

**AMÉNAGEMENT DE LA RD920 NORD
ENTRE LA PLACE DE LA RÉSISTANCE À BOURG-LA-REINE
ET LE BOULEVARD ROMAIN ROLLAND À MONTROUGE**
Communes de Bagneux, Bourg-la-Reine, Montrouge,
Arcueil et Cachan

Dossier d'enquête publique

Pièce F : Avis de l'autorité environnementale et mémoire complémentaire du maître d'ouvrage

Pôle Attractivité, Culture et Territoire

Direction des Mobilités



1 - AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE SUR LE PROJET RD920 NORD



Mission régionale d'autorité environnementale
ÎLE-DE-FRANCE

Avis délibéré

Sur le projet d'aménagement de la route départementale RD920 nord entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge situé à Bagneux, Bourg-la-Reine, Montrouge (92), Arcueil et Cachan (94)

N°MRAe APJIF-2022-017
en date du 23 mars 2022

1.1 - Synthèse de l'avis

Le présent avis porte sur le projet d'aménagement de la route départementale RD920 nord entre Bourg-la-Reine et Montrouge et sur son étude d'impact datée de mai 2021. Il est émis dans le cadre d'une procédure de déclaration de projet. Le projet est situé sur les communes de Bagneux, Bourg-la-Reine et Montrouge dans le département des Hauts-de-Seine et d'Arcueil et Cachan dans le département du Val-de-Marne. Il est porté par les Conseils départementaux de ces deux départements.

Le projet a été soumis à évaluation environnementale par décision du préfet de région n° DRIEE-SDDTE-2018- 268 du 7 janvier 2019.

Le projet vise à requalifier en boulevard urbain la RD920 nord entre la section déjà aménagée au sud de la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et l'entrée de Paris, au croisement avec le boulevard Romain Rolland à Montrouge. Il s'agit notamment d'une réduction du nombre de voies de circulation pour les voitures et la création de pistes cyclables. Le démarrage des travaux est prévu en 2025 et la mise en service en 2030. Le projet s'inscrit dans la continuité du réaménagement de la RD920 sud entre Massy et Bourg-la-Reine, dont les travaux ont été réalisés entre 2011 et 2021.

Les principaux enjeux environnementaux identifiés par la MRAe pour ce projet concernent les déplacements, les pollutions sonores et atmosphériques, la consommation des ressources naturelles, les émissions de gaz à effet de serre, l'eau et la gestion des eaux pluviales, le cadre de vie et la biodiversité, la pollution des sols et l'amiante.

L'étude d'impact a bien identifié les enjeux environnementaux et sanitaires, mais l'analyse des impacts du projet est, à ce stade des études, à approfondir. En particulier, les impacts du projet sur les déplacements routiers, qui déterminent également l'analyse des effets du projet sur le bruit et la pollution de l'air, n'ont pas été évalués de manière satisfaisante.

Les principales recommandations de la MRAe sont de :

- **actualiser l'étude d'impact avant la mise à l'enquête publique, notamment en ce qui concerne les études de déplacement dans la zone desservie par le projet, de trafic et les incidences induites (pollution, bruit...).**
- **approfondir le chapitre relatif à la justification du projet en décrivant les principales options d'aménagement qui ont été étudiées et les raisons des choix effectués, au regard notamment de leurs effets sur l'environnement ;**
- **compléter l'étude d'impact par une étude prospective de la demande en déplacements et les répartitions modales dans le territoire desservi par la RD920 nord et de mettre à jour les études de trafic en conséquence, prenant en compte les niveaux de service attendus pour les transports en commun routiers utilisant cet axe ;**
- **compléter les modélisations d'expositions aux nuisances sonores, étudier les possibilités d'améliorations et comparer les résultats, à l'horizon de mise en service, avec les valeurs de référence pour la santé constituant les lignes directrices de l'organisation mondiale pour la santé ;**
- **justifier les niveaux de pollution de l'air induites par le trafic attendu et démontrer que le projet contribuera à améliorer la situation à l'horizon de mise en service ;**
- **entreprendre une démarche « bilan carbone » pour le projet RD920 nord.**

La MRAe a formulé d'autres recommandations plus ponctuelles, dans l'avis détaillé ci-après. La liste complète des recommandations figure en annexe du présent avis.

1.2 - Sommaire

1 - AVIS DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE SUR LE PROJET RD920 NORD	3
1.1 - Synthèse de l'avis	4
1.2 - Sommaire	5
1.3 - Préambule	8
1.4 - Avis détaillé	9
1.4.1. Présentation du projet	9
1.4.1.1. Contexte et présentation du projet.....	9
1.4.1.2. Modalités d'association du public en amont du projet	12
1.4.1.3. Principaux enjeux environnementaux identifiés par la MRAe	12
1.4.2. L'évaluation environnementale	13
1.4.2.1. Qualité du dossier et de la démarche d'évaluation environnementale	13
1.4.2.2. Articulation avec les documents de planification existants	13
1.4.2.3. Justification des choix retenus et solutions alternatives	13
1.4.3. Analyse de la prise en compte de l'environnement	14
1.4.3.1. Déplacements.....	14
1.4.3.2. Pollutions sonores.....	16
1.4.3.3. Pollutions atmosphériques	17
1.4.3.4. Consommation des ressources naturelles et émissions de gaz à effet de serre	18
1.4.3.5. Eau et gestion des eaux pluviales	18
1.4.3.6. Cadre de vie et biodiversité	19
1.4.3.7. Pollution des sols et amiante	19
1.4.4. Suites à donner à l'avis de la MRAe	20
ANNEXE	21
2 - COMPLÉMENTS DU MAÎTRE D'OUVRAGE À LA SUITE DE L'AVIS DÉLIBÉRÉ DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE SUR LE PROJET	23
2.1 - Recommandation n°1 : actualisation des études	23
2.2 - Recommandation n°2 : justification du projet	24
2.2.1 - Historique des différentes solutions examinées	24
2.2.1.1. Solution Terre-Plein central planté (retenue)	24
2.2.1.2. Solution trottoirs élargis (non retenue)	24

2.2.1.3. Solution n° 3 couloir bus axial (non retenue).....	24
2.2.2 - Analyse multicritère des 3 scénarios	25
2.3 - Recommandation n°3 : déplacements	33
2.3.1 - Introduction	33
2.3.1.1 - Contexte de l'étude	33
2.3.1.2 - Méthodologie	33
2.3.2 - Mise à jour pour la situation actuelle (2017)	35
2.3.2.1 - Niveaux de trafic en situation actuelle.....	35
2.3.2.2 - Arborescences : Les choix d'itinéraires en situation actuelle.....	36
2.3.2.3 - Taux de saturation en situation actuelle.....	38
2.3.3 - Mise à jour à l'horizon 2030 – situation au fil de l'eau	39
2.3.3.1 - Charges de trafic à l'horizon 2030 – Fil de l'eau.....	39
2.3.3.2 - Evolution du trafic entre 2017 et 2030.....	40
2.3.4 - Mise à jour à l'horizon 2030 – situation de projet	41
2.3.4.1 - Présentation du projet.....	41
2.3.4.2 - Charges de trafic en situation de projet 2030.....	41
2.3.4.3 - Évolution du trafic entre la situation de projet et la situation fil de l'eau 2030	43
2.3.4.4 - Taux d'occupation.....	44
2.3.5 - Mise à jour à l'horizon 2050 – situation au fil de l'eau	45
2.3.5.1 - Charges de trafic à l'horizon 2050 – Fil de l'eau.....	45
2.3.5.2 - Évolution du trafic entre 2017 et 2050.....	46
2.3.6 - Mise à jour à l'horizon 2050 – situation de projet	47
2.3.6.1 - Charges de trafic en situation de projet 2050.....	47
2.3.6.2 - Évolution du trafic entre la situation de projet et la situation fil de l'eau 2050	49
2.3.6.3 - Taux d'occupation.....	50
2.3.6.4 - Charges de trafic à l'horizon 2050 fil de l'eau et évolution par rapport à l'horizon 2030 fil de l'eau	51
2.3.6.5 - Évolution du trafic entre l'horizon fil de l'eau 2050 et évolution par rapport à l'horizon fil de l'eau 2030	53
2.3.7 - Synthèse	54
2.3.8 - Transports en commun	54
2.4 - Recommandation n°4 : nuisances sonores	56
2.4.1 - Contexte de l'étude	56
2.4.1.1 - Objectif.....	56
2.4.1.2 - Aire d'étude.....	56
2.4.2 - Méthodologie générale de l'étude	57
2.4.3 - Hypothèses d'étude	57

2.4.3.1 - Trafic routier.....	57
2.4.3.2 - Prise en compte de l'évolution du parc automobile.....	57
2.4.4 - Analyse des impacts acoustiques du projet.....	58
2.4.4.1 - Résultats de l'étude.....	58
2.4.4.2 - Niveaux sonores calculées en façade d'habitations.....	58
2.4.4.3 - Horizon 2030.....	63
2.4.4.4 - Horizon 2050.....	64
2.4.4.5 - Cartographies Isophones.....	65
2.4.5 - Calcul de l'Efficacité de la mise en œuvre d'un enrobé phonique.....	74
2.4.6 - Conclusion.....	79
2.5 - Recommandation n°5 : suivi bruit en phase chantier.....	80
2.6 - Recommandation n°6 : air et santé.....	81
2.6.1 - Objectifs et contexte.....	81
2.6.1.1 - Objectif.....	81
2.6.1.2 - Définition de la zone d'étude.....	81
2.6.1.3 - Principaux polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé.....	81
2.6.2 - Calcul des émissions.....	83
2.6.2.1 - Calcul des émissions.....	83
2.6.2.2 - Résultats.....	83
2.6.3 - Modélisation de la dispersion atmosphérique.....	84
2.6.4 - Évolution de l'exposition de la population à la pollution.....	91
2.6.4.1 - Object de l'IPP.....	91
2.6.4.2 - Calcul de l'IPP.....	91
2.6.5 - Évaluation des risques sanitaires.....	92
2.6.5.1 - Méthodologie.....	92
2.6.5.2 - Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition.....	92
2.6.5.3 - Polluants retenus pour l'évaluation.....	92
2.6.5.4 - Identification des dangers par inhalation et choix des valeurs toxicologiques de référence.....	92
2.6.5.5 - Évaluation des risques pour les sites vulnérables.....	93
2.6.6 - Conclusion.....	94
2.7 - Recommandation n°7 : démarche « bilan carbone ».....	95
2.7.1. Suivi durant les marchés de travaux.....	95
2.7.2. Suivi en phase travaux.....	95
2.7.3. Estimations en phase d'exploitation.....	95
2.7.4. Démarches de réduction et accompagnement.....	96

2.8 - Recommandation n°8 : gestion des eaux pluviales.....	97
3 - ANNEXES.....	103
3.1 - Annexe 1 : Étude acoustique.....	103
3.1.1 - Généralités sur le bruit.....	104
3.1.1.1 - Qu'est-ce que le bruit.....	104
3.1.1.2 - Gêne sonore.....	104
3.1.1.3 - Niveaux de pression acoustique.....	104
3.1.1.4 - Fréquence d'un son.....	104
3.1.1.5 - Arithmétique.....	104
3.1.1.6 - Échelle de bruit.....	105
3.1.1.7 - Relation entre niveau sonore et sensation auditive.....	105
3.1.1.8 - Indicateurs réglementaires pour les infrastructures de transports.....	105
3.1.2 - Mesures de réduction du bruit.....	106
3.1.2.1 - Ecrans et merlons acoustiques.....	106
3.1.2.2 - Parements absorbants.....	107
3.1.2.3 - Revêtement de chaussée.....	107
3.1.2.4 - Le traitement acoustique des façades.....	108
3.1.3 - Textes règlementaires.....	110
3.1.3.1 - Infrastructure routière Nouvelle ou Modifiée.....	110
3.1.3.2 - Infrastructures routières existantes.....	112
3.1.3.3 - Critères acoustiques.....	112
3.1.3.4 - Critères d'antériorité.....	112
3.1.3.5 - Objectifs acoustiques de résorption des Points Noirs du Bruit.....	113
3.1.4 - Recommandations de l'OMS.....	113
3.1.5 - Données d'entrée.....	114
3.1.5.1 - Modèle acoustique.....	114
3.1.5.2 - Paramètres de calculs.....	114
3.1.6 - Tableaux de résultats.....	114
3.1.6.1 - Horizon 2030.....	119
3.1.6.2 - Horizon 2050.....	123
3.2 - Annexe 2 : Étude air et santé.....	127
3.2.1 - Données d'entrée.....	127
3.2.1.1 - Description générale.....	127
3.2.1.2 - Le trafic.....	127
3.2.1.3 - Le parc automobile.....	127
3.2.1.4 - La répartition de la population.....	128

3.2.1.5 - Les sites vulnérables	128
3.2.1.6 - La météorologie	129
3.2.1.7 - La topographie.....	129
3.2.1.8 - Les concentrations de fond des polluants	130
3.2.2 - Évaluation des risques sanitaires	130
3.2.2.1 - Méthodologie.....	130
3.2.2.2 - Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition.....	130
3.2.2.3 - Polluants retenus pour l'évaluation	131
3.2.2.4 - Identification des dangers par inhalation et choix des valeurs toxicologiques de référence	131

1.3 - Préambule

Le système européen d'évaluation environnementale des projets, plans et programmes est fondé sur la [directive 2001/42/CE du parlement européen et du conseil du 27 juin 2001](#) relative à l'évaluation des incidences de certaines planifications sur l'environnement¹ et sur la [directive modifiée 2011/92/UE du parlement européen et du conseil du 13 décembre 2011](#) relative à l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement. Les démarches d'évaluation environnementale portées au niveau communautaire sont motivées par l'intégration des préoccupations environnementales dans les choix de développement et d'aménagement.

Conformément à ces directives un avis de l'autorité environnementale vise à éclairer le public, le maître d'ouvrage, les collectivités concernées et l'autorité décisionnaire sur la qualité de l'évaluation environnementale et sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans le projet, plan ou programme.

La Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) d'Île-de-France a été saisie par le Conseil départemental des Hauts-de-Seine pour rendre un avis sur le projet d'aménagement de la route départementale RD920 nord entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge et sur son étude d'impact datée de mai 2021. L'avis est émis dans le cadre d'une procédure de déclaration de projet au titre du code de l'environnement². Le projet, situé à Bagneux, Bourg-la-Reine, Montrouge (Hauts-de-Seine), Arcueil et Cachan (Val-de-Marne), est porté par les Conseils départementaux des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne³.

Ce projet entre dans la catégorie des projets relevant de la procédure d'examen au cas par cas au titre de l'[article R. 122-2 du code de l'environnement](#) (rubrique 6°a du [tableau annexé](#) à cet article). Il a été soumis à évaluation environnementale par décision du préfet de région n° DRIEE-SDDTE-2018-268 du 7 janvier 2019⁴.

Cette saisine étant conforme au [paragraphe I de l'article R. 122-6 du code de l'environnement](#) relatif à l'autorité environnementale compétente, il en a été accusé réception par le pôle d'appui à la MRAe le 24 janvier 2022. Conformément au [paragraphe II de l'article R. 122-7 du code de l'environnement](#), l'avis doit être rendu dans le délai de deux mois à compter de cette date.

Conformément aux dispositions du [paragraphe III de l'article R. 122-7 du code de l'environnement](#), le pôle d'appui a consulté le directeur de l'agence régionale de santé d'Île-de-France le 24 janvier 2022. Sa réponse du 24 février 2022 est prise en compte dans le présent avis.

La MRAe s'est réunie le 23 mars 2022. L'ordre du jour comportait, notamment, l'avis sur le projet d'aménagement de la route départementale RD920 nord entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge. Sur la base des travaux préparatoires du pôle d'appui et sur le rapport de François Noisette, après en avoir délibéré, la MRAe rend l'avis qui suit.

Chacun des membres ayant délibéré atteste qu'aucun intérêt particulier ou élément dans ses activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause son impartialité dans le présent avis.

Il est rappelé que pour tous les projets soumis à évaluation environnementale, une « autorité environnementale » désignée par la réglementation doit donner son avis et le mettre à disposition du maître d'ouvrage et du public.

Cet avis ne porte pas sur l'opportunité du projet mais sur la qualité de l'évaluation environnementale présentée par le maître d'ouvrage et sur la prise en compte de l'environnement par le projet. Il n'est donc ni favorable, ni défavorable. Il vise à améliorer la conception du projet et à permettre la participation du public à l'élaboration des décisions qui le concernent.

Au même titre que les observations et propositions recueillies au cours de l'enquête publique ou de la mise à disposition du public, le maître d'ouvrage prend en considération l'avis de l'autorité environnementale pour modifier, le cas échéant, son projet. Cet avis, qui est un avis simple, est un des éléments que l'autorité compétente prend en considération pour prendre la décision d'autoriser ou non le projet.

-
- 1 L'environnement doit être compris au sens des directives communautaires sur l'évaluation environnementale. L'environnement couvre notamment les champs thématiques suivants : la diversité biologique, la population, la santé humaine, la faune, la flore, les sols, les eaux, l'air, les facteurs climatiques, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris le patrimoine architectural et archéologique, les paysages et les interactions entre ces facteurs (annexe I, point f de la directive 2001/42/CE sur l'évaluation environnementale des plans et programmes, annexe IV, point I 4 de la directive 2011/92/UE modifiée relative à l'évaluation des incidences de certains projets sur l'environnement).
 - 2 En application des dispositions de l'article L.126-1 du code de l'environnement : « *Lorsqu'un projet public de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages a fait l'objet d'une enquête publique en application du chapitre III du présent titre, l'autorité de l'État ou l'organe délibérant de la collectivité territoriale ou de l'établissement public responsable du projet se prononce, par une déclaration de projet, sur l'intérêt général de l'opération projetée* ».
 - 3 Le département du Val-de-Marne a transféré la maîtrise d'ouvrage pour la conception de l'opération (depuis l'étude préliminaire jusqu'à la fin de l'étude de projet, y compris l'enquête publique) au département des Hauts-de-Seine. La maîtrise d'ouvrage des travaux fera l'objet d'une convention ultérieure entre les deux départements (cf. p. 6 de la pièce A « *Objet de l'enquête, informations réglementaires et informatives* »).
 - 4 La décision du préfet de région du 7 janvier 2019 est fournie en annexe 1 de l'étude d'impact (p. 216-217 du tome E2). Elle est également disponible sur le site de la Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports (DRIEAT) d'Île-de-France (rubrique [Autorité environnementale](#)).

1.4 - Avis détaillé

1.4.1. Présentation du projet

1.4.1.1. Contexte et présentation du projet

La route départementale RD920 (ancienne route nationale 20⁵) constitue un axe nord-sud majeur pour les déplacements du sud parisien. La requalification de cette route en boulevard urbain est composée de deux opérations distinctes (Figure 1) :

- la requalification de la section sud, entre Massy et Bourg-la-Reine (5,7 km)⁶, dont les travaux ont été réalisés entre 2011 et 2021 ;
- la requalification de la section nord, entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge (3,8 km), objet du présent avis.



FIGURE 1 : LA RD920 DE MASSY A PARIS (SOURCE : ETUDE D'IMPACT, TOME 1, P. 51)

5 Le 1^{er} janvier 2006, la route nationale 20 est devenue la route départementale RD920 dans les départements des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne. Le parcours historique de la route nationale 20 reliait Paris (Porte d'Orléans) à la frontière espagnole via Orléans, Limoges et Toulouse (tome 1, p. 51).

6 Cette opération a fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale du 15 avril 2010. L'autorité environnementale était le préfet de région, selon la réglementation alors en vigueur. Cet avis est disponible sur le site de la direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports (DRIEAT) d'Île-de-France (rubrique [Autorité environnementale](#)) : « Avis de l'autorité environnementale sur le projet de requalification de la RD920 – Section Sud sur les communes de Massy, d'Antony, de Sceaux et de Bourg-la-Reine ».

■ Le projet d'aménagement de la RD920 nord

La route départementale 920 nord (appelée avenue Aristide Briand sur la majorité du linéaire) traverse cinq communes : Bagneux, Bourg-la-Reine et Montrouge dans le département des Hauts-de-Seine, Arcueil et Cachan dans le département du Val-de-Marne. La route s'inscrit dans un territoire très urbanisé, avec des secteurs d'habitat, de commerces, de bureaux et d'activités.

À l'heure actuelle, la RD920 est d'une manière générale une route à 2 × 3 voies⁷ dans sa partie sud (entre la place de la Résistance et l'avenue Victor Hugo à Cachan) et à 2 × 3 voies et des couloirs bus de part et d'autre dans sa partie nord (entre l'avenue Victor Hugo et le boulevard Romain Rolland)⁸. Les sens de circulation sont séparés par un terre-plein central et les voies sont bordées de stationnement longitudinal sur un ou deux côtés et de trottoirs de chaque côté.

L'étude d'impact indique que le projet d'aménagement de la RD920 nord permettra de répondre à plusieurs objectifs (tome 1, p. 7)⁹ :

- mieux partager l'espace : donner une place à tous les usagers, piétons, cyclistes, voitures et bus en adaptant l'infrastructure routière à une vie locale dynamique ;
- sécuriser les déplacements : améliorer la circulation en repensant les aménagements aux carrefours et rendre plus confortables les traversées piétonnes ;
- valoriser l'environnement : développer un véritable projet d'aménagement paysager agréable avec de nouveaux alignements d'arbres.

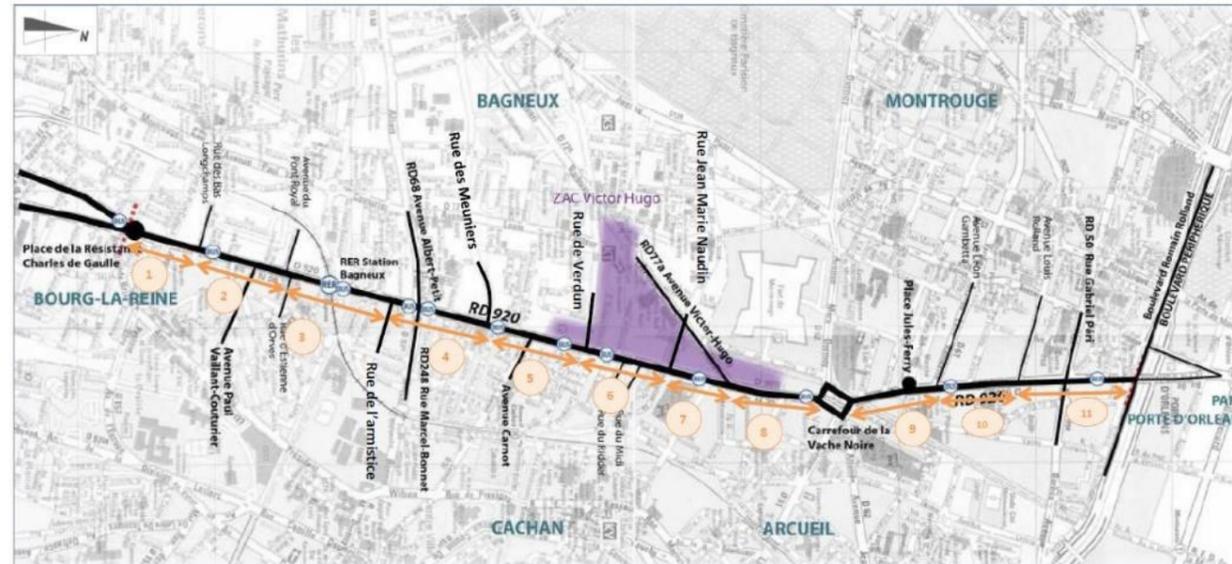


FIGURE 2: LES DIFFERENTES SECTIONS DU PROJET DE LA RD920 NORD (SOURCE : ETUDE D'IMPACT, TOME 1, P. 54)

7 Ou à 2 × 2 voies et couloirs bus de part et d'autre, entre la rue de Verdun et l'avenue Victor Hugo (ou la rue Jean-Marie Naudin). L'étude d'impact mentionne souvent, par erreur, une circulation à « 3 × 3 voies » au lieu de « 3+3 voies » (par exemple : tome 1, p. 55, 57, 61, etc.), ce qu'il conviendra de rectifier.

8 L'étude d'impact présente de manière détaillée les profils en travers de la RD920 actuelle, sur l'ensemble de l'itinéraire (tome 1, p. 55-73 et 206-209). Les profils en travers prévus par le projet sont présentés en parallèle, pour chaque section (tome 1, p. 55-73).

9 Sauf mention contraire, les numéros de pages figurant dans le corps du présent avis renvoient à l'étude d'impact, qui est composée de deux tomes (E1 et E2).

La RD920 nord a été divisée en onze tronçons (Figure 2). L'étude d'impact détaille, pour chaque tronçon, l'état initial de la RD920 et les réaménagements prévus dans le cadre du projet (tome 1, p. 55-73). Les principaux aménagements réalisés seront les suivants (Figure 3 et Figure 4) :

- la requalification de la RD920 en chaussée à deux voies de circulation par sens dans la partie sud (entre la place de la Résistance et l'avenue Victor Hugo) et à deux ou trois voies de circulation par sens dans sa partie nord¹⁰ (entre l'avenue Victor Hugo et le boulevard Romain Rolland). Le projet prévoit donc une réduction du nombre de voies de circulation pour les voitures ;
- la création d'une piste cyclable unidirectionnelle d'une largeur de 1,80 m dans chaque sens de circulation, de trottoirs d'une largeur minimale de 2 m et l'intégration de voies bus à certains endroits ;
- la création de deux carrefours et l'aménagement de traversées piétonnes plus nombreuses et sécurisées ;
- la réorganisation des stationnements le long de la route ;
- la création de nouveaux alignements d'arbres sur certains secteurs et d'aménagements paysagers (terre-plein central planté, noues végétalisées...).

En outre, les carrefours à feux seront synchronisés (signalisation connectée à un système informatisé de télé-surveillance et de régulation (SITER) garantissant la fluidité et la sécurité du trafic)¹¹.

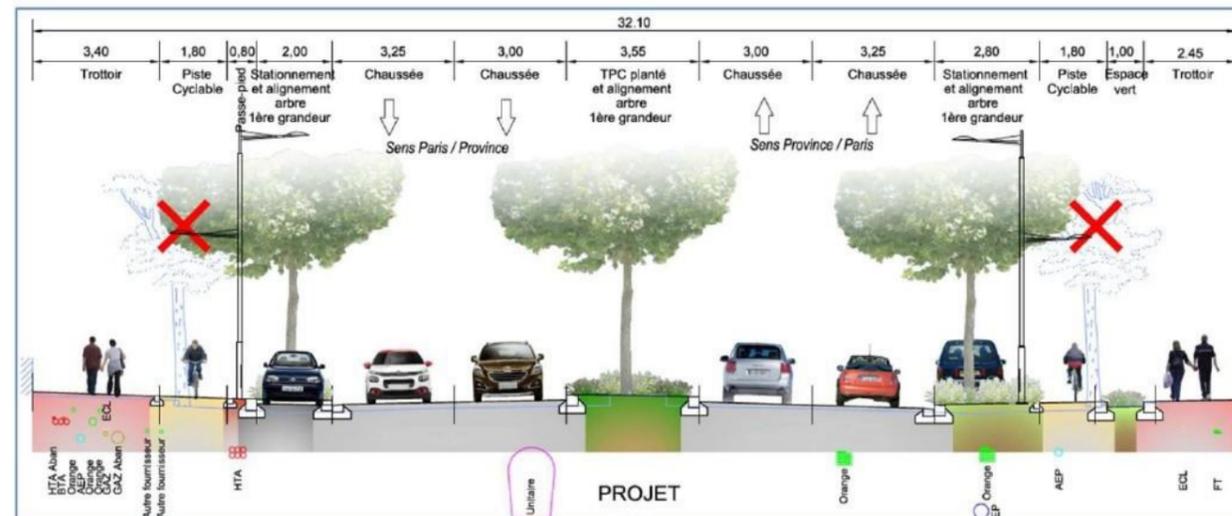


FIGURE 3: EXEMPLE DE PROFIL EN TRAVERS TYPE DU PROJET (SECTION ENTRE LA RUE DES BAS LONGCHAMPS ET L'AVENUE VICTOR HUGO, DE BOURG-LA-REINE A ARCUEIL ET CACHAN (SOURCE : ETUDE D'IMPACT, TOME 2, P. 77))

Les travaux sont programmés en trois séquences¹², sur une durée prévisionnelle totale de quatre ans et demi. Le démarrage des travaux est prévu en 2025 et la mise en service en 2030 (tome 1, p. 74).

10 Selon les sections : 2 + 3 voies ou 3 + 3 voies.

11 Cf. tome 2, p. 65 et notice explicative du projet (pièce C, p. 36).

12 Séquence 1 : 0,2 km à Bourg-la-Reine – Séquence 2 : 2,5 km entre Bourg-la-Reine et le carrefour de la Vache Noire – Séquence 3 : 1,1 km entre le carrefour de la Vache Noire et la limite communale avec Paris (cf. tome 1, p. 74).



**FIGURE 4 : PHOTOMONTAGE DU PROJET AU NIVEAU DE LA GARE RER B DE BAGNEUX (SECTION RUE D'ESTIENNE D'ORVES - RUE DE L'ARMISTICE)
(SOURCE : ETUDE D'IMPACT, TOME 1, P. 60)**

1.4.1.2. Modalités d'association du public en amont du projet

L'étude d'impact précise qu'une concertation publique sur le projet a été menée en 2018. Les contributions des riverains ou associations ayant participé à cette concertation ont été regroupées autour de trois thèmes principaux : les déplacements motorisés (véhicule / transport en commun), les mobilités actives (vélo / piéton) et le développement durable (économie / social / environnement) (tome 1, p. 90). Le bilan de la concertation préalable, qui synthétise les remarques émises, est présenté dans la pièce H du dossier.

L'étude d'impact indique que les principales propositions retenues ont conduit à améliorer le projet notamment concernant les aménagements cyclables, la sécurité routière, les cheminements piétons, les transports en commun, le stationnement, les espaces verts et les nuisances sonores (tome 1, p. 90).

L'étude d'impact précise par ailleurs que la concertation sera poursuivie, notamment avec des associations spécialisées dans les circulations douces, afin d'améliorer les aménagements cyclables lors des études ultérieures (tome 2, p. 77).

1.4.1.3. Principaux enjeux environnementaux identifiés par la MRAe

Les principaux enjeux environnementaux relevés par la MRAe pour ce projet concernent :

- les déplacements ;
- les pollutions sonores ;
- les pollutions atmosphériques ;
- la consommation des ressources naturelles et les émissions de gaz à effet de serre ;
- l'eau et la gestion des eaux pluviales ;
- le cadre de vie et la biodiversité ;
- la pollution des sols et l'amiante.

Les perturbations et nuisances pendant le chantier sont également un enjeu important pour le projet.

Chacun de ces enjeux fait l'objet d'un chapitre ci-après (« 3. Analyse de la prise en compte de l'environnement ») dans lequel sont examinés à la fois l'état initial du site, les incidences potentielles du projet et les mesures visant à éviter, réduire et, le cas échéant, compenser les atteintes à l'environnement ou à la santé.

1.4.2. L'évaluation environnementale

1.4.2.1. Qualité du dossier et de la démarche d'évaluation environnementale

L'étude d'impact est bien structurée, rédigée clairement, illustrée de cartes et schémas facilitant la compréhension. Des synthèses sont présentées pour les enjeux environnementaux, les effets du projet et les mesures proposées, ce qui est appréciable. Des études spécifiques ont été menées, mais toutes ne sont pas jointes en annexe, ce qui ne permet pas de disposer d'une information complète sur certaines thématiques, notamment concernant le trafic (d'autres études, sur l'air par exemple, ne sont pas jointes en annexe, mais sont reprises a priori dans leur quasi-intégralité dans l'étude d'impact).

L'analyse de l'état initial de l'environnement est globalement de bonne qualité et permet d'identifier les enjeux environnementaux et sanitaires liés au projet. L'analyse des impacts du projet est, à ce stade des études, à approfondir. Certaines études restent à réaliser ou devront être poursuivies. En particulier, les impacts du projet sur les déplacements routiers, qui déterminent également l'analyse des effets du projet sur le bruit et la pollution de l'air, n'ont pas été évalués de manière satisfaisante (cf. remarques dans la suite du présent avis).

Le résumé non technique, présenté au début de l'étude d'impact (tome 1, p. 10-49), est de bonne qualité.

(1) La MRAe recommande d'actualiser l'étude d'impact avant la mise à l'enquête publique, notamment en ce qui concerne les études de déplacement dans la zone desservie par le projet, de trafic et les incidences induites (pollution, bruit...).

1.4.2.2. Articulation avec les documents de planification existants

L'étude d'impact présente une analyse de l'articulation du projet avec les documents de planification existants ayant un lien pertinent avec le projet, dans les chapitres dédiés à la thématique concernée (par exemple, l'articulation avec le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux dans la thématique « eau »).

L'articulation avec les documents de planification urbaine, régionaux ou locaux, est également présentée (tome 1, p. 177-198 et tome 2, p. 50-63). S'agissant du schéma directeur de la région Île-de-France, l'étude d'impact rappelle qu'il mentionne sur le tracé de la RD920 un « projet de TCSP¹³ RN20 Porte d'Orléans – Longjumeau » au-delà de 2030. Elle précise que le projet de requalification de la RD920 ne remet pas en cause la réalisation d'un TCSP dans les années à venir, si le besoin se justifie (tome 2, p. 50).

1.4.2.3. Justification des choix retenus et solutions alternatives

L'étude d'impact présente un chapitre « Solutions de substitution examinées et raisons du choix effectué » (tome 1, p. 86-90). Ce chapitre présente notamment l'historique du projet ainsi que trois scénarios de requalification de la RD920 nord étudiés en 2015 et prévoyant des options d'aménagement différentes : réaménagement avec couloir de bus axial, terre-plein central planté, ou élargissement des trottoirs. L'évaluation socio-économique comparative qui a été menée a permis de déterminer les avantages respectifs de chaque scénario, avantages que l'étude d'impact rappelle. Mais elle n'explique pas le parti d'aménagement finalement retenu pour le projet, à savoir une solution basée sur le scénario « terre-plein central planté » et comment les enjeux environnementaux ont été pris en compte pour ce choix. L'étude d'impact décrit ensuite les améliorations apportées lors de la concertation publique menée du 26 mars au 11 mai 2018.

La MRAe relève que d'autres hypothèses, non cités dans ce chapitre mais dans ceux relatifs aux effets du projet, ont été étudiées, par exemple concernant le choix du nombre de voies de circulation par sens (mise à 2 x 2 voies ou à 2 + 3 voies de la RD920). L'étude d'impact indique ainsi que « l'étude de trafic réalisée a permis d'écarter une mise à 2 x 2 voies qui aurait détérioré considérablement les conditions de circulation et elle a permis de s'assurer que le projet minimisait les impacts négatifs [sur] d'un tel axe de circulation » (tome 2, p. 49). D'autres choix importants opérés pour le projet, comme la suppression d'une grande partie des arbres d'alignement, devraient aussi être rappelés et justifiés dans le chapitre « Solutions de substitution et raisons du choix effectué », pour une parfaite information du public.

(2) La MRAe recommande de compléter le chapitre relatif à la justification du projet en décrivant les principales options d'aménagement qui ont été étudiées et les raisons des choix effectués, au regard notamment de leurs effets sur l'environnement.

13 TCSP : transport en commun en site propre.

1.4.3. Analyse de la prise en compte de l'environnement

L'analyse des enjeux environnementaux a été menée sur une « zone d'étude » correspondant à une bande de 250 mètres de part et d'autre de la RD920 (Figure 5). L'étude d'impact précise que cette zone d'étude a néanmoins été adaptée selon les thématiques abordées, en particulier pour les études sur le bruit et l'air, qui concernent un périmètre plus large (tome 1, p. 94).



FIGURE 5 : ZONE D'ETUDE DU PROJET (SOURCE : ETUDE D'IMPACT, TOME 1, P. 95)

1.4.3.1. Déplacements

■ État initial

La RD920 est un axe nord-sud important du sud parisien. Elle supporte un trafic moyen journalier de l'ordre de 39 300 à 44 875 véhicules par jour¹⁴ (données 2013) (tome 1, p. 209). L'étude d'impact décrit ses caractéristiques actuelles, notamment en termes de profils en travers, pour les différentes sections (tome 1, p. 55-73 et 206-209)¹⁵. Elle indique qu'une étude de trafic a été réalisée en 2017 et mise à jour en 2020. Cette étude est jointe en annexe¹⁶. Le chapitre « méthodes utilisées pour évaluer les incidences » (tome 2, p. 196) mentionne la réalisation d'autres études de trafic en 2019, mais elles ne sont pas jointes au dossier¹⁷.

La MRAe constate que l'état actuel du trafic sur la RD920 nord est caractérisé pour l'année 2017¹⁸. La mise à jour de 2020 n'a semble-t-il concerné que les modélisations aux horizons 2025 et 2035, en intégrant « notamment les projets récents du secteur » (cf. p. 5 de l'étude de trafic en annexe 6). Les trafics sont présentés en nombre d'uvp/h¹⁹ par sens à l'heure de pointe du matin (HPM) et à l'heure de pointe du soir (HPS) et à l'aide de cartes « charges de trafic » et « saturation », qui ne sont pas commentées (tome 1, p. 209-212)²⁰.

En termes de transports en commun, l'étude d'impact indique que la RD920 nord accueille sur sa totalité ou sur un tronçon, une dizaine de lignes de bus, qui sont très fréquentées aux heures de pointe. Plusieurs arrêts de transport en commun ferroviaire sont situés à proximité de la RD920 (gares du RER B, de la ligne de métro 4 ainsi que, à l'horizon 2024, deux gares de la ligne 15 du Grand Paris Express) (tome 1, p. 215-216). Pour la MRAe, ces données doivent être actualisées, notamment pour la ligne 4 du métro, dont les deux nouvelles stations « Barbara » et « Bagnoux – Lucie Aubrac » de la ligne 4 ont été mises en service le 13 janvier 2022.

Les aménagements pour les circulations actives (piétons et vélos) sont peu présents et non homogènes sur l'ensemble du tracé de la RD920 concerné par le projet. Les trottoirs sont d'emprise variable. Les traversées piétonnes sont aménagées au niveau des carrefours à feux, ou protégées par des feux si elles sont en section courante. Trois passages souterrains permettent également de traverser la RD920. Une piste cyclable est présente uniquement autour du carrefour de la Vache Noire (tome 1, p. 217-219 et 222).

14 Il s'agit du trafic moyen journalier annuel (TMJA) en 2013. 39 306 véhicules par jour à hauteur du carrefour Verdun, 44 875 véhicules par jour sur le tronçon Gabriel Péri – Porte d'Orléans (tome 1, p. 209).

15 Cf. rappels dans le chapitre 1.1 « Contexte et présentation du projet » du présent avis.

16 Étude « Mise à jour étude de trafic RD920 - Simulation statique » de mai 2020 (annexe 6).

17 Ces études ont notamment concerné le fonctionnement des carrefours et le stationnement (cf. tome 2, p. 72-73). Seules les conclusions de ces études sont présentées dans l'étude d'impact.

18 L'étude de trafic indique que les résultats sont issus de comptages et de modélisations de 2017 (cf. p. 7 de l'étude de trafic en annexe 6).

19 uvp/h : unité de véhicule particulier par heure. Cette unité est obtenue en appliquant un coefficient de pondération à chaque catégorie de véhicules (poids lourd, deux-roues, voiture), ce qui permet d'exprimer les volumes de trafic dans une grandeur unique.

20 L'étude d'impact précise que « la distance des carrefours à feux, les largeurs de voiries, le terre-plein central et l'absence de stationnement latéral permettent à la RD920 d'être capacitaire », ce qui n'est guère explicite pour un public non spécialiste (tome 1, p. 209).

■ Évolution de la demande déplacement et effets du projet sur les déplacements routiers

Les effets du projet sur les déplacements routiers sont présentés à l'aide des éléments de l'étude de trafic citée ci-avant (étude de 2017 mise à jour en 2020, jointe en annexe 6 de l'étude d'impact) (tome 2, p. 64-73). Différents scénarios ont été étudiés dans l'étude de trafic : un scénario « fil de l'eau » (c'est-à-dire sans réalisation du projet), un scénario « projet » avec la RD920 à deux voies dans le sens nord-sud et à trois voies dans le sens sud-nord¹, un scénario « projet » avec mise à 2 x 2 voies de la RD920. Un quatrième scénario intègre en outre le projet d'aménagement de la Porte d'Orléans.

La MRAe relève que :

- les hypothèses d'évolution de la demande de déplacement dans le territoire desservi par la RD920 et de la répartition modale aux différents horizons de simulation ne sont pas présentées, alors que la mise en service du prolongement de la ligne 4 du métro et de la ligne 15 constituent des améliorations conséquentes de l'offre de transport en commun ;
- l'étude d'impact décrit plusieurs projets d'aménagements urbains ou de transport dans le secteur, dont certains sont susceptibles d'impacter les trafics (tome 1, p. 199-204 et tome 2, p. 165-178). Les projets pris en compte dans l'étude de trafic ne sont pas précisés, hormis le projet d'aménagement de la porte d'Orléans dans le 14^e arrondissement de Paris²¹ ;
- les modélisations de trafic sont données aux horizons 2025 et 2035. Ces horizons étaient cohérents pour une mise en service du projet envisagée en 2025 (soit un horizon à la mise en service et un horizon 10 ans plus tard). La mise en service étant actuellement prévue à l'horizon 2030, l'horizon 2030 et un horizon plus lointain (par exemple 2040) devraient désormais être étudiés ;
- l'étude d'impact présente, pour illustrer les effets du projet, les modélisations pour un seul scénario « projet » sans préciser lequel (tome 2, p. 65-72), et d'autre part qu'aucun des deux scénarios « projet » étudiés dans l'étude de trafic ne correspond aux caractéristiques du projet retenu²² ;

L'étude d'impact mentionne aussi que « les études réalisées ont mis en évidence des points pour lesquels le projet pourrait s'avérer problématique. Les préconisations présentées dans les études spécifiques seront prises en compte dans la conception du projet et de nouvelles études valideront les mesures mises en place » (tome 2, p. 73). La MRAe note que cela concerne notamment l'aménagement de certains carrefours (tome 2, p. 72-73).

(3) La MRAe recommande de :

- compléter l'étude d'impact par une étude prospective de la demande en déplacements et des répartitions modales dans le territoire desservi par la RD920 Nord, compte tenu de la mise en service d'importants axes de transports en commun lourds avant la mise en service de l'aménagement envisagé ;
- en conséquence, mettre à jour les études de trafic, sur la base d'hypothèses claires de trafic, de composition du parc de véhicules et de niveau de service attendu pour les transports en communs routiers aux horizons recalés de mise en service du projet.

■ Effets du projet sur le stationnement, les transports en commun, les déplacements des piétons et des cyclistes

Le projet conduira à réduire les espaces dédiés actuellement au stationnement²³. L'étude d'impact présente un bilan du stationnement avant et après réalisation du projet (tome 2, p. 74). Une centaine de places de stationnement pour les voitures seront supprimées et onze places spécifiques seront créées (personnes à mobilité réduite, livraisons, transport de fond), soit une diminution de capacité globale d'environ 89 places de stationnement. Des stationnements pour les deux-roues (motorisés et vélos) seront également mis en place.

L'étude d'impact précise toutefois qu'un travail sera mené dans les phases ultérieures du projet, pour définir de manière plus précise où conserver ou diminuer les capacités de stationnement (tome 2, p. 74).

L'étude d'impact rappelle qu'un des objectifs du projet est l'amélioration du fonctionnement des transports en commun, avec une meilleure régularité. Les voies bus latérales présentes actuellement sur la majorité du linéaire seront supprimées, hormis sur deux sections du projet²⁴. L'étude d'impact explique que la réduction du nombre de voies, la fréquence insuffisante des lignes de bus ainsi que l'occupation des voies bus par du stationnement en double-file a entraîné la décision de supprimer ces voies réservées (tome 2, p. 75-76). Elle ne démontre pas toutefois que cela garantira la circulation des bus dans de bonnes conditions.

Un des objectifs de la requalification de la RD920 est également la réalisation de cheminements cyclables (tome 2, p. 77). Le projet prévoit, d'une manière générale, la réalisation de pistes cyclables unidirectionnelles d'une largeur de 1,80 m, de chaque côté de la RD920, éloignées de la circulation de la route et connectées aux aménagements existants au niveau du carrefour de la Vache Noire, ou sur les rues adjacentes. La piste cyclable devient bidirectionnelle sur deux sections de la RD920²⁵. En cas de stationnement latéral, un « passe-pied » est implanté entre la piste cyclable et le stationnement (sur largeur permettant de limiter le risque d'accident des cyclistes lors des ouvertures de portière).

En ce qui concerne les déplacements piétons, l'étude d'impact indique que des trottoirs d'une largeur minimale de deux mètres²⁶ sont prévus. Ils seront aménagés afin de répondre aux normes d'accessibilités pour les personnes à mobilité réduite.

21 Nommé également « projet Avenue Leclerc » dans l'étude de trafic. Le projet de réaménagement de la Porte d'Orléans, qui n'est pas encore précisément défini, est présenté p. 170 du tome 2 de l'étude d'impact.

22 Le nombre de voies par sens de circulation prévues par le projet (tel que présenté dans l'étude d'impact) diffère selon les sections considérées. Les caractéristiques des deux scénarios « projet » étudiés dans l'étude de trafic sont donc simplifiées par rapport à celles mentionnées dans l'étude d'impact. L'étude de ces deux scénarios a semble-t-il permis de déterminer les caractéristiques à retenir pour le projet (cf. remarque du paragraphe 2.3 du présent avis).

23 Environ 452 places de stationnement longitudinal pour les voitures à l'heure actuelle. L'étude d'impact précise toutefois qu'il s'agit d'une capacité théorique, car « les stationnements sont parfois mal définis et peu aisés d'accès » (tome 2, p. 74).

1.4.3.2. Pollutions sonores

La RD920 est classée comme infrastructure de transports terrestres bruyante de catégorie 3²⁷ (tome 1, p. 234). Les mesures acoustiques réalisées en novembre 2018 en onze points le long de la RD920 indiquent des niveaux sonores élevés en façade des bâtiments compris entre 67,0 et 73,5 dB(A) le jour et entre 60,5 et 70,0 dB(A) la nuit²⁸. Excepté en deux points, ces niveaux sont supérieurs aux seuils correspondant aux points noirs bruit²⁹. À partir de ces mesures acoustiques et de données de trafics routiers, une modélisation de l'état initial sonore de la zone d'étude a été réalisée. La zone d'étude correspond à une ambiance sonore élevée dite « non modérée », au sens de la réglementation relative au bruit des infrastructures routières³⁰ (tome 1, p. 239-244) et très éloignée des valeurs cibles de l'Organisation mondiale de la santé. L'étude d'impact en conclut que l'enjeu est fort³¹.

Des modélisations de la situation sonore future « avec projet » et « sans projet » ont été réalisées, dans l'objectif de vérifier que le projet respecte la réglementation relative aux nuisances sonores des infrastructures de transports terrestres faisant l'objet de modifications. Cette réglementation demande, en cas de modification significative d'une route résultant de travaux, de respecter des seuils maximaux de bruit et de mettre en place, le cas échéant, des mesures de réduction du bruit. Toujours selon cette réglementation, une modification de route est jugée « significative » si elle entraîne une différence de niveau sonore supérieure à deux décibels (comparaison entre les situations avec et sans projet) (cf. tome 1, p. 237-238).

L'étude d'impact indique que « *Globalement, le projet entraîne une diminution des niveaux sonores de l'ordre de 0 à - 2 dB(A). Quelques augmentations sont visibles, néanmoins elles sont inférieures à 2dB(A) et donc non significatives.* » Elle conclut donc qu'aucune protection acoustique n'est à prévoir (tome 2, p. 84-87).

La MRAe relève que la projection d'une diminution du trafic n'est pas explicitée dans l'étude d'impact. Elle relève aussi que la modélisation a pris en compte une évolution du parc roulant à l'horizon 2045, avec 100 % de véhicules légers électriques, moins bruyants (tome 2, p. 86). La MRAe considère qu'il convient de mettre en cohérence les hypothèses dans tous les compartiments du dossier, et de vérifier le respect de la réglementation dès la fin des travaux, c'est-à-dire à l'horizon 2030 à la mise en service du projet et pas seulement à un horizon lointain.

L'étude d'impact a également étudié les modifications de niveaux sonores induites par le projet sur les routes avoisinantes, à l'horizon 2045. Elle indique que le projet entraîne globalement une diminution des niveaux sonores de l'ordre de 0 à 2 dB(A), ainsi que quelques augmentations restant néanmoins inférieures à 2 dB(A) et jugées non significatives³² (tome 2, p. 88-89). Comme indiqué ci-dessus, la modélisation devra également être conduite à un horizon moins lointain, dès la mise en service du projet.

