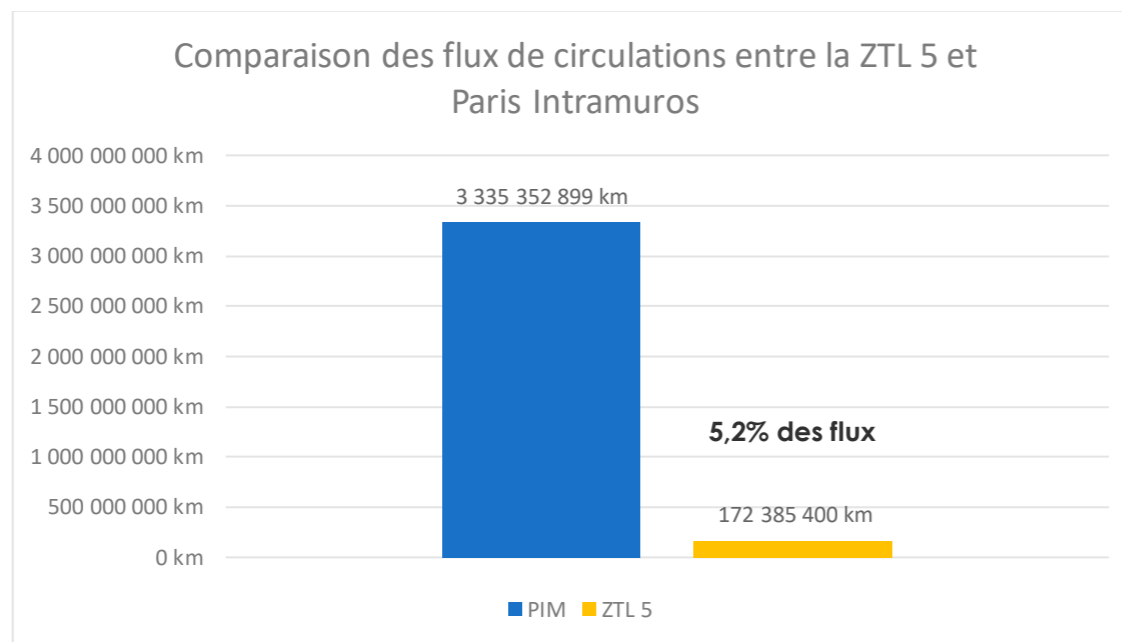


Figure 6 - Comparaison de l'état initial des flux de circulation - ZTL (Scénario 5) et PIM

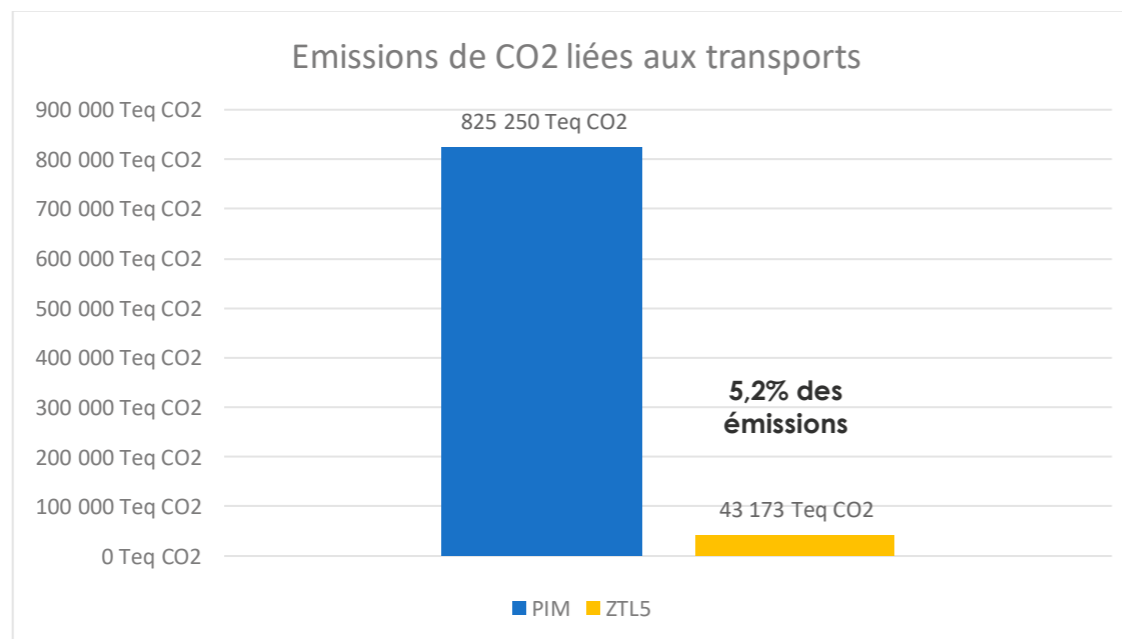


Figure 7 - Comparaison de l'état initial des émissions de CO2 liées aux transports - ZTL (Scénario 5) et PIM

1.4.3.1.2. Répartition ZTL / Paris intramuros et Boulevard périphérique

En incluant le boulevard périphérique, la ZTL représente 2,7% des flux de véhicules et 2,8 % des émissions de GES de Paris intramuros et boulevard périphérique inclus.

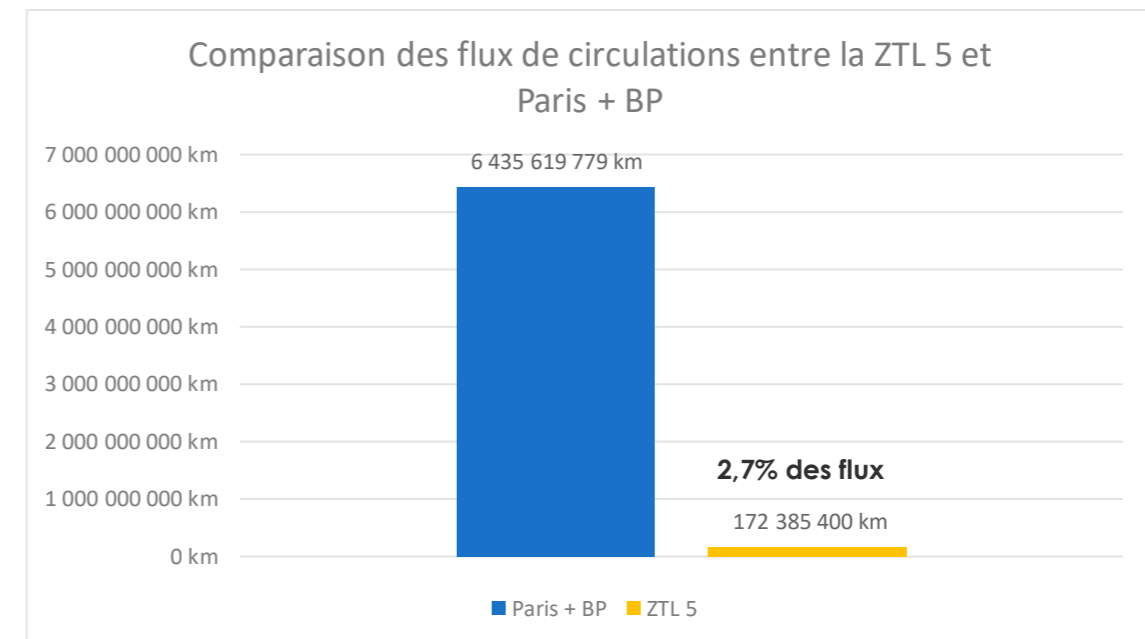


Figure 8 - Comparaison de l'état initial des flux de circulation - ZTL (Scénario 5) et PIM-BP inclus