La MRAe constate que le projet, au vu des modélisations conduites (et avec les réserves émises précédemment), ne dégraderait pas a priori l'ambiance sonore du secteur, mais ne l'améliore pas non plus de manière significative. S'agissant de travaux routiers conséquents sur un axe particulièrement bruyant, la possibilité d'améliorer la situation pour les riverains de la RD920 devrait selon la MRAe être étudiée.

Dans un souci de protection de la santé humaine, la MRAe suggère de se référer aux valeurs de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme éléments de référence pour les mesures de réduction du bruit. Dans son rapport d'octobre 2018, elle recommande fortement de réduire le bruit routier à 53 dB(A) pour l'indicateur Lden³³ et à 45 dB(A) pour l'indicateur Ln³⁴.

(4) La MRAe recommande de :

- compléter les modélisations d'expositions aux nuisances sonores, sur la base du scénario issu des études de trafic actualisées, aux horizons de mise en service du projet et pas seulement à un horizon lointain ;
- d'étudier la possibilité d'améliorer la situation en termes de pollutions sonores pour les riverains de la RD920, notamment par la pose de revêtements routiers à forte capacité d'absorption sonore ;
- de comparer les valeurs issues des modélisations aux valeurs de référence pour la santé constituant les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé ;

24 Mise en place d'un TCSP axial (transport en commun en site propre, soit deux voies dédiées aux bus au milieu de la chaussée) entre l'avenue Carnot et la rue de Verdun à Bagneux, section « qui accueillera un nombre important de lignes de bus », et d'un couloir d'approche pour les bus au sud de la Porte d'Orléans où des remontées de files sont observées (tome 2, p. 75-76).

25 À hauteur de l'avenue Victor Hugo (RD77A) et entre la promenade des Aqueducs et la place de la Vache Noire (tome 2, p. 77).

26 Le dossier mentionne à d'autres endroits une largeur minimale des trottoirs de 2,40 m (tome 2 de l'étude d'impact, p. 44, p. 77 (figure 26) ou p. 36 de la notice explicative du projet). Cependant, les profils en travers du projet par section montrent une largeur minimum de trottoir pouvant atteindre 2,05 m (section 3, tome 1, p. 59).

27 La réglementation relative aux voies bruyantes compte cinq catégories, la catégorie 1 étant la plus bruyante.

28 Niveau LAeq (niveau sonore équivalent). Il s'agit du niveau énergétique moyen sur une période donnée, qui caractérise bien un bruit fluctuant dans le temps. La période de jour correspond à 6h-22h et celle de nuit à 22h-6h.

29 Point noir bruit : niveaux sonores en façade dépassant 70 dB(A) en période diurne ou 65 dB(A) en période nocturne.

30 Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières (cette réglementation est présentée dans l'étude d'impact, tome 1, p. 237).

31 Tome 2, p. 83

32 La MRAe observe que le terme « non significatif » est employé ici dans le sens général, et non au sens de la réglementation précitée. En effet, comme le souligne l'étude d'impact, les routes avoisinantes ne faisant pas l'objet de travaux ne sont pas soumises à un cadre réglementaire en termes de bruit (tome 2, p. 88). On considère en général qu'une variation de niveau sonore est perceptible par l'oreille humaine à partir de 3 dB(A).

33 L'indicateur Lden (pour « Level day-evening-night ») représente le niveau de bruit moyen pondéré au cours de la journée. Il donne un poids plus fort au bruit produit en soirée (18-22h) et durant la nuit (22h-6h) pour tenir compte de la sensibilité accrue des individus aux nuisances sonores durant ces deux périodes.

34 L'indicateur Ln (pour « Level night ») représente le niveau d'exposition au bruit en période de nuit.

Enfin, la phase de chantier sera une source de pollutions sonores supplémentaires. Les mesures envisagées pour limiter ces pollutions concernent le respect des bonnes pratiques de chantier : utilisation d'engins conformes, réalisation des travaux dans les plages autorisées et information des riverains (tome 2, p. 84). Au vu de l'envergure des travaux prévus et de la situation de la route en zone urbanisée dense, la MRAe estime que des mesures plus ambitieuses doivent être étudiées pour la réduction des pollutions sonores liées aux travaux. Elle recommande que des modalités de suivi du bruit en phase de chantier soient définies : par exemple, mise en place d'un registre des plaintes à disposition des riverains et d'un suivi du bruit.

(5) La MRAe recommande de définir des modalités de suivi du bruit en phase de chantier.

1.4.3.3. Pollutions atmosphériques

Une étude très complète a été réalisée concernant la qualité de l'air (tome 1, p. 246-287 et tome 2, p. 89-133). La MRAe relève qu'il conviendra de s'assurer que les conclusions de cette étude sont toujours d'actualité quand les données de trafic auront été approfondies et mises à jour.

L'état initial de la qualité de l'air est présenté à l'aide des données des stations de mesures d'Airparif présentes à proximité, notamment la station de mesure « RN20 Montrouge » de type « trafic »³⁵ située dans la zone d'étude, ainsi que grâce à une campagne de mesures in situ réalisée sur deux fois quatre semaines, en septembre et novembre/décembre 2020 (tome 1, p. 274).

Dix points de mesures ont été positionnés le long du projet (cinq à proximité de la route et cinq en situation de fond urbain, éloignés des sources directes de pollution) et un onzième point a été installé près de la station de mesures Airparif de Vitry-sur-Seine, en dehors de la zone d'étude, afin de pouvoir comparer les mesures (tome 1, p. 276-279). Les résultats de cette campagne de mesures montrent notamment :

- des teneurs en dioxyde d'azote, polluant qui reflète bien l'influence du trafic routier, supérieures à la valeur limite ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les cinq points proches de la route et inférieures pour les cinq autres ;
- des teneurs en particules $\text{PM}_{2,5}$ ³⁶ inférieures à la valeur limite ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mais supérieures à l'objectif de qualité ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- des teneurs pour les autres polluants mesurés respectant les valeurs limites (hormis ponctuellement).

Les concentrations en polluants restent néanmoins élevées dans la zone d'étude. L'étude d'impact conclut que la qualité de l'air est jugée globalement peu satisfaisante en fond urbain et dégradée à proximité de la route (tome 1, p. 285-287). Il est rappelé que l'Organisation mondiale de la santé a revu en 2021 ses lignes directrices pour considérer un milieu non impactant pour la santé humaine. Elle a considéré que pour ce faire, les valeurs cibles devaient être au maximum (en moyenne annuelle) de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote, de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2,5}$.

Les effets du projet sur la qualité de l'air ont été étudiés en comparant les scénarios « état initial » (2017), « fil de l'eau » (sans le projet) et « projet » aux horizons 2025 et 2045 (tome 2, p. 89-133). Les résultats montrent une diminution des émissions de polluants entre l'état actuel (2017) et les horizons futurs, liées aux améliorations technologiques et au renouvellement du parc roulant. La comparaison entre les scénarios avec et sans projet montrent des évolutions sensiblement similaires (diminution très légère des émissions de 1 % avec le scénario « projet » par rapport au scénario « sans projet »).

S'agissant des concentrations en polluants, les modélisations montrent qu'elles resteront élevées dans la zone d'étude pour le dioxyde d'azote et les particules $\text{PM}_{2,5}$ en 2025, notamment sur la partie nord du projet du fait de la proximité avec le boulevard périphérique et l'autoroute A6b. La qualité de l'air s'améliore à l'horizon 2045 (en lien avec les améliorations technologiques, cf. ci-dessus). La réalisation du projet ne provoque aucune évolution significative des concentrations maximales en polluants (tome 2, p. 99-107).

Enfin, l'impact sanitaire du projet a été évalué (exposition de la population) par le biais de l'indicateur sanitaire IPP (indice pollution population) (tome 2, p. 108-133). L'étude d'impact conclut que le projet d'aménagement de la RD920 nord n'induit pas de risques supplémentaires pour la population.

(6) La MRAe recommande de justifier les pollutions de l'air induites par le trafic attendu sur la RD920 nord et de démontrer que la pollution atmosphérique est en situation de s'améliorer avec la réalisation du projet.

³⁵ C'est-à-dire implantée près d'une voie de circulation automobile. Il y a aussi des stations de type « urbain » ou « situation de fond », implantées loin des sources directes de pollution (tome 1, p. 261).

³⁶ $\text{PM}_{2,5}$: les $\text{PM}_{2,5}$ sont des particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres (notées PM en anglais pour « particulate matter »).

1.4.3.4. Consommation des ressources naturelles et émissions de gaz à effet de serre

La MRAe relève que les chantiers de construction de chaussées peuvent entraîner la consommation d'une quantité importante de matériaux (notamment des granulats) et qu'il convient de chercher à limiter la consommation des ressources en privilégiant la réutilisation des matériaux sur place (sols, matériaux de structures de chaussée, fraisats³⁷ d'enrobés) quand c'est possible, par exemple en techniques routières. L'économie de matériaux permet également de limiter le transport et ses impacts (consommation de carburant, émissions de gaz à effet de serre).

L'étude d'impact ne fait pas état de l'origine et des filières d'approvisionnement et de recyclage des matériaux qui seront utilisés dans le cadre de la réalisation du projet et n'évalue les impacts potentiels de celui-ci à cet égard sur les ressources naturelles et, plus largement, sur l'environnement et la santé humaine.

L'étude d'impact ne comporte pas d'évaluation quantifiée des émissions de gaz à effet de serre induites par l'ensemble du cycle de vie du projet, y compris celles liées à l'extraction, au transport et au recyclage des matériaux. Seules les émissions de dioxyde de carbone liées au trafic routier ont été calculées. Les résultats montrent une diminution des émissions entre l'état actuel et les états futurs, en lien avec les améliorations technologiques des véhicules, et l'absence de différence significative entre les scénarios « sans projet » et

« avec projet », quel que soit l'horizon considéré (tome 2, p. 137-139). L'étude d'impact mentionne en outre qu'un bilan carbone pourrait être réalisé dans le cadre du chantier de réaménagement de la RD920 nord et constituerait un support de diagnostic pour l'établissement d'un plan d'actions visant à limiter les émissions de gaz à effet de serre (tome 2, p. 48), sans engagement à le réaliser.

Pour la MRAe, il convient de justifier comment le projet permet de contribuer à l'objectif de neutralité carbone que la France s'est fixé à l'horizon de 2050, conformément à l'article L.100-4 du code de l'énergie.

(7) La MRAe recommande d'entreprendre une démarche « bilan carbone » pour le projet RD920 nord.

1.4.3.5. Eau et gestion des eaux pluviales

La zone d'étude n'est pas directement concernée par un cours d'eau. Le cours d'eau le plus proche est la Bièvre, qui passe à l'est de la zone d'étude et est canalisée et enterrée en quasi-totalité à partir d'Antony jusqu'à sa confluence avec la Seine (tome 1, p. 112 – carte p. 113).

Deux aqueducs traversent en revanche la zone d'étude : l'aqueduc de la Vanne et l'aqueduc du Loing. L'étude d'impact rappelle bien les périmètres de protection instaurés pour ces aqueducs afin de préserver la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et les prescriptions qui s'y rattachent (tome 1, p. 112-113 et tome 2, p. 25).

La section de RD920 concernée par le projet représente une surface d'environ 14,7 ha (tome 1, p. 50). L'étude d'impact indique que le projet n'entraînera aucune imperméabilisation de surfaces supplémentaires et ne générera donc pas de ruissellement d'eaux pluviales supplémentaires par rapport à la situation actuelle. Elle précise que, compte-tenu des aménagements paysagers qui seront mis en place, « le bilan en termes de surfaces imperméabilisées apparaît globalement positif » (tome 2, p. 27), sans toutefois quantifier le gain en termes de désimperméabilisation.

S'agissant de la gestion des eaux de ruissellement, l'étude d'impact présente de manière détaillée les dispositions dont le projet devra tenir compte, imposées ou préconisées par le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie en vigueur, le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) de la Bièvre qui concerne toutes les communes du projet, les règlements des schémas départementaux d'assainissement des Hauts-de-Seine et du Val-de-Marne ainsi que les dispositions propres à chaque commune (tome 1, p. 103-108, 114-118 et tome 2, p. 16-24). D'une manière générale, ces documents préconisent de limiter l'imperméabilisation, de privilégier l'infiltration et la gestion des eaux pluviales à la parcelle, tout en tenant compte des contraintes liées à la présence éventuelle d'anciennes carrières, de gypse ou d'argile, qui peuvent limiter les possibilités d'infiltration (cf. notamment les cartes des zonages pluviaux du 92 et du 94, tome 1, p. 115-116, qui définissent les zones favorables ou non à l'infiltration en fonction de ces risques). En cas de rejet d'eaux pluviales vers le réseau public, les débits de fuite doivent être limités³⁸.

La MRAe note que les dispositions qui seront mises en place dans le cadre du projet en termes de gestion des eaux pluviales ne sont pas déterminées. L'étude d'impact rappelle seulement quelques principes généraux :

« Le projet privilégiera au maximum les techniques alternatives, notamment l'infiltration. La conception visera à optimiser la maîtrise du ruissellement et à limiter les rejets dans les réseaux de collecte » (tome 2, p. 24), les nombreux espaces verts qui seront implantés et la mise en place de noues permettront d'accueillir et de contenir les eaux de pluie (tome 2, p. 38). L'étude d'impact précise que des études détaillées seront menées ultérieurement, dans le cadre de la procédure au titre de la loi sur l'eau³⁹ dont relèvera le projet⁴⁰, afin d'affiner les aspects relatifs à la gestion des eaux pluviales tout en s'assurant du respect des documents cadres (tome 2, p. 16 et 26).

Enfin, la MRAe note que le SDAGE Seine-Normandie et le SAGE de la Bièvre sont en cours de révision et seront adoptés prochainement. En particulier, la révision partielle du SAGE de la Bièvre vise à augmenter ses exigences en termes de gestion des eaux pluviales⁴¹. Il conviendra que le maître d'ouvrage anticipe et prenne en compte ces révisions afin qu'au moment de sa réalisation, le projet soit compatible avec leurs dispositions.

(8) La MRAe recommande de :

- préciser les dispositions mises en place concernant la gestion des eaux pluviales, en visant une amélioration de l'état existant ;
- tenir compte de la révision prochaine des documents cadres (SDAGE Seine-Normandie et SAGE de la Bièvre) afin que le projet soit compatible avec leurs dispositions.

37 Fraisat : résidu du fraisage, c'est-à-dire (dans le cas présent) du rabotage et concassage du revêtement de la chaussée.

38 Le SDAGE Seine-Normandie 2010-2015 (SDAGE actuellement en vigueur) impose notamment un débit de fuite limité à 1 l/s/ha pour une pluie décennale (disposition 145).

39 Loi sur l'eau : articles L.214-1 et suivants du code de l'environnement.

40 Le régime applicable au projet (déclaration ou autorisation) n'est pas connu à ce stade des études. Le projet serait a minima concerné par la rubrique 2.1.5.0 « Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol (...) » de la nomenclature loi sur l'eau (article R.214-1 du code de l'environnement) (tome 2, p. 26).

1.4.3.6. Cadre de vie et biodiversité

L'étude d'impact indique que la zone d'étude intercepte onze périmètres de protection de monuments historiques, qui sont listés et cartographiés. Elle rappelle que l'architecte des bâtiments de France (ABF) sera appelé à donner son avis sur tous les travaux de construction, transformation ou modification effectués dans le champ de visibilité ou de covisibilité d'un monument historique (tome 1, p. 168-172). L'étude d'impact ne présente pas d'analyse des visibilités ou des covisibilités entre le projet et ces différents monuments.

Des alignements d'arbres sont présents le long de la RD920 nord. 472 emplacements⁴² répartis sur les cinq communes ont été recensés. La majeure partie des arbres sont adultes (de 20 à 100 ans) et l'essence dominante est le platane commun (65 % du patrimoine). Le diagnostic sanitaire de ces arbres, réalisé en mai 2018, montre un état général des arbres assez hétérogène : une partie des sujets est parasitée par des agents lignivores et d'autres présentent des lésions importantes ou des défauts majeurs (tome 1, p. 167-168).

Une expertise écologique a été réalisée en 2019 (tome 1, p. 126-164). La zone d'étude s'inscrit dans un contexte très urbanisé. Aucun enjeu écologique n'a été relevé concernant la flore ou les habitats naturels, mais la présence d'espèces végétales exotiques envahissantes a été observée. Les enjeux concernant la faune sont jugés modérés et concernent principalement les oiseaux, avec la présence d'espèces communes pour la plupart, et les chauves-souris, avec une espèce contactée (pipistrelle commune). L'étude d'impact relève que parmi les nombreux arbres présentant des cavités, 31 offrent des gîtes potentiels pour les chauves-souris, même si elle précise qu'il « apparaît peu probable que des chiroptères gîtent dans ces cavités » (tome 1, p. 145-146).

Dans le cadre de la réalisation du projet, une grande partie des arbres d'alignements seront abattus : environ 356 arbres⁴³ (dont 38 dans un état sanitaire dégradé) sur la totalité des 472 arbres du tracé. L'étude d'impact identifie bien qu'il s'agit d'un impact paysager important, qui a fait l'objet de réflexions⁴⁴. Elle explique que « ces arbres sont d'une qualité phytosanitaire médiocre mais surtout sont plantés trop près des façades et les racines soulèvent les trottoirs, ce qui les rend peu praticables » et qu'il n'est pas possible de réaliser « un projet d'aménagement [de qualité, inclusif et parfaitement accessible] en conservant ces arbres » (tome 2, p. 40).

654 nouveaux arbres seront replantés, soit un nombre plus important que le nombre d'arbres abattus⁴⁵. En outre, des mesures seront prises afin de réduire les impacts sur les milieux naturels (tome 2, p. 33-37) : adaptation du calendrier des travaux, notamment concernant l'abattage des arbres, afin d'éviter les périodes les plus sensibles pour la faune, protection des arbres conservés pendant la durée du chantier, lutte contre les espèces végétales envahissantes...

1.4.3.7. Pollution des sols et amiante

Un diagnostic de la qualité des sols a été mené en 2019⁴⁶. Il comprend une étude historique, qui indique que l'emprise du projet est occupée par de la voirie depuis au moins 1921 et que l'environnement du site a peu évolué depuis les années 1980. De nombreux sites Basias⁴⁷ sont recensés le long de la RD920. Les résultats d'analyses ont mis en évidence une anomalie en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) au droit d'un sondage, à proximité d'une ancienne station-service⁴⁸ située à Bagneux, ainsi que des anomalies en métaux au droit de deux sondages (tome 1, p. 100 et 231).

Le diagnostic de la qualité des sols a permis de déterminer, au droit de chaque sondage, les filières d'élimination à envisager pour les excavations de terres polluées (de type installation de stockage de déchets inertes (ISDI) ou installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND), par exemple). L'étude d'impact précise en outre que des investigations complémentaires préalables aux travaux seront menées, afin de préciser les résultats de l'étude de 2019 (tome 2, p. 14-15). La MRAe relève qu'il conviendra notamment de préciser l'étendue de la pollution en HAP détectée sur la commune de Bagneux.

L'étude d'impact a identifié les risques sanitaires liés à l'excavation de terres polluées pendant les travaux, ce qui peut libérer des particules polluantes ou dangereuses. Elle rappelle que des dispositions seront prises concernant la protection des travailleurs intervenant sur le chantier (port d'équipements de protection individuels notamment) (tome 2, p. 13-15). La MRAe note que les travaux interviendront en milieu urbain dense et que les risques éventuels pour la population environnante sont également un enjeu important à prendre en compte. Il est donc nécessaire de préciser les mesures visant à éviter les risques sanitaires liés aux émissions de poussières pendant les travaux.

41 Cf. le site internet du Syndicat mixte du bassin versant de la Bièvre (SMBVB) qui présente les propositions de modifications du SAGE (http://www.smbvb.fr/revision-partielle-du-sage-bievre-2021-2022_101.html). La date d'adoption du SAGE révisé est prévue en octobre 2022.

42 L'étude d'impact indique que 4 % des emplacements sont actuellement vides (tome 1, p. 168).

43 Un chiffre différent est mentionné dans le chapitre sur les milieux naturels : environ 329 arbres abattus (tome 2, p. 28).

44 « Si le bilan des arbres est très largement positif après le projet, le Département des Hauts-de-Seine est conscient de l'impact paysager sur les arbres actuels et propose l'abattage d'un nombre important d'entre eux après avoir pesé l'en-semble des options » (tome 2, p. 40).

1.4.4. Suites à donner à l'avis de la MRAe

Le présent avis devra être joint au dossier d'enquête publique du projet.

Conformément à l'[article L.122-1 du code de l'environnement](#), le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage qui la mettra à disposition du public par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'[article L.123-2](#). Ce mémoire en réponse devrait notamment préciser comment le maître d'ouvrage envisage de tenir compte de l'avis de la MRAe, le cas échéant en modifiant son projet. Il sera transmis à la MRAe à l'adresse suivante :

mrae-idf@developpement-durable.gouv.fr

La MRAe rappelle que conformément au paragraphe IV de l'[article L. 122-1-1 du code de l'environnement](#), une fois le projet autorisé, l'autorité compétente rend publiques la décision ainsi que, si celles-ci ne sont pas déjà incluses dans la décision, les informations relatives au processus de participation du public, la synthèse des observations du public et des autres consultations, notamment de l'autorité environnementale ainsi que leur prise en compte, et les lieux où peut être consultée l'étude d'impact.

L'avis de la MRAe est disponible sur le site Internet de la mission régionale de l'autorité environnementale d'Île-de-France.

Délibéré en séance le 23 mars 2022 Siégeaient :

Eric ALONZO, Jean-François LANDEL,

Ruth MARQUES, François NOISETTE, Brian PADILLA, Philippe SCHMIT président.

45 L'étude d'impact indique que « *le bilan des arbres est positif avec + 236 arbres* » (tome 2, p. 40). La MRAe note qu'au vu des chiffres énoncés précédemment (356 arbres abattus, 654 nouveaux arbres replantés), le bilan s'élèverait à + 298 arbres.

46 Cette étude est fournie dans son intégralité en annexe 4 à l'étude d'impact.

47 La base de données des anciens sites industriels et activités de services intitulée « BASIAS » a donné lieu à la constitution de la carte des anciens sites industriels et activités de services « CASIAS » fin 2021 (cf. site Géorisques : <https://www.georisques.gouv.fr/risques/pollutions-sols-sis-anciens-sites-industriels>).

48 L'étude d'impact précise toutefois que le lien entre l'ancienne activité de station-service et l'anomalie en HAP n'est pas avéré (tome 1, p. 231).

ANNEXE

Liste des recommandations par ordre d'apparition dans le texte

- (1) La MRAe recommande d'actualiser l'étude d'impact avant la mise à l'enquête publique, notamment en ce qui concerne les études de déplacement dans la zone desservie par le projet, de trafic et les incidences induites (pollution, bruit...)
- (2) La MRAe recommande de compléter le chapitre relatif à la justification du projet en décrivant les principales options d'aménagement qui ont été étudiées et les raisons des choix effectués, au regard notamment de leurs effets sur l'environnement
- (3) La MRAe recommande de :
- compléter l'étude d'impact par une étude prospective de la demande en déplacements et des répartitions modales dans le territoire desservi par la RD920 Nord, compte tenu de la mise en service d'importants axes de transports en commun lourds avant la mise en service de l'aménagement envisagé ;
 - en conséquence, mettre à jour les études de trafic, sur la base d'hypothèses claires de trafic, de composition du parc de véhicules et de niveau de service attendu pour les transports en communs routiers aux horizons recalés de mise en service du projet.
- (4) La MRAe recommande de :
- compléter les modélisations d'expositions aux nuisances sonores, sur la base du scénario issu des études de trafic actualisées, aux horizons de mise en service du projet et pas seulement à un horizon lointain ;
 - d'étudier la possibilité d'améliorer la situation en termes de pollutions sonores pour les riverains de la RD920, notamment par la pose de revêtements routiers à forte capacité d'absorption sonore ;
 - de comparer les valeurs issues des modélisations aux valeurs de référence pour la santé constituant les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé ;
- (5) La MRAe recommande de définir des modalités de suivi du bruit en phase de chantier
- (6) La MRAe recommande de justifier les pollutions de l'air induites par le trafic attendu sur la RD920 nord et de démontrer que la pollution atmosphérique est en situation de s'améliorer avec la réalisation du projet
- (7) La MRAe recommande d'entreprendre une démarche « bilan carbone » pour le projet RD920 nord
- (8) La MRAe recommande de :
- préciser les dispositions mises en place concernant la gestion des eaux pluviales, en visant une amélioration de l'état existant ;
 - tenir compte de la révision prochaine des documents cadres (SDAGE Seine-Normandie et SAGE de la Bièvre) afin que le projet soit compatible avec leurs dispositions.

2 - COMPLÉMENTS DU MAÎTRE D'OUVRAGE À LA SUITE DE L'AVIS DÉLIBÉRÉ DE L'AUTORITÉ ENVIRONNEMENTALE SUR LE PROJET

2.1 - Recommandation n°1 : actualisation des études

(1) La MRAe recommande d'actualiser l'étude d'impact avant la mise à l'enquête publique, notamment en ce qui concerne les études de déplacement dans la zone desservie par le projet, de trafic et les incidences induites (pollution, bruit...)

Afin de disposer d'une évaluation complète le plus à jour possible, il a en effet été pris le parti de relancer les études de circulation.

Pour rappel, les études de circulation avaient été menées en 2017, les horizons 2025 et 2035 avaient été analysés, ils correspondaient respectivement à l'horizon de mise en service du projet et à un horizon lointain. Les scénarios fils de l'eau étaient également analysés.

La mise en service étant maintenant décalée à 2030, la reprise des études de circulation a permis de recalculer les horizons analysés, c'est-à-dire l'horizon de mise en service (2030) et un horizon lointain (2050).

À partir de cette mise à jour, les études air et bruit ont été reprises également.

Les états initiaux (c'est-à-dire en situation actuelle) sont conservés, mais les modélisations futures ont été entièrement reprises, selon les mêmes horizons que l'étude de circulation, soient 2030 et 2050.

Ces études sont présentées dans les réponses aux recommandations suivantes.

2.2 - Recommandation n°2 : justification du projet

(2) La MRAe recommande de compléter le chapitre relatif à la justification du projet en décrivant les principales options d'aménagement qui ont été étudiées et les raisons des choix effectués, au regard notamment de leurs effets sur l'environnement

2.2.1 - Historique des différentes solutions examinées

Le projet de requalification de la RD920 en boulevard urbain fait l'objet d'une étude en comité de pilotage menée par le Conseil Départemental des Hauts-de-Seine, en concertation avec les différentes communes concernées depuis 2007. Les dysfonctionnements de cet itinéraire (absence quasi totale d'itinéraires cyclables, accessibilité difficile des piétons, voies bus occupées par du stationnement, accidentologie importante sur des secteurs et carrefours particuliers etc.) sont à l'origine de cette réflexion autour du réaménagement global de l'axe routier entre Massy et Montrouge.

En particulier, la "section Nord" de la RD920 faisant l'objet de cette étude concerne un linéaire de 3,8 km entre la Place de La Résistance à Bourg-la-Reine et le Boulevard Romain Rolland à Montrouge.

Le projet a fait l'objet d'une étude socio-économique comparative de 3 scénarios d'aménagement : un terre-plein central planté ; un élargissement des trottoirs et un couloir bus axial.

2.2.1.1. Solution Terre-Plein central planté (retenue)

Le scénario « TPC » végétalisé contribue à préserver les conditions de circulation. C'est la solution qui maintient aussi un maximum les stationnements et renforce la sécurité de la voie avec une suppression des demi-tours et une diminution de la vitesse et donc une baisse des nuisances sonores par son gabarit moins large et son terre-plein planté. La végétalisation du terre-plein central améliore également l'image de l'Avenue en créant une voute végétale en surplomb de la chaussée avec les alignements plantés sur les trottoirs. Ce scénario renforce le rôle et l'image de voie structurante majeure vers Paris dans la continuité des aménagements déjà réalisés sur la RD920 depuis Antony.

Ce scénario propose un aménagement du type suivant :

- **Profil de voirie en 2x2 voies en général. Le maintien de 3 voies aux endroits le nécessitant : aux abords de la place de la Vache Noire à Arcueil et entre le carrefour de la Vache Noire et la porte d'Orléans dans le sens province vers Paris**
- **Terre-plein central de 3,55 m, en infiltrant les eaux pluviales de voirie, en vue de respecter les orientations du SAGE de la Bièvre**
- **Espaces de stationnement de 2 m de large**
- **Espaces modes actifs réduits :**
 - intégration de pistes cyclables unidirectionnelles ;
 - 2-2,5 m de trottoirs éloignés de la circulation.

Ce scénario est choisi pour l'ensemble du linéaire du projet excepté à Montrouge. En effet, ce scénario présente plusieurs points forts : les cheminements piétons sont confortables et la largeur des pistes cyclables plus importante que dans les autres scénarios. Ce scénario permet également de sécuriser les traversées piétonnes avec la mise en place d'îlots refuges. Les aménagements paysagers (TPC plantés, massifs végétalisés, alignements d'arbres...) permettent une bonne séparation des voies de déplacement et améliore la sécurité des usagers de la route.

En termes de plantation, c'est le scénario le plus planté, avec plus de 600 arbres plantés in fine, complétés par des strates plus basses de plantations (buissons, fleurs et prairie), permettant de favoriser la biodiversité, et d'améliorer la

perméabilité des sols, en faisant diminuer l'effet d'îlot de chaleur urbain. En outre l'insertion paysagère du projet est nettement améliorée, et la gestion des eaux pluviales facilitée.

Ce scénario est finalement un bon compromis pour les divers usagers de la voirie, il limite l'impact sur la circulation, favorise tout de même le report modal et offre de vastes espaces de plantation pour améliorer le paysage et l'environnement global.

Les détails de cette notation sont fournis ci-après.

2.2.1.2. Solution trottoirs élargis (non retenue)

Le scénario de trottoirs élargis favorise le développement de l'espace urbain dédié aux modes actifs, il permet en théorie un report plus fort des usagers VP (Véhicules particuliers) vers les modes actifs. Ce scénario favorise les divers usages de l'espace public et veut stimuler l'attractivité commerciale et améliorer l'image de la RD920. Toutefois, ce scénario est très minéralisé et augmente ainsi les surfaces imperméabilisées et par conséquent l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Ce scénario propose un aménagement du type suivant :

- **Profil de voirie en 2x2 voies en général mais maintien de 3 voies aux endroits le nécessitant : aux abords de la place de la Vache Noire à Arcueil et entre le carrefour de la Vache Noire et la porte d'Orléans.**
- **Pas de terre-plein central**
- **Stationnement longitudinal de 2 m de large**
- **Espaces modes actifs :**
 - intégration de pistes cyclables unidirectionnelles ;
 - 3,5-3,8 m de trottoirs.

Par ailleurs, il existe des conflits sur certains tronçons par la proximité entre les cyclistes, les piétons et les automobilistes. En outre, le gain de temps pour les usagers actuels (TC ou VP) est le plus faible par rapport aux 3 scénarios. Enfin d'un point de vue paysager et environnemental ce scénario ne permet pas d'améliorer significativement l'existant comme le fait le scénario TPC (végétalisation, désimpermeabilisations...). En outre, ce scénario conserve l'aspect minéral et routier de l'axe et favorise la prise de vitesse de la circulation.

2.2.1.3. Solution n° 3 couloir bus axial (non retenue)

Le scénario « couloir bus axial » consiste à réaménager la RD 920 avec un couloir bus central sur la voie. Il permet de reporter potentiellement plus d'usagers de la route vers les transports en commun grâce à une meilleure offre cadencée et fiable des bus. Ce scénario implique toutefois des investissements plus importants et des aménagements plus complexes, il induit également une réduction des places de stationnement. Ce scénario favorise donc le développement des transports en commun en réservant une part importante de l'espace aux déplacements motorisés et en laissant la priorité aux bus au niveau des carrefours.

Ce scénario propose un aménagement du type suivant :

- **Profil en travers 2x2 voies en général mais maintien de 3 voies aux endroits le nécessitant : aux abords de la place de la Vache Noire à Arcueil et entre le carrefour de la Vache Noire et la porte d'Orléans**
- **Pas de terre-plein central végétalisé**
- **Priorité des bus aux carrefours avec :**
- Couloir bus de 6,5 m – 7m de large environ ;
- Quais de bus de 3 m de large.
- **Peu d'espace de stationnement longitudinal**
- **Espaces modes actifs réduits :**
 - Largeur fluctuante pour les pistes cyclables ; La continuité des pistes cyclables ne peut être assurée sur certaines zones très contraintes. Elles devront être intégrées soit sur des zones de

- partage soit renvoyées sur la voirie en bande cyclable (posant des problèmes de conflit d'usage).
- 2,5 m de trottoirs.

Ce scénario n'a pas été retenu, notamment parce que, comparativement aux autres scénarios proposés, les places de livraisons, de stationnements et les places PMR sont moins nombreuses. De plus, les conflits entre usagers sont importants car il n'y a pas assez de largeur pour créer un espace tampon entre les voies, créant de l'insécurité. Par ailleurs, la circulation des véhicules légers est dégradée en raison de la diminution de la capacité d'écoulement au niveau des carrefours. En outre, cette configuration augmente les distances de traversées des piétons. Au niveau du paysage, l'espace est très minéralisé et la végétalisation trop faible pour assurer la perméabilisation des sols et une bonne insertion paysagère. Ce scénario comporte en effet deux fois moins d'arbres après aménagement que pour les autres scénarios, il augmente ainsi l'effet d'îlot de chaleur urbain. Enfin, au niveau de l'investissement, ce scénario est le plus coûteux pour peu de bénéfices finalement.

2.2.2 - Analyse multicritère des 3 scénarios

Chaque thématique a été notée de 1 à 3 : 1 étant représentant le scénario ayant le plus d'impact et 3 celui de moindre impact.

Il a été décidé de ne considérer aucune pondération par thématique afin de disposer d'un résultat brut et de ne pas accorder plus d'importance à une thématique qu'à une autre, les enjeux environnementaux et sociétaux devant faire consensus pour être plus durables.

À l'issue de cette analyse, le scénario terre-plein central apparaît comme le parti d'aménagement à retenir au regard de son impact environnemental.

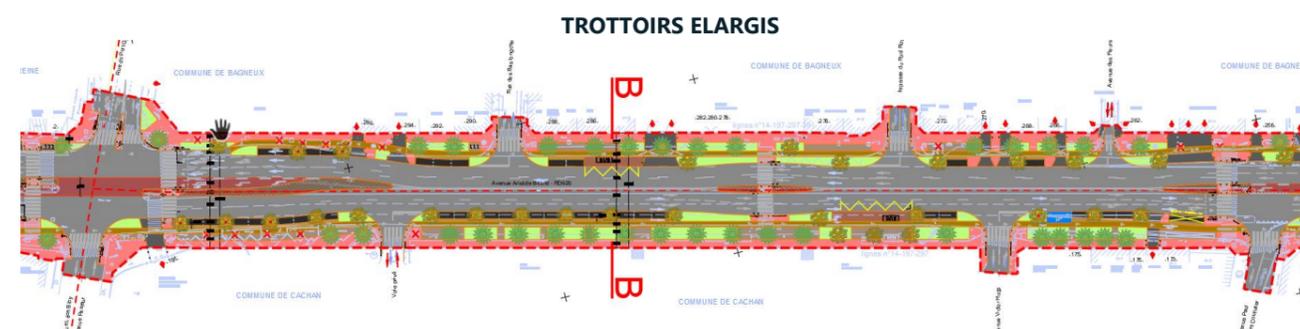
Les scores obtenus pour chacun des scénarios sont les suivants :

- Scénario Terre-plein central planté : 167
- Scénario Trottoirs élargis : 123
- Scénario Couloir bus axial : 108

Cette analyse est détaillée dans la suite du mémoire. Quatre sections homogènes de la RD920 ont été prises en compte pour effectuer les comparaisons de chacune des solutions et ainsi évaluer leur impact. Les sections considérées sont les suivantes :

- Entre la place de la Résistance (Bourg La Reine) et l'avenue Carnot (Cachan et Bagneux)
- Entre l'avenue Carnot (Cachan et Bagneux) et la rue de Verdun (Arcueil et Bagneux)
- Entre la rue de Verdun (Arcueil et Bagneux) et le carrefour de la Vache Noire (Arcueil)
- Entre le carrefour de la Vache Noire (Arcueil) et le boulevard Romain Rolland (Montrouge)

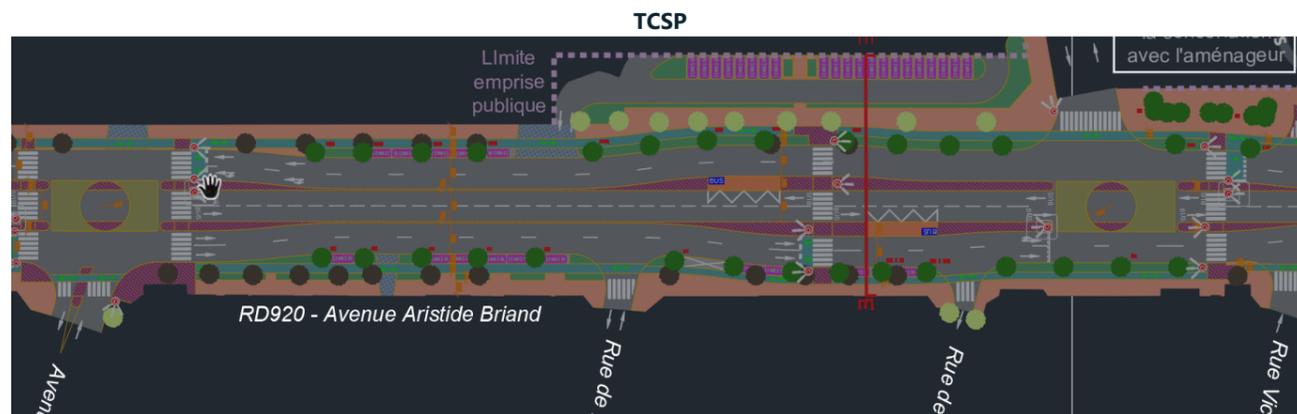
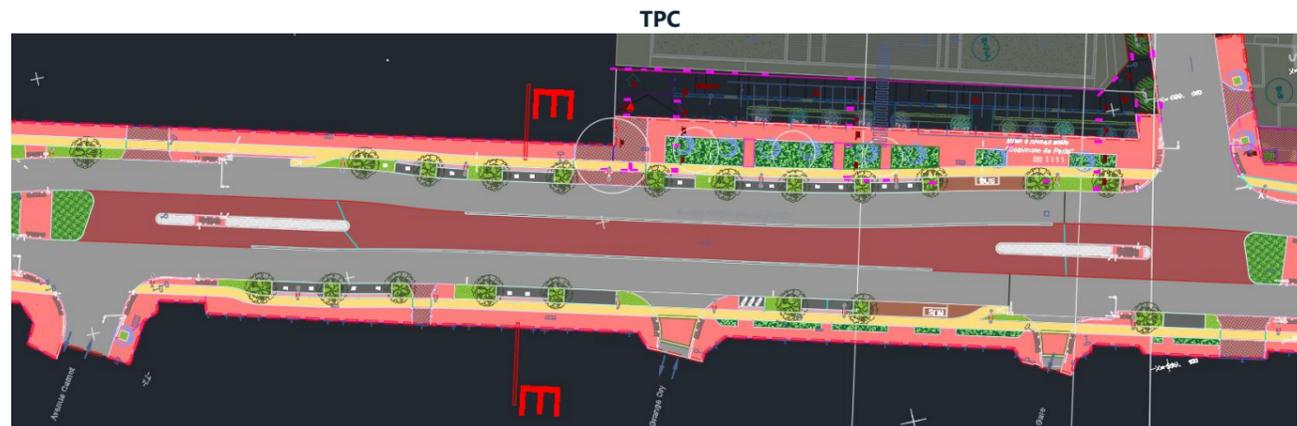
- Place de la Résistance Charles de Gaulle (BLR) -Avenue Carnot (Cachan et Bagneux)



			Scénario Terre-Plein central planté	Note	Scénario trottoirs élargis	Note	Scénario couloir bus axial	Note	
Section	Place de la Résistance Charles de Gaulle - BLR	Avenue Carnot (Cachan et Bagneux)	Coupes AA, BB, CC et DD						
Géométrie	Impact trottoirs	Impact stationnement	Cheminement piétons confortable avec des largeurs minimum de 2,1m	3	Cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 2 m	3	Cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 1,8 m	3	
			12 places de livraison 6 places handicapé 123 places de stationnements 5 places pour les 2 roues	2	3 places arrêt minute 13 places de livraison 6 places handicapé 152 places de stationnements	3	10 places de livraison 4 places handicapé 86 places de stationnements	1	
	Vélos / Piétons	Vélos / Piétons	Proximité vélos/piétons acceptable car les deux voies sont séparées par des alignements d'arbres ou des massifs végétalisés. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	3	Proximité vélos/piétons acceptable car les deux voies sont séparées par des bandes multifonctionnelles. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	3	Proximité vélos/ piétons conflictuelle, il n'existe aucune zone tampon entre les 2 flux. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	1	
			Vélos / voitures-bus	Les interfaces se concentrent au niveau des franchissements de carrefours et sur les liaisons bande cyclable / piste cyclable en amont des carrefours. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	3	Les interfaces se concentrent au niveau des dessertes de livraison, des franchissements de carrefours et sur les liaisons bande cyclable / piste cyclable en amont des carrefours. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	2	Les interfaces se concentrent au niveau des franchissements de carrefours. Par contre aux abords de la gare de RER B de Bagneux, le maintien de la piste cyclable est impossible, elle doit donc repasser en bande cyclable avec une liaison pouvant être conflictuelle. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	1
				Vélos/ Vélos	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,80 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	3	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,50 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	1	Piste cyclable unidirectionnelle en moyenne à 1,60 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	2
	Cheminement cyclable - continuité cyclable	Cyclistes pour desserte locale (logements, bureaux, commerces, équipements, stationnement, rues transversales, dépose des enfants à l'école)	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo sur les carrefours à feux ainsi que des ronds points pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	1	
Bilan arbres			176 arbres existants abattus 20 arbres maintenus 257 arbres plantés soit un bilan de 277 arbres après aménagement	3	97 arbres existants abattus 115 arbres existants maintenu 135 arbres plantés soit un bilan de 250 arbres après aménagement	2	179 arbres existants abattus 20 maintenus 122 arbres plantés soit un bilan de 142 arbres après aménagement	1	
Aspects environnementaux	Aspect visuel	Espaces verts	La mise en place d'alignements d'arbres sur le TPC renforce l'importance de l'axe en direction de Paris et structure le paysage en distinguant notamment chaque sens de circulation et mode de transport.	3	L'augmentation de la surface piétonne marque l'entrée de la ville en lui donnant un aspect "vivant" où cohabitent à part égale les différents modes de déplacement.	2	Le scénario n'apporte que peu d'impact visuellement, il ajoute un mode de transport supplémentaire sans forcément travailler son insertion paysagère.	1	
			Perméabilisation des sols	Globalement cette solution permet une large végétalisation : Terre-plein central planté de 3,55m de large, couloir végétalisé le long de la piste cyclable, et alignements d'arbres le long des places de stationnement.	3	Globalement cette solution permet une végétalisation correcte : couloir végétalisé le long de la piste cyclable, et alignements d'arbres le long des places de stationnement.	2	Cette solution ne permet pas de végétalisation, l'espace reste très minéral, et de nombreux arbres sont abattus et non remplacés. La place Charles-de-Gaulle est moins végétalisée par rapport aux autres solutions.	1
			Pollution atmosphérique	Les trottoirs permettent la mise en œuvre de noues jusqu'à la gare de RER B de Bagneux, permettant de désimpermeabiliser. Le terre-plein central est végétalisé, il permet l'augmentation des surfaces perméables et favorise l'infiltration de l'eau dans les sols.	3	Les trottoirs permettent la mise en œuvre de noues jusqu'à la gare de RER B de Bagneux, permettant de désimpermeabiliser.	2	Les trottoirs ne permettent pas la mise en œuvre de noues.	1
			Pollution sonore	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	La mise en place de transports en communs en voie centrale réduit l'usage de véhicules personnels et donc la pollution atmosphérique globale associée.	3
			Gain de temps	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario maintient un nombre plus important de voies, puisque une voie bus en double sens s'insère en plus des autres scénarios. Toutefois il laisse une part plus importante aux transports en commun.	2
				Report modal	Ce scénario est favorable en termes de gains socioéconomiques pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	2	Ce scénario est favorable mais avec des gains socioéconomiques moins importants pour les anciens usagers (Tc et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	1	Les gains socioéconomiques liés à ce scénario sont très importants que ce soit pour les anciens usagers, les véhicules personnels reportés et la dépense liées à l'utilisation de la voiture.	3
Sécurité routière	Sécurité piétons	Les reports sur les modes doux sont faibles	2	Ce scénario permet d'améliorer les conditions de circulation des cyclistes/piétons et de stimuler le rabattement vers les transports en commun.	3	Pas de report, situation identique, voire une baisse de fréquentation avec le prolongement de la ligne 4 et l'ouverture de la future ligne 15 de métro, plus compétitives.	2		
		Sécurité routière	Ce scénario permet d'améliorer la fluidité de la circulation et la sécurité routière.	3	Ce scénario améliore moyennement la sécurité routière.	2	Ce scénario crée plus d'interfaces de conflits entre les usagers, engendrant plus d'accidents	1	
Coûts	Coût global du projet	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes mais moins importantes que celles du scénario "trottoirs élargis", toutefois les piétons sont tenus à l'écart des voies cyclables et viaires.	3	Les largeurs de trottoirs sont importantes avec une séparation de la piste cyclable et de la voie routière par des bandes multifonctionnelles.	3	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes mais moins importantes que celles du scénario "trottoirs élargis" et les piétons sont sur une voie accolée à la piste cyclable sans réelle séparation physique.	1		
		L'investissement du scénario « TPC planté » est estimé à 35,1M en 2015 et sera de 36,9M€ en tenant compte de la répartition sur plusieurs années des travaux.	2	L'investissement du scénario « trottoirs larges » est estimé à 34,6M en 2015 et atteindra 36,3M€ en euro en tenant compte de la réactualisation annuelle.	3	L'investissement du scénario « Couloir bus axial » est estimé à 38,6M en 2011, voire 41,6M€ sur la base des couts des années de réalisation des travaux.	1		
Score total			44	32	25				

Impact positif	+3
Impact neutre	+2
Impact négatif	+1

- Avenue Carnot (Cachan et Bagneux) - Rue de Verdun (Arcueil et Bagneux)



Notons que sur cette portion, une voie bus axiale est tout de même conservée, en effet plusieurs lignes de bus transitent par cette section actuellement via l'avenue Carnot et la rue de Verdun.