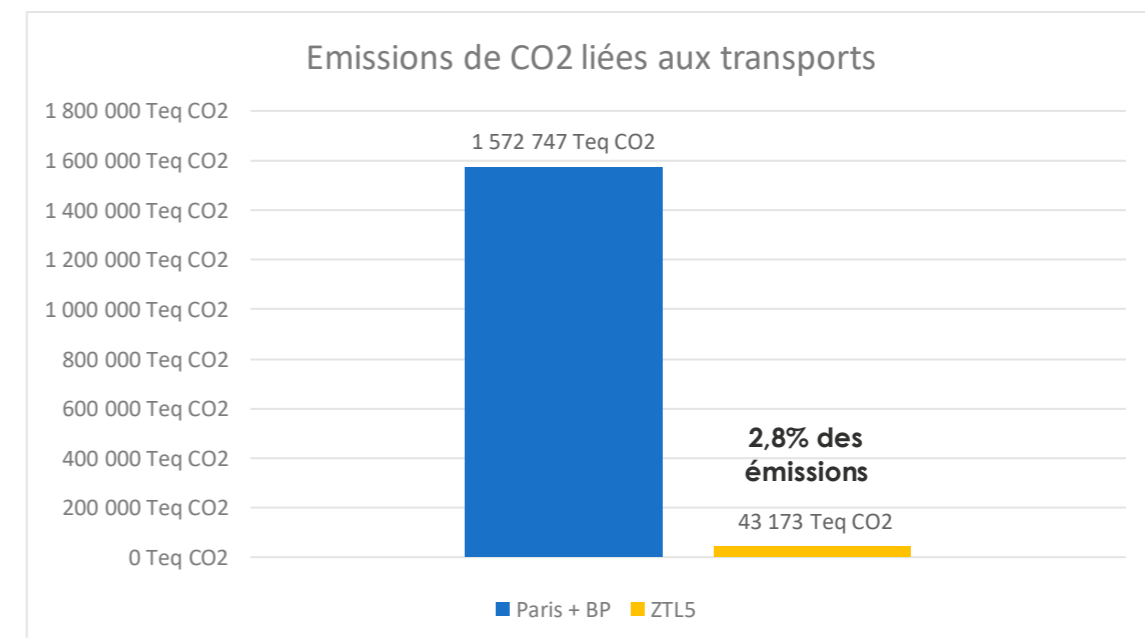


Figure 9 - Comparaison de l'état initial des émissions de CO2 liées aux transports - ZTL (Scénario 5) et PIM-BP inclus

REPARTITION DES FLUX ET DES IMPACTS PAR TYPE DE VEHICULE

Comme pour le scénario initial, le parc de véhicules roulants étant similaire entre les deux périmètres, la répartition des flux routiers et impacts CO₂ associés est équivalente entre les flux relevés dans la ZTL et ceux dans Paris et sur le boulevard périphérique.