			Scénario Terre-Plein central planté	Note	Scénario trottoirs élargis	Note	Scénario couloir bus axial	Note
Section	Avenue Carnot (Cachan et Bagneux)	Rue de Verdun (Arcueil et Bagneux)	Coupe EE					
	Géométrie	Impact trottoirs	Chemins piétons confortables (2,45 m minimum)	3	Chemins piétons confortables (2m minimum)	3	Chemins piétons étroits (1,80 m) et non continu au Nord de la voie.	1
		Impact stationnement	16 places de stationnement 2 places de livraison 1 place 2 roues	2	22 places de stationnement 3 places de livraison	2	15 places de stationnement	1
		Vélos / Piétons	Proximité vélos/ piétons acceptable mais les deux voies sont partiellement séparées par des alignements d'arbres ou des massifs végétalisés (nœuds). La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	3	Proximité vélos/ piétons acceptable car les deux voies sont séparées par des bandes multifonctionnelles, mais uniquement sur le trottoir Est La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	2	Proximité vélos/ piétons acceptable en raison de la largeur des trottoirs et des quelques zones tampons séparant les flux. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public mais il n'y a aucune séparation physique	1
	Conflits	Vélos / voitures-bus	Les interfaces se concentrent sur les franchissements des 2 carrefours pour lesquels les cyclistes doivent composer avec les voies de bus axiales qui assurent la desserte des gares du Grand Paris. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur les rues adjacentes. Les pistes cyclables sont séparées des voies routières par des places de stationnement et espaces verts. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	3	Les interfaces se concentrent sur les franchissements des 2 carrefours pour lesquels les cyclistes doivent composer avec les voies de bus axiales qui assurent la desserte des gares du Grand Paris. L'autre interface concerne la liaison bande cyclable / piste cyclable en amont des 2 carrefours. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur les rues adjacentes. Les pistes cyclables sont séparées des voies routières par des places de stationnement. Il peut exister un conflit avec les voitures au niveau de l'entrée vers la contre-allée mais également sur les liaisons bande cyclable - piste cyclable. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	1	Les interfaces se concentrent sur les franchissements des 2 carrefours pour lesquels les cyclistes doivent emprunter les 2 ronds points pour effectuer les tournes à gauche sur rues adjacentes. Les pistes cyclables sont séparées des voies routières par des places de stationnement. Il peut exister un conflit avec les voitures au niveau de l'entrée vers la contre-allée. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	2
		Vélos/ Vélos	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,80 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	3	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,50 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	1	Piste cyclable unidirectionnelle en moyenne à 1,60 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	2
		Cyclistes pour desserte locale (logements, bureaux, commerces, équipements, stationnement, rues transversales, dépose des enfants à l'école)	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les chemins piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons au droit de la ZAC Victor Hugo. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes avec franchissement des voies bus axiales	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les chemins piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons au droit de la ZAC Victor Hugo. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes avec franchissement des voies bus axiales De plus, il y a une discontinuité de la piste cyclable à partir de la Rue de la Gare.	1	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les chemins piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les ronds points pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes, les tournes à gauche sont d'ailleurs possibles pour les bus sur ces deux carrefours.	2
	Aspects environnementaux	Bilan arbres	18 arbres existants abattus 10 arbres existants maintenus 19 arbres plantés soient 29 arbres après aménagement	1	19 arbres existants abattus 14 arbres existants maintenus 21 arbres plantés soient 35 arbres après aménagement	2	21 arbres existants abattus 12 arbres existants maintenus 32 arbres plantés soient 44 arbres après aménagement	3
		Aspect visuel	La mise en place d'alignements d'arbres et d'espaces végétalisés structure le paysage en distinguant notamment chaque sens de circulation et mode de transport.	3	L'augmentation de la surface piétonne marque l'entrée de la ville en lui donnant un aspect "vivant" où cohabitent à part égale les différents modes de déplacement.	2	Le couloir central de bus est présent, sans séparation physique ni visuelle avec les voies routières de part et d'autre. Le scénario n'apporte que peu d'impact visuel, il ajoute un mode de transport supplémentaire sans forcément travailler son insertion paysagère et il renforce la minéralisation de l'espace.	1
		Espaces verts	Les espaces verts sont représentés au niveau des espaces de stationnement et séparent la PC de la voie piétonne sur tout le linéaire de cette section. Un important TPC végétalisé est présent en fin de section.	3	Globalement cette solution permet une végétalisation correcte : couloir végétalisé le long de la piste cyclable, et alignements d'arbres le long des places de stationnement. L'espace est très arboré au nord de l'Avenue Briand, autour de la contre-allée et des places de stationnement.	2	Ce scénario est surtout végétalisé au nord de l'Avenue, des alignements d'arbres sont également présents des deux côtés de la RD920, la séparant de la PC.	2
		Perméabilisation des sols	Les trottoirs permettent la mise en œuvre de plantations et sont donc favorables à la perméabilisation avec l'intégration de nombreux espaces verts dans la frontière avec la piste cyclable. Le TPC végétalisé est remplacé par une voie de TCSP sur une grande partie de la section, les surfaces d'infiltration sont réduites mais toujours présentes.	3	Les trottoirs larges permettent la mise en œuvre de plus d'espaces verts et sont donc favorables à la perméabilisation	3	Les trottoirs ne permettent pas la mise en œuvre de nœuds, les surfaces sont peu végétalisées.	1
Pollution atmosphérique		Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	La mise en place de transports en commun en voie centrale réduit l'usage de véhicules personnels et donc la pollution atmosphérique globale associée.	3	
Pollution sonore		Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario maintient un nombre plus important de voies, puisque une voie bus en double sens s'insère en plus des autres scénarios. Toutefois il laisse une part plus importante aux transports en commun.	2	
Aspect mobilité	Gain de temps	Ce scénario est favorable en termes de gains socioéconomiques pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	2	Ce scénario est favorable mais avec des gains socioéconomiques moins importants pour les anciens usagers (Tc et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	1	Les gains socioéconomiques liés à ce scénario sont très importants que ce soit pour les anciens usagers, les véhicules personnels reportés et la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	3	
	Report modal	Les reports sur les modes doux sont faibles	2	Ce scénario permet d'améliorer les conditions de circulation des cyclistes/piétons et de stimuler le rabattement vers les transports en commun.	3	Pas de report, situation identique, voire une baisse de fréquentation avec le prolongement de la ligne 4 et l'ouverture de la future ligne 15 de métro, plus compétitives.	2	
Aspects sécurité	Sécurité routière	Ce scénario permet d'améliorer la fluidité de la circulation et la sécurité routière.	3	Ce scénario améliore moyennement la sécurité routière.	2	Ce scénario crée plus d'interfaces de conflits entre les usagers, engendrant plus d'accidents	1	
	Sécurité piétons	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes, les piétons restent bien tenus à l'écart des voies cyclables et viaires.	3	Les largeurs de trottoirs sont importantes avec une séparation de la piste cyclable et de la voie routière par des bandes multifonctionnelles mais uniquement au Sud.	2	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes mais les piétons sont sur une voie accolée à la piste cyclable sans réelle séparation physique.	2	
Coûts	Coût global du projet	L'investissement du scénario « TPC planté » est estimé à 35,1M en €2015 et sera de 36,9M€ en tenant compte de la répartition sur plusieurs années des travaux.	2	L'investissement du scénario « trottoirs larges » est estimé à 34,6M en €2015 et atteindra 36,3M€ en euro en tenant compte de la réactualisation annuelle.	3	L'investissement du scénario « Couloir bus axial » est estimé à 38,6M en €2011, voire 41,6M€ sur la base des coûts des années de réalisation des travaux.	1	
Score total			42	29	29			

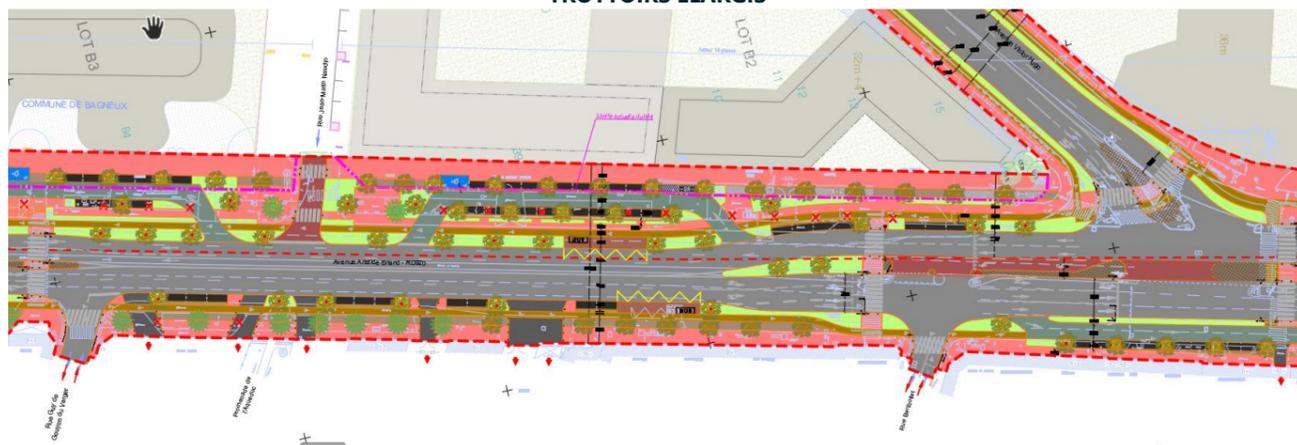
	Impact positif	+3
	Impact neutre	+2
	Impact négatif	+1

- Rue de Verdun (Arcueil et Bagneux) - Carrefour de la Vache Noire (Arcueil)

TPC



TROTTOIRS ELARGIS



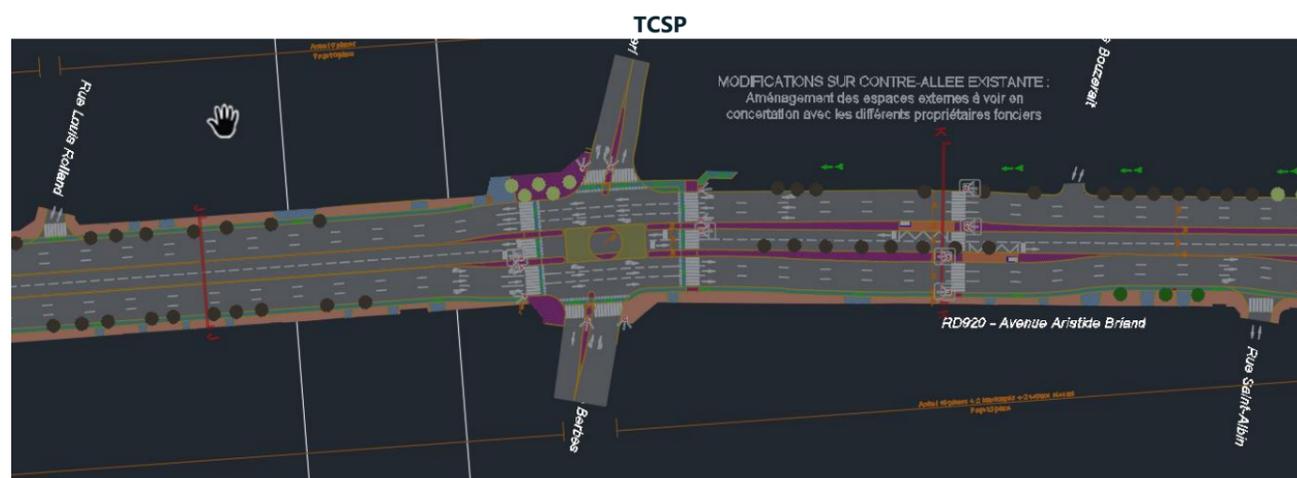
TCSP



			Scénario Terre-Plein central planté	Note	Scénario trottoirs élargis	Note	Scénario couloir bus axial	Note
Section	Rue de Verdun (Arcueil et Bagneux)	Carrefour de la Vache Noire (Arcueil)	Coupes FF, GG et HH					
Géométrie	Impact trottoirs	Impact stationnement	cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 2 m	3	Cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 2 m	3	cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 2 m	3
			94 places de stationnement 4 places handicapées 4 places de livraison 6 places 2 roues	2	157 places de stationnement 2 places handicapées	3	91 places de stationnement 4 places handicapées 4 places de livraison	1
	Vélos / Piétons	Vélos / voitures-bus	Proximité vélos/ piétons acceptable. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public. La mise en place d'espaces verts ou de noue entre les zones de conflit permet de protéger les piétons mais reste limitée le long de cette section.	2	Proximité vélos/ piétons acceptable car les voies sont séparées par des bandes multifonctionnelles en terre à l'Est de l'Avenue, des espaces verts servent de séparation sur certaines parties à l'Ouest de l'Avenue. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	3	Proximité vélos/ piétons acceptable en raison de la largeur des trottoir et des quelques zones tampons séparant les flux. Par contre sur le trottoir Est entre l'avenue Victor Hugo et la place de la Vache Noire la proximité est beaucoup plus conflictuelle. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public.	2
			Les interfaces se concentrent sur les franchissements des carrefours Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	2	Les interfaces se concentrent sur les franchissements des carrefours et sur la liaison bande cyclable / piste cyclable en amont des carrefours. A proximité du carrefour RD920 /avenue Victor Hugo, les cyclistes circulent à proximité de la contre allée assurant la desserte locale. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	1	Les interfaces se concentrent sur les franchissements des carrefours pour lesquels les cyclistes doivent utiliser les SAS Vélo ou emprunter les 3 ronds points pour effectuer les tournes à gauche sur rues adjacentes. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	2
			Piste cyclable unidirectionnelle de 1,80 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	3	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,50 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	1	Piste cyclable unidirectionnelle en moyenne à 1,60 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	2
Cheminement cyclable - continuité cyclable	Cyclistes pour desserte locale (logements, bureaux, commerces, équipements, stationnement, rues transversales, dépose des enfants à l'école)	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation de rouler en file pour ne pas impacter les piétons sur les zones de commerce. Obligation d'utiliser les SAS vélo et les 3 ronds points pour engager les tournes à gauche sur rues adjacentes	2	
		Bilan arbres	82 arbres existants abattus 2 arbres maintenus 183 arbres plantés soient 185 arbres après aménagement	3	68 arbres existants abattus 16 arbres maintenus 157 arbres plantés soient 173 arbres après aménagement	2	74 arbres existants abattus 10 arbres maintenus 116 arbres plantés soient 126 arbres après aménagement	1
Aspects environnementaux	Aspect visuel	Espaces verts	La mise en place d'alignements d'arbres sur le TPC renforce l'importance de l'axe en direction de Paris et structure le paysage en distinguant notamment chaque sens de circulation et mode de transport. Il est doublé d'un autre espace vert au nord de l'Avenue et alignement d'arbres au niveau des espaces de stationnement.	3	L'augmentation de la surface piétonne marque l'entrée de la ville en lui donnant un aspect "vivant" où cohabitent à part égale les différents modes de déplacement.	2	Le scénario n'apporte que peu d'impact visuellement, il ajoute un mode de transport supplémentaire sans forcément travailler son insertion paysagère.	1
			Il y a de nombreux espaces verts sur le linéaire de la RD920, sur une largeur totale variant entre 6,35 et 11,45 m selon les parties de la section. Ces espaces sont représentés à la fois par des couloirs végétalisés entre les diverses circulations.	3	Le nord de l'Avenue est très végétalisé avec de nombreux espaces verts le long de la voie, complétés par des alignements d'arbres	3	Le nord de l'Avenue est très végétalisé avec de nombreux espaces verts le long de la voie, complétés par des alignements d'arbres. Les alignements d'arbres sont également présents au sud de la voie mais ne compensent pas le manque d'espace végétalisé au centre de la RD.	2
	Perméabilisation des sols	Pollution atmosphérique	Les trottoirs permettent la mise en œuvre de noues jusqu'à l'avenue Victor Hugo. Celles-ci sont donc favorables à la perméabilisation Les aménagements paysagers au niveau du terre-plein central et des espaces de stationnement permettent l'augmentation des surfaces perméables. A cela se rajoute la noue entre le trottoir et l'apiste cyclable côté pair sur la partie reliant la rue Jean Marin Naudin à l'Avenue Victor Hugo.	3	Les trottoirs permettent la mise en œuvre de noues jusqu'à l'avenue Victor Hugo. Celles-ci sont donc favorables à la perméabilisation. Le nord de l'Avenue est très végétalisé avec de nombreux espaces verts le long de la voie favorables à l'infiltration.	3	Les trottoirs permettent la mise en œuvre d'espaces verts jusqu'à l'avenue Victor Hugo au nord, ces derniers sont favorables à la perméabilisation. Néanmoins, l'ajout de la voie de bus implique plus d'imperméabilisation que pour les autres scénarios.	1
			Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	2	La mise en place de transports en communs en voie centrale réduit l'usage de véhicules personnels et donc la pollution atmosphérique globale associée.	3
	Pollution sonore	Gain de temps	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario maintient un nombre plus important de voies, puisque une voie bus en double sens s'insère en plus des autres scénarios. Toutefois il laisse une part plus importante aux transports en commun.	2
			Ce scénario est favorable en termes de gains socioéconomiques pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	2	Ce scénario est favorable mais avec des gains socioéconomiques moins importants pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	1	Les gains socioéconomiques liés à ce scénario sont très importants que ce soit pour les anciens usagers, les véhicules personnels reportés et la dépense liées à l'utilisation de la voiture.	3
Report modal	Sécurité routière	Les reports sur les modes doux sont faibles	2	Ce scénario permet d'améliorer les conditions de circulation des cyclistes/piétons et de stimuler le rabattement vers les transports en commun.	3	Pas de report, situation identique, voire une baisse de fréquentation avec le prolongement de la ligne 4 et l'ouverture de la future ligne 15 de métro, plus compétitives.	2	
		Ce scénario permet d'améliorer la fluidité de la circulation et la sécurité routière.	3	Ce scénario améliore moyennement la sécurité routière.	2	Ce scénario crée plus d'interfaces de conflits entre les usagers, engendrant plus d'accidents	1	
Sécurité piétons	Coûts	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes, les piétons restent bien tenus à l'écart des voies cyclables et viaires.	3	Les largeurs de trottoirs sont importantes avec une séparation de la piste cyclable et de la voie routière par des bandes multifonctionnelles mais uniquement au Sud.	2	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes mais les piétons sont sur une voie accolée à la piste cyclable sans réelle séparation physique.	2	
		L'investissement du scénario « TPC planté » est estimé à 35,1M en €2015 et sera de 36,9M€ en tenant compte de la répartition sur plusieurs années des travaux.	2	L'investissement du scénario « trottoirs larges » est estimé à 34,6M en €2015 et atteindra 36,3M€ en euro en tenant compte de la réactualisation annuelle.	3	L'investissement du scénario « Couloir bus axial » est estimé à 38,6M en €2011, voire 41,6M€ sur la base des coûts des années de réalisation des travaux.	1	
Score total			42	33	30			

Impact positif	+3
Impact neutre	+2
Impact négatif	+1

- Carrefour de la Vache Noire (Arcueil) - Boulevard Romain Rolland (Montrouge)



Section	Carrefour de la Vache Noire (Arcueil)	Boulevard Romain Rolland (Montrouge)	Coupes II, JJ, KK					
Aspects environnementaux	Géométrie	Impact trottoirs	Cheminement piétons confortables avec des largeurs minimums à 2,15m	3	Cheminement piétons confortable avec des largeurs minimums à 2 m	2	Cheminement piétons moins confortables avec des largeurs minimums à 1,4 m ponctuellement	1
		Impact stationnement	90 places de stationnement 6 places handicapées 6 places de livraison 4 places pour les 2 roues	2	105 places de stationnement 6 places handicapées 8 places livraison 2 places bus	3	20 places de stationnement 1 places handicapées 2 places (au niveau de la contre allée Ouest maintenue entre RD50 et bld Romain Rolland)	1
		Vélos / Piétons	Proximité vélos/ piétons acceptable. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public. Les voies piétonnes et cyclables ne sont pas physiquement séparées sur les 2/3 de cette section, ce qui peut générer des conflits.	2	Proximité vélos/ piétons acceptable, les voies sont séparées par une bande multifonctionnelle en terre. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public	3	Proximité vélos/ piétons conflictuelle. La mise en œuvre de revêtements de couleurs différenciées permet une meilleure appropriation de l'espace public mais reste visuelle et non physique	1
	Conflits	Vélos / voitures-bus	Les interfaces se concentrent au niveau de la contre-allées de desserte stationnement, des franchissements de carrefours (ainsi que des 2 futurs carrefours) et sur les liaison bande cyclable / piste cyclable en amont des carrefours. Les cyclistes doivent également utiliser la bande cyclable sur la voie réservée au bus afin de franchir le carrefour Bld Romain Rolland. Des arrêts de bus ainsi que des espaces végétalisés et arborés séparent la piste cyclable de la voie à partir de la Rue Gabriel Péri/Rue Barbès. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	3	Les interfaces se concentrent au niveau de la contre-allée de desserte stationnement, des franchissements de carrefours et sur les liaison bande cyclable / piste cyclable en amont des carrefours. Les cyclistes doivent également utiliser la bande cyclable sur la voie réservée au bus afin de franchir le carrefour Bld Romain Rolland. Sur l'ensemble de la section, les cyclistes restent séparés de la voie routière par des espaces verts ou des places de stationnement. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	3	Les interfaces se concentrent sur les franchissements du carrefour RD50 pour lequel les cyclistes doivent utiliser le ronds point pour effectuer les tournes à gauche sur ce carrefour. Les voies cyclables et routières ne sont pas séparées physiquement. La mise en place d'un passe-pied ou de places de stationnement entre la chaussée et la PC permet de protéger les cyclistes des voitures circulant sur la chaussée.	1
		Vélos/ Vélos	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,80 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	3	Piste cyclable unidirectionnelle de 1,50 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	1	Piste cyclable unidirectionnelle en moyenne à 1,60 m trop peu large pour permettre les doubléments ou pour rouler à 2 vélos de front - risque de débordement sur trottoir	2
	Cheminement cyclable - continuité cyclable	Cyclistes pour desserte locale (logements, bureaux, commerces, équipements, stationnement, rues transversales, dépose des enfants à l'école)	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche en amont des rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation d'utiliser les SAS vélo pour engager les tournes à gauche en amont des rues adjacentes	2	Desserte des pieds d'immeuble et des commerces implique un passage sur les cheminements piétons. Obligation d'utiliser le rond point pour engager le tourne à gauche sur le carrefour RD50/RD920	2
Aspects environnementaux	Bilan arbres	79 arbres existants abattus 15 arbres maintenus 118 arbres plantés soient 133 arbres après aménagement	3	45 arbres existants abattus 24 arbres maintenus 106 arbres plantés soient 130 arbres après aménagement	2	85 arbres existants abattus 9 arbres maintenus 3 arbres plantés 12 arbres après aménagement	1	
		Aspect visuel	De nombreux alignement d'arbres sont présents sur le linéaire pour séparer les voies cyclables et routières. Le TPC apporte très peu de relief et ne permet pas de séparer visuellement les deux sens de circulation routière.	3	L'augmentation de la surface piétonne marque l'entrée de la ville en lui donnant un aspect "vivant" où cohabitent à part égale les différents modes de déplacement.	2	Le scénario n'apporte que peu d'impact visuellement, il ajoute un mode de transport supplémentaire sans forcément travailler son insertion paysagère.	1
	Espaces verts	Il y a de nombreux alignements d'arbres le long des espaces de stationnement, les espaces verts ne sont présents qu'à la fin de la section à partir du carrefour Rue Gabriel Péri/Rue Barbès	3	Les espaces verts et en particulier les arbres sont moins nombreux sur cette section, ils réapparaissent à partir du carrefour Rue Gabriel Péri/Rue Barbès notamment au niveau du TPC	2	Les espaces verts sont presque absents dans ce scénario avec l'espace pris par la voie de bus axial.	1	
	Perméabilisation des sols	Les trottoirs sont essentiellement minéralisés et un terre plein central en pavés résine se trouve au centre des voies. La part relative dédiée à l'infiltration est limitée. Les aménagements paysagers au niveau de l'espace de stationnement permettent l'augmentation des surfaces perméables, toutefois il y a des espaces minéralisés supplémentaires avec les contre-allées, le bus et le quai de bus comparativement aux précédentes sections.	2	Les trottoirs sont essentiellement minéralisés, il y a peu d'espace verts si ce n'est en fin de section avec une bande végétalisée en TPC. La part relative dédiée à l'infiltration est limitée.	2	Les trottoirs sont essentiellement minéralisés. La part relative dédiée à l'infiltration est limitée, on peut ajouter à cela le manque d'espaces végétalisés	1	
	Pollution atmosphérique	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Ce scénario conserve tout de même en partie Nord des voies bus.	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe.	1	La mise en place de transports en communs en voie centrale réduit l'usage de véhicules personnels et donc la pollution atmosphérique globale associée.	3	
	Pollution sonore	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario prévoit la réduction de la largeur de la bande de roulement des véhicules. Il engendre néanmoins plus de congestion aux heures de pointe. Les résultats de calcul montrent que la modification n'est pas significative, l'écart entre l'état projet et l'état de référence est inférieur à 2 dB(A).	2	Ce scénario maintient un nombre plus important de voies, puisque une voie bus en double sens s'insère en plus des autres scénarios. Toutefois il laisse une part plus importante aux transports en commun.	2	
Aspect mobilité	Gain de temps	Ce scénario est favorable en termes de gains socioéconomiques pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	2	Ce scénario est favorable mais avec des gains socioéconomiques moins importants pour les anciens usagers (TC et VP). Il permet également une légère réduction de la dépense liée à l'utilisation de la voiture.	1	Les gains socioéconomiques liés à ce scénario sont très importants que ce soit pour les anciens usagers, les véhicules personnels reportés et la dépense liées à l'utilisation de la voiture.	3	
	Report modal	Les reports sur les modes doux sont faibles	2	Ce scénario permet d'améliorer les conditions de circulation des cyclistes/piétons et de stimuler le rabattement vers les transports en commun.	3	Pas de report, situation identique, voire une baisse de fréquentation avec le prolongement de la ligne 4 et l'ouverture de la future ligne 15 de métro, plus compétitives.	2	
Aspects sécurité	Sécurité routière	Ce scénario permet d'améliorer la fluidité de la circulation et la sécurité routière. Il vient créer deux nouveaux carrefours au niveau de la rue d'Estienne d'Orve, et de la rue Louis Rolland permettant de casser les vitesses de circulation et d'apaiser le trafic.	3	Ce scénario améliore moyennement la sécurité routière.	2	Ce scénario crée plus d'interfaces de conflits entre les usagers, engendrant plus d'accidents	1	
	Sécurité piétons	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes, les piétons restent bien tenus à l'écart des voies cyclables et viaires.	3	Les largeurs de trottoirs sont importantes avec une séparation de la piste cyclable et de la voie routière par des bandes multifonctionnelles mais uniquement au Sud.	2	Les largeurs de trottoirs sont suffisantes mais les piétons sont sur une voie accolée à la piste cyclable sans réelle séparation physique.	2	
Coûts	Coût global du projet	L'investissement du scénario « TPC planté » est estimé à 35,1M en €2015 et sera de 36,9M€ en tenant compte de la répartition sur plusieurs années des travaux.	2	L'investissement du scénario « trottoirs larges » est estimé à 34,6M en €2015 et atteindra 36,3M€ en euro en tenant compte de la réactualisation annuelle.	3	L'investissement du scénario « Couloir bus axial » est estimé à 38,6M en €2011, voire 41,6M€ sur la base des coûts des années de réalisation des travaux.	1	
Score total			39		29		24	

Impact positif	+3
Impact neutre	+2
Impact négatif	+1

2.3 - Recommandation n°3 : déplacements

(3) La MRAe recommande de :

- compléter l'étude d'impact par une étude prospective de la demande en déplacements et des répartitions modales dans le territoire desservi par la RD920 Nord, compte tenu de la mise en service d'importants axes de transports en commun lourds avant la mise en service de l'aménagement envisagé ;
- en conséquence, mettre à jour les études de trafic, sur la base d'hypothèses claires de trafic, de composition du parc de véhicules et de niveau de service attendu pour les transports en communs routiers aux horizons recalés de mise en service du projet.

Afin d'apporter une réponse à la recommandation faite par la MRAe une nouvelle étude de modélisation de trafic a été réalisée par le bureau d'études EXPLAIN. Celle-ci a été menée à partir des résultats de la première étude réalisée pour le DAE (2017), de sa mise à jour de mai 2020, et complétée par des données plus récentes.

L'étude est reprise dans son intégralité ci-après.

2.3.1 - Introduction

2.3.1.1 - Contexte de l'étude

Dans le cadre du marché d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation de comptages, enquêtes, modélisations prospectives et études portant sur le trafic routier, les transports en commun, les modes actifs et le stationnement pour le compte du groupement de commandes entre le Département des Hauts-de-Seine et le Département des Yvelines, le Département des Hauts-de-Seine souhaite la réalisation d'une étude de trafic afin d'alimenter la réponse à donner à l'avis de l'autorité environnementale sur le dossier d'étude d'impacts du projet RD920 nord.

En effet, le Conseil départemental des Hauts-de-Seine, en association avec le Conseil départemental du Val-de-Marne, porte un projet d'aménagement de la route départementale RD 920 Nord entre Bourg-la-Reine et Montrouge. Il est situé sur les communes de Bagneux, Bourg-la-Reine et Montrouge dans le département des Hauts-de-Seine, d'Arcueil et de Cachan dans le département du Val-de-Marne.

Le projet vise à requalifier en boulevard urbain la RD 920 nord entre la section nouvellement aménagée au sud de la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et à l'entrée de Paris, au croisement avec le boulevard Romain Rolland à Montrouge. Il s'agit d'une réduction du nombre de voies de circulation pour les voitures et la création des pistes cyclables. Il s'inscrit donc dans la continuité du réaménagement de la RD 920 sud entre Massy et Bourg-la-Reine dont les travaux ont été réalisés entre 2011 et 2021.

Ce rapport présente la méthodologie mise en place ainsi que les résultats obtenus à l'issue des simulations statiques réalisées sur la RD920 Nord et ses abords.

2.3.1.2 - Méthodologie

■ Cordon retenu

Le périmètre d'étude dans le cadre d'une étude d'impacts doit inclure l'ensemble des zones et section subissant une variation de trafic $\pm 10\%$ ainsi que ceux dont la variation de trafic provoquerait une différence sonore de ± 2 dB même en dehors de la bande des 250 mètres autour du projet.

Le périmètre de modélisation est donc élargi par rapport à la zone d'étude, intégrant une marge de plus de 4 km autour de la RD920.

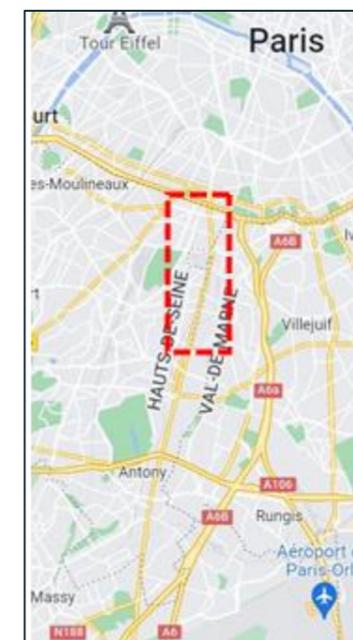


FIGURE 1 : PERIMETRE D'ETUDE DU MODELE

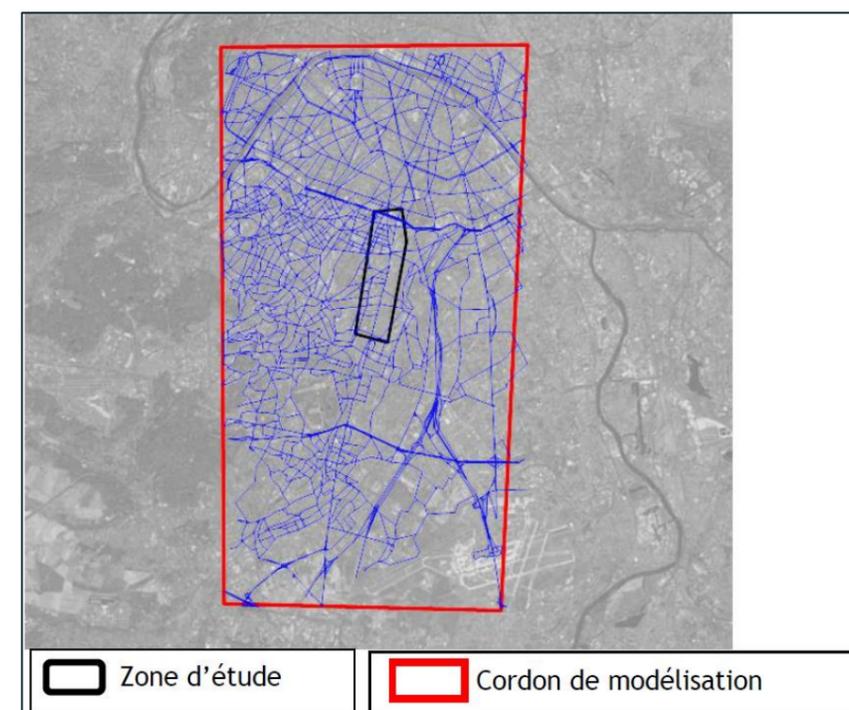


FIGURE 2 : PERIMETRES PRIS EN COMPTE POUR L'ETUDE

Un travail de calage et de modélisation en situation prospective a été réalisé dans une mission précédente menée par EXPLAIN, sur un périmètre comprenant RD920 Nord et ses abords. Cette étude intègre l'ensemble des projets majeurs connus lors de la réalisation de la mission dans le secteur (2017).

Afin d'assurer une cohérence dans les travaux réalisés, la présente mission a été menée à partir des résultats de la précédente, complétée des données plus récemment recueillies.

Aussi, les actions suivantes ont-elles été menées :

- **Le réseau a été vérifié et affiné, avec notamment l'ajout des voies de dessertes locales, non présentes initialement dans le modèle routier et qui pourraient jouer un rôle dans la répartition des flux. Cela concerne plus particulièrement l'ajout des voies locales qui croisent la RD 920 Nord. En complément, des interdictions de mouvements tournants ont été ajoutées et des capacités ajustées de manière à correspondre au mieux à la réalité ;**
- **Les résultats des comptages et enquêtes de l'année 2021 menés sur la RD920 ont été renseignés permettant la réalisation de tests de sensibilité visant à confirmer la capacité du modèle à bien réagir.**

Ainsi un test prenant en compte la mise en œuvre de la coronapiste sur la RD920 (diminution de la capacité de l'axe) a été réalisé. Les résultats obtenus à l'issue de l'affectation ont été mis au regard des résultats des comptages menés en 2021, soit après la mise en œuvre de la coronapiste. Une bonne cohérence entre les résultats de l'affectation et des comptages a été observée, confirmant la bonne capacité du modèle à intégrer une diminution de capacité sur un axe.

■ **Modèle pris en compte : Modèle du CD92 et de la DRIEAT (MODUS)**

Le modèle de simulation statique du trafic routier a été mis en place à partir du modèle du Département des Hauts-de-Seine, lui-même établi à partir du modèle de la DRIEAT.

En complément, un travail d'affinage et de calage a été réalisé sur le périmètre d'étude afin de permettre une bonne représentativité du modèle sur le territoire.

La modélisation statique de trafic est un outil particulièrement pertinent pour l'évaluation de projets urbains ou d'infrastructure de déplacement en situation prévisionnelle. Elle permet en effet de simuler différents scénarios de projet envisagés, de les comparer entre eux, avec la situation actuelle mais également avec une situation fil de l'eau afin d'évaluer les impacts à prévoir à leur mise en œuvre.

Dans le contexte de la présente mission, deux horizons ont été pris en compte : 2030 et 2050. 2030 correspond à l'horizon de mise en service de l'aménagement et 2050 à l'horizon de mise en service + 20 ans. Ces horizons intègrent, au travers des matrices de demande notamment, le calage de la situation actuelle, les évolutions liées aux projets urbains et routiers dans le périmètre d'étude, l'arrivée du métro M15, le prolongement du M4 ainsi que les évolutions démographiques.

■ **Les scénarios considérés**

Dans le cadre de la présente mission, différents scénarios ont été mis en place pour l'heure de pointe du matin et celle du soir :

- **Le calage de la situation actuelle (heure de pointe du matin et heure de pointe du soir) ;**
- **La simulation de la situation future à l'horizon 2030**
 - Scénario de référence sans réaménagement de la RD 920 ;
 - Scénario de projet avec réaménagement de la RD 920 ;
- **La simulation de la situation future à l'horizon 2050**
 - Scénario de référence sans réaménagement de la RD 920 ;
 - Scénario de projet avec réaménagement de la RD 920.

■ **Matrices de demande 2030 et 2050**

Les matrices 2030 et 2050 sont issues du modèle du Département des Hauts de Seine mis à jour avec les matrices 2025 et 2035 de la DRIEAT. Disponibles pour l'heure de pointe du matin et du soir, elles incluent l'ensemble des origines-destinations et des générateurs de déplacements liés aux projets connus à ces horizons.

Après recalage de la situation actuelle, les matrices 2030 sont obtenues par interpolation linéaire.

Les matrices 2050 sont construites à partir de matrices 2030 en appliquant l'évolution tendancielle observée entre 2025 et 2035. Le covoiturage est pris en compte avec une augmentation de 0,1 du taux d'occupation des véhicules particuliers (passage de 1,3 à 1,4 personnes par véhicules). Une augmentation de l'usage des modes actifs est également prise en compte avec un passage de 3% à 9% de la part modale vélo. Cette évolution est considérée comme une hypothèse « prudente », (l'objectif national étant de 12% de part modale vélo en véh.km à l'horizon 2030) avec une diminution appliquée aux courtes distances uniquement (0 – 12 km) à 50% sur le TC et 50% sur la VP

■ **Scénario de référence ou « fil de l'eau »**

Les scénarios futurs, dits « fil de l'eau », intègrent l'ensemble des projets urbains et de transport identifiés aux deux horizons d'étude, à l'exception du projet objet de la présente mission, à savoir le réaménagement de la RD920. La comparaison du scénario Fil de l'eau avec le scénario de projet (réaménagement de la RD920) permettra donc d'identifier les impacts directement liés à la mise en œuvre de ce projet.

Ont notamment été pris en compte :

- **Le recalage de la situation actuelle ;**
- **L'aménagement de la Porte d'Orléans ;**
- **La vitesse de circulation à Paris est limitée à 30km/h dans la majorité des voies ;**
- **Les évolutions liées aux projets urbains et routiers dans le périmètre d'étude ;**
- **L'arrivée du métro M15 ;**
- **Le prolongement du M4 ;**
- **L'évolution du parc automobile et de la population.**

■ **Scénario de projet – réaménagement de la RD920 nord**

Le scénario de projet a été construit à partir du scénario fil de l'eau complété du réaménagement de la RD920 nord, se traduisant notamment par des réductions de capacité, toutes choses étant égales par ailleurs.

■ **Analyse de fonctionnement de l'aire d'étude**

L'objectif des analyses ici menées est d'évaluer le fonctionnement du périmètre à l'étude dans les différentes configurations testées afin, notamment, d'identifier les impacts du projet de la RD920 nord tout en vérifiant une capacité suffisante du réseau viaire à satisfaire la demande.

2.3.2 - Mise à jour pour la situation actuelle (2017)

2.3.2.1 - Niveaux de trafic en situation actuelle

L'analyse de la situation actuelle permet d'assurer une bonne compréhension du fonctionnement actuel du réseau, et de ses éventuels dysfonctionnements ; elle sert également de base à l'évaluation des impacts du projet d'aménagement de la RD920. Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic (charge) sur l'aire d'étude en situation actuelle.



FIGURE 3 : CHARGE RD920 NORD EN HPM 2017 (UVP/H)



FIGURE 4 : CHARGE RD920 NORD EN HPS 2017 (UVP/H)

Les résultats obtenus mettent en évidence de flux de l'ordre de 1 700 uvp/h sur la RD920 en direction du nord (Paris) le matin entre la RD77a (av V. Hugo) et le Bd Romain Rolland. A l'heure de pointe du soir, ce tronçon présente également les niveaux de trafic les plus importants avec 1200 uvp/h à 1500 uvp/h en direction du nord. Entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, les flux sont fortement orientés vers Paris et apparaissent plus équilibrés le soir entre les deux sens de circulation.

2.3.2.2 - Arborescences : Les choix d'itinéraires en situation actuelle

Afin de comprendre les choix d'itinéraires des usagers de la RD920 en situation actuelle, deux arborescences ont été réalisées pour les heures de pointe du matin et du soir.

Les cartes ci-après présentent les choix d'itinéraire des usagers de la RD920 vers le nord près de la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, et des usagers en direction du sud en sortant le carrefour avec RD50.

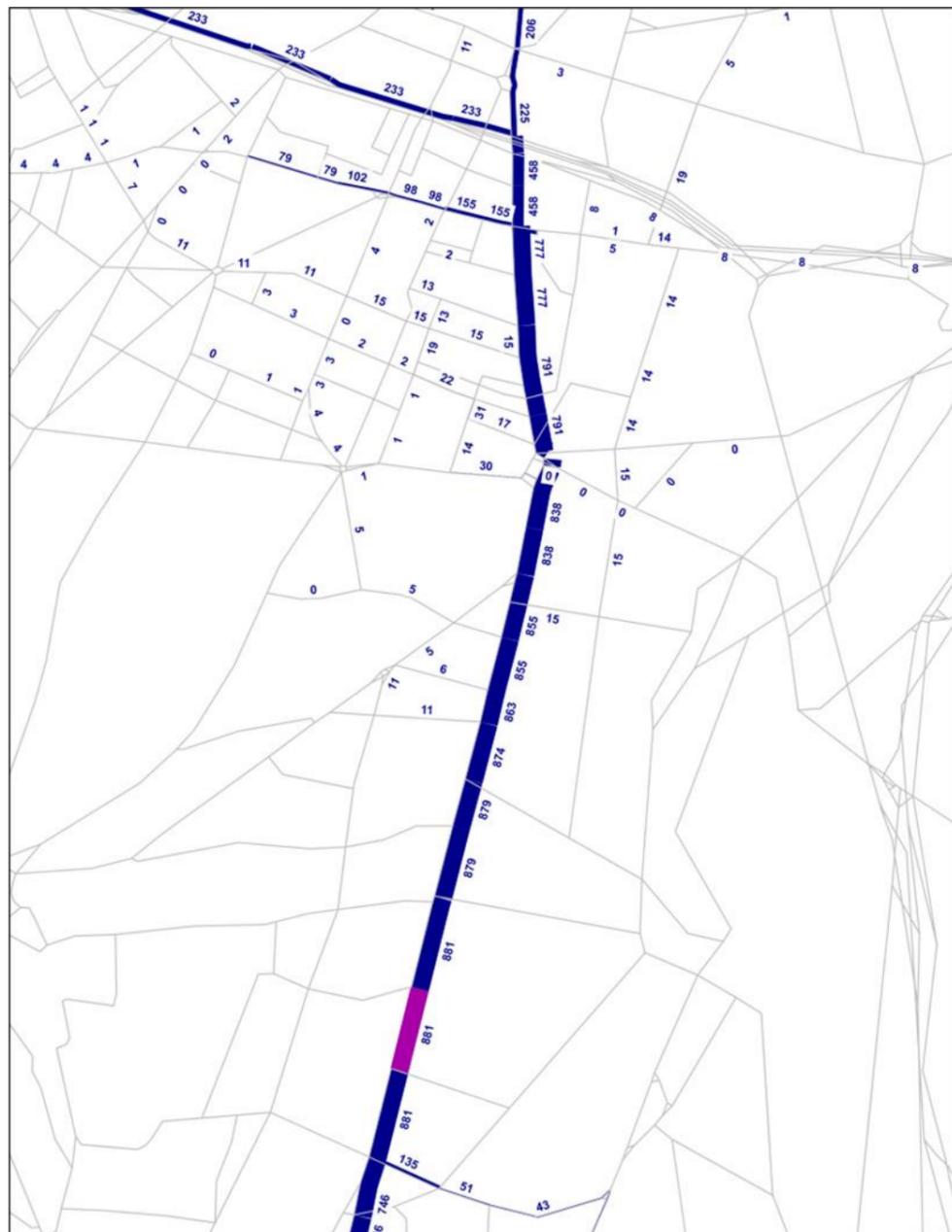


FIGURE 5 : ARBORESCENCE SUR LA RD920 DIRECTION NORD PRES DE LA PLACE DE LA RESISTANCE-CHARLES DE GAULLE - HPM 2017 (UVP/H)

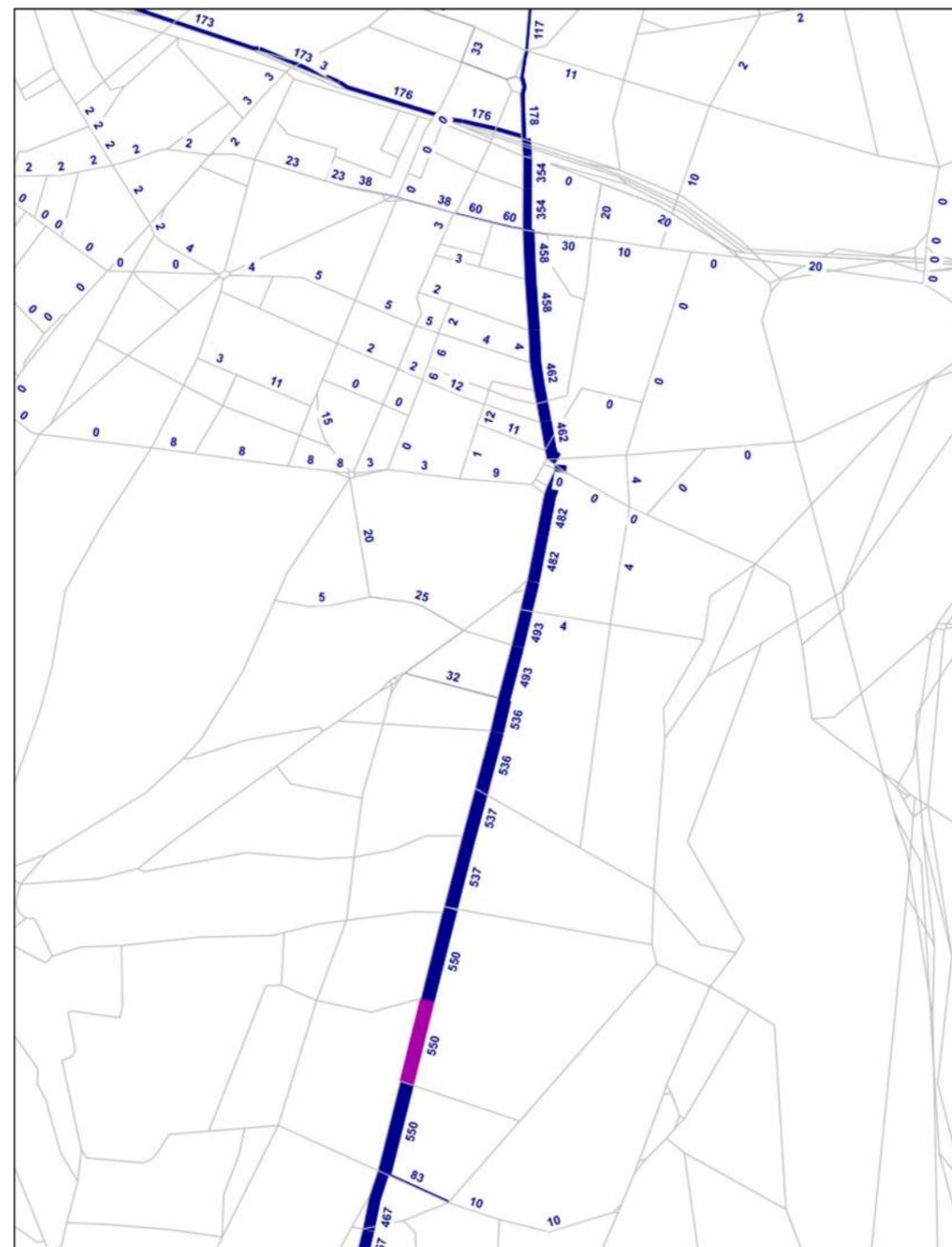


FIGURE 6 : ARBORESCENCE SUR LA RD920 DIRECTION NORD LA PLACE DE LA RESISTANCE-CHARLES DE GAULLE - HPS 2017 (UVP/H)

A l'heure de pointe du matin et du soir, les trafics en provenance de la RD920 Sud ont trois itinéraires majeurs :

- 1) A destination des communes de Montrouge, Arcueil et Gentilly
- 2) Vers le Bd Périphérique en direction de l'ouest avec 230 UVP/h à l'heure de pointe du matin, et 170 UVP/h à l'heure de pointe du soir ;
- 3) Vers l'Avenue du Général Leclerc en direction du nord avec 200 UVP/h à l'heure de pointe du matin. Les trafics en provenance du sud sont plus importants en global à l'heure de pointe du matin.

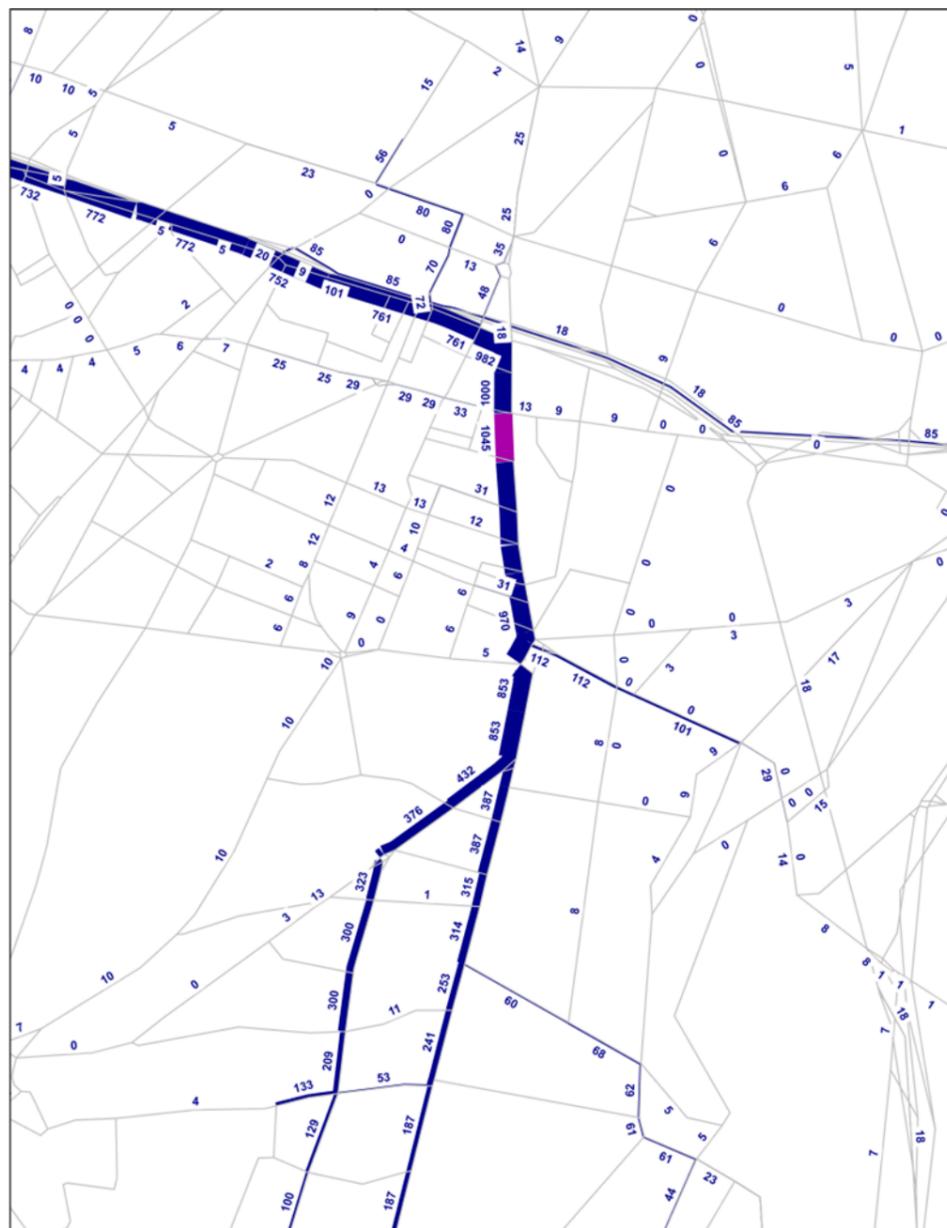


FIGURE 7 : ARBORESCENCE SUR LA RD920 DIRECTION SUD PRES DE BD PERIPHERIQUE- HPM 2017 (UVP/H)

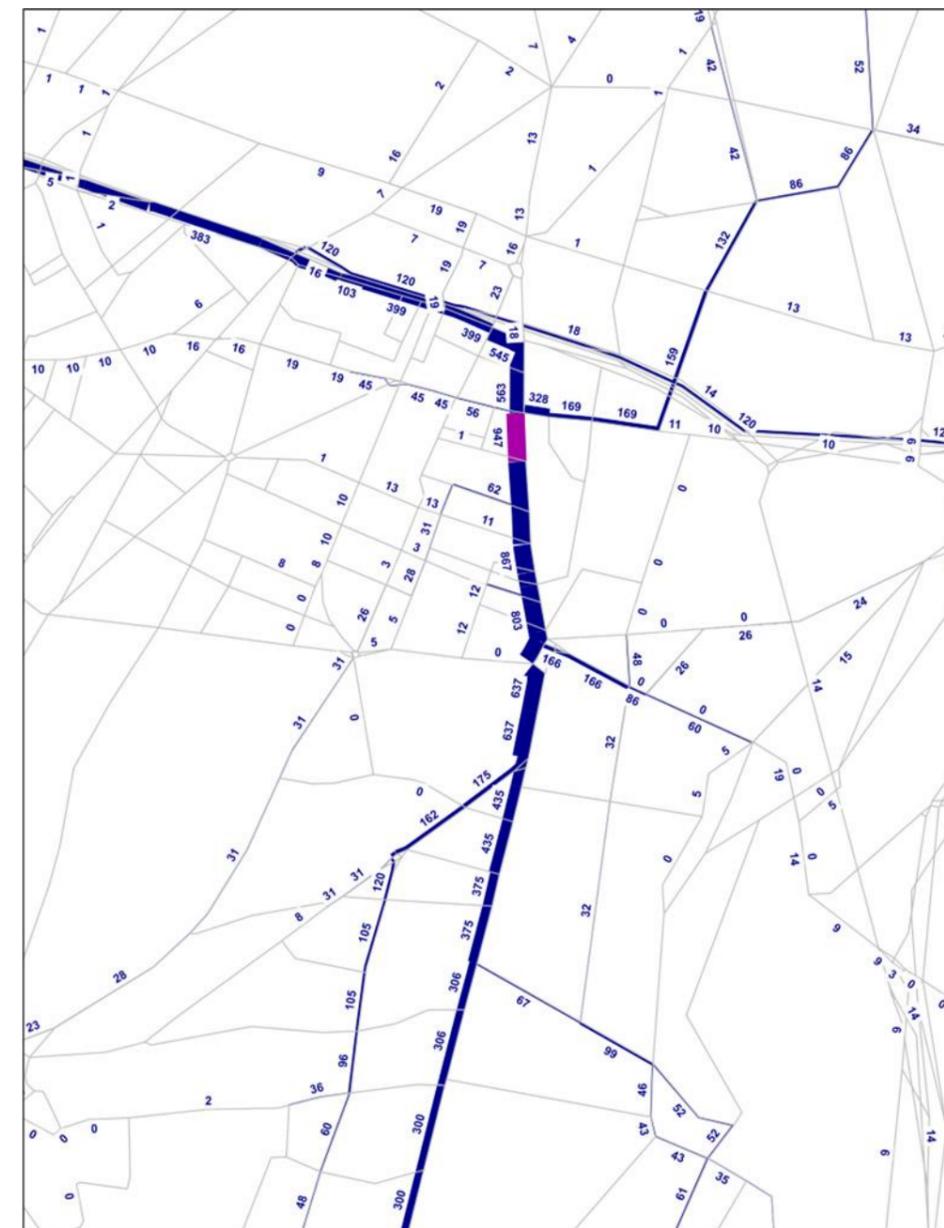


FIGURE 8 : ARBORESCENCE SUR LA RD920 DIRECTION SUD PRES DE BD PERIPHERIQUE – HPS 2017 (UVP/H)

Les cartes précédentes montrent les choix d'itinéraires des usagers de la RD920 en sortie du carrefour avec la RD50 en direction du Sud.

A l'heure de pointe du matin, 750 des 1000 UVP/h de l'arborescence proviennent du Bd Périphérique Ouest, et 430 UVP/h rejoint la RD77A puis la RD77, qui est parallèle à la RD920. La plupart des trafics présente une destination au sein du périmètre d'étude.

A l'heure de pointe du soir, les flux en provenance du Bd Périphérique apparaissent comme moins forts, mais plus importants en provenance de la RD50 avec 330 UVP/h. Le flux reste par ailleurs majoritairement sur la RD920 en direction du sud, soit un usage moindre de la RD77 par rapport à l'HPM.

2.3.2.3 - Taux de saturation en situation actuelle

Le niveau de saturation est le rapport entre le trafic observé sur un axe et la capacité théorique de ce même axe. Ainsi, pour un flux de 750 UVP/h circulant sur une voirie ayant une capacité de 1000 UVP/h, le taux de saturation est de 75% (0,75). Nous considérons une situation congestionnée lorsque le niveau de saturation est égal ou supérieur à 90% (0,9).

Les cartes ci-après présentent les taux de saturation obtenus en situation actuelle pour l'heure de pointe du matin et celle du soir.

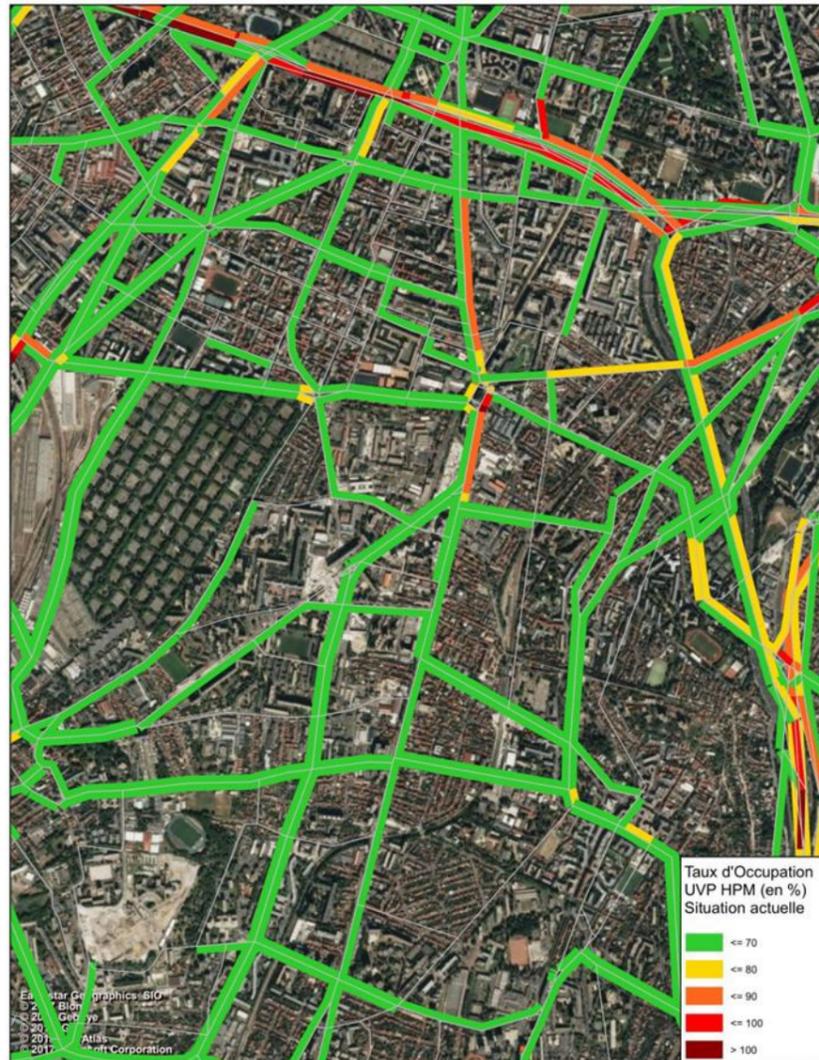


FIGURE 9 : TAUX DE SATURATION DU RESEAU ROUTIER – SITUATION ACTUELLE – HPM

Sur la RD920, les résultats ici obtenus mettent en évidence des taux de saturation plus importants en direction de Paris le matin, notamment aux abords de La place de la Vache Noire, où le taux de saturation est compris entre 80% et 90%.

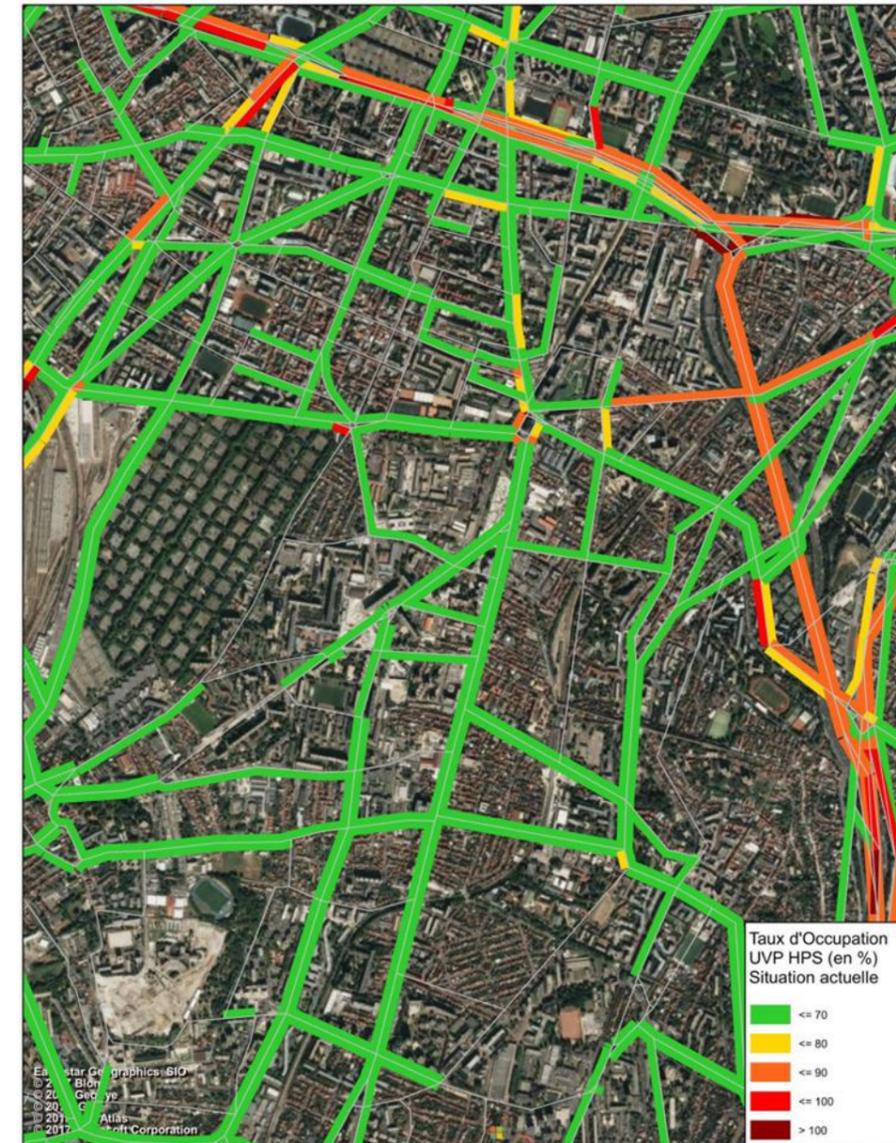


FIGURE 10 : TAUX DE SATURATION DU RESEAU ROUTIER – SITUATION ACTUELLE – HPS

A l'heure de pointe du soir les taux de saturation obtenus sur la RD920 apparaissent comme moins importants que ceux observés à l'heure de pointe du matin.

Les taux les plus importants sont également observés aux abords de la Place de la Vache- Noire.

2.3.3 - Mise à jour à l'horizon 2030 – situation au fil de l'eau

La situation fil de l'eau intègre l'ensemble des projets connus à ce jour à l'exception du projet de réaménagement de la RD920, soit : les projets de l'aménagement de la Porte d'Orléans, les aménagements cyclables envisagés dans le périmètre d'étude, la limitation de vitesse à 30km/h à Paris ainsi que les évolutions démographiques attendues en 2030.

2.3.3.1 - Charges de trafic à l'horizon 2030 – Fil de l'eau

Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic obtenus dans le scénario fil de l'eau 2030 à l'heure de pointe du matin et à l'heure de pointe du soir.

A l'heure de pointe du matin, les flux observés sur le RD920 sont :

- Dans les secteurs entre le Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo : de 1300 UVP/h à 1650 UVP/h en direction du sud, de 1600 UVP/h à 2100 UVP/h en direction du nord.
- Dans le secteur entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, de 400 UVP/h à 1200 UVP/h en direction du sud, de 1100 UVP/h à 1500 UVP/h en direction du nord.

A l'heure de pointe du soir, les flux observés sur le RD920 sont :

- Dans les secteurs entre le Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo : de 1300 UVP/h à 1900 UVP/h en direction du sud, de 1600 UVP/h à 1900 UVP/h en direction du nord.
- Dans le secteur entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, de 1200 UVP/h à 1400 UVP/h en direction du sud, de 700 UVP/h à 1200 UVP/h en direction du nord.

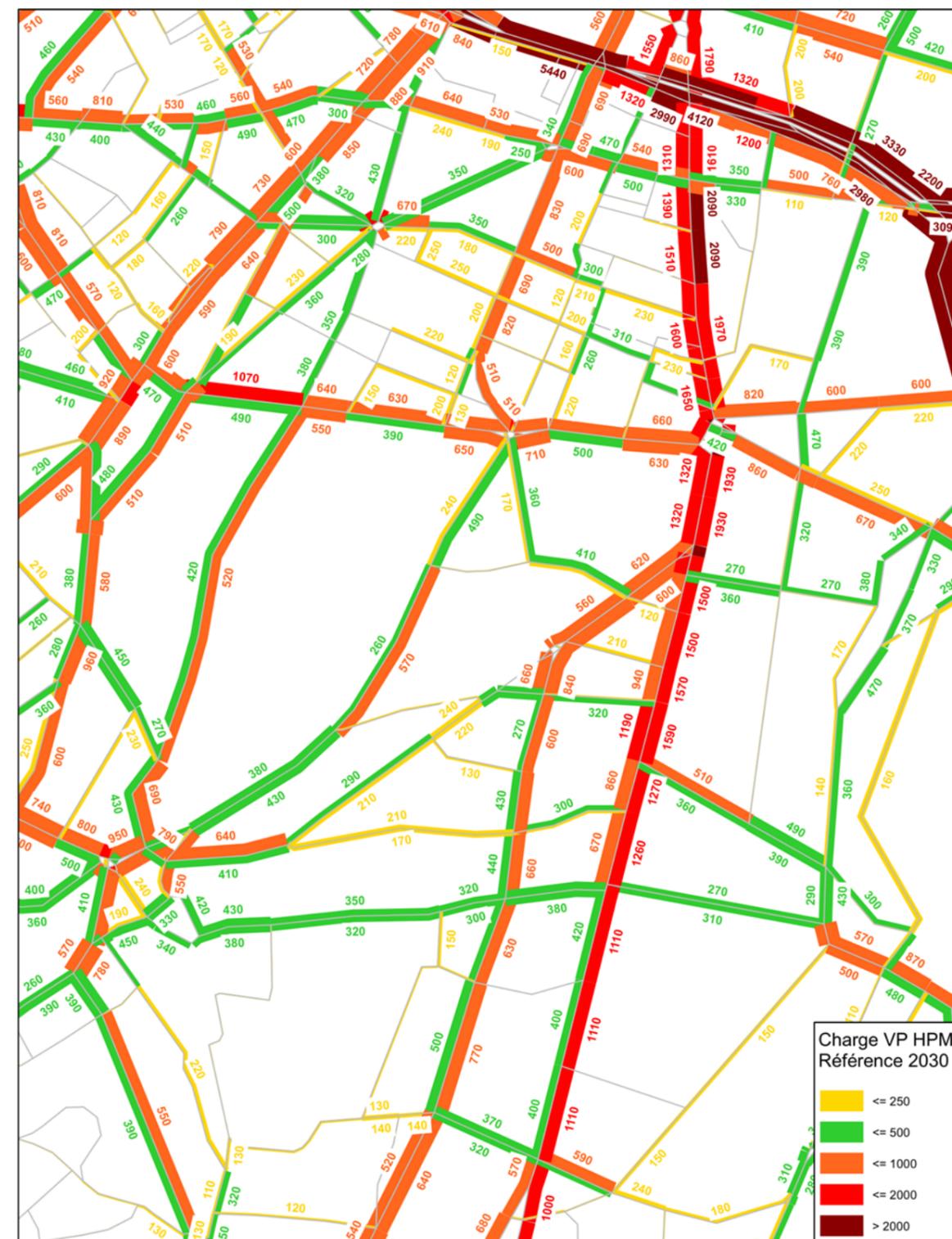


FIGURE 11 : CHARGE HPM FDL 2030 (UVP/H)

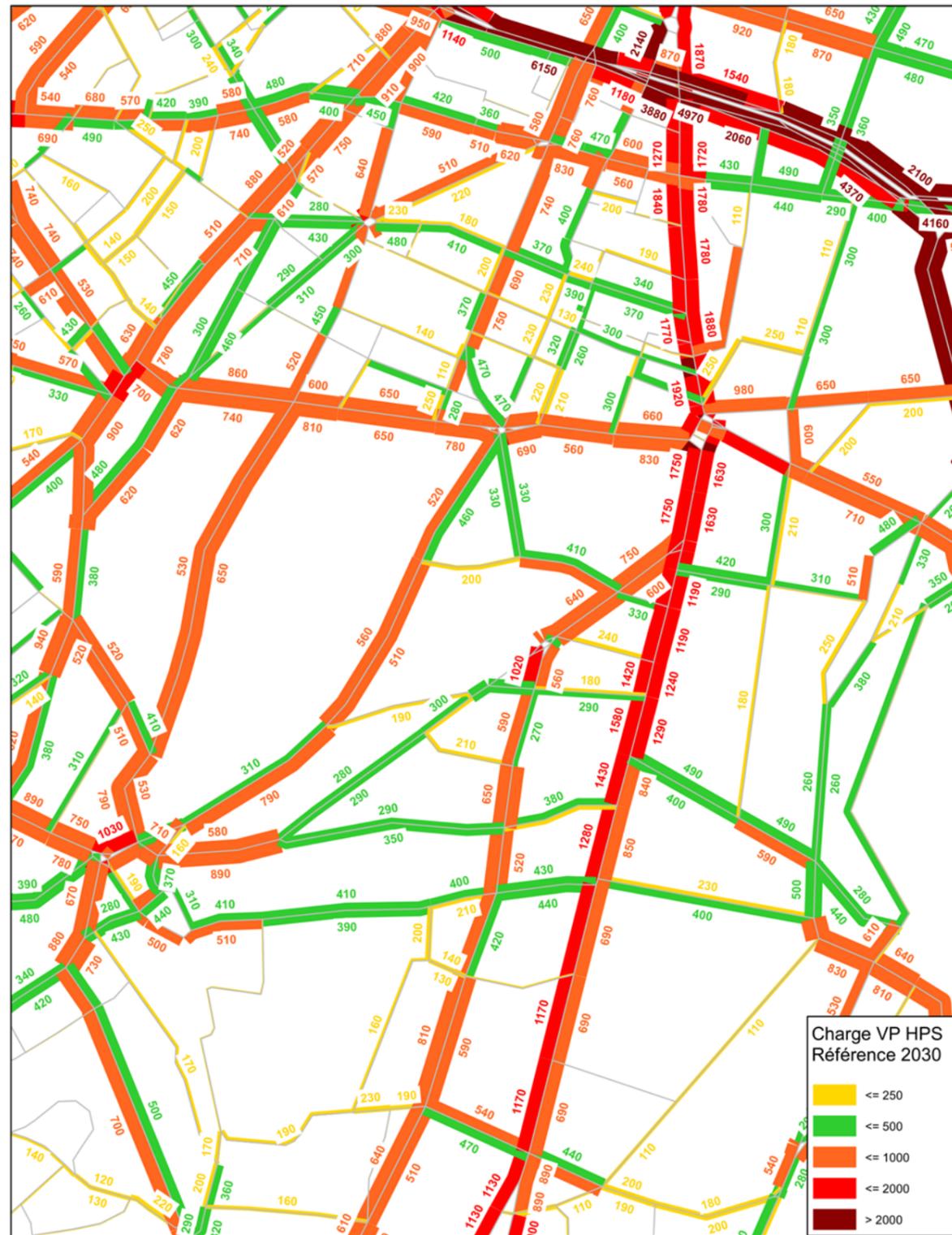


FIGURE 12 : CHARGE HPS FDL 2030 (UVP/H)

2.3.3.2 - Evolution du trafic entre 2017 et 2030

Les cartes présentées ci-après montrent l'évolution des niveaux de trafic entre le modèle de référence en situation actuelle et l'horizon 2030.

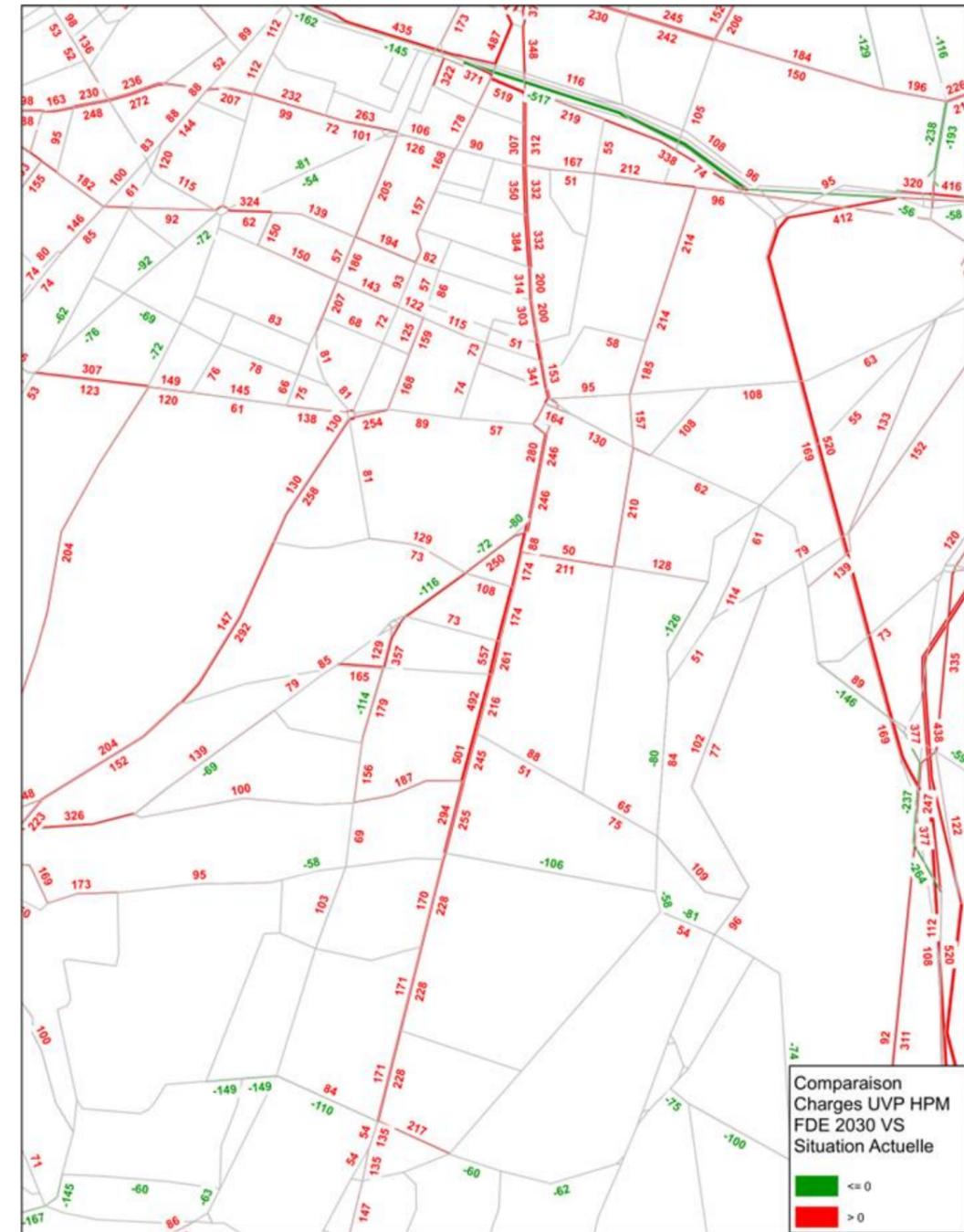


FIGURE 13 : DIFFERENCE DE CHARGE 2030 FDL – 2017 HPM (UVP/H) – VUE GLOBALE

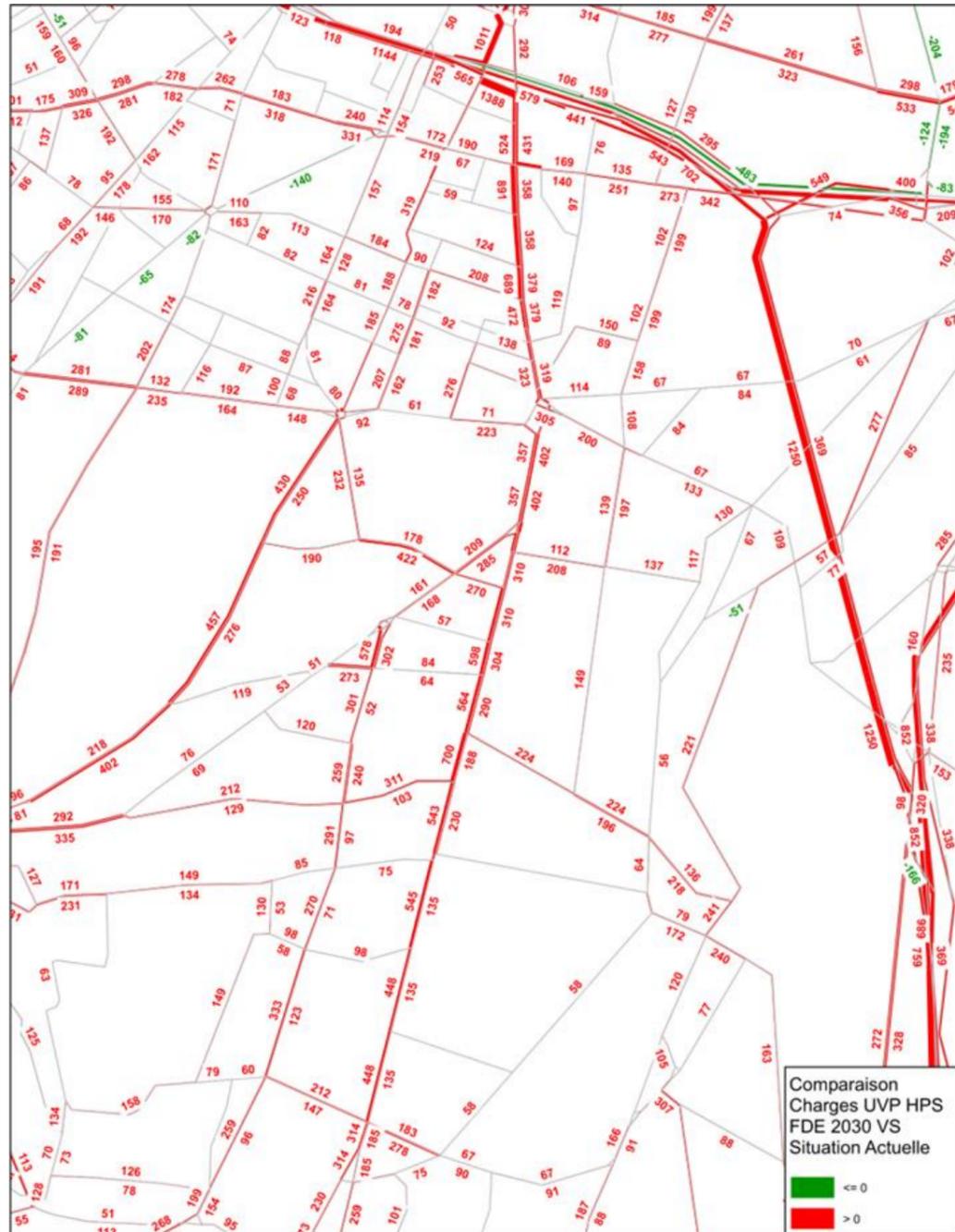


FIGURE 14 : DIFFERENCE DE CHARGE 2030 FDL – 2017 HPS (UVP/H) – VUE GLOBALE

Aux heures de pointe du matin et du soir, les évolutions de trafics apparaissent comme importantes sur la RD920. Des augmentations du trafic sont observées sur l'ensemble du linéaire avec des volumes compris entre 150 et 500 uvp/h/sens selon les sections. Les augmentations les plus importantes sont relevées en direction du sud, le matin comme le soir, mais de manière plus marquée le soir.

2.3.4 - Mise à jour à l'horizon 2030 – situation de projet

2.3.4.1 - Présentation du projet

Le projet vise à requalifier en boulevard urbain la RD 920 nord entre la section nouvellement aménagée au sud de la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et à l'entrée de Paris, au croisement avec le boulevard Romain Rolland à Montrouge. Il s'agit d'une réduction du nombre de voies de circulation pour les voitures et de la création des pistes cyclables. Il s'inscrit donc dans la continuité du réaménagement de la RD 920 sud entre Massy et Bourg-la-Reine dont les travaux ont été réalisés entre 2011 et 2021.

Le scénario de projet, construit à partir du scénario fil de l'eau, prend ainsi en compte les réductions de capacité sur la RD920 induites par la réalisation des aménagements cyclables sur cet axe.

Les figures ci-après présentent les capacités prises en compte dans le modèle statique sur la RD920 en situation fil de l'eau (illustration de gauche) où l'axe présente principalement 3 files de circulation par sens, et en situation de projet (illustration de droite), où RD920 Nord passe majoritairement en 2x2 voies, à l'exception des abords de la place de la Vache Noire ainsi que du linéaire depuis la place de la Vache Noire vers Paris qui présente 3 files de circulation.

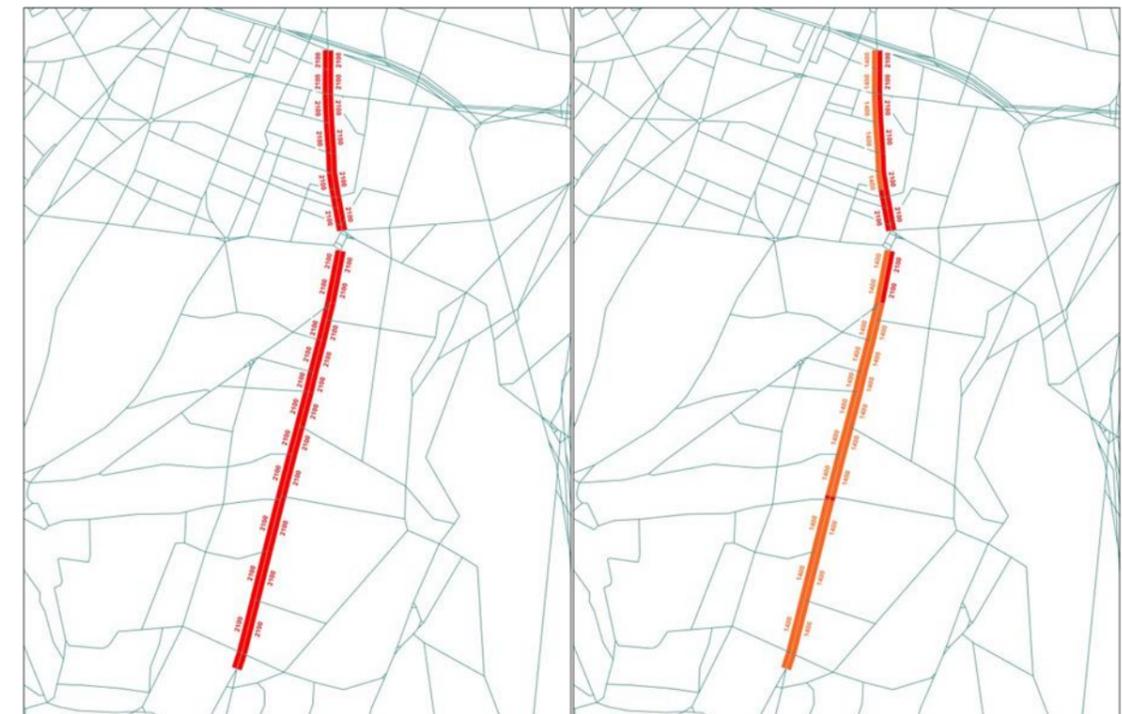


FIGURE 15 : CAPACITES SUR LA RD920 DANS LE SCENARIO FIL DE L'EAU(UVP/H) ET EN SITUATION DE PROJET 2030

2.3.4.2 - Charges de trafic en situation de projet 2030

Les réductions de capacité accompagnant le projet de requalification de la RD920, sont à l'origine d'une diminution du trafic sur cet axe aux heures de pointe. Cette diminution est accompagnée d'une réduction du trafic sur les rues en intersection avec la RD920 (rue d'Arcueil, rue de Verdun), et d'une augmentation des niveaux de trafic sur les routes parallèles à la RD920 (RD77, rue de la Vanne) qui peuvent constituer une alternative.

Le projet de requalification de la RD920 rend celle-ci moins attractive pour les déplacements motorisés en diminuant de 1/3 sa capacité routière. La simulation de cette configuration avec le modèle statique du Département, a permis

d'évaluer d'une part les niveaux de trafics à attendre dans cette configuration et d'autre part les reports de trafic induits sur des itinéraires alternatifs à la RD920.

Il est à noter que le modèle de simulation statique permet de répartir la demande en déplacement (matrice OD) sur le réseau viaire (offre). Il permet ainsi d'évaluer l'impact d'une modification du réseau viaire sur la répartition des flux routiers. Le modèle statique ne permet cependant pas d'appréhender finement le fonctionnement des carrefours et intersections, les comportements fins des automobilistes, plans de feux, rabattements entrecroisements n'étant pas intégrés.

Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic obtenus pour le scénario « projet » 2030 à l'heure de pointe du matin et du soir.



FIGURE 16 : CHARGE DE LA RD920 PROJET 2030 (UVP/H) - HPM



FIGURE 17 : CHARGE DE LA RD920 PROJET 2030 (UVP/H) - HPS

Les charges obtenues à l'issue de la procédure d'affectation mettent en évidence des niveaux de trafic plus faibles sur la RD920 en situation de projet par rapport à la situation fil de l'eau. En effet, la requalification de la RD920 Nord entraîne une diminution de la capacité de l'axe se traduisant par une baisse des niveaux de trafic. Dans le secteur Nord (entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo), les flux relevés le matin vont de 1 500 à près de 2 000 UVP/h dans la direction Nord (principalement 3 voies) et 1 000 à 1 500 UVP/h dans la direction Sud (principalement 2 voies). Ces niveaux de trafic sont compatibles avec la configuration de la route. Dans le secteur sud (entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle), les flux obtenus vont de 800 à près de 1 200 UVP/h en direction du Nord et 400 à 700 UVP/h dans la direction Sud, ce qui apparaît comme compatible avec une configuration de 2x2 voies.

A l'heure de pointe du soir, les niveaux de trafic relevés sont de 1 500 à près de 1 900 UVP/h dans le secteur nord, en direction de Paris et de 1 000 à 1 800 UVP/h en sens inverse. Dans le secteur sud (entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle), les trafics obtenus sont de 600 à près de 1 100 UVP/h dans la direction Nord et 900 à 1200 UVP/h dans la direction Sud.

2.3.4.3 - Évolution du trafic entre la situation de projet et la situation fil de l'eau 2030

Afin d'évaluer les impacts en termes de trafic du réaménagement de la RD920 nord, le scénario de projet a été comparé avec le scénario fil de l'eau (référence) 2030. La comparaison de ces deux scénarios permet en effet d'identifier les évolutions directement induites par le projet ici à l'étude

Les cartes ci-après présentent les différences ainsi relevées, avec en vert les diminutions des niveaux de trafic induites par le projet et en rouge les augmentations.



FIGURE 18 : DIFFERENCE DE CHARGE 2030 PROJET – 2030 FIL DE L'EAU (UVP/H) EN HPM

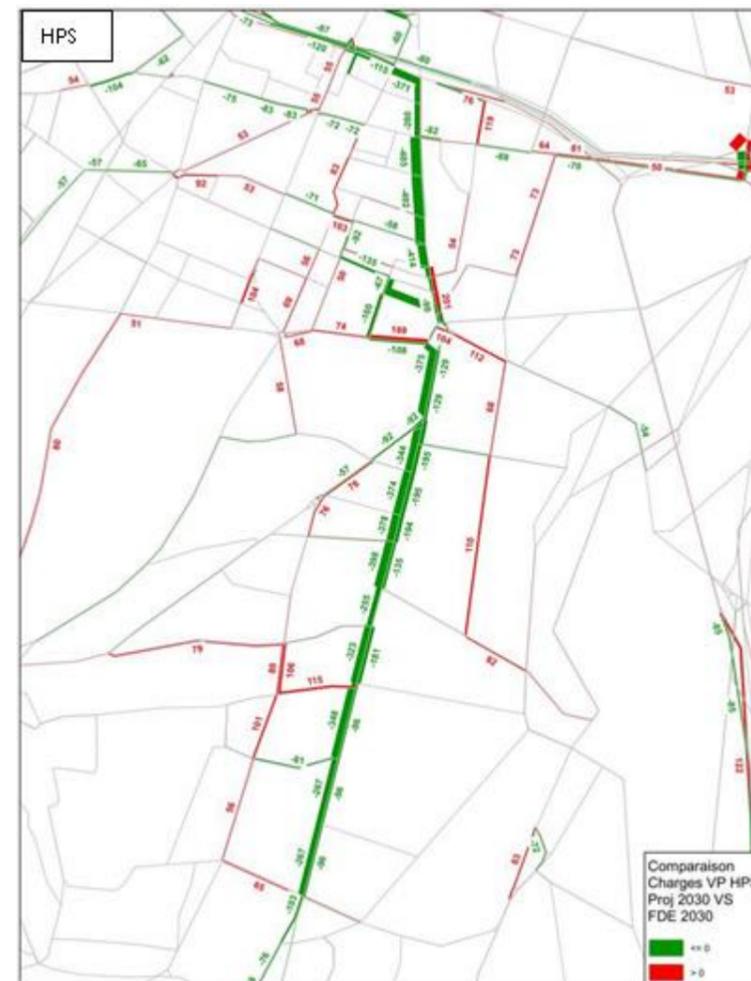


FIGURE 19 : DIFFERENCE DE CHARGE 2030 PROJET – 2030 FIL DE L'EAU (UVP/H) EN HPS

Les résultats obtenus mettent en évidence entre Bd Romain Rolland et la Place de la Vache Noire en direction du sud (suppression d'une voie) une baisse des trafics d'environ 300 uvp/h à l'heure de pointe du matin et 500 uvp/h à l'heure de pointe du soir. En direction de Paris, les impacts sont plus limités, la RD920 conservant 3 files de circulation.

Au sud de la Place de la Vache Noire, des diminutions du niveau de trafic sont également observées en lien avec la réduction de la capacité de la RD920. Des diminutions allant jusqu'à 350 uvp/h le matin et 400 uvp/h le soir sont ainsi observées en direction du sud, et allant jusqu'à 350 uvp/h le matin et 200 uvp/h le soir pour la direction opposée (vers le nord).

Au-delà de ces diminutions des niveaux de trafic relevées sur la RD920, des augmentations sont observées, notamment sur les rues parallèles à la RD920.

Ainsi, une augmentation de la charge est observée sur l'avenue Louis Pasteur (RD77), l'avenue Henri Ginoux en direction du sud ou encore la rue de Vanne. L'autoroute A6a présente également une augmentation de son niveau de trafic avec 100 UVP/h supplémentaires vers le sud le matin.

La réduction de capacité induite par le projet de réaménagement de la RD920 au profit des modes actifs entraîne naturellement une diminution des niveaux de trafic attendus sur cet axe, ainsi que des basculements sur des itinéraires alternatifs.

2.3.4.4 - Taux d'occupation

■ Niveaux de saturation à l'heure de pointe du matin

Les cartes ci-après présentent les niveaux de saturation de la zone d'étude en 2030 à l'heure de pointe du matin pour la situation fil de l'eau et la situation de projet, afin de visualiser plus aisément les évolutions apportées par le projet.

L'analyse des niveaux de trafic a mis en évidence que la réduction de la capacité de la RD920 entraîne une diminution de sa charge. Toutefois cette diminution s'accompagne d'une augmentation du taux de saturation, notamment sur les tronçons les plus sollicités.

En effet, la suppression d'une file de circulation routière sur les trois actuellement présentes induit une diminution d'1/3 de la capacité de l'axe. Or, la diminution du niveau de trafic en résultant est inférieure à 1/3 du trafic en situation de référence, le taux de saturation apparaît alors comme plus élevé.

Les conditions d'écoulement du trafic sur la RD920 apparaissent ainsi comme localement plus difficiles en 2030 dans la configuration de projet que dans l'aménagement actuel. Une intensification de la congestion peut être observée depuis le boulevard Romain Rolland jusqu'à l'intersection avec la RD77a ainsi qu'en direction de la place de la Vache Noire depuis le sud.

Sur les voiries adjacentes, les taux d'occupation restent stables et sont majoritairement inférieurs à 70% dans le scénario fil de l'eau comme dans le scénario de projet.



FIGURE 20 : NIVEAUX DE SATURATION A L'HPM 2030 SCENARIO FDL (ILLUSTRATION DE GAUCHE) ET EN SCENARIO DE PROJET 2030 (ILLUSTRATION DE DROITE)

■ Niveaux de saturation à l'heure de pointe du soir

La situation à l'heure de pointe du soir est similaire à celle du matin, avec des taux de saturation apparaissant toutefois comme plus élevés.

Comme pour l'heure de pointe du matin, les taux d'occupation sont globalement plus élevés en situation de projet en comparaison avec la situation fil de l'eau.

Une intensification de la saturation est à noter en direction du sud, entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo, une grande partie de la RD920 apparaît en effet congestionnée en situation de projet.

La RD920 entre la rue Berthollet et l'avenue Carnot voit également ses conditions de circulation rendues plus difficiles pour la voiture dans les deux sens de circulation, avec des taux de saturation augmentant de 10% à 20%.

La circulation sur l'A6a est très difficile à l'heure de pointe du soir, notamment en sortie de Paris (en direction du sud), le taux de saturation dépasse 100% en situation fil de l'eau et de projet. La RD262 qui débouche sur la Place de la Vache Noire, présente également des taux de saturation forts pour les deux situations (projet et fil de l'eau).



FIGURE 21 : NIVEAUX DE SATURATION A L'HPS 2030 SCENARIO FDL (ILLUSTRATION DE GAUCHE) ET SITUATION DE PROJET 2030 (ILLUSTRATION DE DROITE)

2.3.5 - Mise à jour à l'horizon 2050 – situation au fil de l'eau

Les matrices 2050 sont construites à partir de matrices 2030 en appliquant l'évolution tendancielle observée entre 2025 et 2035. Le covoiturage est pris en compte avec une augmentation de 0,1 du taux d'occupation des véhicules particuliers (passage de 1,3 à 1,4 personnes par véhicules). Une augmentation de l'usage des modes actifs est également prise en compte avec un passage de 3% à 9% de la part modale vélo. Cette évolution est considérée comme une hypothèse « prudente », (l'objectif national étant de 12% de part modale vélo en véh.km à l'horizon 2030) avec une diminution appliquée aux courtes distances uniquement (0 – 12 km) à 50% sur le TC et 50% sur la VP

La prise en compte de l'ensemble de ces hypothèses induit en 2050 par rapport à 2030, une diminution de 13,5% de la matrice de demande, le matin comme le soir.

Les résultats obtenus pour l'horizon 2050 sont présentés ci-après.

La situation fil de l'eau intègre l'ensemble des projets connus à ce jour à l'exception du projet de réaménagement de la RD920, soit : les projets de l'aménagement de la Porte d'Orléans, les aménagements cyclables envisagés dans le périmètre d'étude, la limitation de vitesse à 30km/h à Paris ainsi que les évolutions démographiques attendues en 2050.

2.3.5.1 - Charges de trafic à l'horizon 2050 – Fil de l'eau

Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic obtenus dans le scénario fil de l'eau 2050 à l'heure de pointe du matin et à l'heure de pointe du soir.

A l'heure de pointe du matin, les flux observés sur le RD920 sont :

- Dans les secteurs entre le Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo (RD77A) : de 1100 UVP/h à 1300 UVP/h en direction du sud, de 1400 UVP/h à 2000 UVP/h en direction du nord.
- Dans le secteur entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, de 300 UVP/h à 900 UVP/h en direction du sud, de 1000 UVP/h à 1400 UVP/h en direction du nord.

A l'heure de pointe du soir, les flux observés sur le RD920 sont :

- Dans les secteurs entre le Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo : de 1100 UVP/h à 1900 UVP/h en direction du sud, de 1400 UVP/h à 1700 UVP/h en direction du nord.
- Dans le secteur entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle, de 1000 UVP/h à 1300 UVP/h en direction du sud, de 500 UVP/h à 1000 UVP/h en direction du nord.