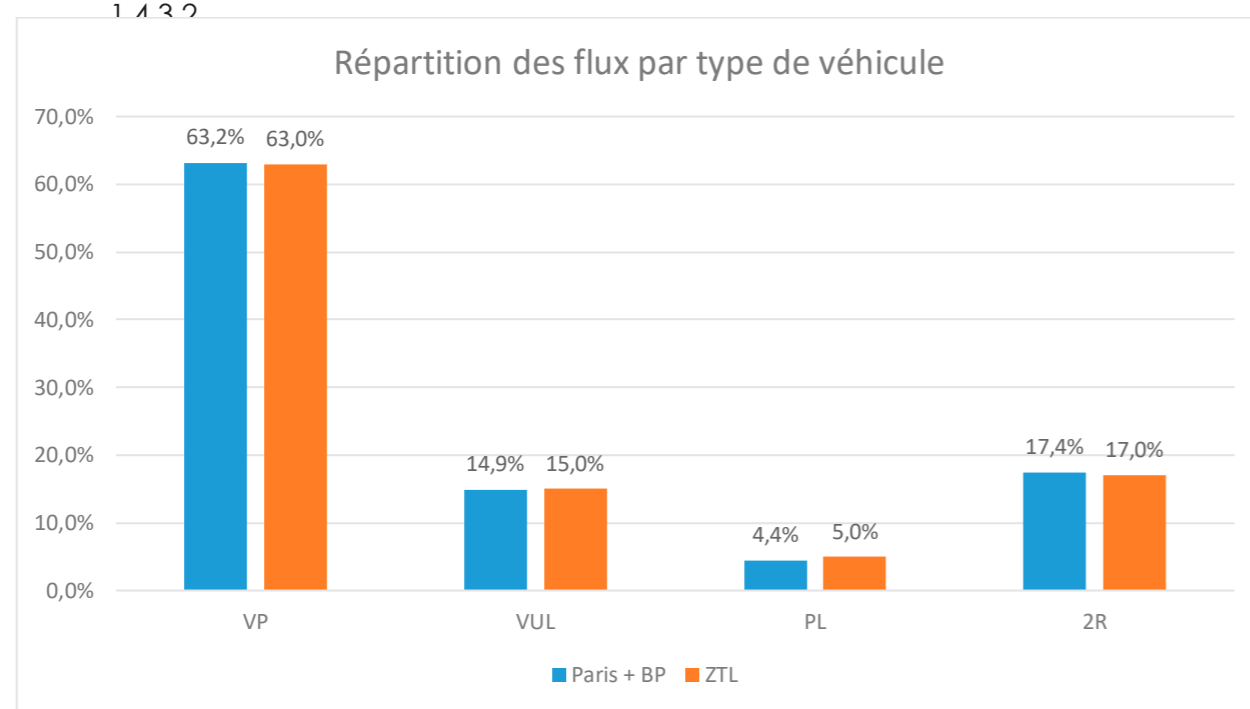


Figure 10 - Répartition des flux par type de véhicule - ZTL / Paris et BP

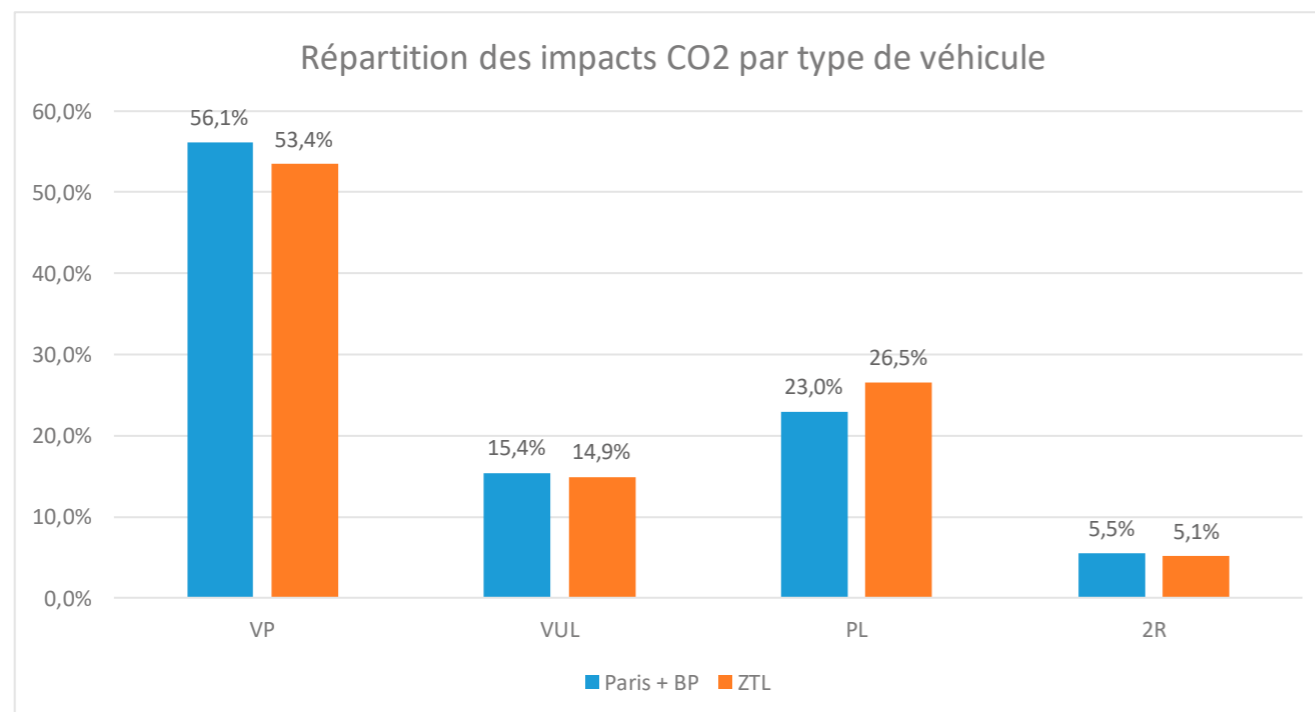


Figure 11 - Répartition des impacts CO₂ par type de véhicule - ZTL / Paris et BP

REPARTITION DES IMPACTS PAR TYPE DE CARBURANT

La répartition des impacts CO₂ par type de carburant est également équivalente entre le périmètre ZTL et Paris – Boulevard périphérique inclus.

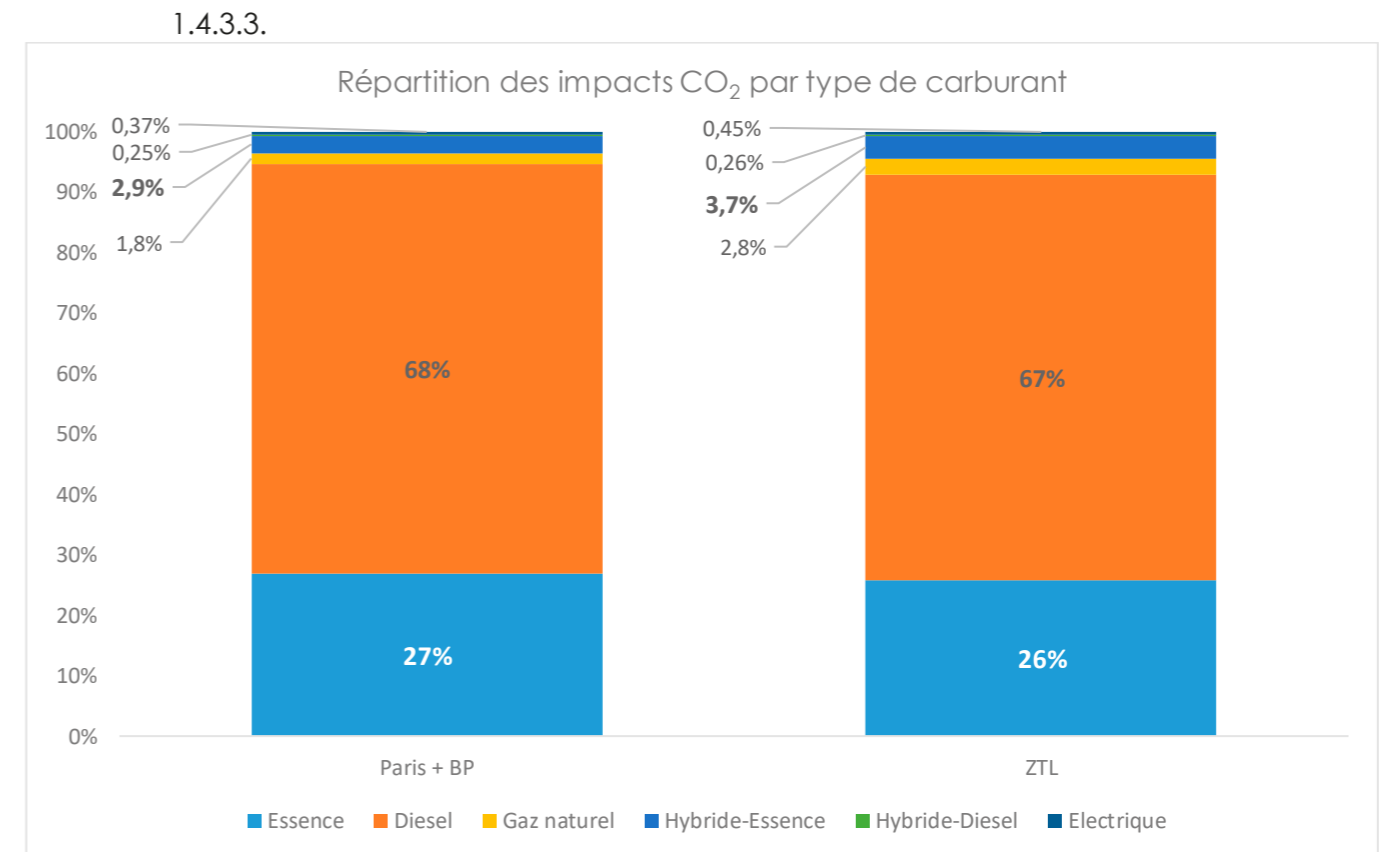


Figure 12 - Répartition des impacts CO₂ par type de carburant - ZTL / Paris et BP

1.5. ANALYSE DES SCENARIOS « FIL DE L'EAU » ET « PROJET » POUR LE SCENARIO 5

Pour la variante « scénario 5 », les scénarii « fil de l'eau » et « projet » de l'aménagement de la ZTL sont évalués à horizon 2024.

1.5.1. Rappel des objectifs de la création de la ZTL

La création de la ZTL vise à réduire le nombre de véhicules motorisés traversant la zone sans s'y arrêter, afin de redonner plus d'espaces aux riverains, aux modes de transport actifs comme les piétons et les vélos et aux transports en commun.

Seuls les véhicules des services de police, de secours, les véhicules d'intérêt général, les transports en commun, les taxis et VTC, les personnes à mobilité réduite, les artisans... pourront traverser la ZTL. Le trafic de destination sera autorisé pour tous les usagers qui ont besoin d'accéder et de s'arrêter dans cette zone, tels que les résidents et les commerçants de la zone. Un descriptif plus précis du projet est détaillé dans l'étude initiale.