FIGURE 22 : CHARGE HPM FDL 2050 (UVP/H)

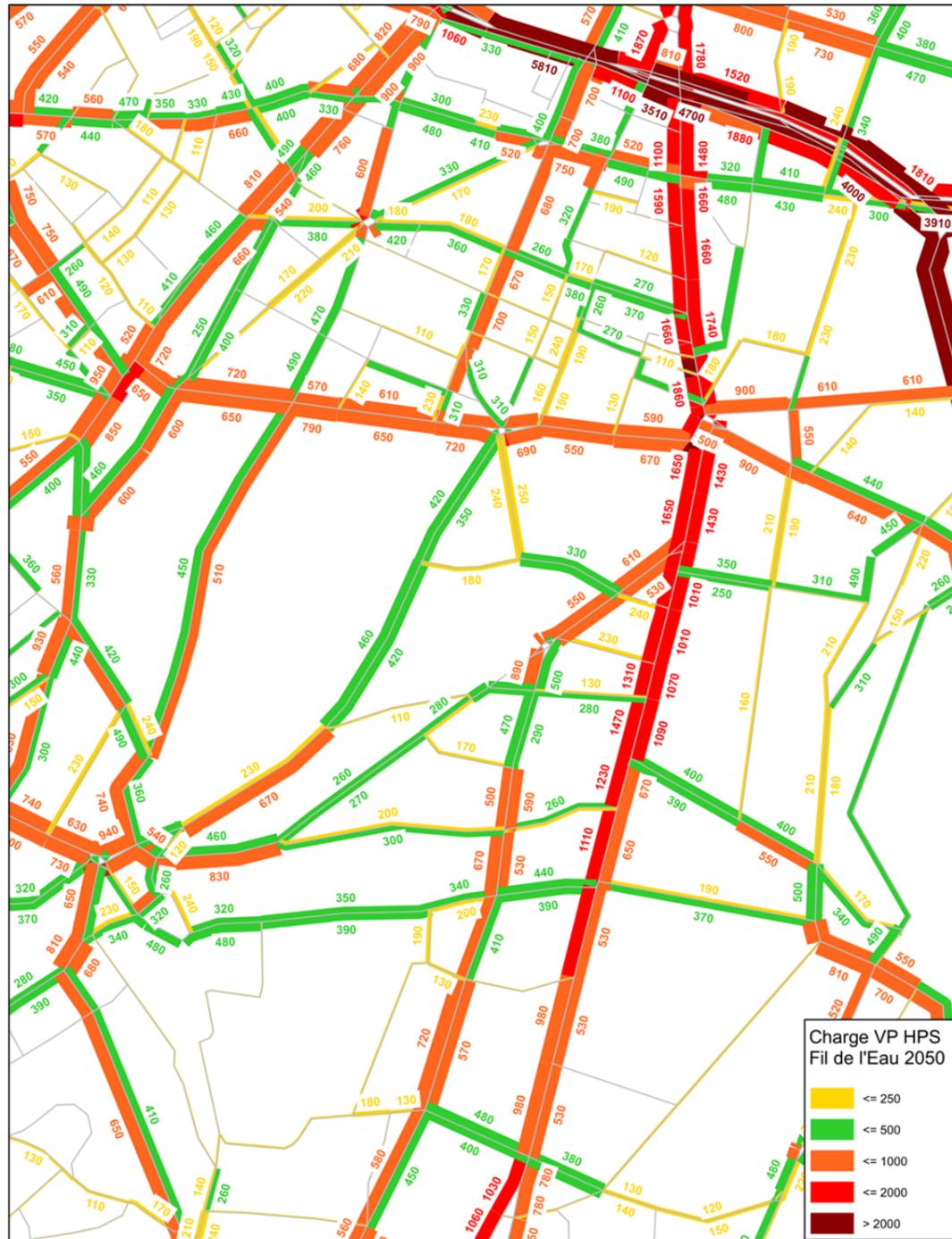


FIGURE 23 : CHARGE HPS FDL 2050 (UVP/H)

2.3.5.2 - Évolution du trafic entre 2017 et 2050

Les cartes présentées ci-après montrent l'évolution des niveaux de trafic entre le modèle de référence en situation actuelle et l'horizon 2050.

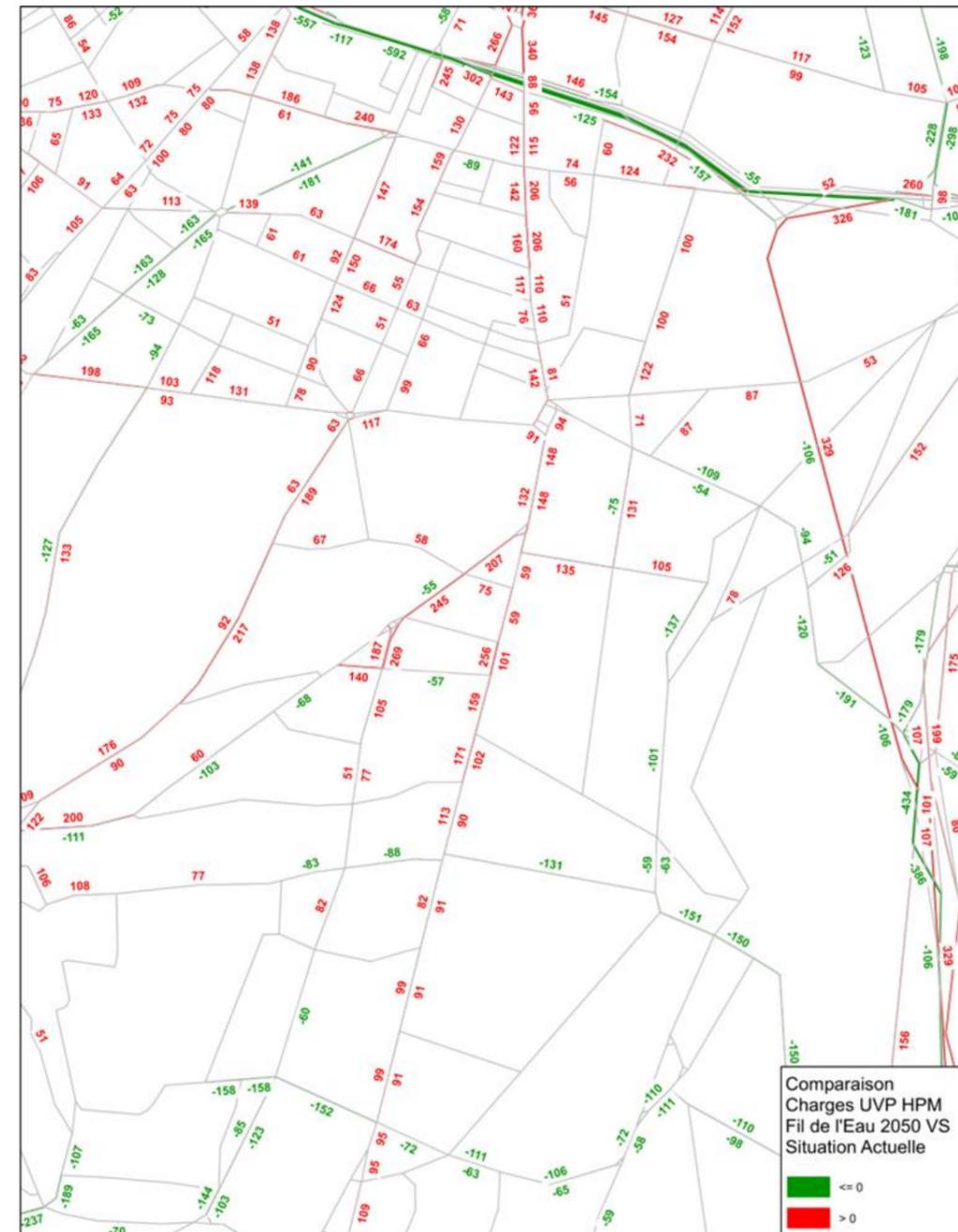


FIGURE 24 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 FDL – 2017 HPM (UVP/H) – VUE GLOBALE

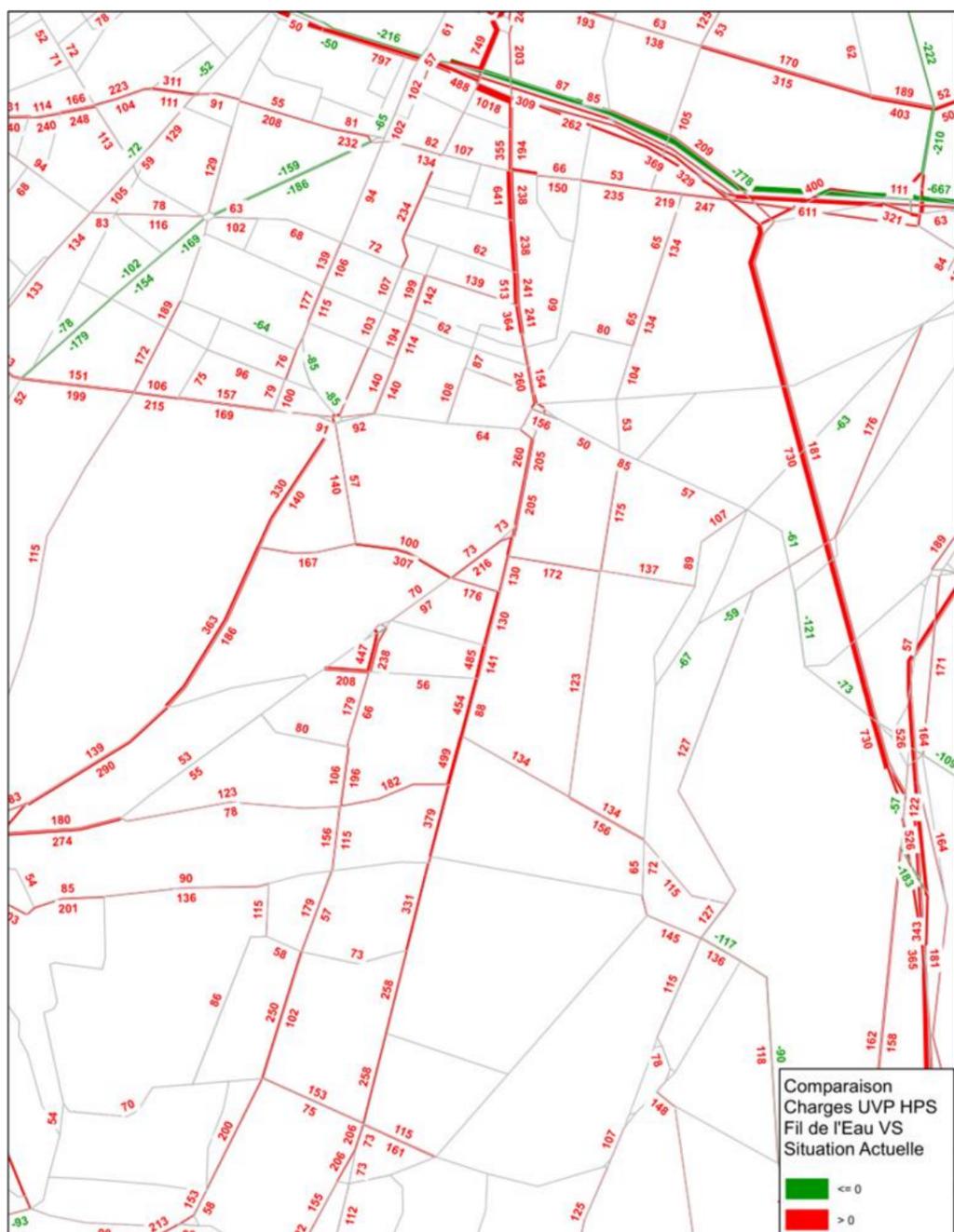


FIGURE 25 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 FDL – 2017 HPS (UVP/H) – VUE GLOBALE

Aux heures de pointe du matin et du soir, les évolutions de trafics apparaissent sur la RD920. Des augmentations du trafic sont observées sur l'ensemble du linéaire avec des volumes compris entre 90 et 200 uvp/h selon les sections le matin et entre 100 et 500 uvp/h le soir. Les augmentations les plus importantes sont relevées en direction du sud, le matin comme le soir, mais de manière plus marquée le soir.

2.3.6 - Mise à jour à l'horizon 2050 – situation de projet

2.3.6.1 - Charges de trafic en situation de projet 2050

Comme pour l'horizon 2030, les réductions de capacité accompagnant le projet de requalification de la RD920, sont à l'origine d'une diminution du trafic sur cet axe au heures de pointe. Cette diminution est accompagnée d'une réduction du trafic sur des rues en intersection avec la RD920, et d'une augmentation des niveaux de trafic sur les routes parallèles à la RD920 (RD77, rue de la Vanne) qui peuvent constituer une alternative.

Le projet de requalification de la RD920 rend celle-ci moins attractive pour les déplacements motorisés en diminuant de 1/3 sa capacité routière. La simulation de cette configuration avec le modèle statique du Département, a permis d'évaluer d'une part les niveaux de trafics à attendre dans cette configuration et d'autre part les reports de trafic induits sur des itinéraires alternatifs à la RD920.

Il est à noter que le modèle de simulation statique permet de répartir la demande en déplacement (matrice OD) sur le réseau viaire (offre). Il permet ainsi d'évaluer l'impact d'une modification du réseau viaire sur la répartition des flux routiers. Le modèle statique ne permet cependant pas d'appréhender finement le fonctionnement des carrefours et intersections, les comportements fins des automobilistes, plans de feux, rabattements entrecroisements n'étant pas intégrés.

Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic obtenus pour le scénario « projet » 2050 à l'heure de pointe du matin et du soir.



FIGURE 26 : CHARGE DE LA RD920 PROJET 2050 (UVP/H) - HPM

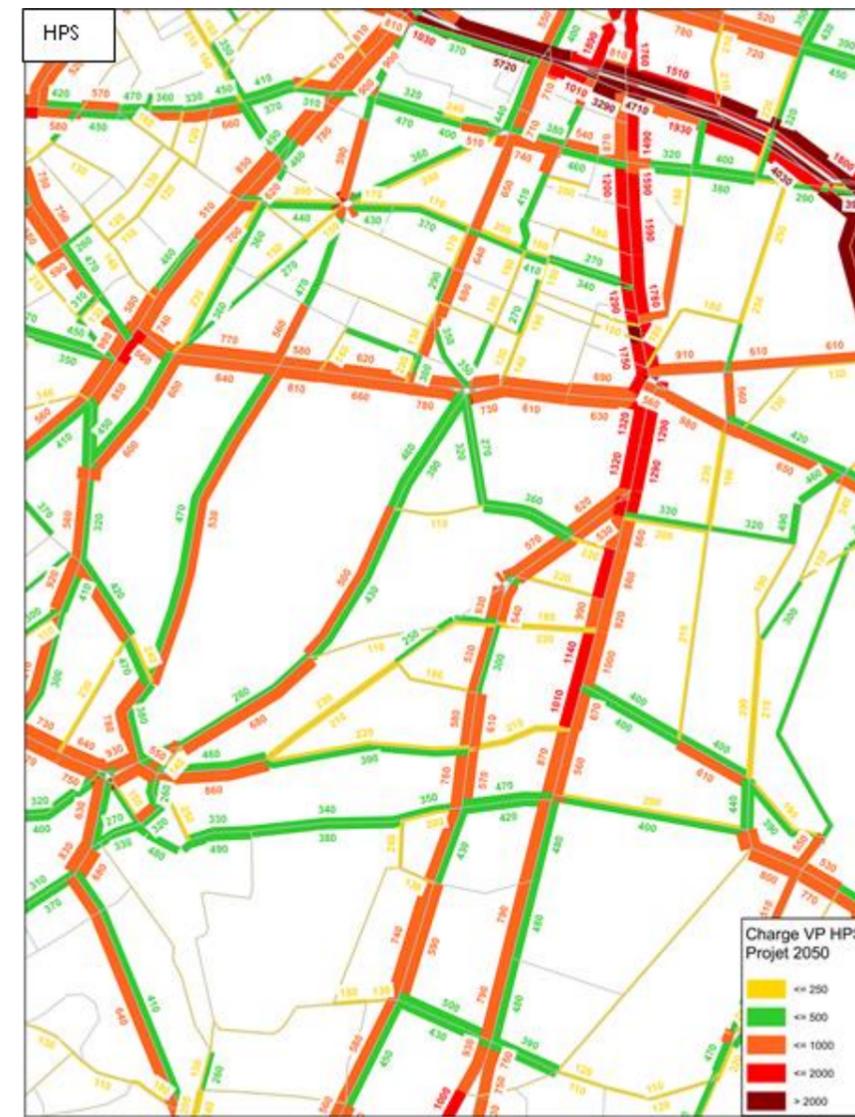


FIGURE 27 : CHARGE DE LA RD920 PROJET 2050 (UVP/H) – HPS

Les charges obtenues à l'issue de la procédure d'affectation mettent en évidence des niveaux de trafic plus faibles sur la RD920 en situation de projet. En effet, la requalification de la RD920 Nord entraîne une diminution de la capacité de l'axe se traduisant par une baisse des niveaux de trafic. Dans le secteur Nord (entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo), les flux relevés le matin vont de 1 400 à 1 900 UVP/h dans la direction Nord (principalement 3 voies) et 1 000 à 1 100 UVP/h dans la direction Sud (principalement 2 voies). Ces niveaux de trafic sont compatibles avec la configuration de la route. Dans le secteur sud (entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle), les flux obtenus vont de 700 à près de 1 200 UVP/h en direction du Nord et 300 à 700 UVP/h dans la direction Sud, ce qui apparaît comme compatible avec une configuration de 2x2 voies.

A l'heure de pointe du soir, les niveaux de trafic relevés sont de 1 300 à près de 1 800 UVP/h dans le secteur nord, en direction de Paris et de 900 à 1 800 UVP/h en sens inverse. Dans le secteur sud (entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la Place de la Résistance-Charles de Gaulle), les trafics obtenus sont de 500 à près de 1 000 UVP/h dans la direction Nord et 900 à 1 100 UVP/h dans la direction Sud.

2.3.6.2 - Évolution du trafic entre la situation de projet et la situation fil de l'eau 2050

Afin d'évaluer les impacts en termes de trafic du réaménagement de la RD920 nord, le scénario de projet a été comparé avec le scénario fil de l'eau (référence) 2050. La comparaison de ces deux scénarios permet en effet d'identifier les évolutions directement induites par le projet ici à l'étude.

Les cartes ci-après présentent les différences ainsi relevées, avec en vert les diminutions des niveaux de trafic induites par le projet et en rouge les augmentations.

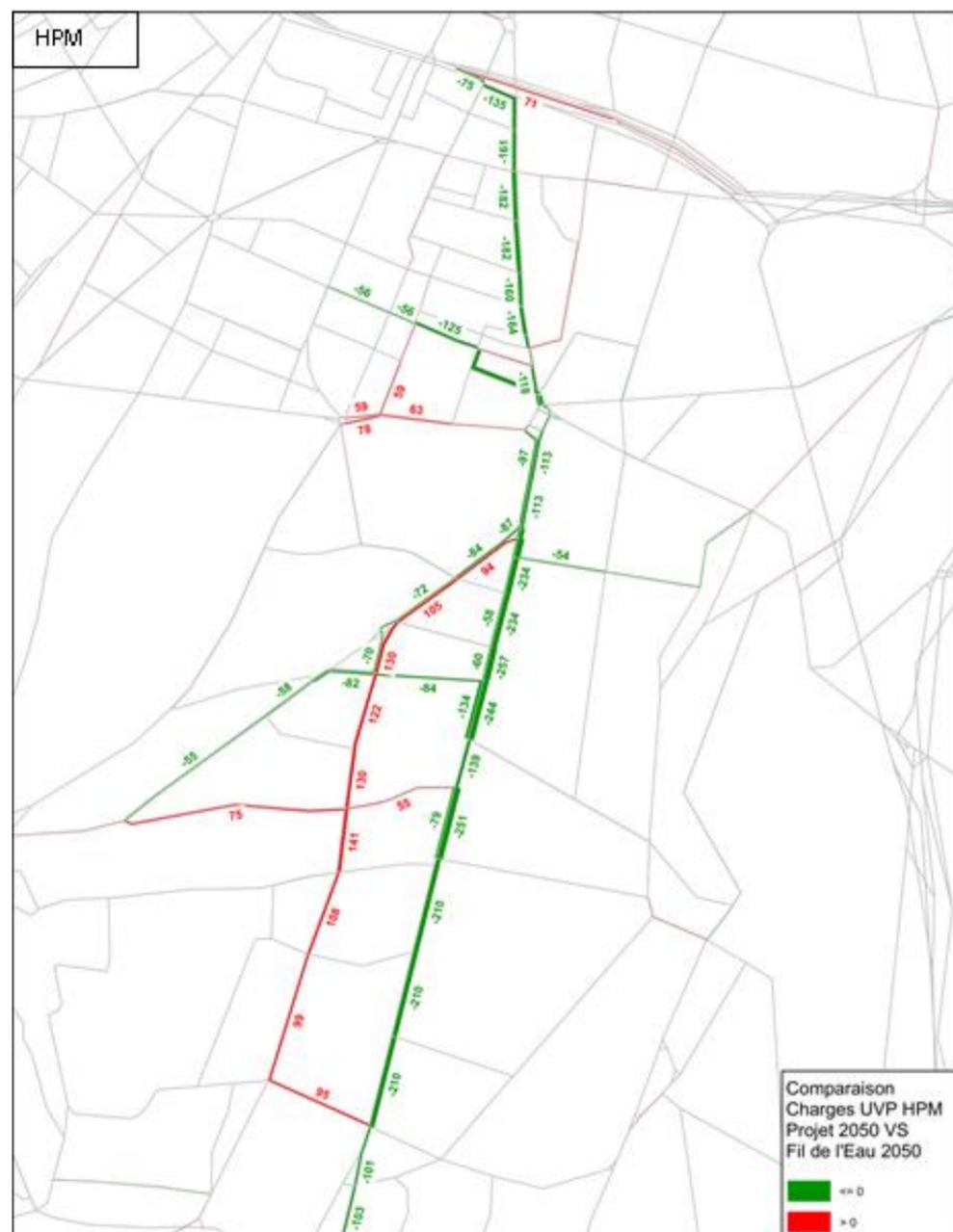


FIGURE 28 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 PROJET – 2050 FIL DE L'EAU (UVP/H) EN HPM

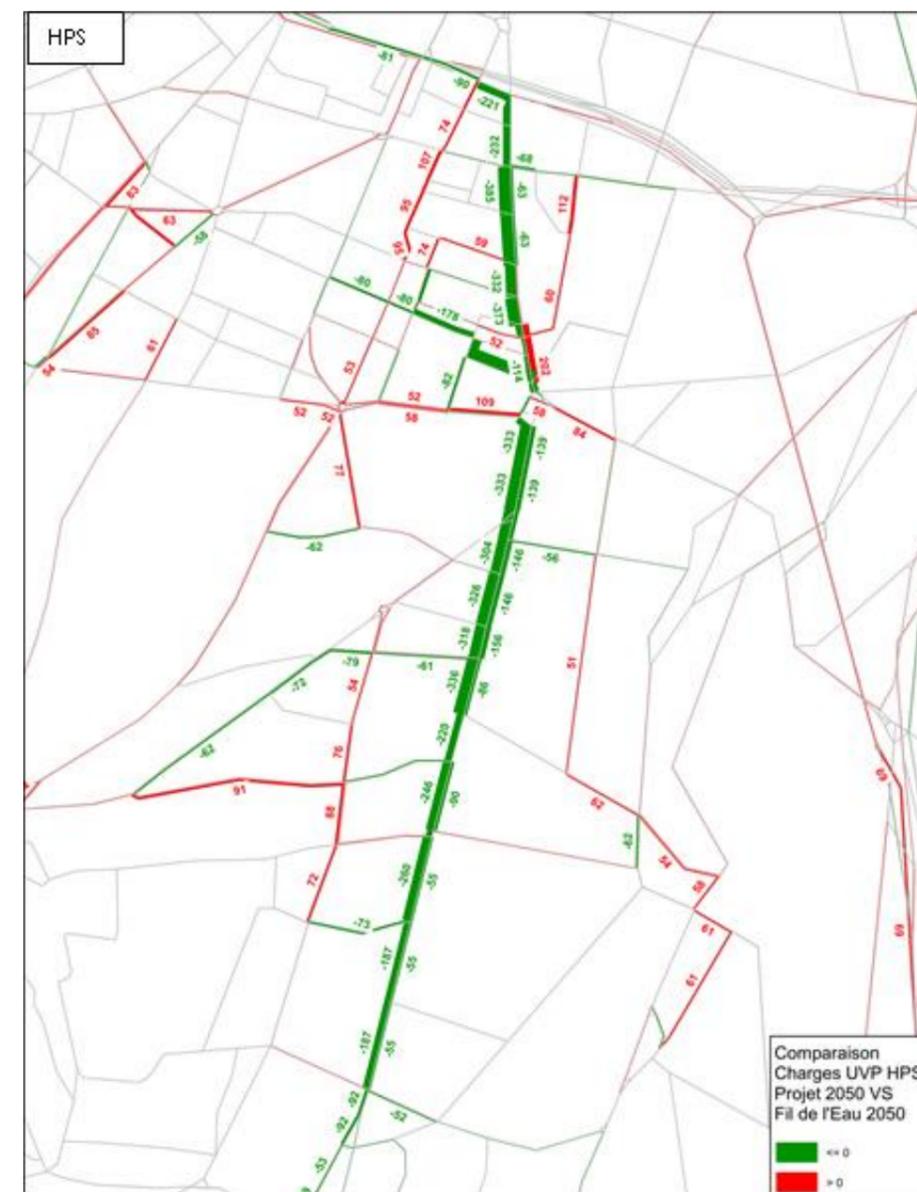


FIGURE 29 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 PROJET – 2050 FIL DE L'EAU (UVP/H) EN HPS

Les résultats obtenus mettent en évidence entre Bd Romain Rolland et la Place de la Vache Noire en direction du sud (suppression d'une voie) une baisse des trafics d'environ 150 uvp/h à l'heure de pointe du matin et 350 uvp/h à l'heure de pointe du soir. En direction de Paris, les impacts sont plus limités, la RD920 conservant 3 files de circulation.

Au sud de la Place de la Vache Noire, des diminutions du niveau de trafic sont également observées en lien avec la réduction de la capacité de la RD920. Des diminutions allant jusqu'à 150 uvp/h le matin et 350 uvp/h le soir sont ainsi observées en direction du sud, et allant jusqu'à 250 uvp/h le matin et 150 uvp/h le soir pour la direction opposée (vers le nord).

Au-delà de ces diminutions des niveaux de trafic relevées sur la RD920, des augmentations sont observées, notamment sur les rues parallèles à la RD920.

Ainsi, une augmentation de la charge est observée sur l'avenue Louis Pasteur (RD77), l'avenue Henri Ginoux en direction du sud ou encore la rue de Vanne. L'autoroute A6a présente également une augmentation de son niveau de trafic.

La réduction de capacité induite par le projet de réaménagement de la RD920 au profit des modes actifs entraîne naturellement une diminution des niveaux de trafic attendus sur cet axe, ainsi que des basculements sur des itinéraires alternatifs.

2.3.6.3 - Taux d'occupation

■ Niveaux de saturation à l'heure de pointe du matin

Les cartes ci-après présentent les niveaux de saturation de la zone d'étude en 2050 à l'heure de pointe du matin pour la situation fil de l'eau et la situation de projet, afin de visualiser plus aisément les évolutions apportées par le projet.

L'analyse des niveaux de trafic a mis en évidence que la réduction de la capacité de la RD920 entraîne une diminution de sa charge. Toutefois cette diminution s'accompagne d'une augmentation du taux de saturation, notamment sur les tronçons les plus sollicités.

En effet, la suppression d'une file de circulation routière sur les trois actuellement présentes induit une diminution d'1/3 de la capacité de l'axe. Or, la diminution du niveau de trafic en résultant est inférieure à 1/3 du trafic en situation de référence, le taux de saturation apparaît alors comme plus élevé.

Les conditions d'écoulement du trafic sur la RD920 apparaissent ainsi comme localement plus difficiles en 2050 dans la configuration de projet que dans l'aménagement actuel. Une intensification de la congestion peut être observée depuis le boulevard Romain Rolland jusqu'à l'intersection avec la RD77a ainsi qu'en direction de la place de la Vache Noire depuis le sud.

Sur les voiries adjacentes, les taux d'occupation restent stables et sont majoritairement inférieurs à 70% dans le scénario fil de l'eau comme dans le scénario de projet.

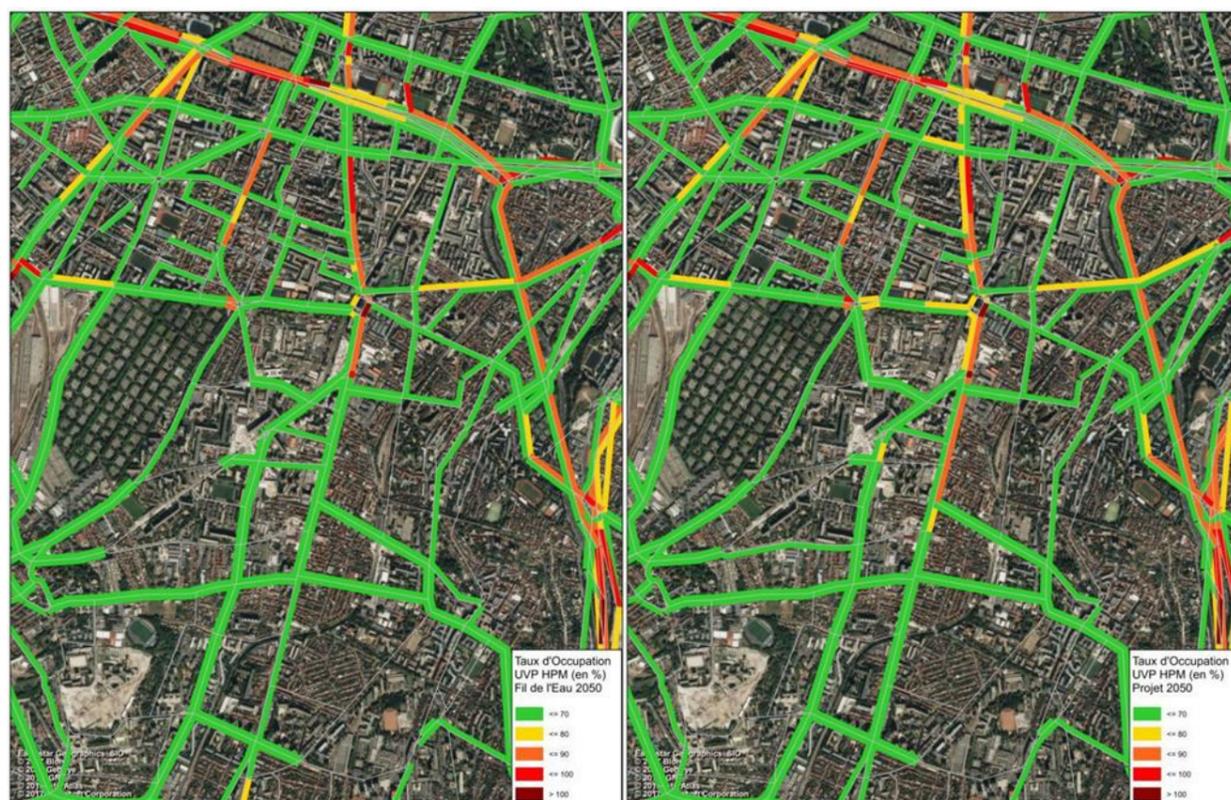


FIGURE 30 : NIVEAUX DE SATURATION A L'HPM 2050 SCENARIO FDL (ILLUSTRATION DE GAUCHE) ET EN SCENARIO DE PROJET 2050 (ILLUSTRATION DE DROITE)

Toutefois, en comparaison avec la situation de projet 2030 (carte ci-après), on note une amélioration des taux de saturation qui apparaissent comme plus faibles en 2050, notamment en direction du sud.



FIGURE 31 : COMPARAISON DES NIVEAUX DE SATURATION A L'HPM 2050 ENTRE LA SITUATION FIL DE L'EAU ET PROJET

■ Niveaux de saturation à l'heure de pointe du soir

La situation à l'heure de pointe du soir est similaire à celle du matin, avec des taux de saturation apparaissant toutefois comme plus élevés.

Comme pour l'heure de pointe du matin, les taux d'occupation sont globalement plus élevés en situation de projet en comparaison avec la situation fil de l'eau.

Une intensification de la saturation est à noter en direction du sud, entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo en situation de projet.

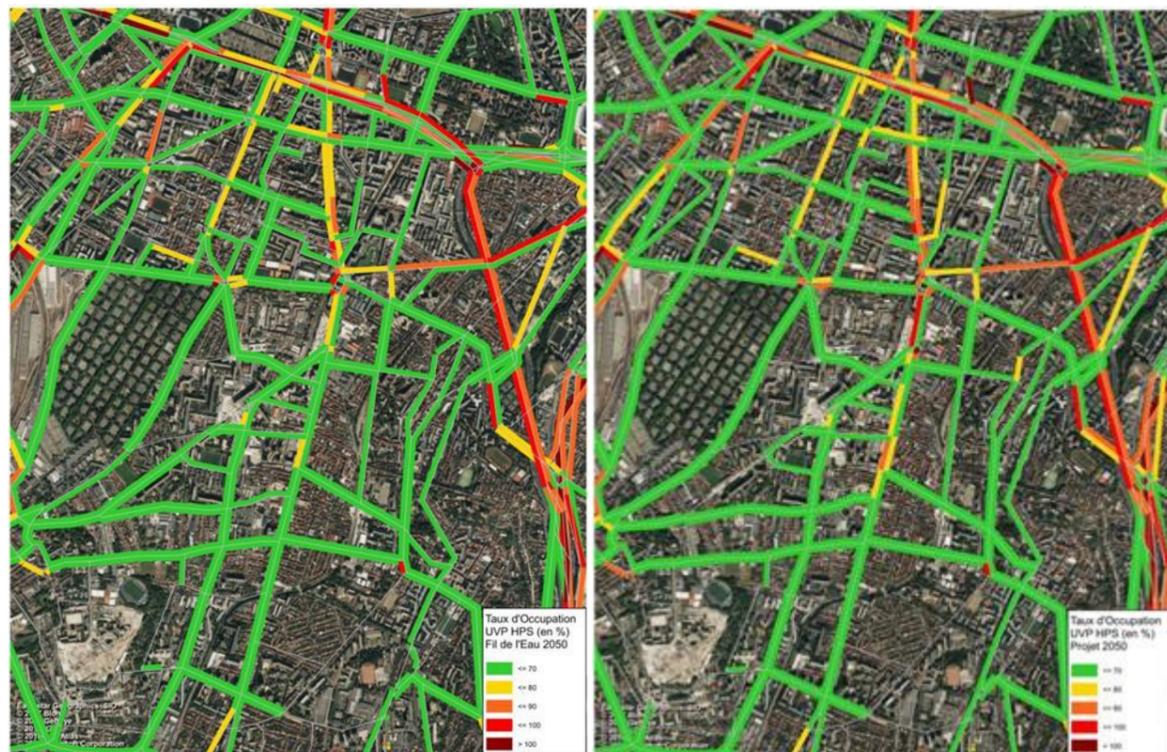


FIGURE 32 : NIVEAUX DE SATURATION A L'HPS 2050 SCENARIO FDL (ILLUSTRATION DE GAUCHE) ET SITUATION DE PROJET 2050 (ILLUSTRATION DE DROITE)

Toutefois, et comme pour l'heure de pointe du matin, en comparaison avec la situation de projet 2030 (carte ci-après), on note une amélioration des taux de saturation qui apparaissent comme plus faibles en 2050, dans les deux sens de circulation.



FIGURE 33 : COMPARAISON DES NIVEAUX DE SATURATION A L'HPS 2050 ENTRE LA SITUATION FIL DE L'EAU ET PROJET

Sur la base des simulations réalisées à l'horizon 2050, les résultats suivants sont présentés pour l'HPM et l'HPS :

- Charges de trafic des scénarios « Fil de l'eau » et « Projet » à l'horizon 2050 ;
- Différences de trafic entre les scénarios « Fil de l'eau » 2050 et la situation actuelle ;
- Taux d'occupation des scénarios « Fil de l'eau » et « Projet » à l'horizon 2050.

2.3.6.4 - Charges de trafic à l'horizon 2050 fil de l'eau et évolution par rapport à l'horizon 2030 fil de l'eau

■ Heure de pointe du matin

Les cartes ci-après présentent les niveaux de trafic obtenus dans le scénario fil de l'eau 2050 à l'heure de pointe du matin ainsi que les écarts par rapport à l'horizon 2030.

La RD920 présente des trafics qui varient de 1 300 à 1 600 UVP/h en direction du nord et entre 1 500 et 2 000 UVP/h vers le sud entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo. Dans le secteur sud, le trafic est moins intense, avec des charges comprises entre 1 000 et 1 400 UVP/h en direction du nord et entre 400 et 1 000 UVP/h vers le sud.

Les évolutions de trafic entre 2050 et 2030 se traduisent par une diminution globale sur l'ensemble du périmètre d'étude. De légères augmentations de trafic peuvent toutefois être observées sur la RD77A et RD77 en direction du sud, qui s'expliquent par des basculements d'itinéraire à une échelle très locale.

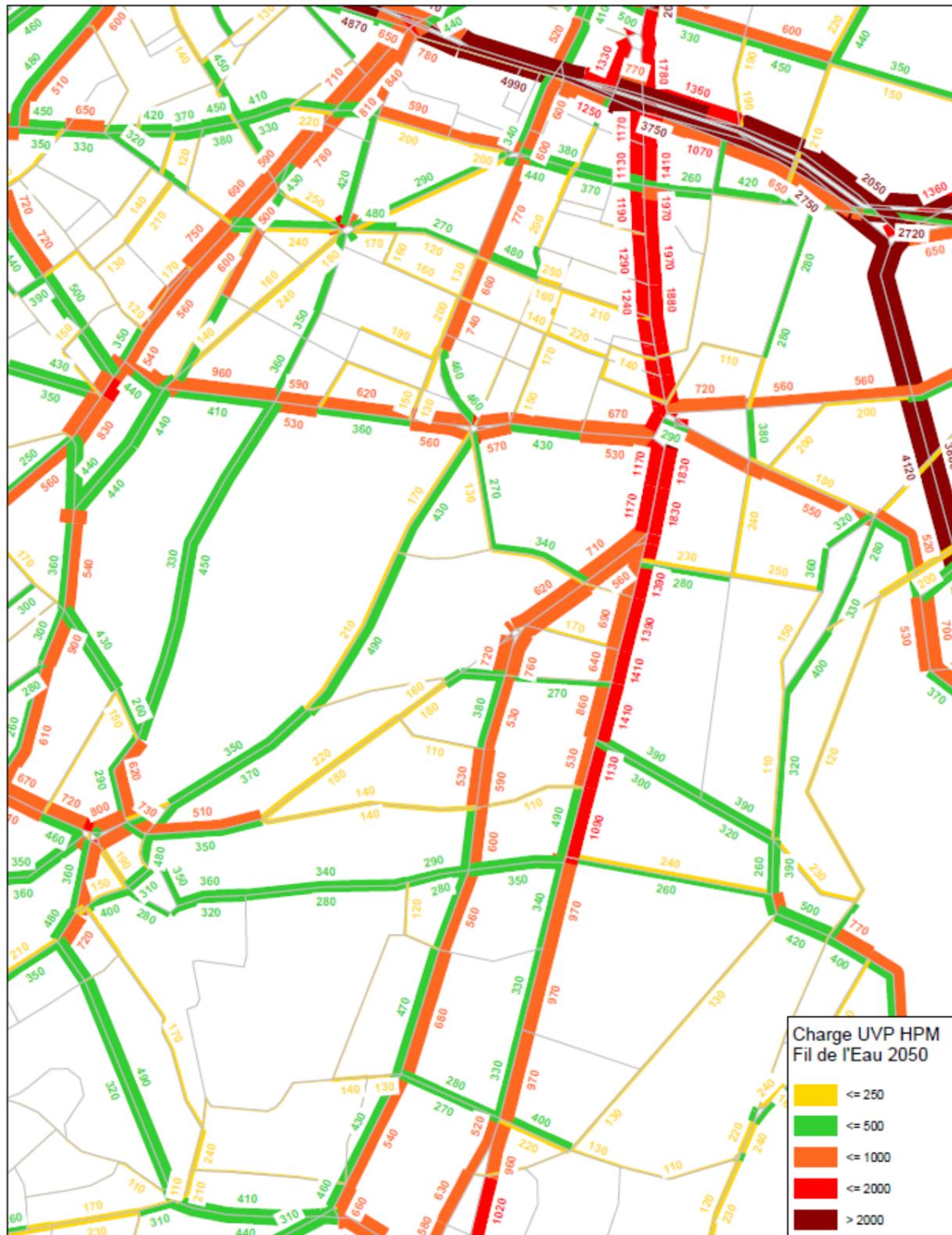


FIGURE 34 : CHARGE DE LA RD920 2050 FDL (UVP/H) – VUE GLOBALE

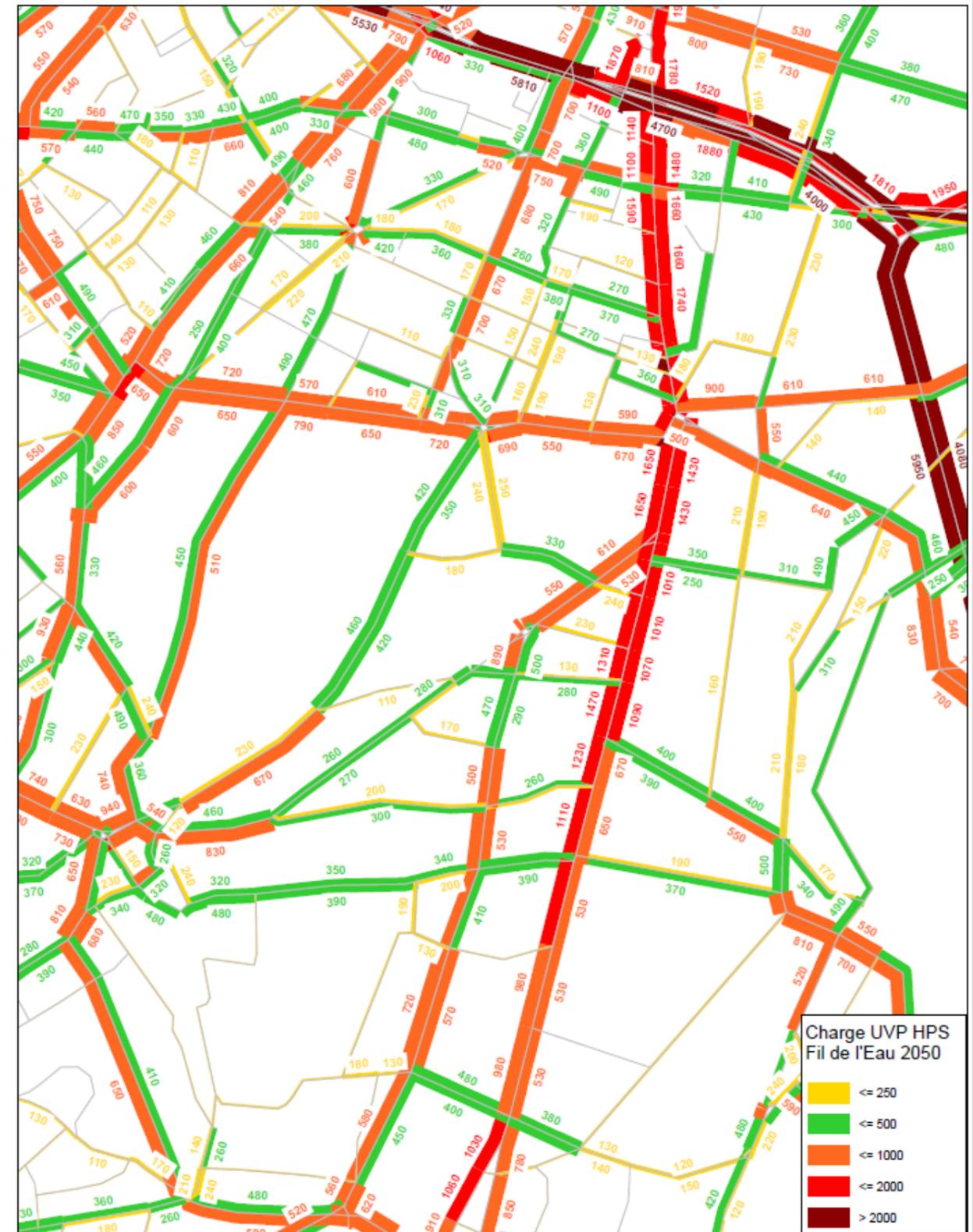


FIGURE 35 : CHARGE DE LA RD920 2050 FDL (UVP/H) – VUE GLOBALE

2.3.6.5 - Évolution du trafic entre l'horizon fil de l'eau 2050 et évolution par rapport à l'horizon fil de l'eau 2030

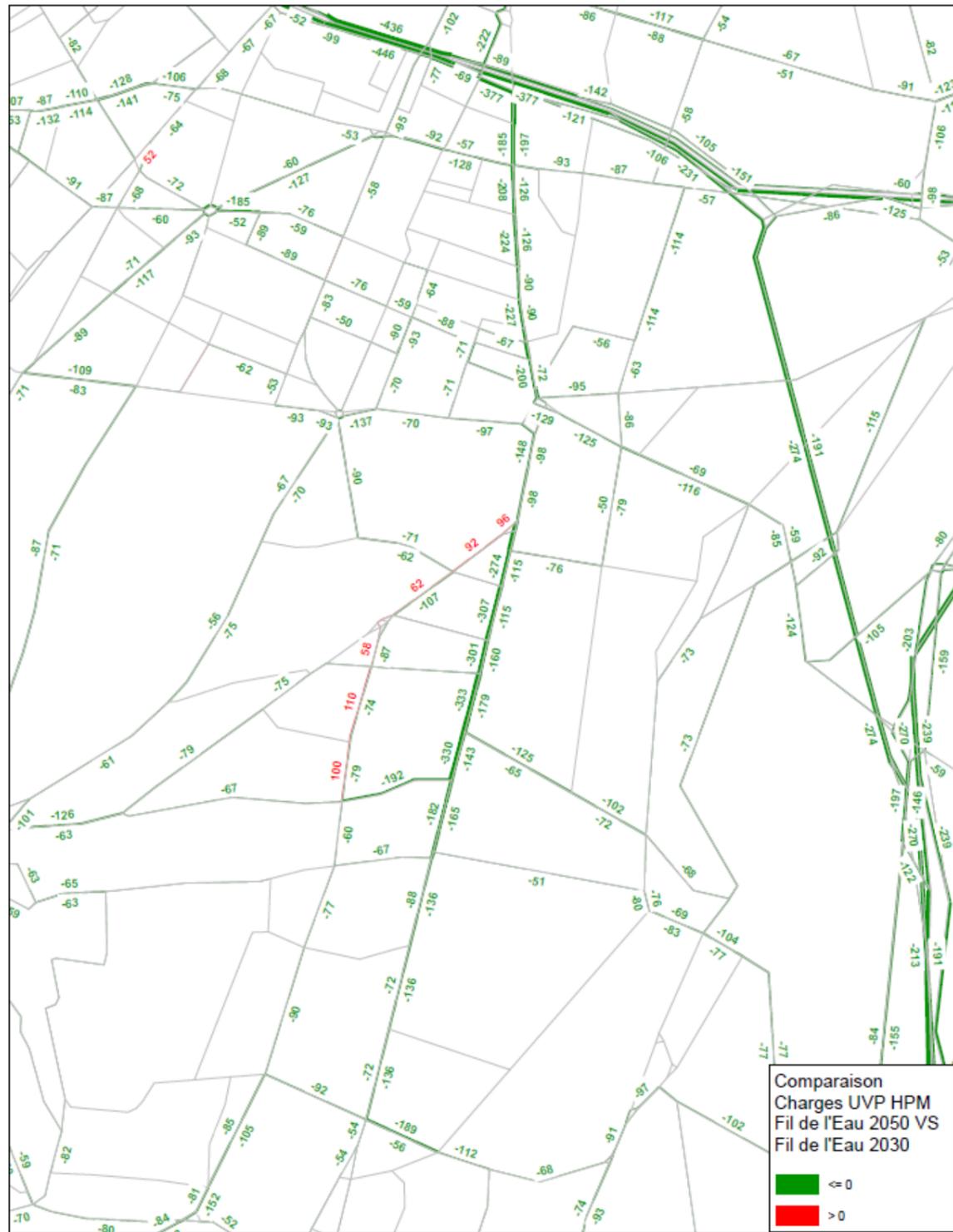


FIGURE 36 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 FDL – 2030 FDL (UVP/H) EN HPM

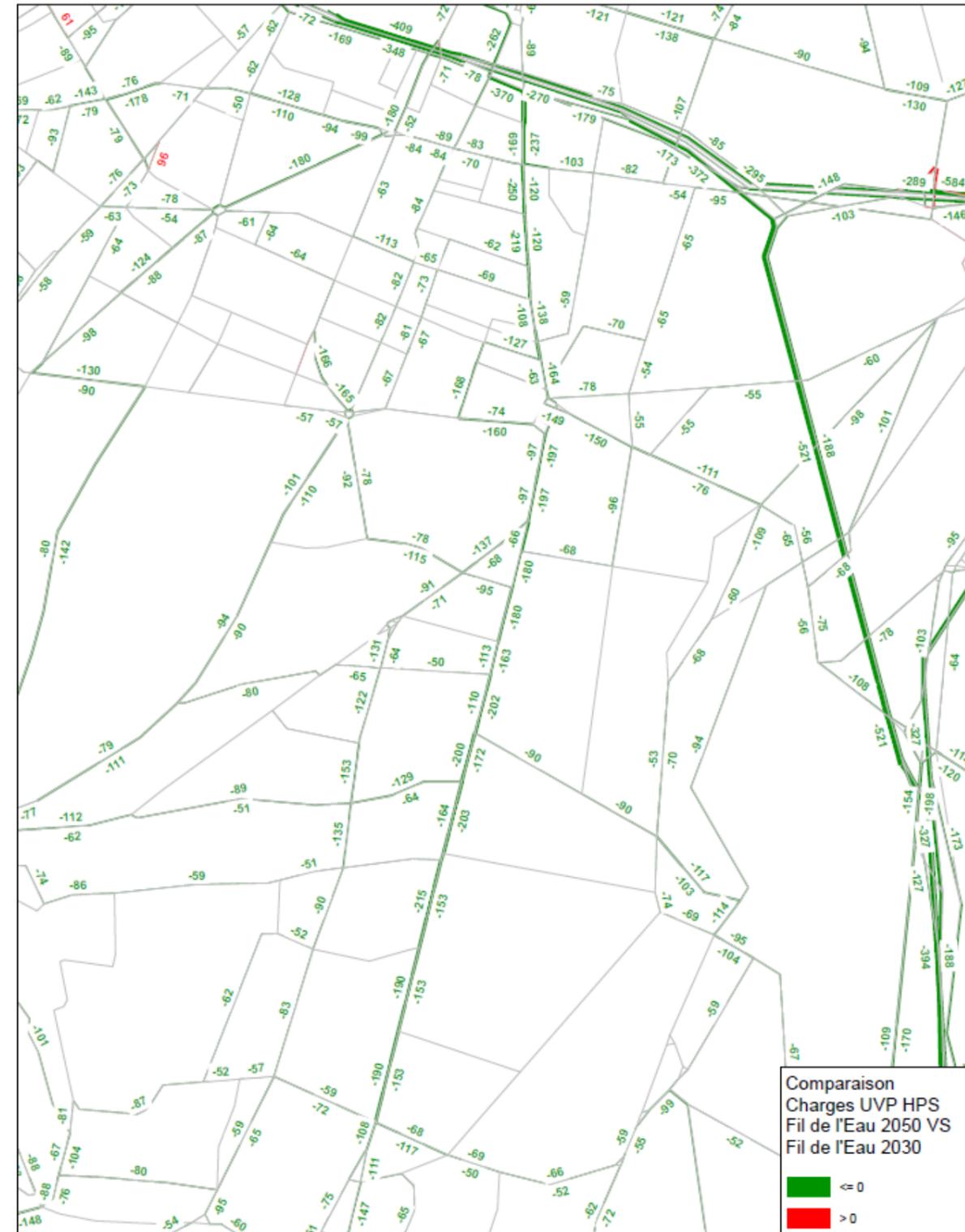


FIGURE 37 : DIFFERENCE DE CHARGE 2050 FDL – 2030 FDL (UVP/H) EN HPS

2.3.7 - Synthèse

L'ensemble des travaux de modélisation réalisés dans le cadre de cette étude a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- La RD920 présente plus de difficultés sur le secteur entre Bd Romain Rolland et le carrefour avec l'avenue Victor Hugo (RD77a) que le secteur entre le carrefour avec l'avenue Victor Hugo et la place de la Résistance.
- La reconfiguration de la RD920 permet l'intégration d'aménagements au profit des cycles en diminuant la capacité actuellement proposée à la circulation routière.
- A l'horizon 2030, ce rééquilibrage de l'espace public induit une diminution du trafic sur la RD920 (moins capacitaire pour le trafic routier) accompagnée d'une augmentation de la densité du trafic et donc des taux de saturation sur certaines sections. Cela s'observe en particulier en direction de Paris sur la section située au sud de la place de la Vache Noire et dans le sens inverse sur la section située au nord de la place.
- A l'horizon 2050, les hypothèses retenues pour la constitution de la matrice de prévisionnelle de déplacement aboutissent à une diminution conséquente de la demande en déplacement routier. Une augmentation du trafic sur la RD920 reste observée par rapport à la situation actuelle, toutefois cette dernière est diminuée par rapport à la situation 2030.
- Ainsi, la situation 2050 de projet présente des conditions de circulation moins fluides que la situation actuelle, notamment en direction du sud, mais restant acceptables au regard des bénéfices apportés pour les déplacements des cycles et la qualité urbaine apportée par le projet.