1.5.2. Evolution des principaux éléments constituant le bilan

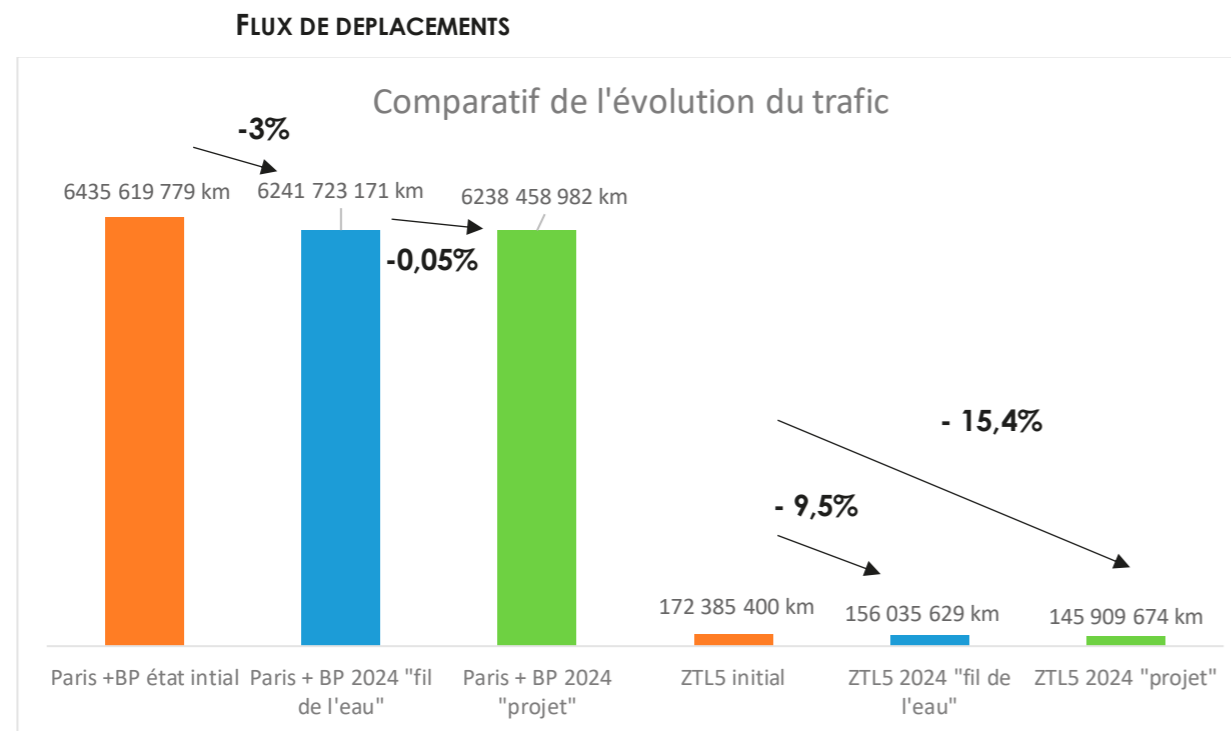


Figure 13 - Répartition du trafic routier selon les scénarios

Les flux de déplacements pour l'année 2024 sont issus des modélisations réalisées par AIMSUN. Ces flux ont été à la fois estimés pour le scénario fil de l'eau et le scénario projet. Le rapport analyse l'évolution des flux dans, et hors de la ZTL. Globalement, avec la création de la ZTL, selon le périmètre « scénario 5 », les reports de trafic sont moins importants sur la rive droite de la capitale, les augmentations de débits étant plus importantes dans le secteur de la Place de la Concorde, du Pont Sully et du Quai Henri IV. Comme pour le scénario initial, les axes structurants à l'intérieur de la ZTL voient leur trafic diminuer en l'absence de transit possible. Le Boulevard Périphérique est en revanche très peu impacté, avec de faibles augmentations de débits au regard des volumes de trafic sur le Boulevard Périphérique.

Dans le scénario « fil de l'eau », entre la situation initiale et 2024, les modélisations fournies indiquent que le trafic diminue de 3% à l'échelle de Paris et du boulevard périphérique, et de 9,5% dans la ZTL.

Le scénario projet permet une réduction des flux de 6,5% dans la ZTL par rapport au scénario fil de l'eau, soit une diminution de 15,4% sur ce périmètre par rapport à l'état initial. Les diminutions de trafic, sur le périmètre de Paris intramuros et du boulevard périphérique inclus, sont négligeables (de l'ordre de -0,05%).

Dans le scénario « fil de l'eau », le trafic routier au sein de la ZTL représente 2,50% des flux du périmètre paris intramuros et boulevard périphérique inclus, contre 2,34 % pour le scénario de création de la ZTL.

MOTORISATIONS

La répartition des motorisations s'appuie sur les données de l'enquête plaque réalisée par la Ville de Paris en 2019 et projetée à l'horizon 2024.

Les hypothèses retenues par le CITEPA pour les évolutions projetées de parc entre 2019 et 2024 se basent sur les réglementations en vigueur, et ne tiennent pas compte des évolutions réglementaires en projet mais non encore approuvées. Le détail de ces évolutions est présenté dans l'étude du scénario initial.

Un tableau en annexe détaille les différents flux par type de véhicule, par motorisation et sur les deux périmètres, ainsi que les émissions de CO2 associées.

1.5.3. Evolution des émissions de GES de la ZTL selon les différents scénarios

COMPARAISON DE L'IMPACT GLOBAL DES DIFFERENTS SCENARIOS

Dans la ZTL, le scénario projet permet de réduire de 6,5% des émissions de GES au sein du périmètre de la ZTL, grâce à la réduction des flux de transports de 6,5 %, par rapport au scénario « fil de l'eau ».

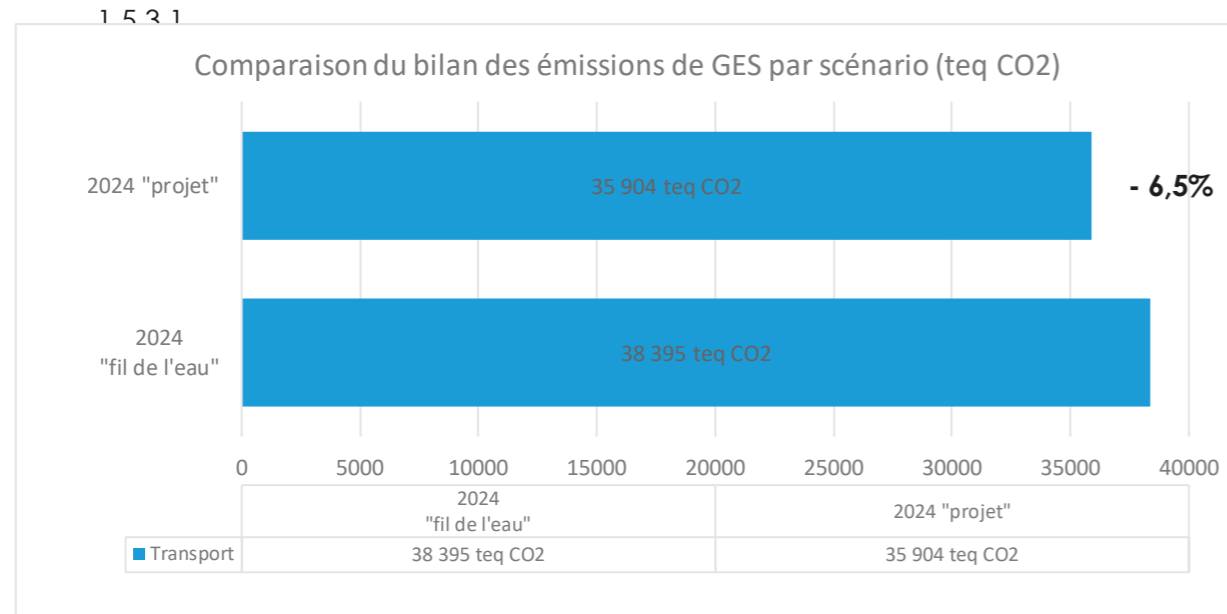


Figure 14 - Comparaison de l'impact carbone global des différents scénarios

EVOLUTION DE L'IMPACT CARBONE DES DEPLACEMENTS

En 2024, le parc roulant intègre une part importante de motorisations hybrides et électriques (10,5% du parc contre 4,5% en 2019). Cette évolution du parc induit une baisse des émissions de GES de près de 2% à trafic constant.

1.5.3.2. Comme pour le scénario initial, les comptages routiers modélisés pour les 2 scénarios ne mettent pas en évidence de changement de répartition des typologies de véhicules circulant dans la ZTL, entre le scénario fil de l'eau et le scénario projet.

Les figures de la page suivante présentent les flux et les émissions de CO₂ associés au scénario fil de l'eau et au scénario avec projet ZTL, dans le périmètre de la ZTL.

1.5.3.2.1. Répartition de l'impact carbone des déplacements – Scénario Fil de l'eau

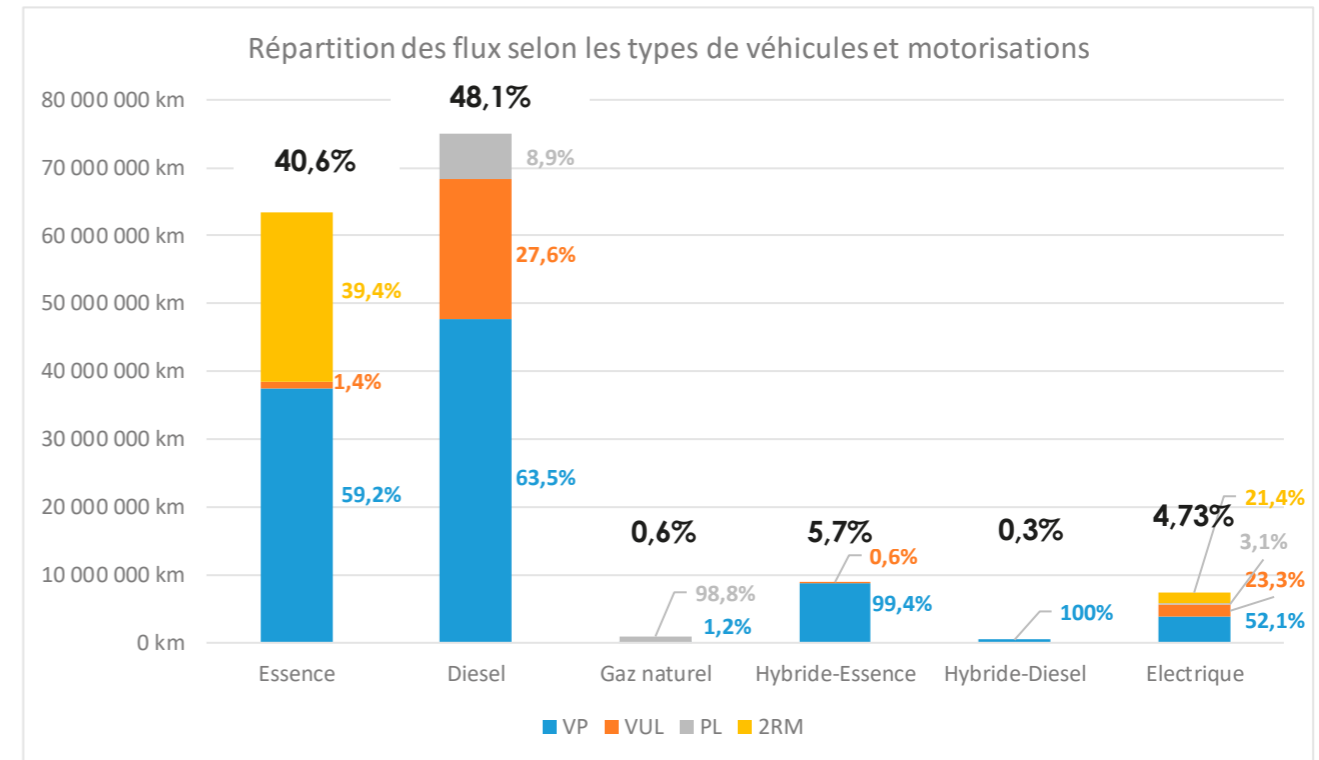


Figure 15 Répartition des flux dans la ZTL scénario 5 - scénario fil de l'eau

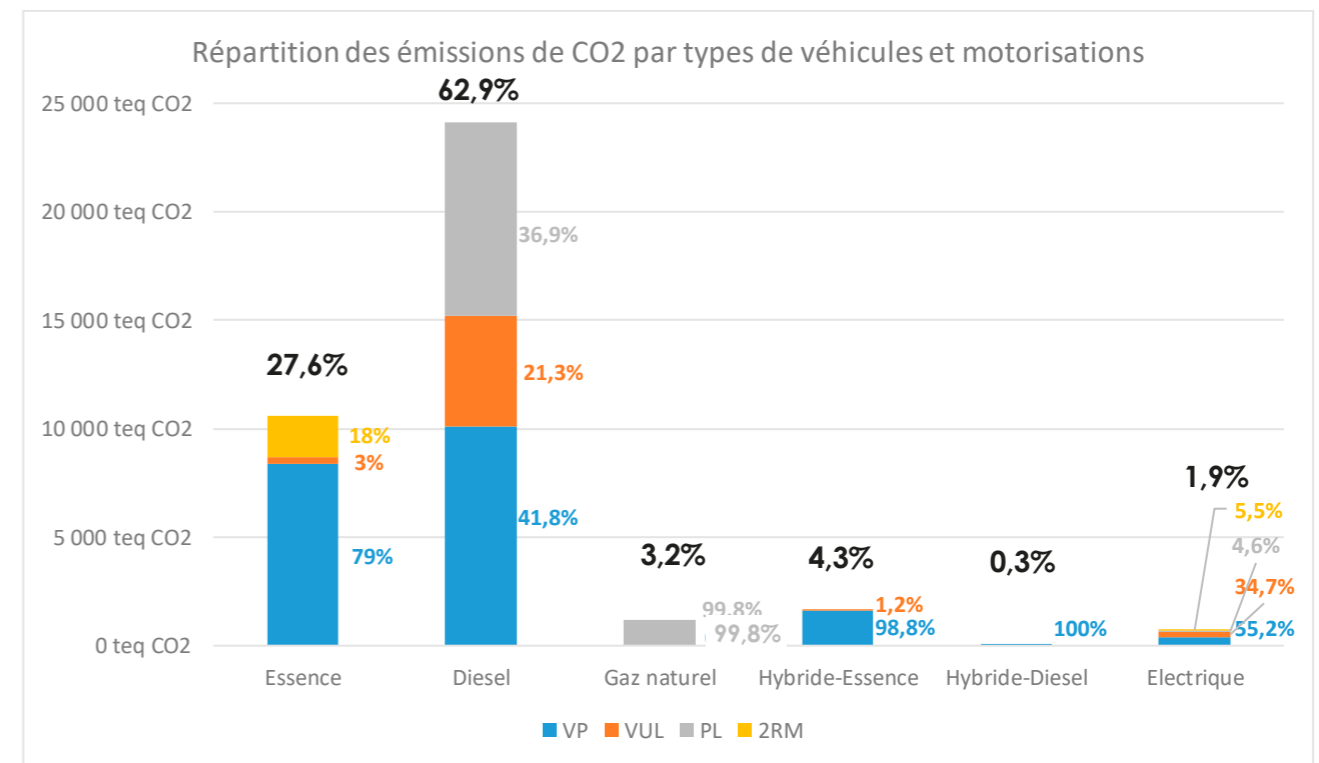


Figure 16 - Répartition des impacts CO₂ dans la ZTL scénario 5- scénario fil de l'eau