Les cartes ci-après mettent au regard des conditions de circulation actuelles, les conditions de circulation à l'horizon 2050 avec le projet de requalification de la RD920.

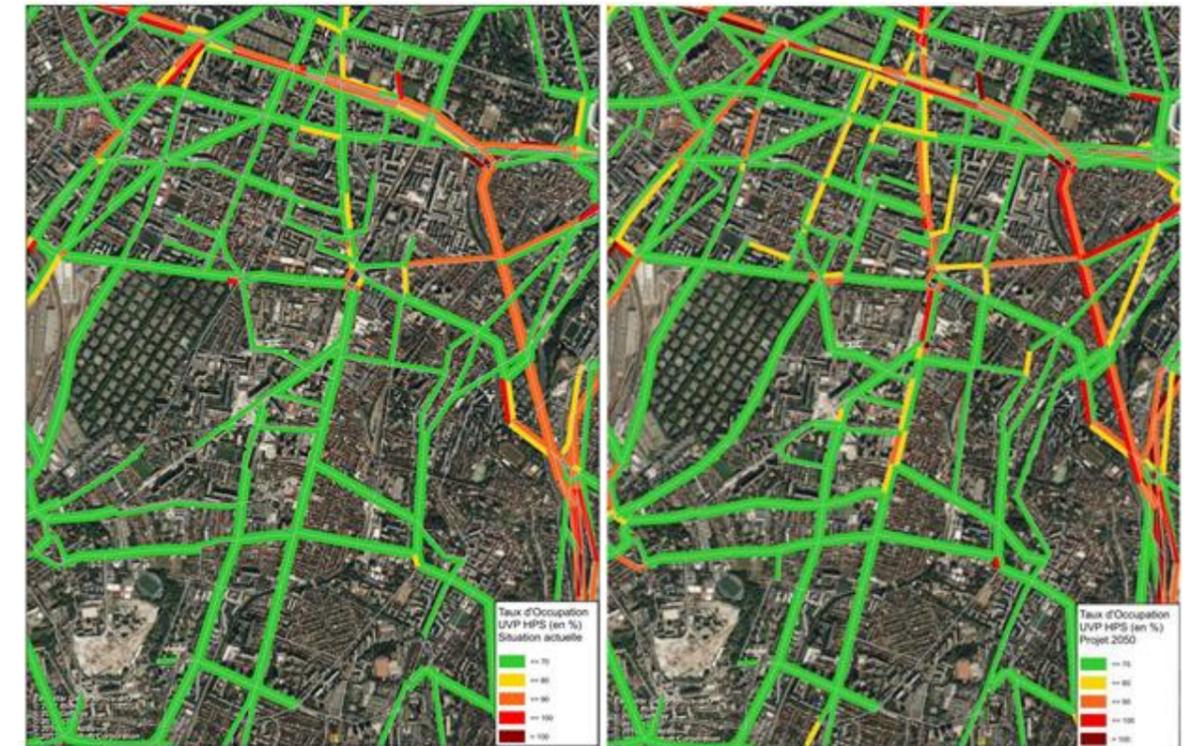


FIGURE 39 : TAUX DE SATURATION A L'HEURE DE POINTE DU SOIR EN SITUATION ACTUELLE ET 2050 DE PROJET

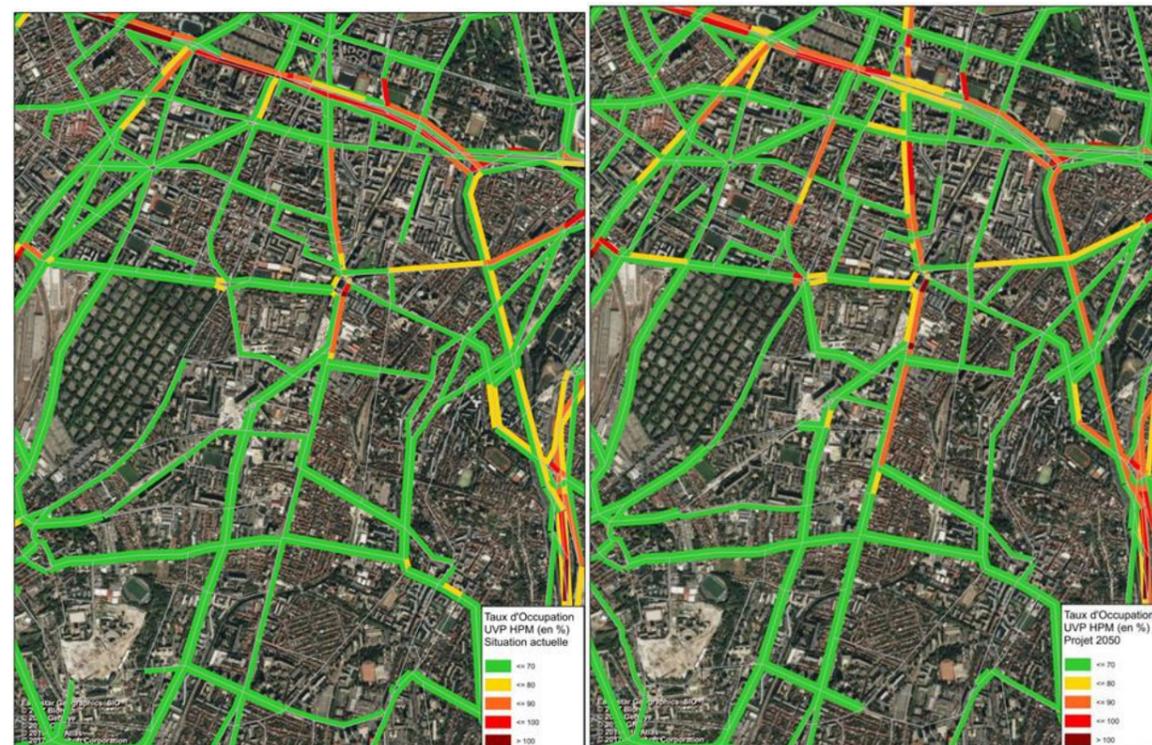


FIGURE 38 : TAUX DE SATURATION A L'HEURE DE POINTE DU MATIN EN SITUATION ACTUELLE ET 2050 DE PROJET

2.3.8 - Transports en commun

La réduction du nombre de voies, la fréquence insuffisante des lignes de bus ainsi que l'actuelle occupation par du stationnement en double-file a entraîné la décision de suppression des voies latérales réservées aux bus. La demande en transports en commun sur l'ensemble du linéaire a été réévaluée en fonction de l'évolution des tracés des lignes de bus urbains.

Des voies dédiées au bus sont néanmoins conservées sur deux sections le nécessitant

- entre avenue Carnot sur la commune de Cachan et rue de Verdun sur la commune de Bagneux, la RD920 accueillera un nombre important de lignes de bus. Afin de faciliter les mouvements tournants vers ces deux rues et réduire l'attente aux feux, un TCSP axial est prévu sur le tronçon avec une détection possible aux feux au niveau du carrefour de Verdun ;
- Au Sud de la Porte d'Orléans (sur la section entre rue Barbes au Boulevard Romain Rolland à Montrouge) : les remontées de files sont nombreuses entre la Porte d'Orléans et le carrefour avec la RD50. Pour faciliter la desserte des lignes de bus, il est prévu un couloir d'approche bus dans le sens Province – Paris.

Par ailleurs, le Département des Hauts de Seine a depuis le mois de juin 2020 converti les voies latérales de bus en aménagements cyclables provisoires dits « coronapistes ». Ces aménagements ont perduré et l'impact sur le fonctionnement des lignes de bus est marginal.

Rappelons que le projet s'insère dans un contexte en évolution, proche de Paris.

- **Développement des lignes de métro :**
 - prolongement de la ligne 4 jusqu'à Bagneux (avec l'inauguration en janvier 2022 des stations Barbara et Lucie Aubrac),
 - création de la ligne 15 avec de nouvelles centralités.
- **Restructuration du réseau bus**
 - Les parcours seront modifiés vers les pôles gares GPE,
 - Le terminus bus Porte d'Orléans évoluera et s'adaptera au territoire de Paris.

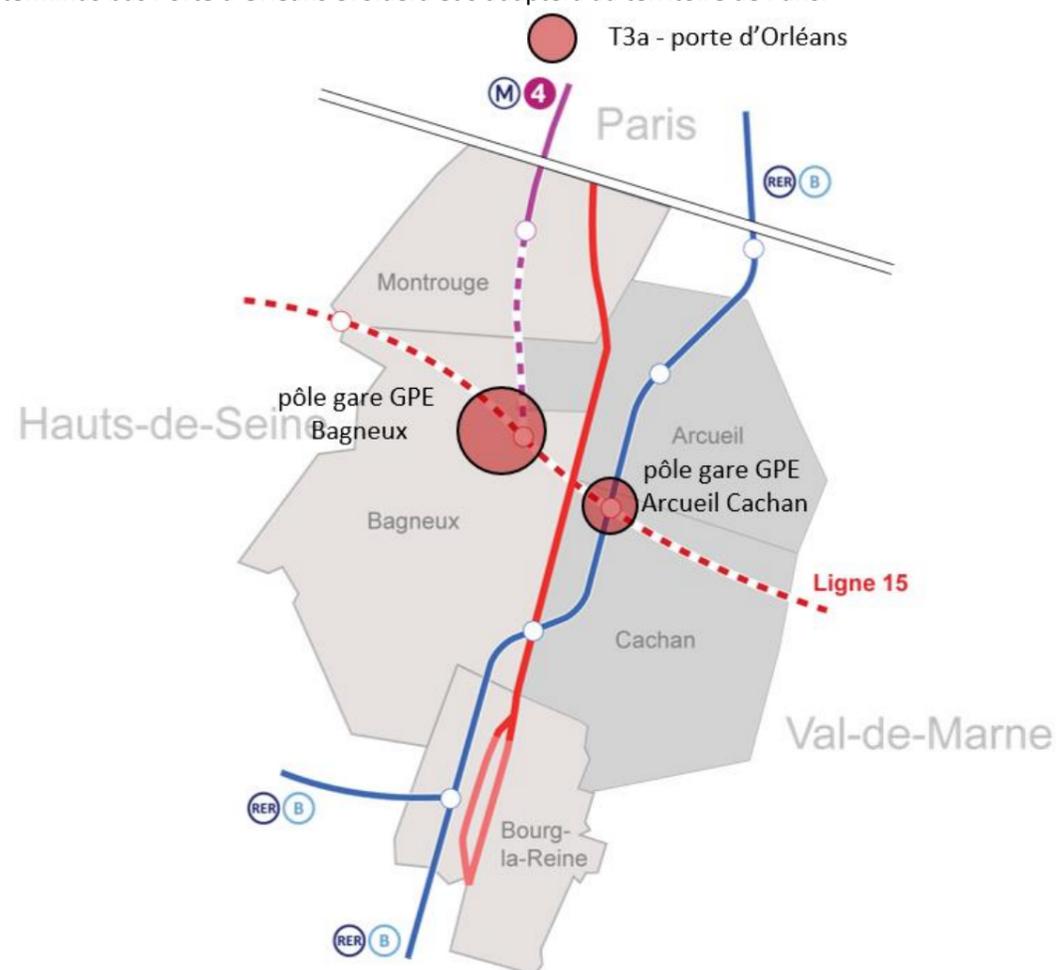


FIGURE 40 : EVOLUTION DES GRANDS POLES DE TRANSPORT EN COMMUN

La ligne 4 de métro prolongée offre aujourd'hui une concurrence importante aux voies de bus sur cette portion de la RD920. Elle offre une régularité et une efficacité plus importante aux lignes de bus sur cette portion.

L'ouverture du prolongement de la ligne 4 permet un gain de temps moyen de 10 minutes pour les usagers des transports collectifs de Bagneux, un train toutes les deux minutes permettant de rejoindre Châtelet-les-Halles, au centre de Paris en 30 minutes, des correspondances avec toutes les lignes de RER et la plupart des métros.

De plus, l'arrivée en 2025 de la ligne 15 du Grand Paris Express, en correspondance à la station Bagneux-Lucie Aubrac, apportera de nouvelles liaisons plus rapides avec le reste de la métropole, ce qui favorisera notamment les reports modaux depuis la route pour les trajets de banlieue à banlieue. Avec ce prolongement, c'est 37 000 passagers supplémentaires par jours désormais qui emprunteront la ligne aux stations Barbara et Bagneux-Lucie Aubrac.

Notons qu'un travail est en cours avec Île-de-France Mobilités (anciennement STIF) et la Société du Grand Paris pour améliorer les correspondances avec les bus et tous les autres modes de transport aux abords des nouvelles gares, et redéfinir les besoins. Demain, les habitants auront plus facilement accès aux transports en commun, et les lignes de bus seront repensées pour s'adapter à ce nouveau réseau.

2.4 - Recommandation n°4 : nuisances sonores

(4) La MRAe recommande de :

- compléter les modélisations d'expositions aux nuisances sonores, sur la base du scénario issu des études de trafic actualisées, aux horizons de mise en service du projet et pas seulement à un horizon lointain ;
- d'étudier la possibilité d'améliorer la situation en termes de pollutions sonores pour les riverains de la RD920, notamment par la pose de revêtements routiers à forte capacité d'absorption sonore ;
- de comparer les valeurs issues des modélisations aux valeurs de référence pour la santé constituant les lignes directrices de l'organisation mondiale de la santé ;

2.4.1 - Contexte de l'étude

2.4.1.1 - Objectif

Dans le cadre de l'aménagement de RD920 Nord entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge, une nouvelle étude acoustique est menée.

L'objectif de l'étude est de reprendre les modélisations acoustiques afin de répondre aux remarques de la MRAe.

Les modifications nécessaires portent sur l'intégration des études de trafic réactualisées et d'analyser les impacts à la mise en service du projet et pour un horizon lointain, dit de long terme.

Deux années d'horizon sont étudiées ici : 2030 et 2050.

L'analyse des impacts est menée selon les textes réglementaires relatifs au bruit émis par les infrastructures de transports terrestres, à savoir :

- les articles L571-9 et L571-10 du livre V du Code de l'Environnement relatifs aux aménagements et infrastructures de transports terrestres ;
- les articles R571-44 à R571-52 du livre V du Code de l'Environnement relatifs à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres ;
- l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières ;
- la circulaire du 21 juin 2001 relative à la résorption des points noirs du bruit des transports terrestres ;
- la circulaire du 25 mai 2004 relative au bruit des infrastructures de transports terrestres.

Cette approche est complétée par une analyse des résultats avec les valeurs guides prescrites par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour limiter au maximum les effets néfastes du bruit sur les populations.

Les valeurs de l'OMS ne sont pas utilisées pour l'analyse des impacts du projet.

Le principal objectif de ces lignes directrices de l'OMS est d'offrir des recommandations pour convenir à la formulation de politiques susceptibles de protéger la santé humaine de l'exposition au bruit.

2.4.1.2 - Aire d'étude

La zone d'étude correspond à une bande de 300 m centrée sur l'axe du projet de réaménagement de la RD920 Nord.

La carte suivante présente l'aire d'étude retenue :

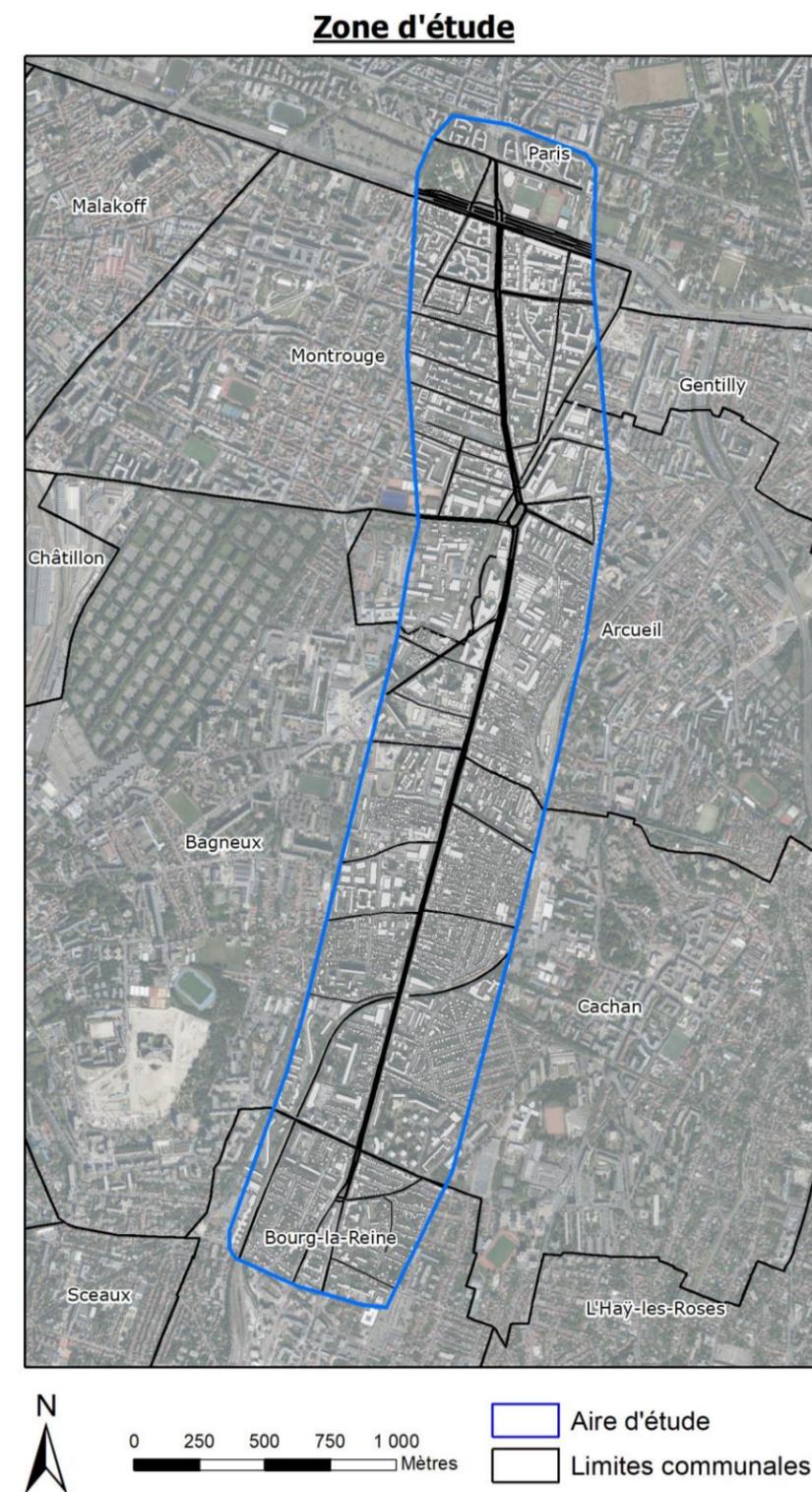


FIGURE 41 : ZONE D'ETUDE ACOUSTIQUE

2.4.2 - Méthodologie générale de l'étude

La méthodologie consiste à reprendre les modélisations acoustiques réalisées dans le cadre des études d'impacts acoustiques pour le dossier d'étude d'impact.

Les conclusions de la situation actuelle de l'étude précédente sont reconduites (calage du modèle).

De nouveaux calculs sont réalisés afin d'intégrer les hypothèses actualisées et vérifier les impacts acoustiques à la mise en service du projet (2030) et 20 ans après (2050).

Le projet de réaménagement de la RD920 constitue un cas de transformation d'infrastructures existantes. L'objectif de l'étude est de vérifier si le projet entraîne une modification « significative » des niveaux sonores. Pour cela, les situations acoustiques « sans projet » et « avec projet » sont comparées entre elles.

L'étude consiste également à vérifier si le projet entraîne à terme la création de nouveaux Points Noir du Bruit et à recenser les bâtiments pour lesquels des actions de résorption sont à prévoir.

Des protections sont proposées dès lors que les seuils acoustiques sont dépassés pour l'un ou l'autre des cas réglementaires (transformation significative et Points Noirs Bruit).

Lorsqu'un bâtiment est soumis à différents objectifs, le seuil le plus contraignant est retenu pour le dimensionnement des protections acoustiques.

Les situations suivantes sont modélisées pour les besoins de l'étude :

- Situation actuelle (2017) ;
- Situation de référence à la mise en service (2030) ;
- Situation projet à la mise en service (2030) ;
- Situation de référence à terme (2050) ;
- Situation projet à terme (2050).

Deux séries de calculs sont réalisées :

- des calculs sur récepteurs qui permettent de connaître le niveau sonore en façade de bâtiment et pour les différents étages. Ce mode de calcul est effectué pour les bâtiments proches du projet. Les calculs sur récepteurs permettent de définir précisément le niveau d'exposition sonore des bâtiments sensibles, de quantifier l'impact du projet et de vérifier le respect des objectifs réglementaires ;
- des calculs sur maillage horizontal à 4 mètres du sol (isophones). Les courbes isophones permettent de cartographier l'impact sonore du projet, ainsi que la propagation du bruit dans son environnement. Il s'agit de représentations qualitatives des niveaux sonores à une hauteur donnée au-dessus du sol (h=4m).

Les calculs sont menés pour les indicateurs réglementaires LAeq(6h-22h), LAeq(22h-6h), Lden et Ln et pour les horizons 2030 (mise en service) et 2050 (+20 ans après la mise en service).

2.4.3 - Hypothèses d'étude

2.4.3.1 - Trafic routier

Les données de trafics (Trafic Moyen Journalier Annuel et pourcentages de Poids Lourds) sont issues des études de trafic actualisées et réalisées par le bureau d'étude Explain.

Les hypothèses de trafic prises en compte pour la RD 920 sont synthétisées dans le tableau suivant :

RD 920 section	Trafic moyen journalier annuel et % PL				
	Année 2017	Horizon 2030		Horizon 2050	
	Etat actuel	Etat de référence	Etat projet	Etat de référence	Etat projet
carrefour Pasteur / ligne rer B	19594 - 6 %	25071 - 6 %	20659 - 6 %	22586 - 6 %	18593 - 6 %
carrefour Petit / carrefour Meuniers	24449 - 6 %	32007 - 6 %	23426 - 6 %	27470 - 6 %	21787 - 6 %
carrefour Hugo / carrefour Dormoy	46975 - 6 %	53838 - 6 %	49298 - 6 %	51758 - 6 %	47267 - 6 %
carrefour Péri / carrefour Romain Rolland	47359 - 6 %	57741 - 6 %	51102 - 6 %	55905 - 6 %	49850 - 6 %

TABLEAU 1 : HYPOTHESES DE TRAFIC ROUTIERS

2.4.3.2 - Prise en compte de l'évolution du parc automobile

Les hypothèses suivantes sont issues de l'étude d'impact réalisée pour le dossier d'enquête publique et sont reconduites pour la présente étude.

Le CD92 a souhaité que les scénarios les plus récents d'évolution du parc roulant soient pris en compte en les combinant avec les effets de la mise en œuvre progressive des interdictions de circulation aux véhicules motorisés en fonction de leur classement Crit'Air selon la zone à faire émission – mobilité de la Métropole du Grand Paris.

Le tableau suivant présente les hypothèses retenues sur l'évolution du parc roulant aux différents horizon d'étude :

Hypothèse sur le parc roulant		
Horizon d'étude	2017 et 2030	2050
Véhicules légers	100 % thermique	100 % électrique
Poids Lourds	100 % thermique	25 % électrique 51 % hybride / gaz 24 % thermique

TABLEAU 2 : EVOLUTION DU PARC ROULANT

La prise en compte de l'évolution du parc roulant vers des véhicules à motorisation électrique, qui sont considérés moins bruyants que des véhicules à motorisation thermique, engendre une diminution des niveaux sonores aux horizons futurs par rapport à un parc roulant classique.

La liste suivante récapitule la correspondance retenue entre le bruit émis par un moteur thermique et les autres motorisations, pour une vitesse de 50 km/h :

- 1 véhicule électrique = 0,5 véhicule thermique,
- 1 véhicule hybride = 0,5 véhicule thermique,
- 1 véhicule gaz = 0,5 véhicule thermique.

Les caractéristiques acoustiques des futurs véhicules thermiques sont considérés comme identiques aux véhicules thermiques actuels.

2.4.4 - Analyse des impacts acoustiques du projet

2.4.4.1 - Résultats de l'étude

Le projet prévoit la réduction de la largeur des bandes de roulement des véhicules et engendre une diminution de trafic à l'état de projet.

Les résultats de calculs montrent une légère diminution des niveaux sonores au droit de la RD920 de l'ordre de -0,5 à -1,5 dB(A) à l'horizon 2050. Le projet ne constitue donc pas un cas de transformation significative de voie existante.

Le projet n'engendre pas non plus de nouveaux PNB (Point Noir Bruit). Aucune protection acoustique n'est donc à prévoir.

Les niveaux sonores avec projet restent cependant élevés avec de nombreux dépassement de seuils PNB pour les habitations situées au droit de la RD920. Notons qu'en situation actuelle les seuils PNB sont déjà dépassés.

Les valeurs guide de l'OMS pour le bruit routier ($L_{den} = 53$ dB(A) et $L_n = 45$ dB(A)) sont dépassées de l'ordre de 15 à 20 dB(A).

L'évolution du parc roulant (motorisation électrique) permet de diminuer à terme les nuisances sonores sans toutefois résoudre la situation (niveaux sonores supérieurs à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit).

L'analyse des impacts induit sur le réseau routier connexe, montre que le projet n'entraîne pas de modification majeure des niveaux sonores (de -1 à 1 dB(A)). Quelques augmentations sont constatées localement à Montrouge pour l'avenue Générale de Gaulle et la rue de la Vanne (de +3 à +8 dB(A)) néanmoins les niveaux sonores à terme restent inférieurs aux seuils de Point Noir Bruit.

2.4.4.2 - Niveaux sonores calculées en façade d'habitations

Les cartes ci-après localisent les récepteurs de calculs pour les horizons modélisés.

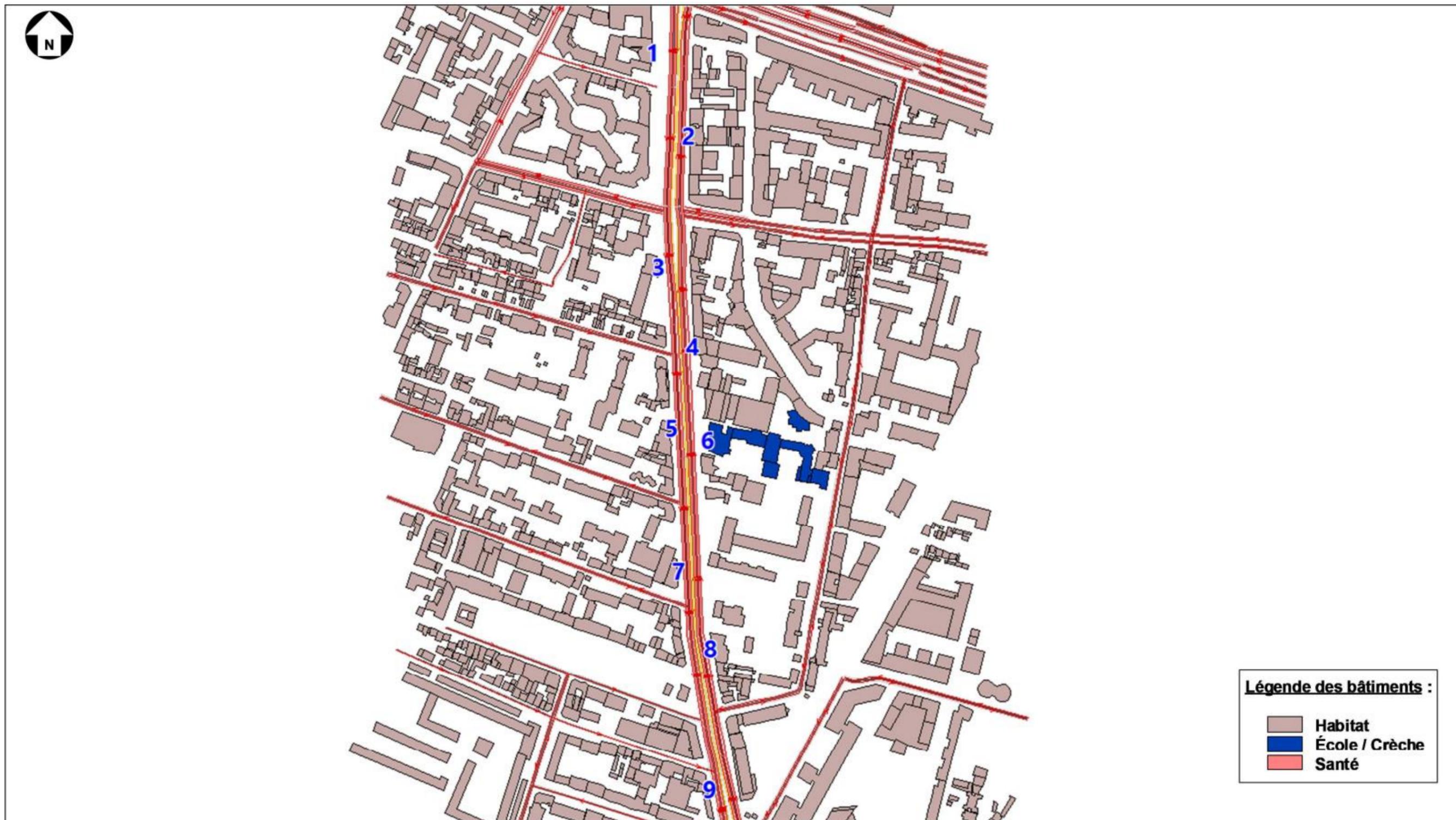
Les tableaux présentent les résultats de calculs au rez-de-chaussée pour les horizons 2030 puis 2050.

Les deux dernières colonnes présentent l'évolution des niveaux de bruit suite au projet d'aménagement (différence entre les situations « Projet » et « Référence »).

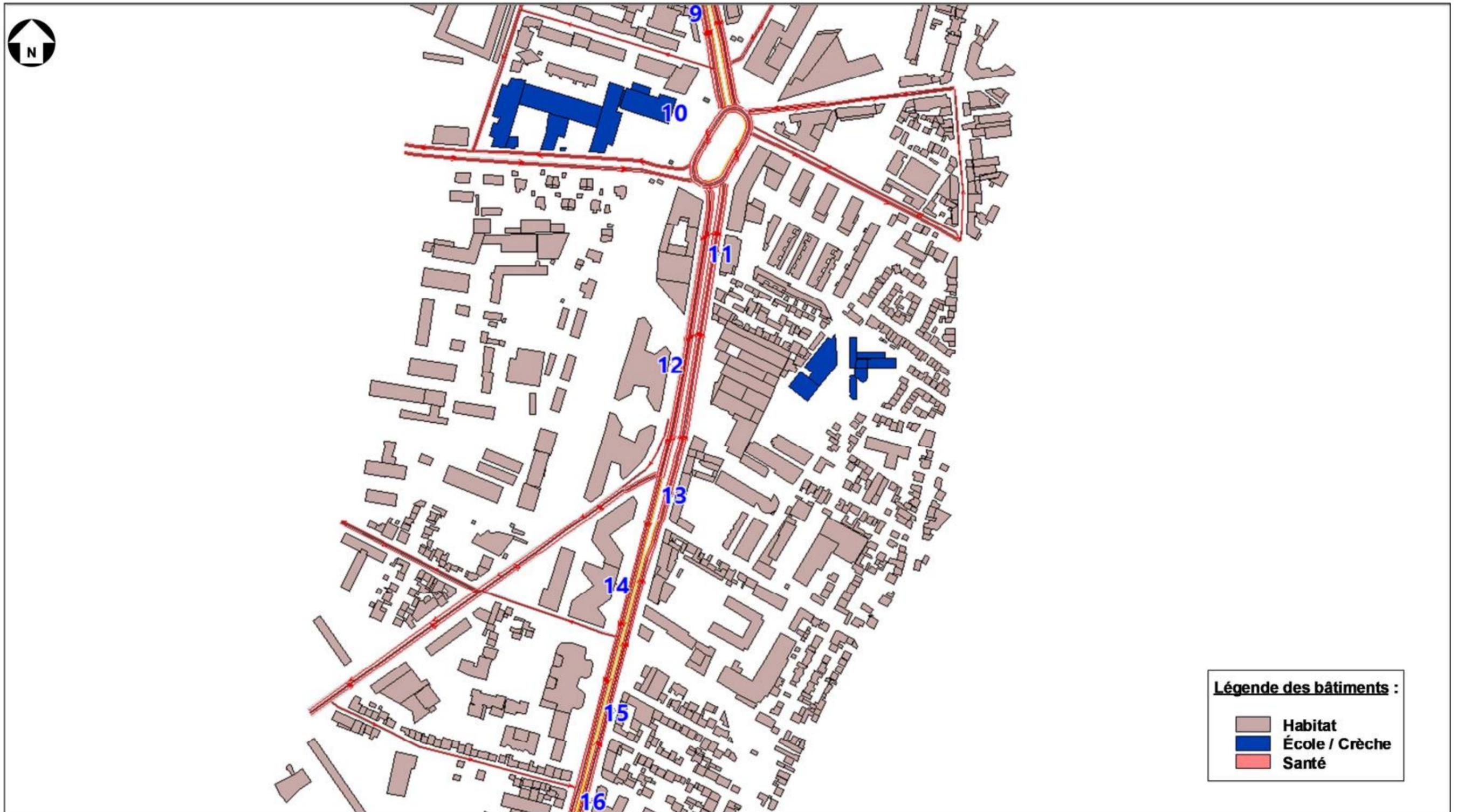
Les calculs détaillés par étage sont présentés en annexe.

Les récepteurs dépassant les limites critique et donc en situation de Point Noir Bruit sont repérés par des codes couleurs.

CARTE DE LOCALISATION DES RÉCEPTEURS DE CALCULS



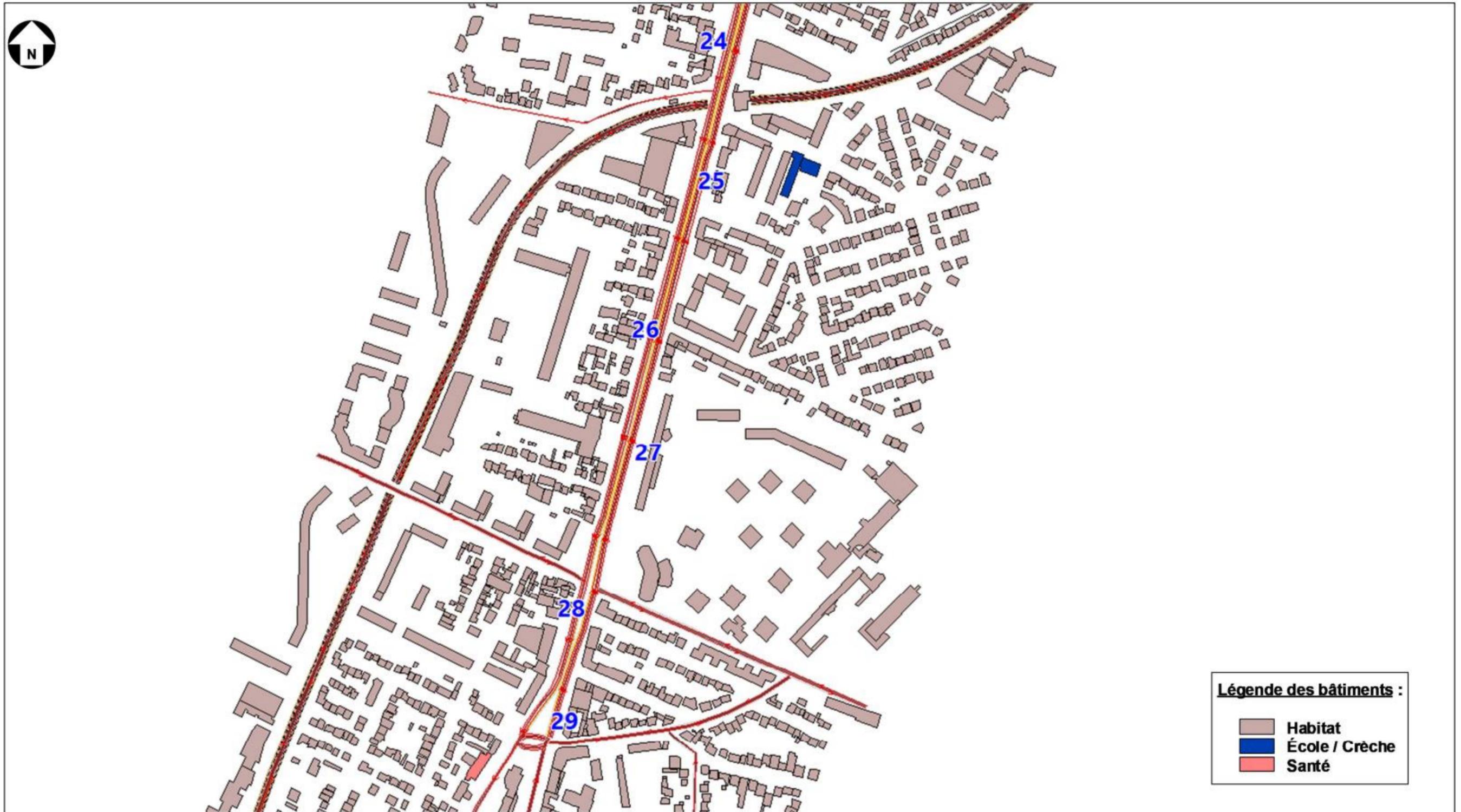
CARTE DE LOCALISATION DES RECEPTEURS DE CALCULS



CARTE DE LOCALISATION DES RECEPTEURS DE CALCULS



CARTE DE LOCALISATION DES RECEPTEURS DE CALCULS



2.4.4.3 - Horizon 2030

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
		L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
1	RDC	71,5	66	71,4	63,0	72,3	66,9	72,3	63,9	72,5	67,1	72,5	64,1	0,2	0,2
2	RDC	74	68,5	73,9	65,5	75,3	69,8	75,2	66,8	72,5	67,1	72,5	64,1	-2,8	-2,7
3	RDC	74	68,5	73,9	65,5	74,8	69,4	74,8	66,4	73,7	68,3	73,7	65,3	-1,1	-1,1
4	RDC	75,5	70	75,4	67,0	76,2	70,7	76,1	67,7	74,7	69,2	74,6	66,2	-1,5	-1,5
5	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,9	70,4	75,8	67,4	75	69,5	74,9	66,5	-0,9	-0,9
6	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,9	67,5	72,9	64,5	72	66,5	71,9	63,5	-0,9	-1,0
7	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,8	70,3	75,7	67,3	74,8	69,4	74,8	66,4	-1,0	-0,9
8	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,7	70,2	75,6	67,2	75	69,6	75,0	66,6	-0,7	-0,6
9	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,6	70,1	75,5	67,1	75,7	70,2	75,6	67,2	0,1	0,1
10	RDC	68,5	63	68,4	60,0	69,2	63,8	69,2	60,8	69	63,6	69,0	60,6	-0,2	-0,2
11	RDC	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	75	69,5	74,9	66,5	-0,3	-0,3
12	RDC	72,5	67	72,4	64,0	73,3	67,9	73,3	64,9	72,5	67,1	72,5	64,1	-0,8	-0,8
13	RDC	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	72,6	67,2	72,6	64,2	-2,7	-2,6
14	RDC	71	66	71,2	63,0	72,3	66,9	72,3	63,9	70,9	65,5	70,9	62,5	-1,4	-1,4
15	RDC	72,5	67	72,4	64,0	73,8	68,4	73,8	65,4	73,2	67,7	73,1	64,7	-0,6	-0,7
16	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73,2	67,7	73,1	64,7	72,3	66,9	72,3	63,9	-0,9	-0,8
17	RDC	73,5	68	73,4	65,0	74,6	69,1	74,5	66,1	73	67,5	72,9	64,5	-1,6	-1,6
18	RDC	70,5	65	70,4	62,0	71,7	66,3	71,7	63,3	70,4	64,9	70,3	61,9	-1,3	-1,4
19	RDC	71,5	66	71,4	63,0	73,1	67,6	73,0	64,6	72,5	67	72,4	64,0	-0,6	-0,6
20	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,2	65,7	71,1	62,7	-1,8	-1,8
21	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,8	66,3	71,7	63,3	-1,2	-1,2
22	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,5	66,1	71,5	63,1	-1,5	-1,4
23	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,8	67,3	72,7	64,3	71,7	66,3	71,7	63,3	-1,1	-1,0
24	RDC	68,5	63	68,4	60,0	69,5	64,1	69,5	61,1	68,6	63,2	68,6	60,2	-0,9	-0,9
25	RDC	70	64,5	69,9	61,5	70,9	65,4	70,8	62,4	69,9	64,5	69,9	61,5	-1,0	-0,9
26	RDC	70,5	65	70,4	62,0	71,8	66,3	71,7	63,3	70,6	65,1	70,5	62,1	-1,2	-1,2
27	RDC	65,5	60,5	65,7	57,5	66,7	61,4	66,7	58,4	65,7	60,4	65,7	57,4	-1,0	-1,0
28	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,4	66,9	72,3	63,9	72,5	67	72,4	64,0	0,1	0,1
29	RDC	71	65,5	70,9	62,5	71,4	65,9	71,3	62,9	70,1	64,6	70,0	61,6	-1,3	-1,3

Point Noir Bruit :

L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)

L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)

L_{den} > 68 dB(A)

L_{night} > 62 dB(A)

2.4.4.4 - Horizon 2050

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
		L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
1	RDC	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,9	69,3	60,9	69,6	64,1	69,5	61,1	0,2	0,2
2	RDC	74	68,5	73,9	65,5	72,4	66,9	72,3	63,9	69,7	64,2	69,6	61,2	-2,7	-2,7
3	RDC	74	68,5	73,9	65,5	72	66,5	71,9	63,5	70,9	65,4	70,8	62,4	-1,1	-1,1
4	RDC	75,5	70	75,4	67,0	73,4	67,9	73,3	64,9	71,9	66,4	71,8	63,4	-1,5	-1,5
5	RDC	75	69,5	74,9	66,5	73,2	67,6	73,1	64,6	72,2	66,7	72,1	63,7	-1,0	-0,9
6	RDC	72	66,5	71,9	63,5	70,1	64,6	70,0	61,6	69,2	63,7	69,1	60,7	-0,9	-0,9
7	RDC	75	69,5	74,9	66,5	73	67,5	72,9	64,5	72,1	66,6	72,0	63,6	-0,9	-0,9
8	RDC	75	69,5	74,9	66,5	72,9	67,4	72,8	64,4	72,3	66,8	72,2	63,8	-0,6	-0,6
9	RDC	75	69,5	74,9	66,5	72,8	67,2	72,7	64,2	72,9	67,4	72,8	64,4	0,1	0,2
10	RDC	68,5	63	68,4	60,0	66,5	61	66,4	58,0	66,2	60,8	66,2	57,8	-0,3	-0,2
11	RDC	74,5	69	74,4	66,0	72,5	66,9	72,4	63,9	72,2	66,6	72,1	63,6	-0,3	-0,3
12	RDC	72,5	67	72,4	64,0	70,3	64,9	70,3	61,9	69,7	64,2	69,6	61,2	-0,6	-0,7
13	RDC	74,5	69	74,4	66,0	72,2	66,7	72,1	63,7	69,8	64,3	69,7	61,3	-2,4	-2,4
14	RDC	71	66	71,2	63,0	69,1	63,6	69,0	60,6	68	62,6	68,0	59,6	-1,1	-1,0
15	RDC	72,5	67	72,4	64,0	70,6	65,1	70,5	62,1	70,3	64,8	70,2	61,8	-0,3	-0,3
16	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,9	64,4	69,8	61,4	69,4	63,9	69,3	60,9	-0,5	-0,5
17	RDC	73,5	68	73,4	65,0	71,4	65,8	71,3	62,8	70	64,5	69,9	61,5	-1,4	-1,3
18	RDC	70,5	65	70,4	62,0	68,4	62,9	68,3	59,9	67,4	61,9	67,3	58,9	-1,0	-1,0
19	RDC	71,5	66	71,4	63,0	69,6	64,1	69,5	61,1	69,5	63,9	69,4	60,9	-0,1	-0,2
20	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64,1	69,5	61,1	68,2	62,7	68,1	59,7	-1,4	-1,4
21	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64,1	69,5	61,1	68,8	63,3	68,7	60,3	-0,8	-0,8
22	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,9	64,3	69,8	61,3	68,4	62,9	68,3	59,9	-1,5	-1,4
23	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,7	64,2	69,6	61,2	68,6	63,1	68,5	60,1	-1,1	-1,1
24	RDC	68,5	63	68,4	60,0	66,4	60,9	66,3	57,9	65,4	59,9	65,3	56,9	-1,0	-1,0
25	RDC	70	64,5	69,9	61,5	67,8	62,2	67,7	59,2	66,8	61,3	66,7	58,3	-1,0	-0,9
26	RDC	70,5	65	70,4	62,0	68,7	63,1	68,6	60,1	67,5	61,9	67,4	58,9	-1,2	-1,2
27	RDC	65,5	60,5	65,7	57,5	63,6	58,2	63,6	55,2	62,6	57,2	62,6	54,2	-1,0	-1,0
28	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64	69,5	61,0	69,6	64	69,5	61,0	0,0	0,0
29	RDC	71	65,5	70,9	62,5	68,6	63,1	68,5	60,1	67,2	61,7	67,1	58,7	-1,4	-1,4

Point Noir Bruit :

- L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)
- L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)
- L_{den} > 68 dB(A)
- L_{night} > 62 dB(A)

2.4.4.5 - Cartographies Isophones

Les cartes ci-après présentent les isophones pour les horizons 2030 puis 2050, en période diurne et nocturne pour chaque horizon.

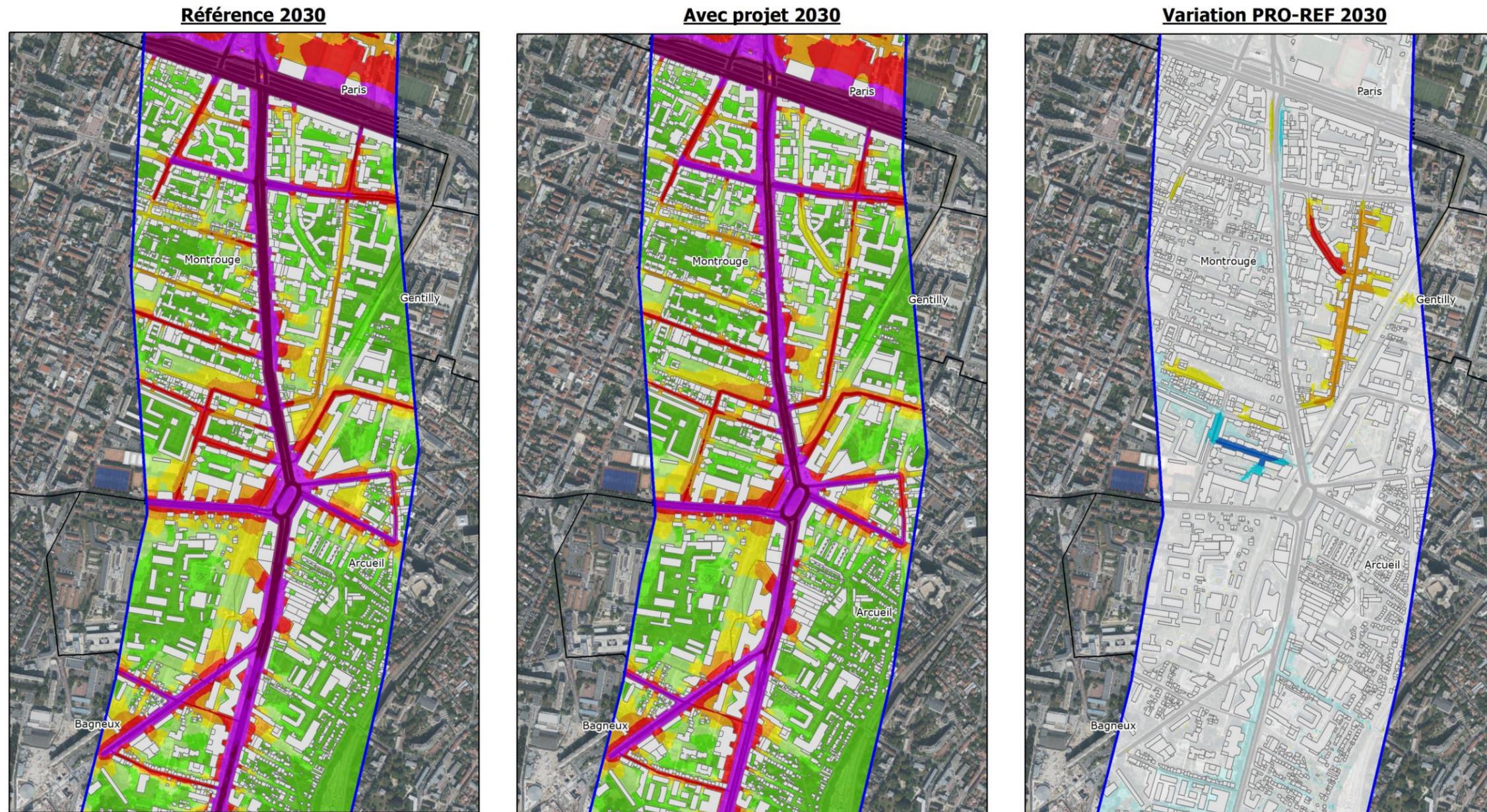
Il s'agit de représentations qualitatives des niveaux sonores à une hauteur donnée au-dessus du sol (h=4m).

Les courbes isophones permettent de cartographier la propagation du bruit dans son environnement.

■ Horizon 2030

Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

ZONE NORD



Niveau sonore dB(A)

- <45
- [45 - 50[
- [50 - 55[
- [55 - 60[
- [60 - 65[
- [65 - 70[
- [70 - 75[
- >=75

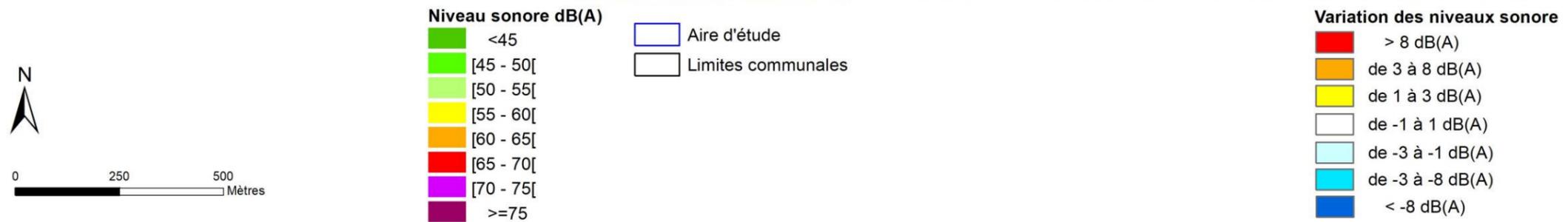
- Aire d'étude
- Limites communales

Variation des niveaux sonore

- > 8 dB(A)
- de 3 à 8 dB(A)
- de 1 à 3 dB(A)
- de -1 à 1 dB(A)
- de -3 à -1 dB(A)
- de -3 à -8 dB(A)
- < -8 dB(A)

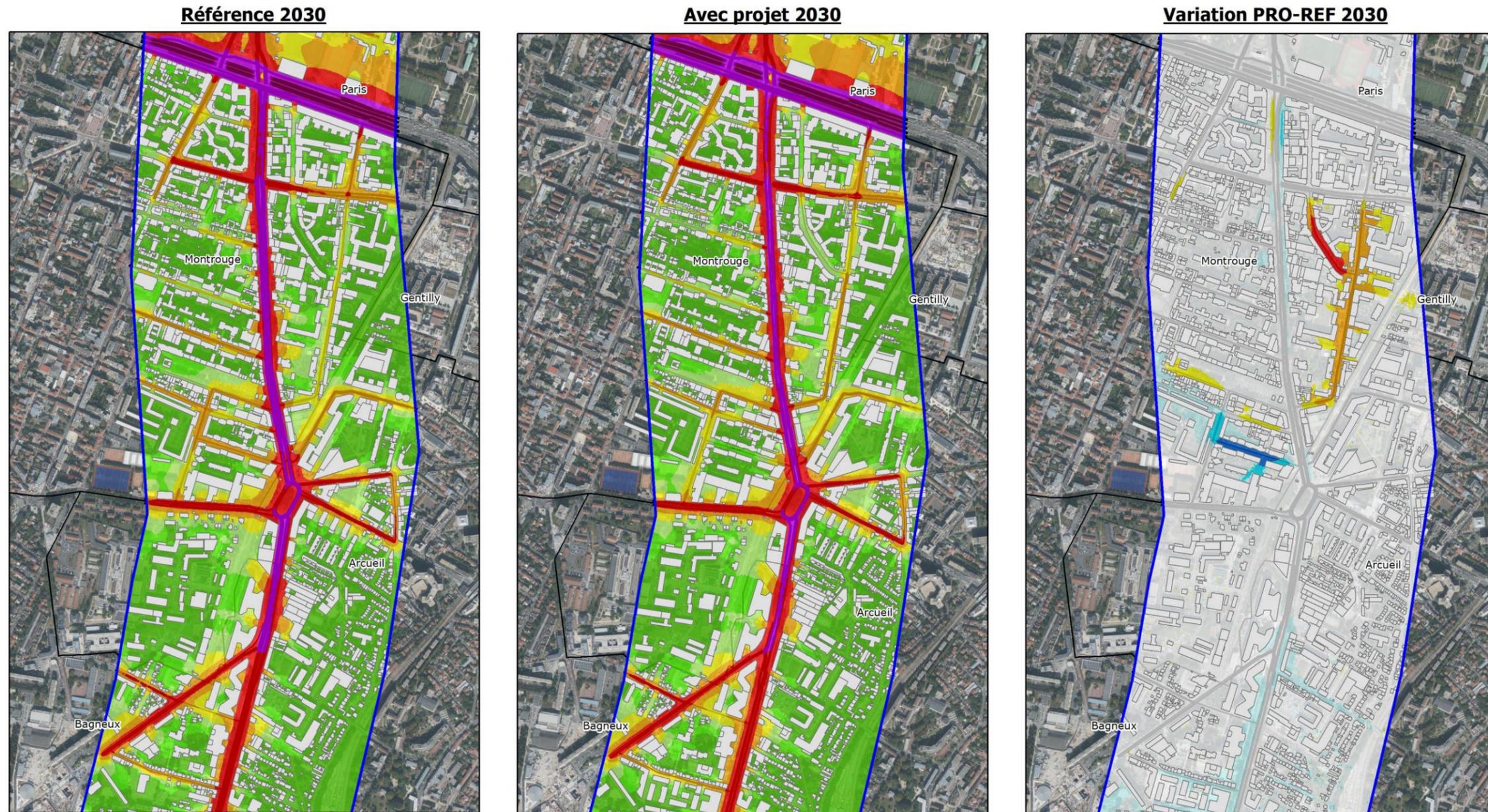
Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

ZONE SUD



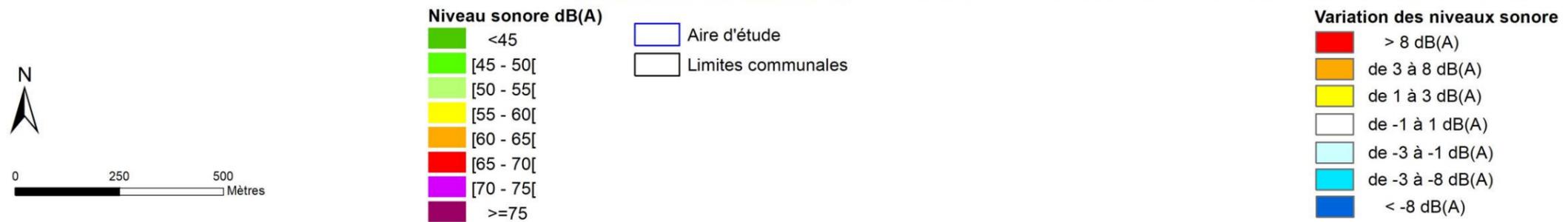
Isophones nocturnes LAeq(22h-6h) pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

ZONE NORD



Isophones nocturnes LAeq(22h-6h) pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

ZONE SUD



■ Horizon 2050

Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050

ZONE NORD



Référence 2050

Avec projet 2050

Variation PRO-REF 2050

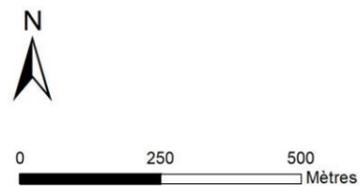
Niveau sonore dB(A)

- <45
- [45 - 50[
- [50 - 55[
- [55 - 60[
- [60 - 65[
- [65 - 70[
- [70 - 75[
- >=75

- Aire d'étude
- Limites communales

Variation des niveaux sonore

- > 8 dB(A)
- de 3 à 8 dB(A)
- de 1 à 3 dB(A)
- de -1 à 1 dB(A)
- de -3 à -1 dB(A)
- de -3 à -8 dB(A)
- < -8 dB(A)



Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050

ZONE SUD

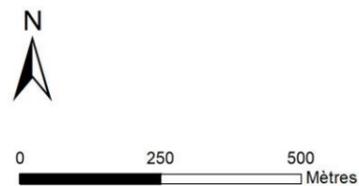
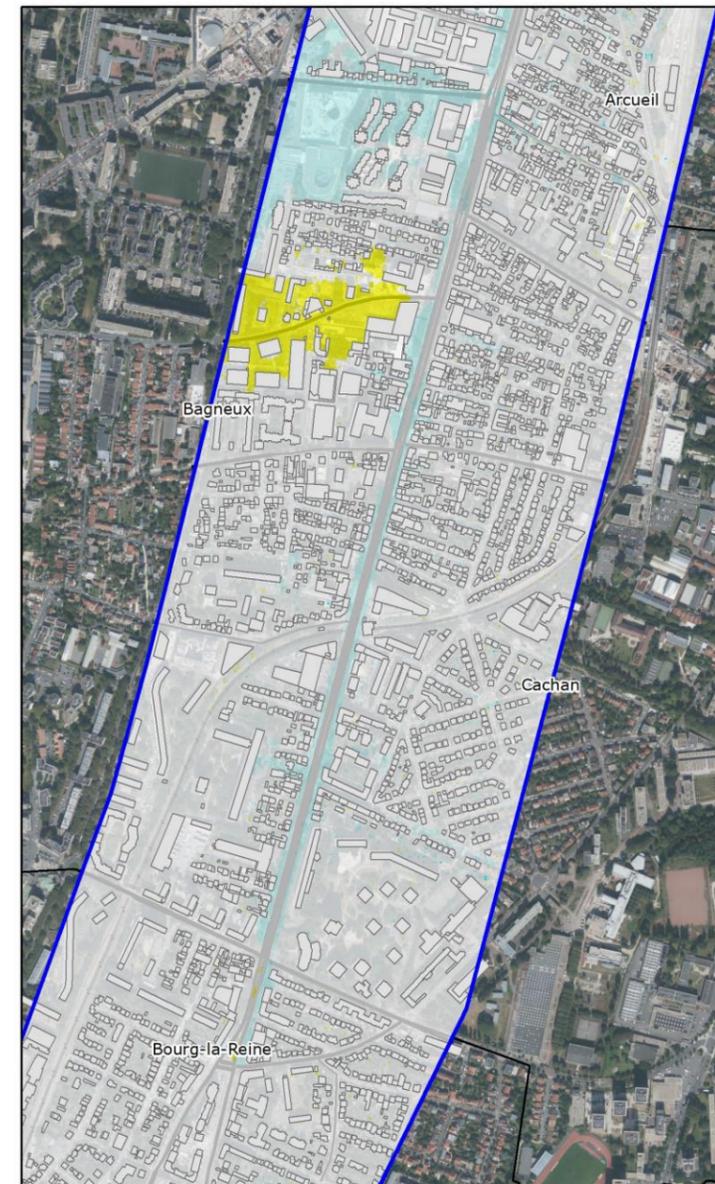
Référence 2050



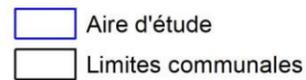
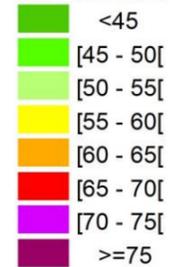
Avec projet 2050



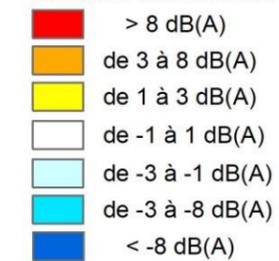
Variation PRO-REF 2050



Niveau sonore dB(A)

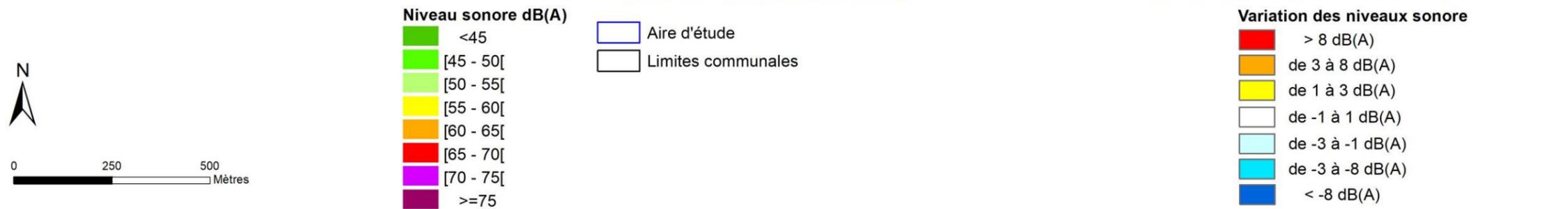


Variation des niveaux sonore



Isophones nocturnes LAeq(22h-6h) pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050

ZONE NORD



Isophones nocturnes LAeq(22h-6h) pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050

ZONE SUD

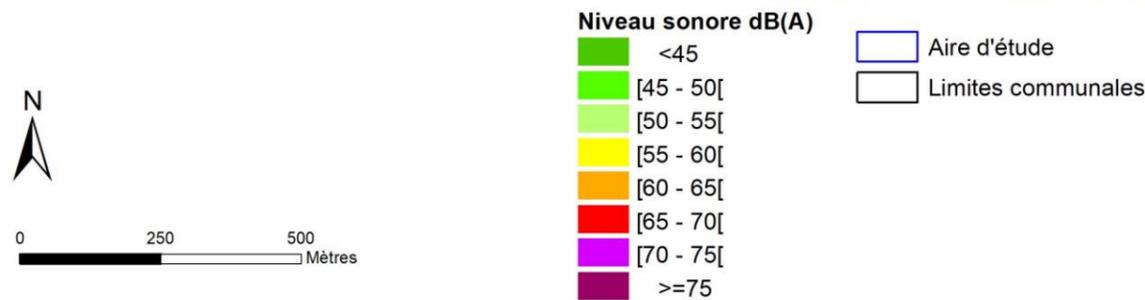
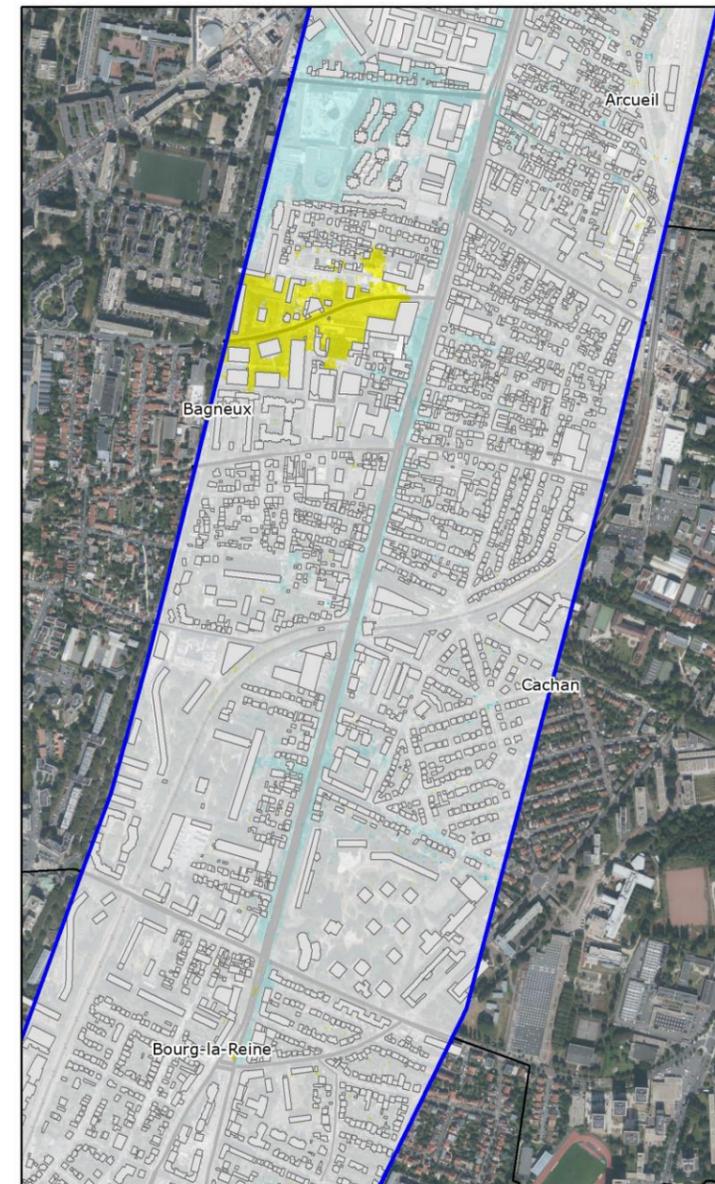
Référence 2050



Avec projet 2050



Variation PRO-REF 2050



2.4.5 - Calcul de l'Efficacité de la mise en œuvre d'un enrobé phonique

Le chapitre suivant a pour objectif de présenter l'efficacité de la mise en œuvre d'un enrobé acoustique sur la RD920.

Les hypothèses de calculs restent identiques, seul le revêtement de chaussée de la R920 est passé en catégorie R1 (enrobé acoustique).

Les calculs montrent que la mise en œuvre d'un enrobé acoustique permettrait d'abaisser sensiblement les niveaux sonores de l'ordre 4 dB(A) au droit de la RD920 à l'horizon 2030.

Cette diminution permet de réduire le nombre de Point Noir Bruit, sans toutefois permettre d'atteindre les objectifs de résorption.

A l'horizon 2050, les gains sont moins importants compte-tenu du vieillissement de l'enrobé (de l'ordre de 2 dB(A)).

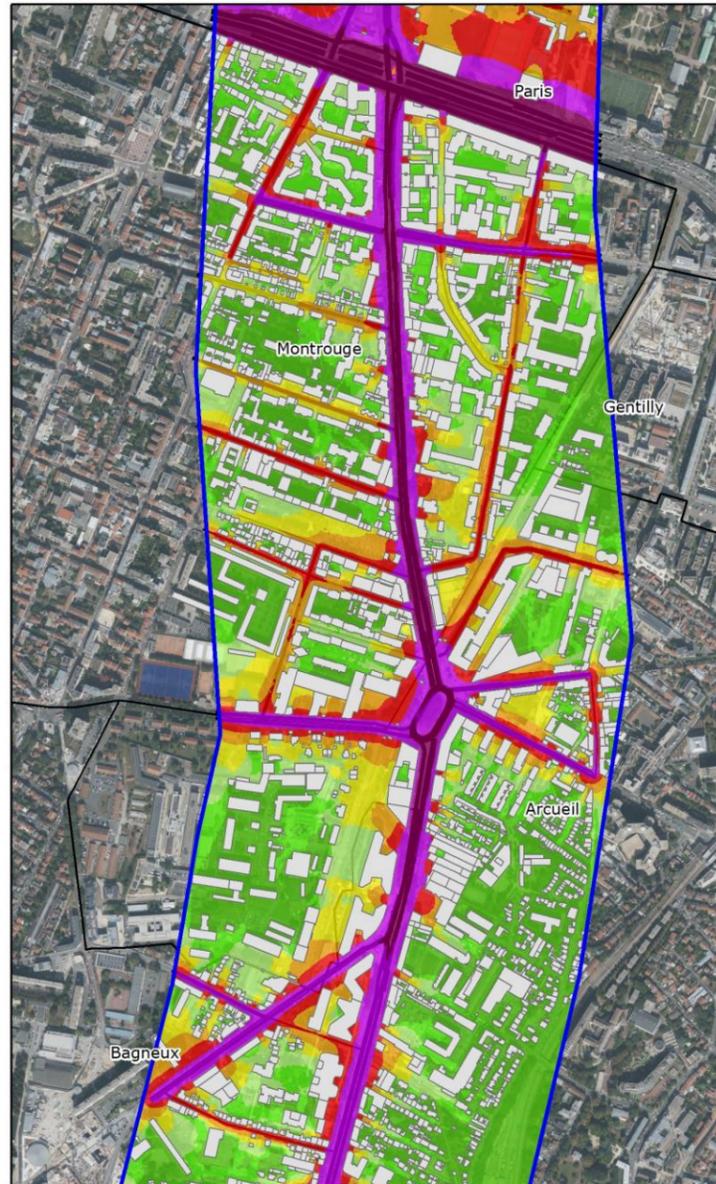
Les cartes suivantes présentent les situations sonores sans et avec la mise en œuvre d'enrobé acoustique aux horizons 2030 et 2050, ainsi que l'évolution des niveaux sonores.

Les calculs présentés correspondent à la période diurne (indicateur LAeq(6h-22h)).

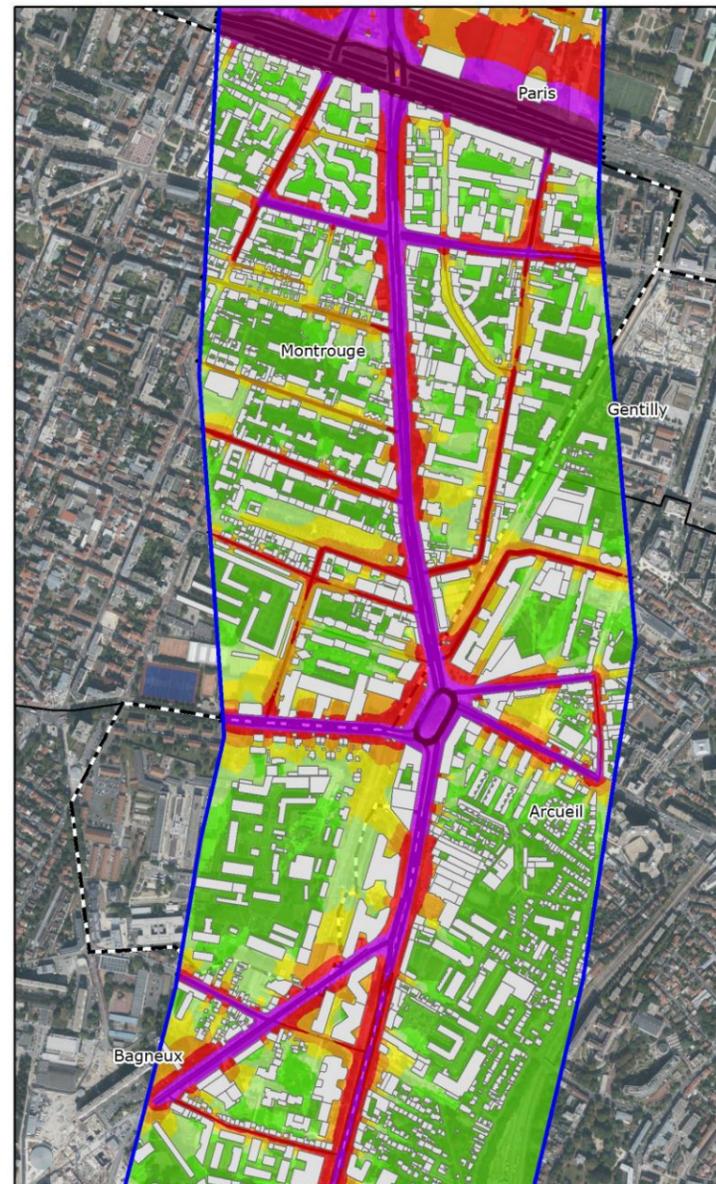
Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour le scénario projet à l'horizon 2030

ZONE NORD SANS ET AVEC ENROBE ACOUSTIQUE

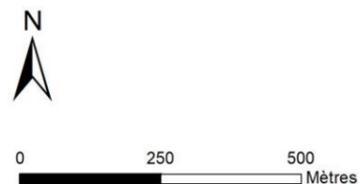
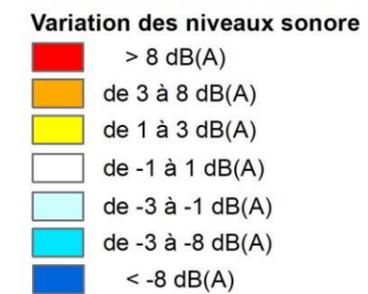
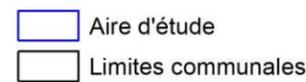
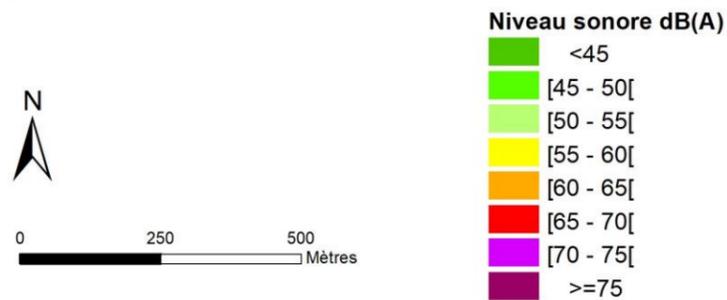
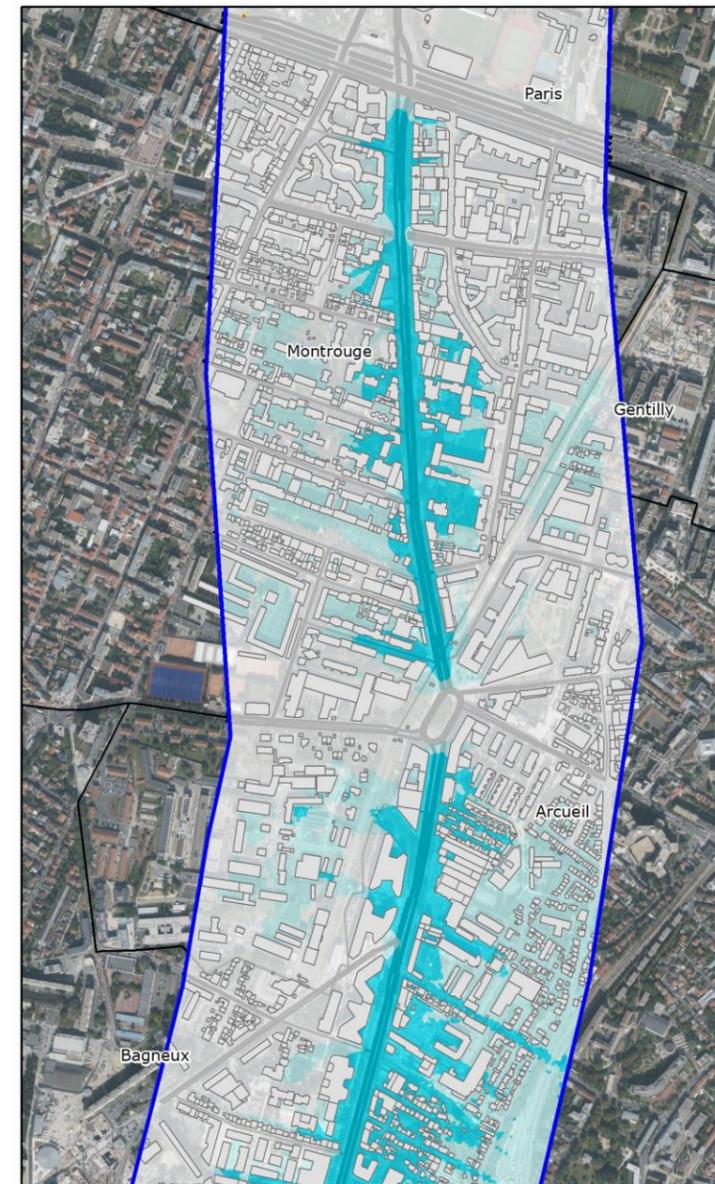
Avec projet 2030 sans enrobé acoustique



Avec projet 2030 avec enrobé acoustique



Efficacité de l'enrobé acoustique



Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour le scénario projet à l'horizon 2030 ZONE SUD SANS ET AVEC ENROBE ACOUSTIQUE

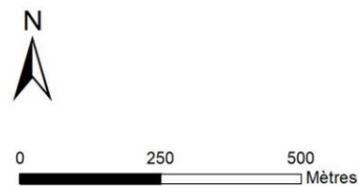
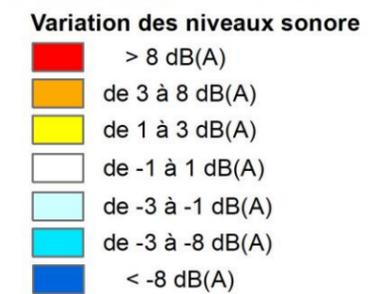
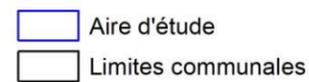
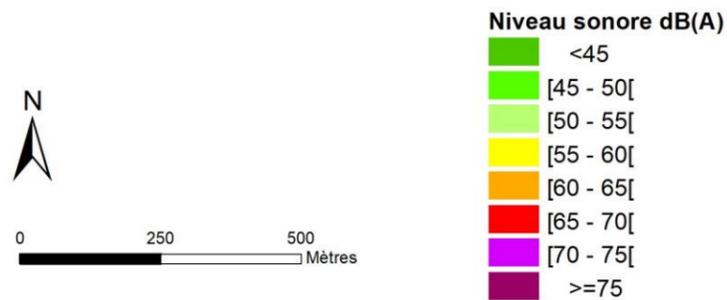
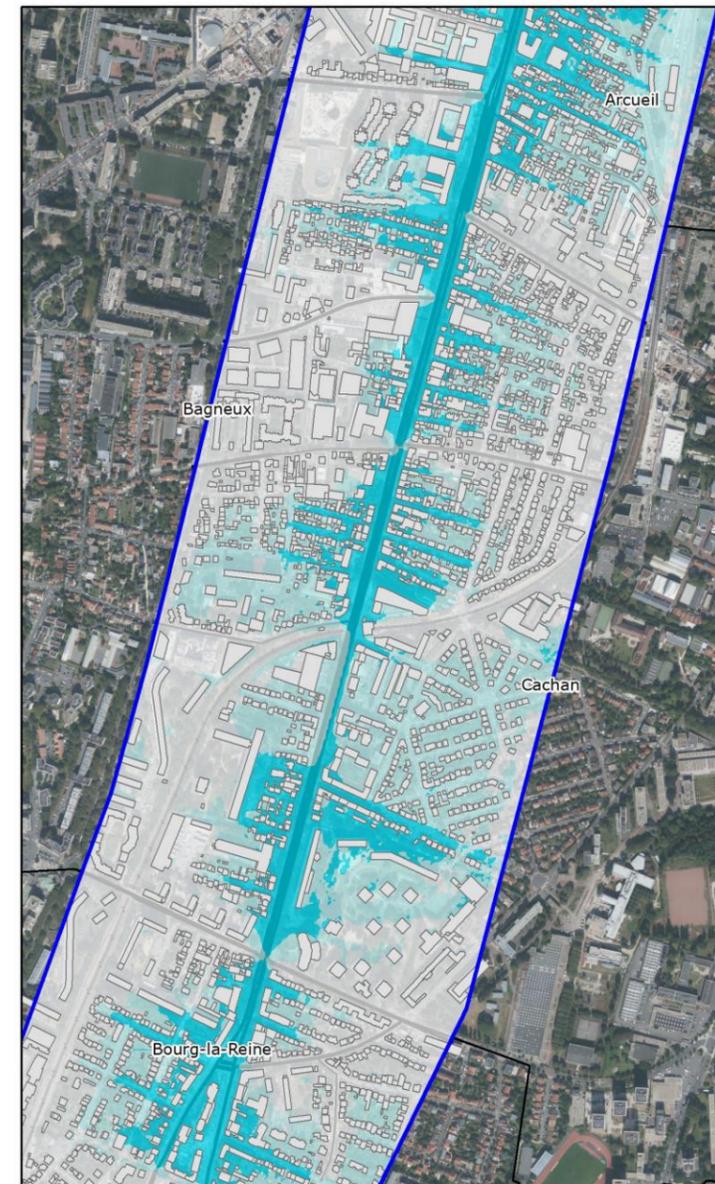
Avec projet 2030 sans enrobé acoustique



Avec projet 2030 avec enrobé acoustique



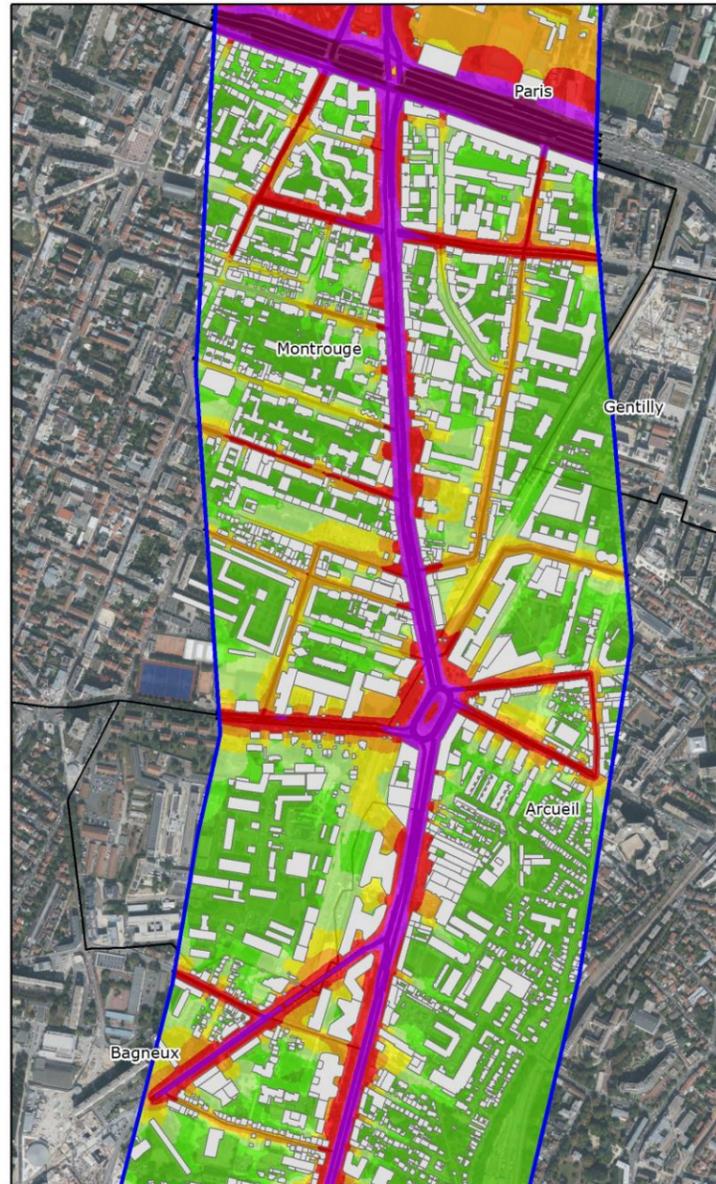
Efficacité de l'enrobé acoustique



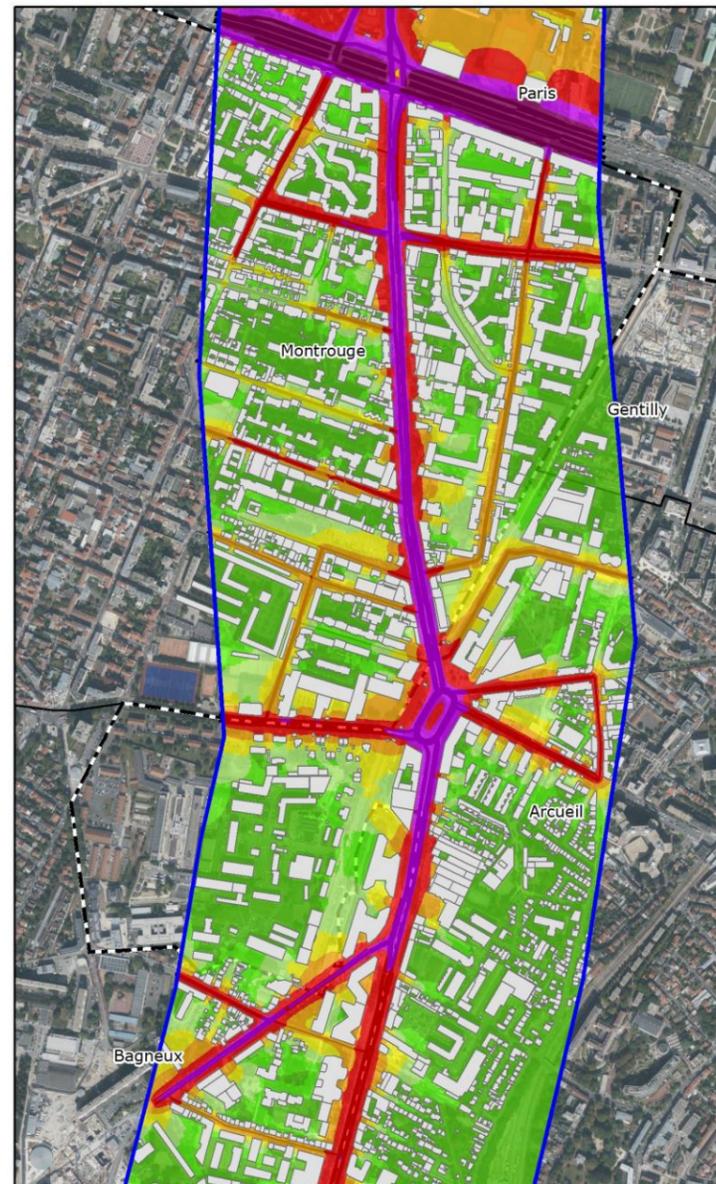
Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour le scénario projet à l'horizon 2050

ZONE NORD SANS ET AVEC ENROBE ACOUSTIQUE

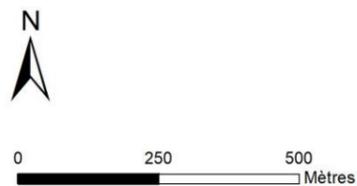
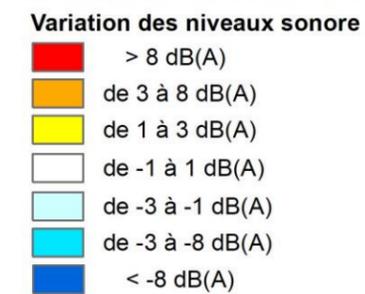
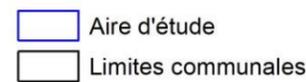
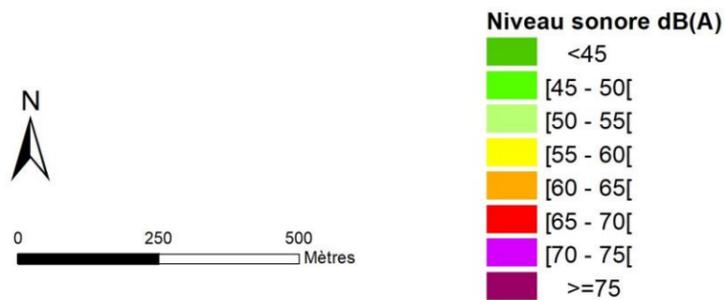
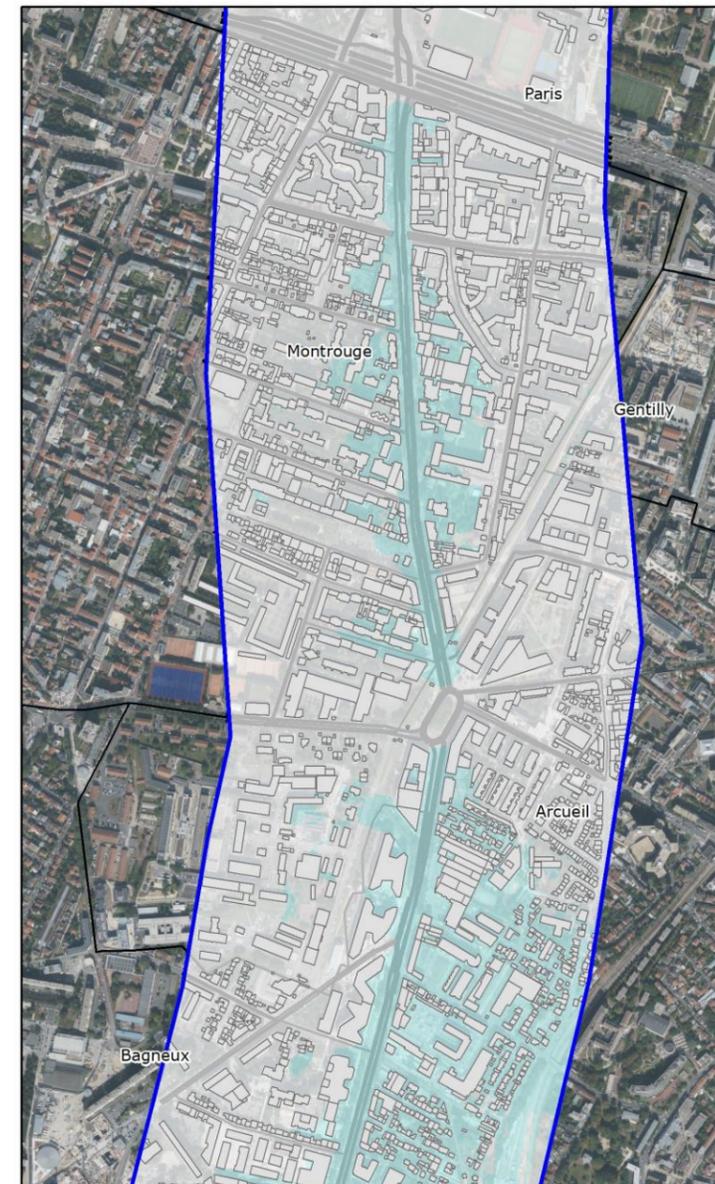
Avec projet 2050 sans enrobé acoustique



Avec projet 2050 avec enrobé acoustique



Efficacité de l'enrobé acoustique



Isophones diurnes LAeq(6h-22h) pour le scénario projet à l'horizon 2050

ZONE SUD SANS ET AVEC ENROBE ACOUSTIQUE

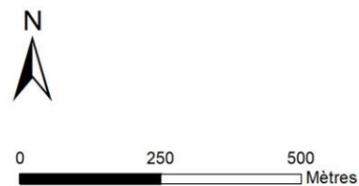
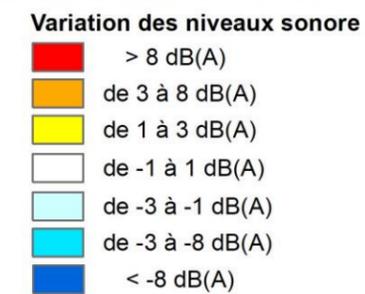
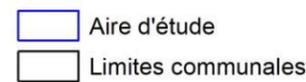
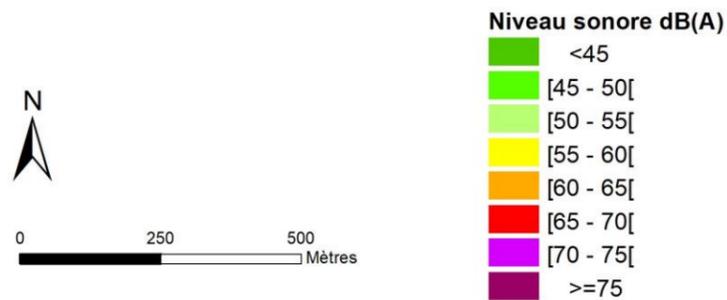
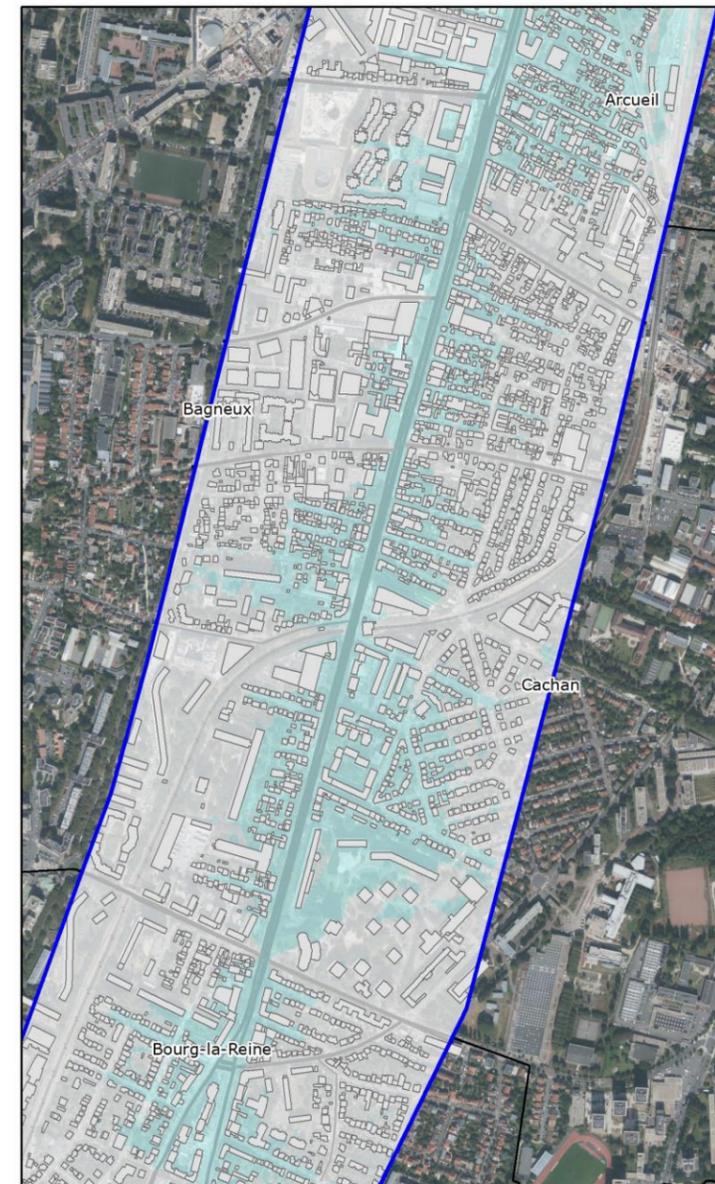
Avec projet 2050 sans enrobé acoustique



Avec projet 2050 avec enrobé acoustique



Efficacité de l'enrobé acoustique



2.4.6 - Conclusion

Le projet prévoit la réduction de la largeur des bandes de roulement des véhicules et engendre une diminution de trafic à l'état de projet.