1.5.3.2.2. Répartition Analyse de l'impact carbone des déplacements - Scénario Projet

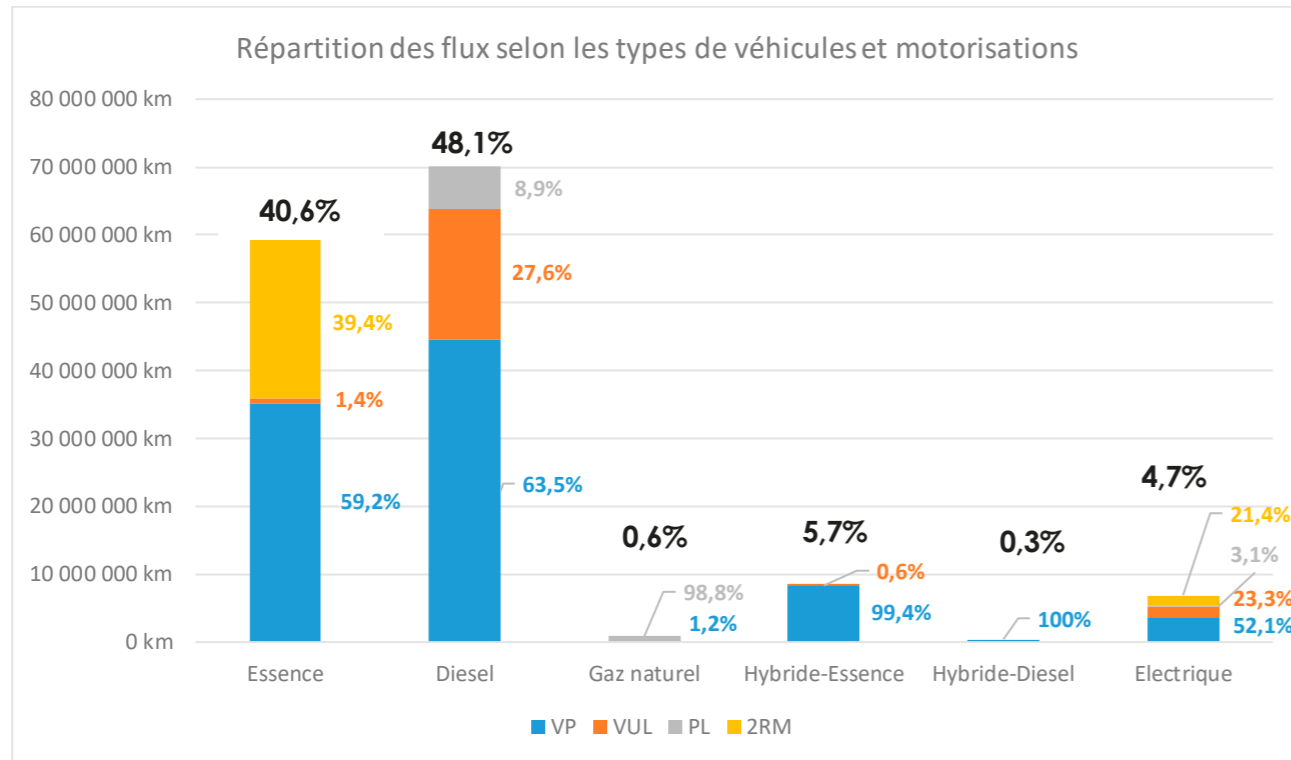


Figure 17 - Répartition des flux dans la ZTL scénario 5 - scénario projet

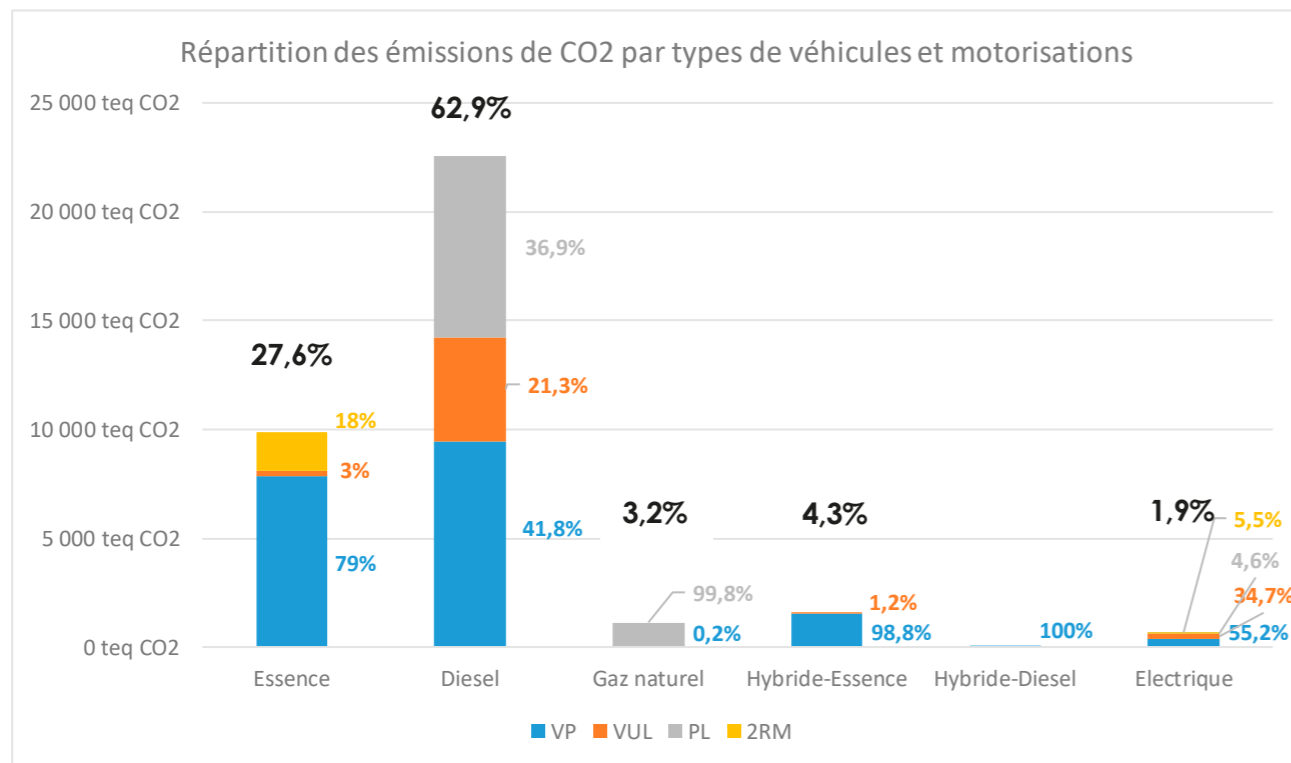


Figure 18 - Répartition des impacts CO₂ dans la ZTL scénario 5 - scénario projet

1.5.4. Evolution de l'impact carbone des déplacements entre la ZTL scénario 5 et Paris (hors boulevard périphérique)

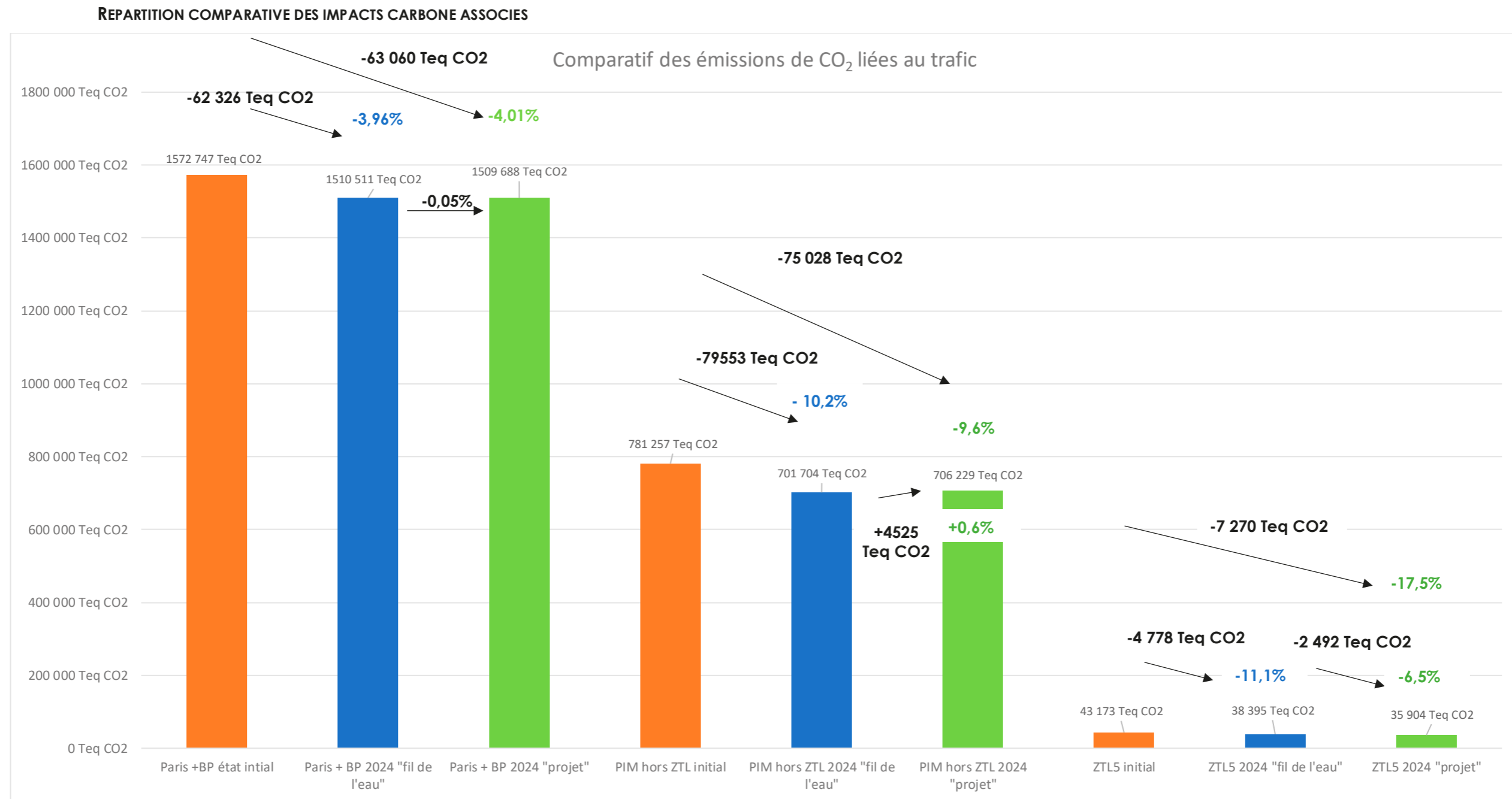


Figure 19 - Evolution des émissions de GES dans Paris + BP, PIM hors ZTL et ZTL scénario 5

Le graphique ci-dessus permet d'évaluer l'évolution des émissions de GES en fonction des scénarios.

A l'échelle de Paris et du Boulevard périphérique, les émissions de GES diminuent de près de 4% entre l'état initial et 2024, que ce soit pour le scénario fil de l'eau ou le projet. Il n'y a pas d'augmentation d'émissions de GES liées à la création de la ZTL sur ce périmètre.

En ce qui concerne Paris intramuros, la diminution du trafic entre l'état initial et le scénario fil de l'eau génère près de 10% de baisse des émissions de GES associées, avec une diminution légèrement plus importante, de l'ordre de 11% dans la ZTL.

La création de la ZTL permet de réduire les émissions de GES de 6,5% dans son périmètre par rapport au scénario fil de l'eau et n'entraîne qu'une augmentation mineure des GES dans Paris intramuros, de l'ordre de + 0,12%.

L'impact de la mise en œuvre de la ZTL est donc neutre vis-à-vis du bilan carbone à l'échelle de la Ville de Paris.

1.6. CONCLUSION GENERALE

En conclusion, le périmètre « scénario 5 », qui exclut une partie des quais des 1^{er} et 4^{ème} arrondissements représente 5,2% du territoire de la capitale, et concentre 5,2% des flux routiers et 5,2% des émissions de CO₂ associées, hors boulevard périphérique.

Actuellement, les flux de poids lourds au sein du périmètre de la ZTL ne représentent que 5% des flux mais génèrent près de 25% des émissions de CO₂ liées aux transports.

La mise en œuvre de la ZTL selon le périmètre du « scénario 5 » permettrait de baisser les émissions de CO₂ au sein de ce périmètre de près de 6,5 % par rapport au scénario « fil de l'eau », sans créer d'augmentation significative du trafic sur le reste de la capitale.

Selon ce scénario, la création de la ZTL engendrerait moins de 0.2% d'augmentation des émissions de GES associées aux reports de trafic dans Paris intramuros, sans créer de report sur le boulevard périphérique.

La variation des émissions de GES sur le périmètre d'étude liés à la mise en œuvre de la ZTL est donc neutre vis-à-vis du bilan carbone de la ville.

Enjeu lié au bilan carbone de la ZTL

Les émissions de CO₂ liées au transport routier à l'intérieur de la ZTL sont générées principalement par les véhicules fonctionnant avec des motorisations diesel et plus particulièrement par les flux de poids lourds.

Par rapport au scénario fil de l'eau, la ZTL selon le périmètre du scénario 5 conduit à une évolution négligeable des émissions de GES sur le territoire parisien.

Par conséquent, la création de la ZTL est neutre du point de vue du bilan carbone de la Ville de Paris.

L'analyse des scénarios fil de l'eau et projet prend en compte l'évolution projetée du parc roulant, qui prévoit le remplacement progressif des véhicules alimentés par des carburants fossiles, par des véhicules hybrides et électriques.

La part de bénéfices induits liés à la mise en œuvre de la ZTL, tels que la récupération d'espaces pour les modes actifs et les transports en communs, ou encore une plus grande végétalisation de l'espace public n'est pas prise en compte dans cette étude.

L'enjeu lié au bilan carbone du quartier est : **Moyen**

2. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

La présente note est établie conformément aux articles R122-1 et suivants et R123-1 et suivants du Code de l'Environnement. Elle recense l'ensemble des méthodologies employées pour réaliser l'étude d'impact et notamment pour évaluer les effets du projet sur l'environnement.

Cette analyse a pour objectif, non seulement de décrire le processus d'étude et les méthodes utilisées pour l'analyse de l'état initial et des impacts, mais également de faire état des difficultés de nature technique ou scientifique ou pratiques rencontrées.

Les documents consultés sont les suivants :

- Plan Climat de la ville de Paris , 2018
- bilan mi-parcours plan climat de Paris 2018-2020 : https://cdn.paris.fr/paris/2023/01/06/bmp_planclimat_paris-wHTm.pdf

Les sites internet consultés sont les suivants :

- Google maps

Les bases de données utilisées pour l'analyse des émissions carbone des véhicules sont les suivantes :

- Simulations de trafic AIMSUN 2017 et 2024 (fil de l'eau et avec projet)
- Données CITEPA de parc technologique 2019 et 2024,
- Enquête plaques 2019 de la Ville de Paris, traitement AIRPARIF
- La Base Carbone ® de l'ADEME : <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone>

La méthode employée pour estimer l'évolution du parc roulant est la suivante :

Pour les besoins de l'étude, la répartition du parc roulant à horizon 2024 est calculée sur la base de l'évolution nationale du parc estimée par le CITEPA entre 2019 et 2024. Ces évolutions sont appliquées à la répartition utilisée pour la définition de l'état initial, à savoir les données de l'enquête plaques 2019 de la ville de Paris.

3. ANNEXE

3.1. FLUX DE VEHICULES PAR TYPOLOGIE ET MOTORISATION – DETAIL DES DISTANCES PARCOURUES

ZTL SCENARIO 5 - ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	37 828 665 km	60 743 213 km	10 724 km	8 357 912 km	511 198 km	1 151 090 km	108 602 802 km
VUL	843 351 km	24 454 211 km	0 km	53 641 km	0 km	506 607 km	25 857 810 km
PL	0 km	7 560 170 km	991 498 km	0 km	0 km	67 602 km	8 619 270 km
2RM	28 831 950 km	0 km	0 km	0 km	0 km	473 568 km	29 305 518 km
Total	67 503 967 km	92 757 594 km	1 002 222 km	8 411 552 km	511 198 km	2 198 867 km	172 385 400 km

ZTL SCENARIO 5 « FIL DE L'EAU »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	37 515 460 km	47 615 074 km	11 325 km	8 869 443 km	445 911 km	3 845 233 km	98 302 446 km
VUL	905 182 km	20 722 059 km	0 km	57 863 km	0 km	1 720 241 km	23 405 344 km
PL	0 km	6 644 098 km	928 768 km	0 km	0 km	228 916 km	7 801 781 km
2RM	24 946 068 km	0 km	0 km	0 km	0 km	1 579 988 km	26 526 057 km
Total	63 366 710 km	74 981 231 km	940 093 km	8 927 306 km	445 911 km	7 374 378 km	156 035 629 km

ZTL SCENARIO 5 « PROJET »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	35 080 888 km	44 525 087 km	10 590 km	8 293 859 km	416 973 km	3 595 696 km	91 923 094 km
VUL	846 440 km	19 377 298 km	0 km	54 108 km	0 km	1 608 605 km	21 886 451 km
PL	0 km	6 212 928 km	868 495 km	0 km	0 km	214 060 km	7 295 484 km
2RM	23 327 190 km	0 km	0 km	0 km	0 km	1 477 455 km	24 804 645 km
Total	59 254 518 km	70 115 313 km	879 085 km	8 347 967 km	416 973 km	6 895 817 km	145 909 674 km

PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE SCENARIO 5 FIL DE L'EAU*

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	1 466 403 km	2 111 188 km	223 687 km	260 697 347 km	17 165 473 km	89 984 436 km	3 945 663 182 km
VUL	30 461 476 km	860 280 374 km	0 km	2 485 833 km	0 km	37 297 543 km	930 525 225 km
PL	218 106 km	248 118 127 km	23 772 462 km	0 km	0 km	4 355 605 km	276 464 300 km
2RM	1 050 089 km	0 km	0 km	0 km	0 km	38 980 573 km	1 089 070 464 km
Total	2 547 172 km	3 219 587 km	23 996 149 km	263 183 180 km	17 165 473 km	170 618 157 km	6 241 723 171 km

PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE SCENARIO 5 PROJET*

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	1 465 614 km	2 110 457 km	223 212 km	260 418 045 km	17 155 811 km	89 838 490 km	3 943 707 396 km
VUL	30 434 924 km	859 847 902 km	0 km	2 484 715 km	0 km	37 224 919 km	929 992 460 km
PL	218 456 km	248 027 627 km	23 742 281 km	0 km	0 km	4 345 750 km	276 334 114 km
2RM	1 049 507 km	0 km	0 km	0 km	0 km	38 917 442 km	1 088 425 012 km
Total	2 545 775 km	3 218 332 km	23 965 493 km	262 902 760 km	17 155 811 km	170 326 601 km	6 238 458 982 km

3.2. FLUX DE VEHICULES PAR TYPOLOGIE ET MOTORISATION – DETAIL DES EMISSIONS DE GES

3.2.1. ZTL – scénario 5

ZTL SCENARIO 5 - ETAT INITIAL

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	8 436 teq CO2	12 878 teq CO2	2 teq CO2	1 529 teq CO2	111 teq CO2	119 teq CO2	23 075 teq CO2
VUL	293 teq CO2	6 060 teq CO2	0 teq CO2	19 teq CO2	0 teq CO2	73 teq CO2	6 445 teq CO2
PL	0 teq CO2	10 142 teq CO2	1 290 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	10 teq CO2	11 441 teq CO2
2RM	2 200 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	12 teq CO2	2 212 teq CO2
Total	10 929 teq CO2	29 079 teq CO2	1 292 teq CO2	1 548 teq CO2	111 teq CO2	214 teq CO2	43 173 teq CO2

ZTL SCENARIO 5 « FIL DE L'EAU »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	8 386 teq CO2	10 094 teq CO2	3 teq CO2	1 623 teq CO2	97 teq CO2	396 teq CO2	20 579 teq CO2
VUL	315 teq CO2	5 135 teq CO2	0 teq CO2	20 teq CO2	0 teq CO2	249 teq CO2	5 720 teq CO2
PL	0 teq CO2	8 913 teq CO2	1 208 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	33 teq CO2	10 154 teq CO2
2RM	1 903 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	39 teq CO2	1 943 teq CO2
Total	10 584 teq CO2	24 142 teq CO2	1 211 teq CO2	1 643 teq CO2	97 teq CO2	718 teq CO2	38 395 teq CO2

ZTL SCENARIO 5 « PROJET »

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	7 823 teq CO2	9 439 teq CO2	2 teq CO2	1 518 teq CO2	90 teq CO2	370 teq CO2	19 243 teq CO2
VUL	295 teq CO2	4 802 teq CO2	0 teq CO2	19 teq CO2	0 teq CO2	233 teq CO2	5 348 teq CO2
PL	0 teq CO2	8 335 teq CO2	1 130 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	31 teq CO2	9 495 teq CO2
2RM	1 780 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	0 teq CO2	37 teq CO2	1 817 teq CO2
Total	9 897 teq CO2	22 576 teq CO2	1 132 teq CO2	1 537 teq CO2	90 teq CO2	671 teq CO2	35 904 teq CO2

PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE SCENARIO 5 FIL DE L'EAU*

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	327 008 Teq CO2	447 572 Teq CO2	49 Teq CO2	47 708 Teq CO2	3 725 Teq CO2	9 268 Teq CO2	835 330 Teq CO2
VUL	10 601 Teq CO2	213 177 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	5 408 Teq CO2	229 186 Teq CO2
PL	411 Teq CO2	332 848 Teq CO2	31012 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	632 Teq CO2	364 902 Teq CO2
2RM	80 122 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	971 Teq CO2	81 092 Teq CO2
Total	418 141 Teq CO2	993 598 Teq CO2	31061 Teq CO2	47 708 Teq CO2	3 725 Teq CO2	16 279 Teq CO2	1 510 511 Teq CO2

PARIS INTRAMUROS + BOULEVARD PERIPHERIQUE SCENARIO 5 PROJET*

	E	D	N	HE	HD	Z	Total
	Essence	Diesel	Gaz naturel	Hybride-Essence	Hybride-Diesel	Electrique	
VP	326 832 Teq CO2	447 417 Teq CO2	49 Teq CO2	47 657 Teq CO2	3 723 Teq CO2	9 253 Teq CO2	834 931 Teq CO2
VUL	10 591 Teq CO2	213 070 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	5 398 Teq CO2	229 059 Teq CO2
PL	412 Teq CO2	332 727 Teq CO2	30 883 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	630 Teq CO2	364 651 Teq CO2
2RM	80 077 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	0 Teq CO2	969 Teq CO2	81 046 Teq CO2
Total	417 912 Teq CO2	993 214 Teq CO2	30 932 Teq CO2	47 657 Teq CO2	3 723 Teq CO2	16 250 Teq CO2	1 509 688 Teq CO2