Le projet d'aménagement entraîne une légère diminution des niveaux sonores au droit de la RD920 de l'ordre de -0,5 à -1,5 dB(A). Le projet ne constitue donc pas un cas de transformation significative de voie existante.

Le projet n'engendre pas non plus de nouveaux PNB (Point Noir Bruit). Aucune protection acoustique n'est donc à prévoir.

Les niveaux sonores avec projet restent cependant élevés avec de nombreux dépassement de seuils PNB pour les habitations situées au droit de la RD920.

Les valeurs guide de l'OMS pour le bruit routier ($L_{den} = 53$ dB(A) et $L_n = 45$ dB(A)) sont dépassées de l'ordre de 15 à 20 dB(A).

L'évolution du parc roulant (motorisation électrique) permet de diminuer à terme les nuisances sonores sans toutefois résoudre la situation (niveaux sonores supérieurs à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit).

La mise en œuvre d'un enrobé acoustique permettrait d'abaisser les niveaux de bruit de l'ordre de 4 dB(A) au droit de la RD920 à l'horizon 2030. A l'horizon 2050, les gains sont moins importants compte-tenu du vieillissement de l'enrobé.

L'analyse des impacts induit sur le réseau routier connexe, montre que le projet n'entraîne pas de modification majeure des niveaux sonores (de -1 à 1 dB(A)). Quelques augmentations sont constatées localement à Montrouge pour l'avenue Générale de Gaulle et la rue de la Vanne (de +3 à +8 dB(A)) néanmoins les niveaux sonores à terme restent inférieurs aux seuils de Point Noir Bruit.

2.5 - Recommandation n°5 : suivi bruit en phase chantier

(5) La MRAe recommande de définir des modalités de suivi du bruit en phase de chantier

■ Suivi de chantier

Ce paragraphe complète le chapitre « 13.1.1 impacts et mesures de bruit en phase travaux » de la Pièce E2 « Dossier d'Étude d'impact – Tome 2 (Analyse des impacts du projet et des mesures envisagées pour les éviter, les réduire ou les compenser) » du dossier d'enquête publique.

Avant le démarrage des travaux, les entreprises seront tenues d'établir dans leur Dossier Bruit des seuils de vigilance et d'alerte, sur chacune des périodes diurne et nocturne, pour le respect des riverains en fonction de leur contexte environnemental actuel.

Afin de garantir que les seuils retenus soient bien respectés, les entreprises seront tenues d'assurer un suivi des chantiers en plaçant des sonomètres à l'intérieur et au voisinage des zones de travaux, afin de vérifier les niveaux sonores auprès des riverains.

Le suivi des niveaux de bruit de chantier sera réalisé au moyen de dispositifs spécifiques et d'un protocole de mesures ponctuelles ou bien continues (monitoring).

En cas d'alerte justifiée, les entreprises devront mettre en place, en concertation avec la Maitrise d'Ouvrage, des actions correctives, comme :

- le changement d'outillage,
- la modification des cadences ou l'emplacement des engins les plus bruyants,
- la mise en place de dispositifs d'atténuation du bruit...

Outre, l'aspect réglementaire, le département s'engage à limiter les nuisances sonores des chantiers pour les riverains et les usagers à travers un guide de « bonne tenue des chantiers d'infrastructures » qui précise les obligations des entreprises travaux et des maîtres d'œuvre.

Afin de faire appliquer ces prescriptions, des responsables de la bonne tenue de chantier sont désignés aux niveaux de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et des entreprises travaux.

Les principaux engagements de ce guide pour limiter les nuisances sonores et vibratoires, sont les suivants :

- Le chantier est organisé et équipé de manière à réduire le plus possible les bruits susceptibles de troubler la tranquillité des riverains. Les engins et matériels utilisés sur le chantier sont conformes à la réglementation en vigueur.
- Les solutions techniques permettant la réduction des pollutions sonores sont privilégiées.
- Les travaux effectués de nuit sont limités au strict nécessaire.
- Des contrôles des niveaux de bruit peuvent être imposés aux entreprises en cours de chantier.
- Le stationnement de camions et de véhicules moteur allumé est interdit, sauf pour une raison de sécurité.
- Si des risques d'émissions de vibrations mécaniques dans le sol sont identifiés, des mesures préventives doivent être mises en œuvre par le maître d'œuvre et l'entreprise chargée des travaux.

Quel que soit leur type, les mesures prises pour limiter les nuisances et l'ampleur des nuisances inévitables du chantier sont expliquées aux riverains dans les documents d'information et de communication.

2.6 - Recommandation n°6 : air et santé

(6) La MRAe recommande de justifier les pollutions de l'air induites par le trafic attendu sur la RD920 nord et de démontrer que la pollution atmosphérique est en situation de s'améliorer avec la réalisation du projet

2.6.1 - Objectifs et contexte

2.6.1.1 - Objectif

Dans le cadre de l'aménagement de RD920 Nord entre la place de la Résistance à Bourg-la-Reine et le boulevard Romain Rolland à Montrouge, une nouvelle étude air et santé est menée en juillet 2022. La méthodologie générale utilisée pour réaliser cette étude s'appuie sur la note technique TRET1833075N du 22 février 2019. L'objectif de l'étude est d'identifier les sensibilités de la zone d'étude et d'évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé des riverains. Deux années d'horizon sont étudiées ici : 2030 et 2050. Les points suivants seront abordés pour traiter les scénarios de référence (fil de l'eau) :

- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude,
- Estimation des concentrations dans l'aire d'étude,
- Analyse de l'impact selon un indicateur sanitaire simplifié (IPP : indice pollution – population),
- Évaluation quantitative des risques sanitaires : identification des dangers et Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR),
- Évaluation de l'exposition des populations et caractérisation des risques au droit des sites sensibles

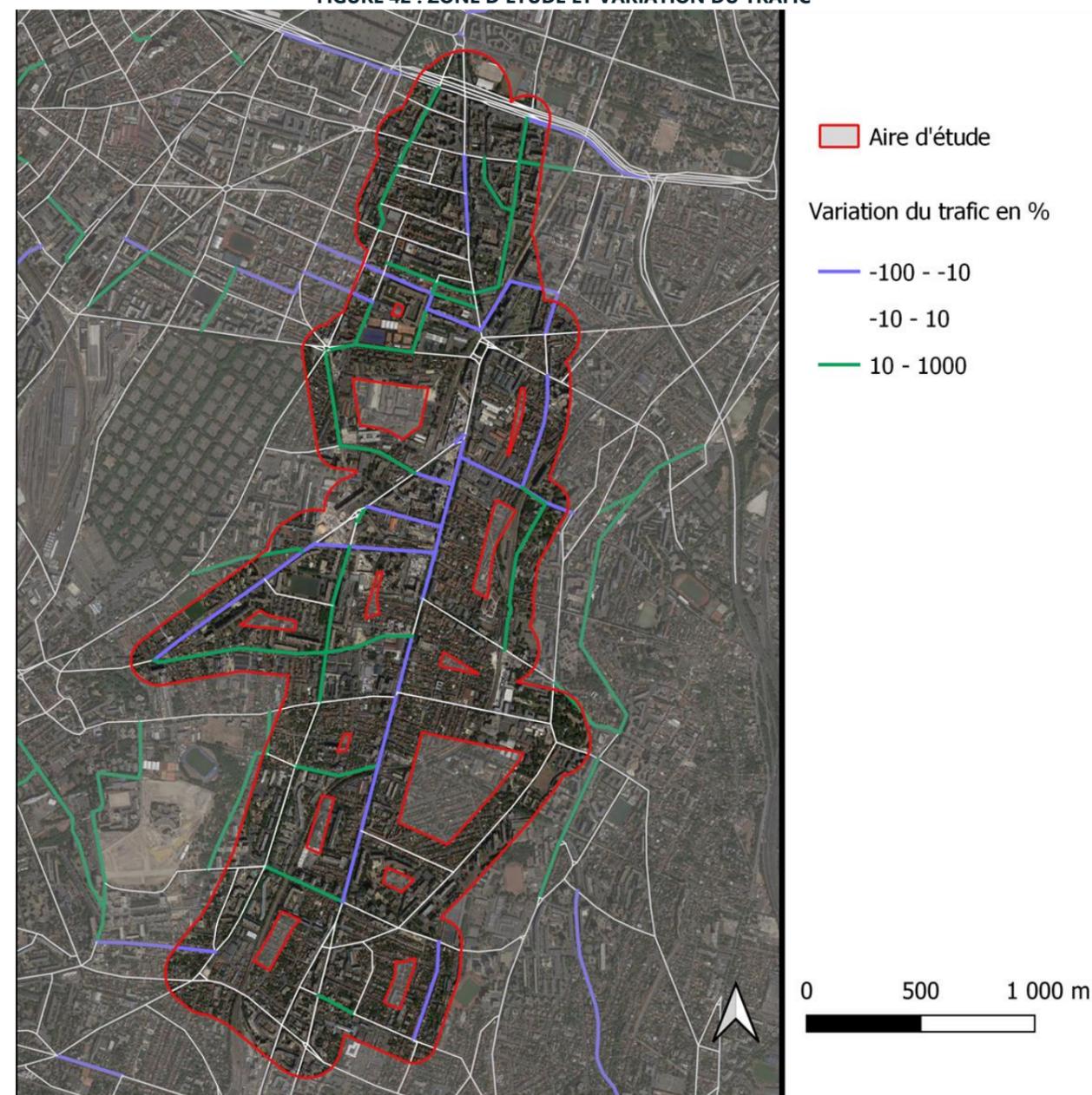
2.6.1.2 - Définition de la zone d'étude

La méthodologie de février 2019 permet de définir les axes routiers à intégrer dans l'aire d'étude. Pour se faire, la situation avec projet est comparée à la situation au fil de l'eau de l'année d'horizon la plus éloignée (2050). Les axes qui vont déterminer le niveau d'étude sont ceux modifiés ou créés et ceux dont le trafic varie de plus ou moins de 10%. Pour les axes dont le trafic est inférieur à 5 000 véh/jour, le trafic doit augmenter ou diminuer de 500 véh/jour pour être intégré. Une fois les axes routiers sélectionnés, la zone d'étude est définie selon le trafic de chaque axe. La largeur de la bande d'étude centrée sur l'axe routier de la voirie est définie comme suit :

- Trafic inférieur à 10 000 véh/jour : 200 m.
- Trafic compris entre 10 000 et 25 000 véh/jour : 300 m.
- Trafic compris entre 25 000 et 50 000 véh/jour : 400 m.
- Trafic supérieur à 50 000 véh/jour : 600 m.

La carte suivante présente l'aire d'étude retenue et les variations du trafic observées entre les situations avec et sans projet de l'horizon 2050.

FIGURE 42 : ZONE D'ETUDE ET VARIATION DU TRAFIC



2.6.1.3 - Principaux polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis pour leur représentativité de certains types de pollution (industrielle ou automobile) et/ou pour leurs effets nuisibles sur l'environnement et/ou la santé. Pour ces derniers, différentes directives de l'union européenne, retranscrites pour la plupart en droit national, s'appliquent et définissent des valeurs seuils de concentration à respecter.

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants :

■ Dioxyde de soufre : SO₂

Origine : Le dioxyde de soufre est principalement émis par les secteurs de la production d'énergie (raffinage du pétrole, production d'électricité) et de l'industrie manufacturière (entreprises chimiques). C'est un polluant indicateur de pollution d'origine industrielle.

Effet sur la santé : Il peut entraîner des inflammations chroniques, une altération de la fonction respiratoire et des symptômes de toux.

■ Particules fines : PM₁₀ et PM_{2,5}

Origine : Les particules fines peuvent être distinguées selon leur diamètre, en PM₁₀ (diamètre inférieur à 10 µm) et PM_{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm). Les combustions industrielles, le transport, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont des émetteurs de particules en suspension.

Effet sur la santé : Les particules, composées de polluants organiques et chimiques, se fixent à l'intérieur des poumons, en particulier les plus fines (PM_{2,5}) qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Elles sont ainsi la cause de nombreux décès prématurés et de l'aggravation de maladies cardio-vasculaires et respiratoires (asthme).

■ Oxydes d'azote : NOx

Origine : Les oxydes d'azote comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion. En contexte urbain, la principale source de NOx est le trafic routier. Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et se transforme en dioxyde d'azote (NO₂).

Il est à noter que les installations de combustion ou encore les pratiques agricoles et industrielles sont, dans une moindre mesure, sources d'émissions en NOx.

Effet sur la santé : Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches.

■ Monoxyde de carbone : CO

Origine : Il provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants. Des taux importants de CO peuvent provenir d'un moteur qui tourne dans un espace clos, d'une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts ou du mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage.

Effet sur la santé : Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang et peut être à l'origine d'intoxications aiguës. En cas d'exposition très élevée et prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychologiques.

■ Composés Organiques Volatils : COV

Origine : Les composés organiques volatils sont libérés lors de l'évaporation des carburants, ou dans les gaz d'échappement. Ils sont émis majoritairement par le trafic automobile, le reste des émissions provenant de processus industriels de combustion. Cette famille comprend de nombreux composés regroupés dans les sous-familles des alcanes, des alcènes et alcynes, des aldéhydes et cétones, des hydrocarbures aromatiques monocycliques et des hydrocarbures halogénés. En termes de qualité de l'air, on évoque le plus souvent la sous-famille des hydrocarbures aromatiques monocycliques dont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, qui sont les composés les plus caractéristiques.

Effet sur la santé :

- Benzène : parmi les composés organiques volatils, qui comprennent un grand nombre de substances, le benzène est un composé majeur en termes d'impact sanitaire. C'est un cancérigène notoire (classé cancérigène de catégorie A pour l'homme par l'Union Européenne).
- Toluène : Il a été démontré que l'exposition du toluène provoquait une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, des étourdissements et une sensation d'ivresse. Elle a également été associée à des effets

neurologiques, y compris une baisse de la performance dans les tests de mémoire à court terme, d'attention et de concentration, de balayage visuel et perceptivo-moteurs, et de dextérité digitale lors de l'accomplissement d'activités physiques ainsi qu'à des effets négatifs sur la vision des couleurs et la capacité auditive.

- Ethylbenzène : Les effets de ce polluant sur la santé humaine sont mal connus. En raison des effets nocifs constatés chez les animaux lors de tests, ce dernier a été classé comme peut-être cancérigène par le Centre International de Recherche sur le Cancer.
- Xylènes : Pour les trois formes de xylènes, les scientifiques ont constaté des effets similaires. A des concentrations de fond et pour une exposition quotidienne, aucun effet n'a été observé sur la santé. Pour une exposition de courte durée à des concentrations élevées les effets possibles sont en irritation de la peau, des yeux, du nez, de la gorge, des difficultés à respirer, une altération de la fonction pulmonaire, une réponse tardive à un stimulus visuel, des troubles de la mémoire ; des malaises à l'estomac, et des changements dans le foie et les reins. Une exposition à court ou long terme à de fortes concentrations peut entraîner des troubles sur le système nerveux.

■ Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : HAP

Origine : Les HAP sont formés lors de combustions incomplètes (bois, charbon, fioul, essence, goudrons de houille, cigarettes...) puis rejetés dans l'atmosphère. Cette famille comprend des composés tels que l'anthracène, le chrysène, le naphthalène, le benzo(a)pyrène.

Effets sur la santé : Les HAP ont principalement des effets cancérigènes (pour le naphthalène cela n'a pas été clairement démontré), toxiques pour la reproduction (uniquement pour le benzo(a)pyrène), mutagènes (benzo(a)pyrène et autres HAP à plusieurs cycles).

■ Ozone : O₃

Origine : L'ozone est un polluant secondaire (pas de source directe, formation à partir de réactions chimiques dans l'atmosphère) dont la production dépend des conditions climatiques (favorables lors de fort ensoleillement, températures élevées et absence de vent) et de la présence de précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils).

Effet sur la santé : L'ozone est un puissant oxydant pouvant agir essentiellement au niveau pulmonaire selon différents mécanismes à l'origine d'une réaction inflammatoire.

2.6.2 - Calcul des émissions

2.6.2.1 - Calcul des émissions

■ Scénarios modélisés

Cinq scénarios sont modélisés :

- Situation actuelle en 2017;
- Situation de référence (situation sans aménagement) et avec projet à l'horizon 2030;
- Situation de référence et avec projet à l'horizon 2050.

■ Méthodologie de calcul des émissions

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

2.6.2.2 - Résultats

■ Bilan énergétique

La faible diminution du nombre de kilomètres parcourus en vue du projet entraîne une faible diminution de la consommation énergétique. En effet, le projet d'aménagement de la RD920 ne réduit que de 0,1 % la consommation énergétique en 2030 et en 2050.

Une forte diminution de la consommation énergétique est observée en 2050. Cela résulte du choix du parc automobile qui ne présente que des véhicules légers et véhicules utilitaires légers électriques ainsi que 76 % de poids-lourds électriques.

TABLEAU 3 : VARIATION DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

	Consommation TEP/jour	Impact
Actuel 2017	129,48	-
Référence 2030	128,08	-1,1% / Actuel
Projet 2030	127,95	-0,1% / Référence
Référence 2050	6,75	-94,8% / Actuel
Projet 2050	6,74	-0,1% / Référence

■ Bilan des émissions en polluants

Le tableau suivant présente les émissions de polluants par scénario.

TABLEAU 4 : ÉMISSIONS DE POLLUANTS PAR SCENARIO

Polluants	Actuel 2017	Référence 2030	Variation au fil de l'eau en 2030	Projet 2030	Impact du projet en 2030	Référence 2050	Variation au fil de l'eau en 2050	Projet 2050	Impact du projet en 2050	Variation actuel / projet 2050
CO (kg/j)	1532,12	458,08	-70,10%	458,08	0,00%	3,79	-99,75%	3,79	-0,08%	-99,75%
NOx (kg/j)	1365,31	463,28	-66,07%	462,78	-0,11%	6,40	-99,53%	6,39	-0,06%	-99,53%
NMVOOC (kg/j)	105,87	14,47	-86,33%	14,46	-0,07%	1,00	-99,05%	1,00	-0,10%	-99,06%
NH ₃ (kg/j)	22,87	22,82	-0,24%	22,79	-0,12%	0,24	-98,94%	0,24	-0,18%	-98,95%
N ₂ O (kg/j)	24,04	16,51	-31,32%	16,49	-0,12%	0,00	100,00%	0,00	0,00%	-100,00%
CO ₂ (T/j)	410,39	405,65	-1,16%	405,21	-0,11%	21,11	-94,86%	21,08	-0,13%	-94,86%
SO ₂ (kg/j)	10,29	9,65	-6,24%	9,64	-0,11%	0,45	-95,64%	0,45	-0,13%	-95,63%
NO (kg/j)	660,24	218,66	-66,88%	218,42	-0,11%	3,77	-99,43%	3,77	-0,06%	-99,43%
NO ₂ (kg/j)	353,16	128,07	-63,73%	127,94	-0,10%	0,62	-99,83%	0,62	-0,06%	-99,82%
PM (kg/j)	32,69	5,89	-81,98%	5,88	-0,11%	0,10	-99,69%	0,10	-0,10%	-99,69%
PM ₁₀ (kg/j)	92,93	73,86	-20,52%	73,76	-0,14%	66,04	-28,93%	65,93	-0,17%	-29,05%
PM _{2,5} (kg/j)	66,95	40,65	-39,28%	40,60	-0,14%	1,80	-97,31%	1,80	-0,12%	-97,31%
VOC (kg/j)	113,28	17,30	-84,73%	17,29	-0,07%	1,00	-99,12%	1,00	-0,10%	-99,12%
CH ₄ (kg/j)	7,08	2,72	-61,65%	2,71	-0,12%	0,00	100,00%	0,00	0,00%	-100,00%
1,3-butadiene (g/j)	1182,47	228,79	-80,65%	228,57	-0,10%	33,08	-97,20%	33,04	-0,10%	-97,21%
Benzène (g/j)	3379,33	476,93	-85,89%	476,75	-0,04%	1,00	-99,97%	1,00	-0,10%	-99,97%
Chrome (g/j)	16,65	22,79	36,86%	22,78	-0,06%	72,52	335,51%	72,43	-0,13%	335,02%
Nickel (g/j)	40,71	41,63	2,24%	41,62	-0,01%	48,98	20,30%	48,96	-0,03%	20,27%
Arsenic (g/j)	8,47	8,47	-0,02%	8,47	0,00%	8,43	-0,43%	8,43	0,00%	-0,47%

2.6.3 - Modélisation de la dispersion atmosphérique

Le logiciel utilisé pour réaliser la modélisation sur l'ensemble de la zone d'étude est Aria Impact 1.8 distribué par Aria Technologies.

Résultats sur l'ensemble de la zone d'étude

■ Concentrations modélisées

Le tableau ci-après présente les résultats modélisés des principaux polluants sur l'ensemble de l'aire d'étude en concentrations maximales et médianes.

TABLEAU 5 : STATISTIQUES DES RESULTATS MODELISES

	Type de valeur	Concentration de fond	Situation 2017	Situation sans projet 2030	Situation avec projet 2030	Situation sans projet 2050	Situation avec projet 2050	Réglementation
Benzène (µg/m3)	Maximale	0,95	1,018	0,959	0,960	0,950	0,950	Objectif de qualité : 2
	Médiane		0,955	0,951	0,951	0,950	0,950	
SO2 (µg/m3)	Maximale	1	1,194	1,170	1,172	1,008	1,008	Objectif de qualité (moyenne annuelle) : 50
	Médiane		1,015	1,014	1,013	1,001	1,001	
CO (µg/m3)	Maximale	526	559,38	535,45	535,57	526,07	526,06	Valeur limite : 10 000
	Médiane		528,18	526,63	526,63	526,01	526,01	
Nickel (ng/m3)	Maximale	1,58	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	Valeur cible : 20
	Médiane		1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
NO2 (µg/m3)	Maximale	32,72	48,3	38,5	38,5	32,8	32,8	Valeur limite : 40
	Médiane		34,2	33,2	33,2	32,7	32,7	
PM2.5 (µg/m3)	Maximale	8,11	9,3	8,8	8,8	8,1	8,1	Valeur limite : 25 Objectif de qualité : 10
	Médiane		8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	
PM10 (µg/m3)	Maximale	12,66	14,3	13,9	13,9	13,8	13,8	Valeur limite : 40 Objectif de qualité : 30
	Médiane		12,8	12,8	12,8	12,7	12,7	
NMCOV (µg/m3)	Maximale	-	2,01	0,27	0,27	0,02	0,02	-
	Médiane		0,16	0,02	0,02	0,00	0,00	
Naphthalène (ng/m3)	Maximale	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
	Médiane		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Benzo(a)pyrène (ng/m3)	Maximale	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	Valeur limite : 1
	Médiane		0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
1,3-butadiène (µg/m3)	Maximale	0	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	Médiane		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

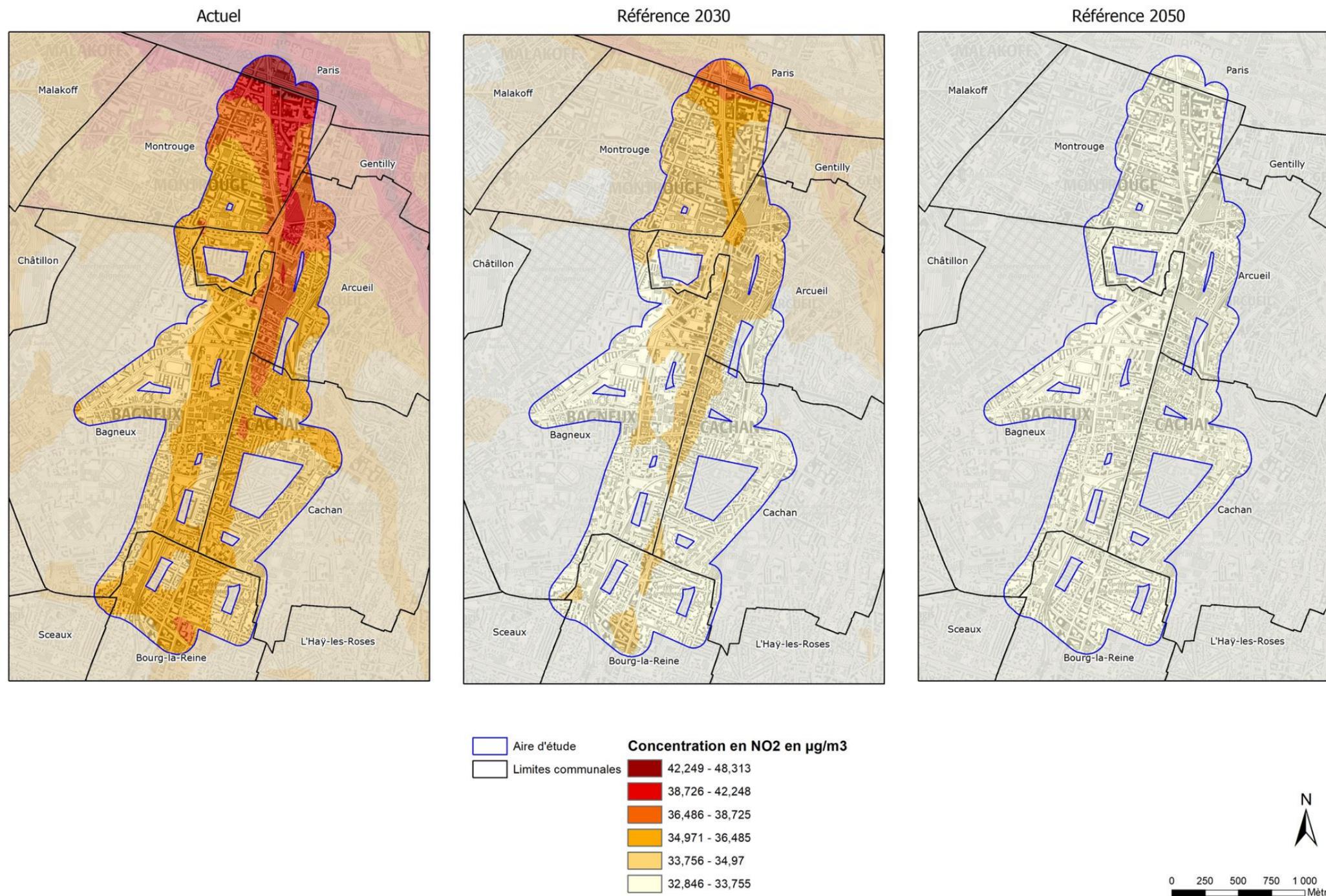
■ Cartographies des concentrations

Les cartes suivantes présentent les répartitions spatiales des teneurs en NO₂ et PM₁₀ pour les situations 2017, 2030 et 2050 ainsi que les variations entre les situations avec et sans projet.

Du fait de l'aménagement de la voirie, les concentrations de NO₂ diminuent jusqu'à -0,7% le long de la RD920 en 2030. Cela entraîne une légère augmentation de 0,4% des concentrations en NO₂ à proximité de la RD920. En 2050, l'impact du projet sur les concentrations de NO₂ est minime du fait d'un parc automobile composé de véhicules légers et les véhicules utilitaires légers entièrement électriques. Ces différences, que ce soit à la hausse ou à la baisse, sont dues au fait que les émissions routières sont faibles par rapport aux concentrations de fond rencontrées.

Pour les autres polluants, les conclusions sont identiques entre les situations avec et sans projet.

Concentration en NO₂ pour les scénarios actuel, référence 2030 et référence 2050



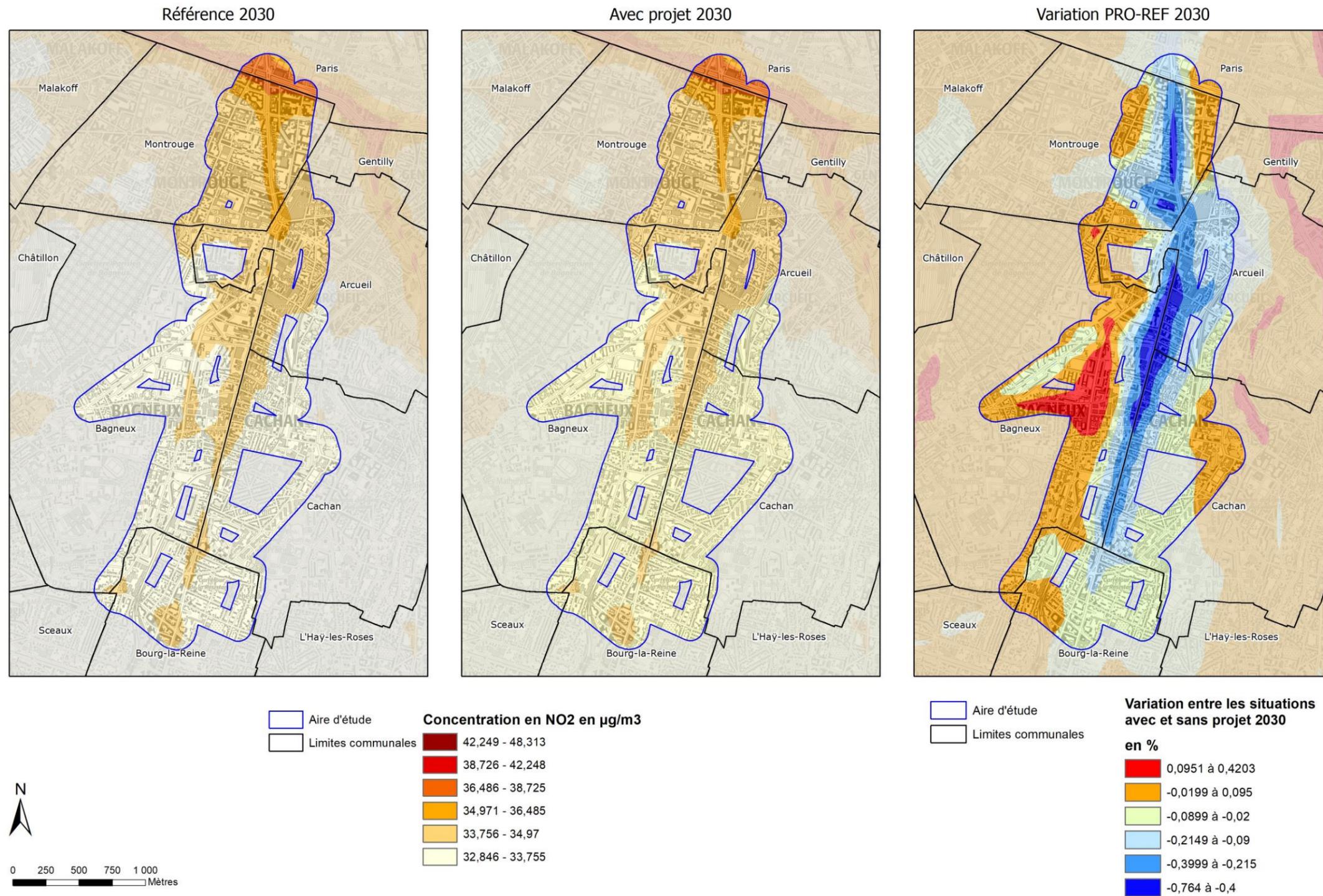
En situation actuelle, les plus grandes concentrations de NO₂ sont au niveau du boulevard périphérique et du nord de la RD920.

En 2030, les concentrations restent élevées au niveau de boulevard périphérique et le long de la RD920.

En 2050, les concentrations sont homogènes sur l'ensemble de la zone d'étude.

Concentration en NO₂ pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

Variation entre les situations avec et sans projet



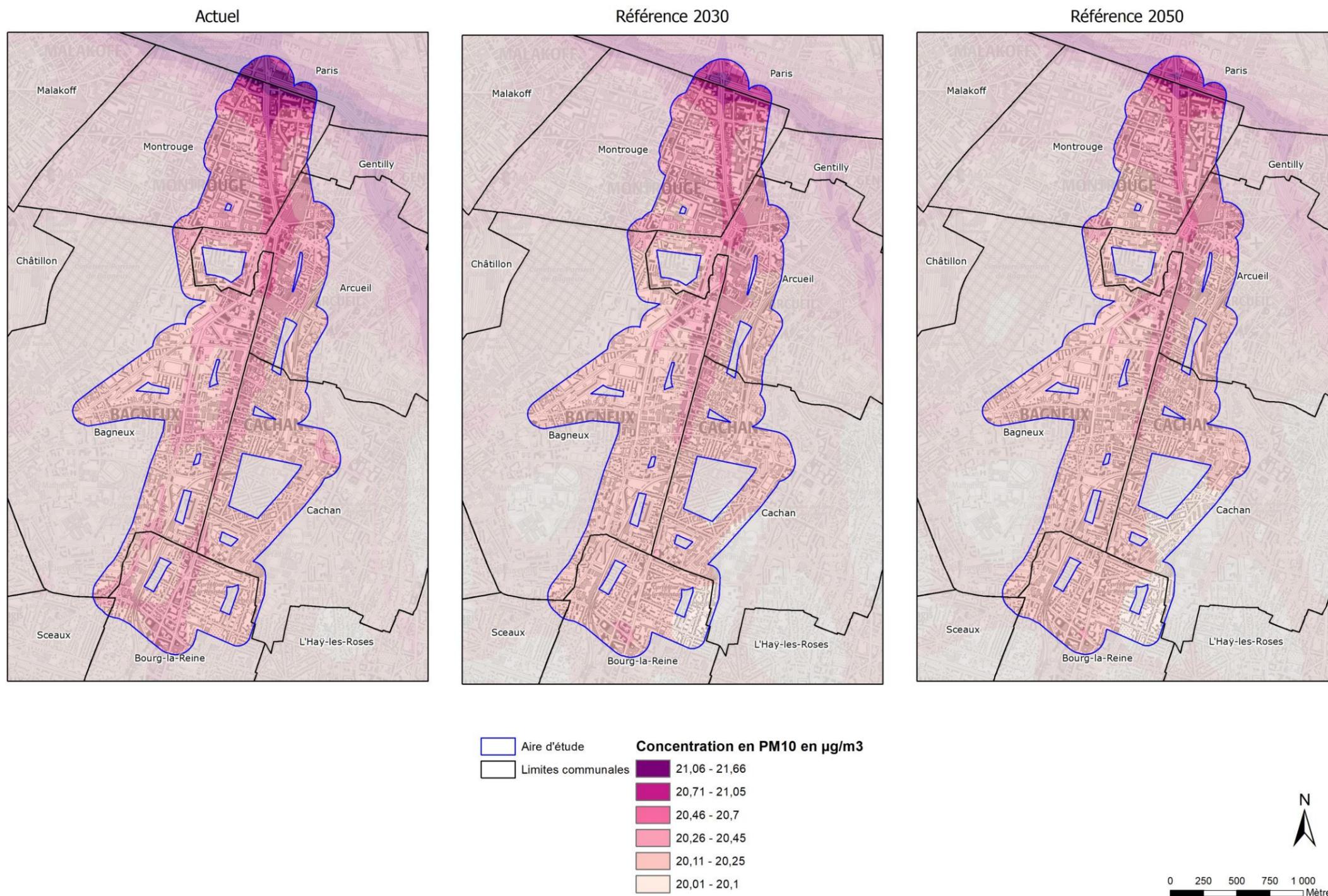
En 2030, le projet entraîne une diminution jusqu'à -0,7% des concentrations de NO₂ le long de la RD920. Cependant, les concentrations de NO₂ augmentent jusqu'à 0,4% à l'ouest de la RD920. Les variations de concentrations sont minimales car les concentrations de NO₂ dues au trafic routier sont faibles par rapport aux concentrations de fond.

Concentration en NO₂ pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050 Variation entre les situations avec et sans projet



En 2050, les variations sont identiques à celles observées en 2030.

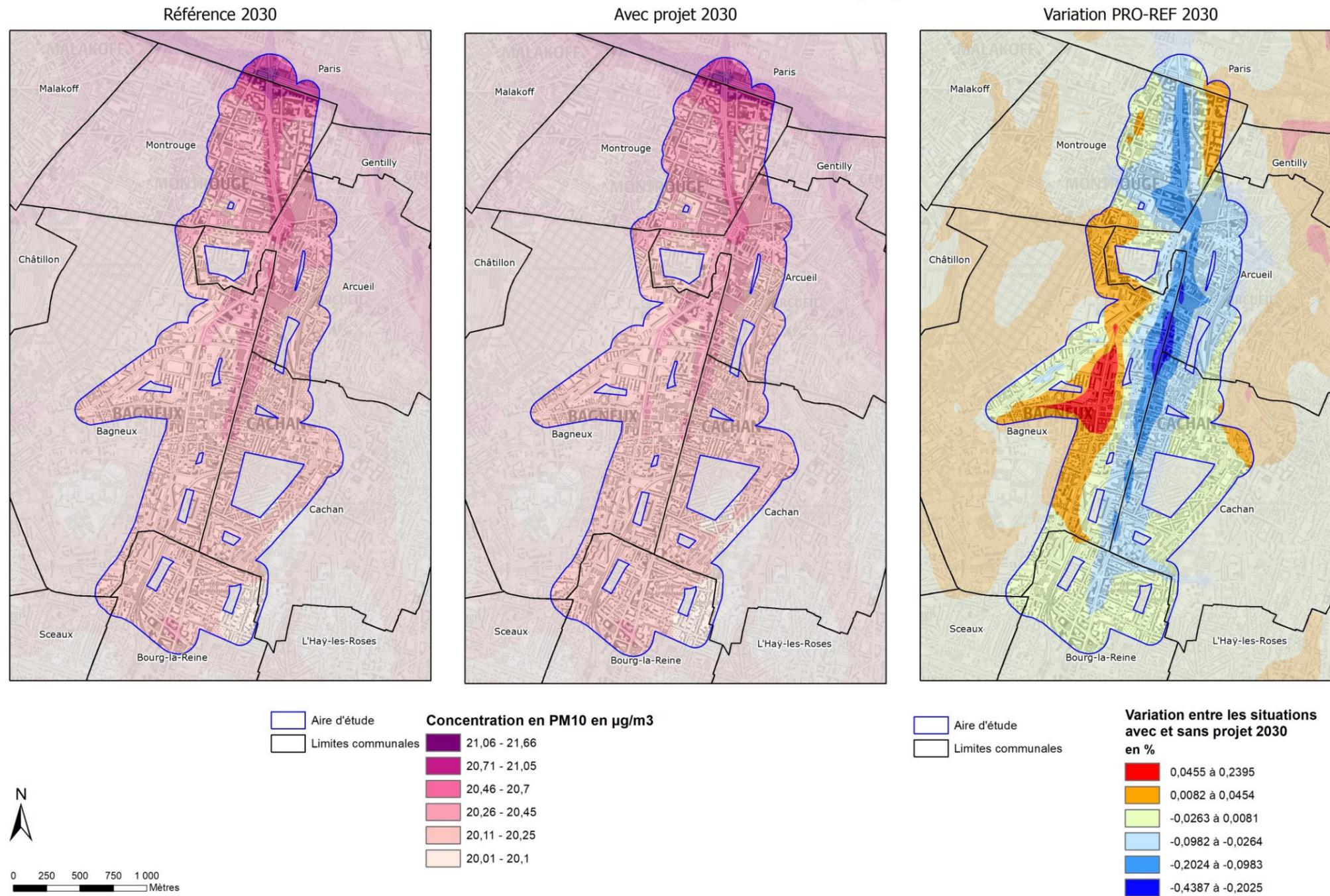
Concentration en PM10 pour les scénarios actuel, référence 2030 et référence 2050



Concernant les concentrations de PM₁₀, les concentrations les plus élevées sont au niveau du boulevard périphérique. De faibles diminutions sont observées au nord et le long de la RD920.

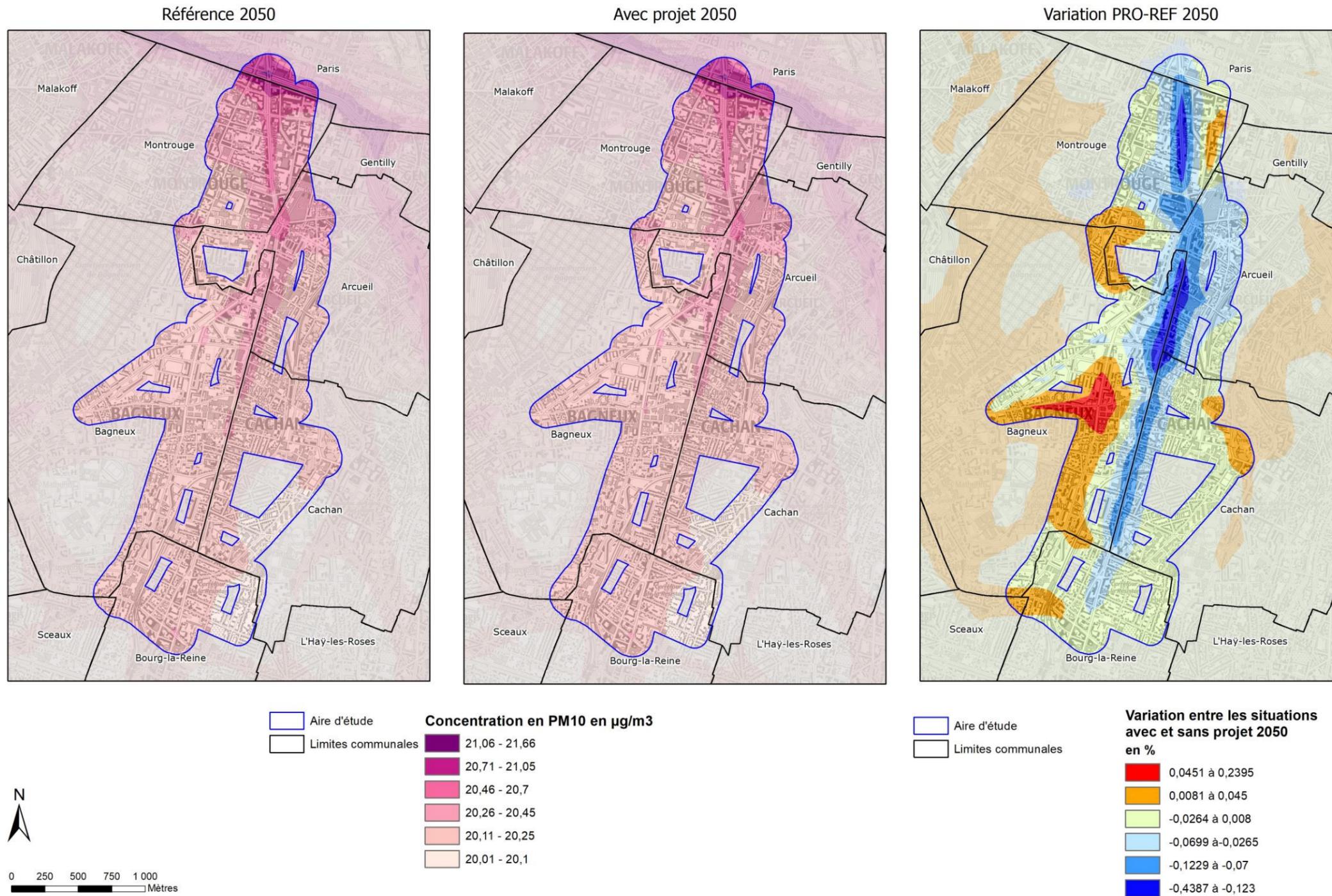
Concentration en PM10 pour les scénarios référence 2030 et avec projet 2030

Variation entre les situations avec et sans projet



Concernant les variations de PM₁₀ en 2030 avec et sans projet, les variations sont les mêmes que pour les NO₂. Comme pour les NO₂, les variations sont faibles du fait que les concentrations dues au trafic routier sont faibles comparées aux concentrations de fond.

Concentration en PM10 pour les scénarios référence 2050 et avec projet 2050 Variation entre les situations avec et sans projet



En 2050, les variations de concentrations en PM₁₀ sont identiques à celles observées en 2030.

2.6.4 - Évolution de l'exposition de la population à la pollution

Afin d'évaluer l'impact de la pollution sur la population, la méthode de l'IPP (indice d'exposition de la population à la pollution) a été appliquée. Elle consiste à croiser les concentrations calculées en benzène aux données de population.

2.6.4.1 - Object de l'IPP

L'indicateur IPP permet la comparaison entre le scénario avec projet et l'état de référence par un critère basé non seulement sur les émissions, mais aussi sur la répartition spatiale de la population.

Cet outil est utilisé comme une aide à la comparaison de situations et n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique globale.

Le NO₂, polluant traceur de la pollution automobile est utilisé pour calculer l'IPP.

2.6.4.2 - Calcul de l'IPP

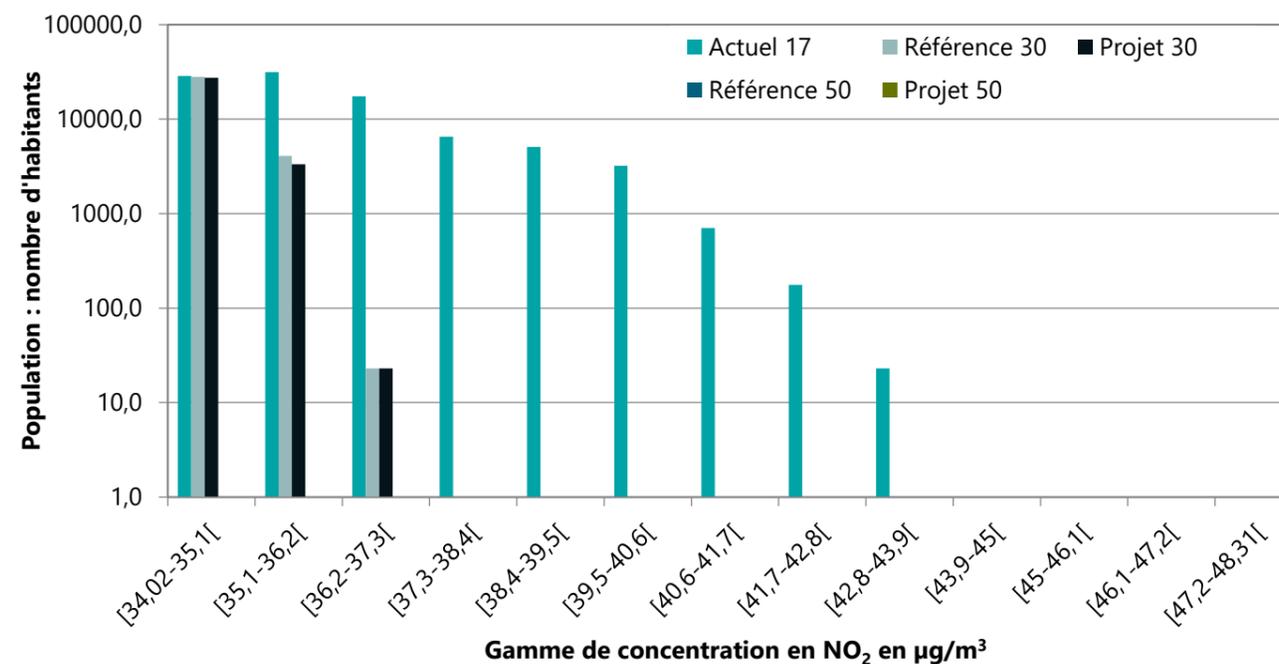
Le tableau suivant récapitule les résultats des IPP cumulés du NO₂.

TABLEAU 6 : IPP CUMULES DU NO₂ SUR LE DOMAINE D'ETUDE

	Actuel 17	Référence 30	Projet 30	Référence 50	Projet 50
IPP	3 366 092	3 166 188	3 163 777	3 055 194	3 055 164
Impact	-	-	-0,076%	-	-0,001%

L'histogramme pollution-population représente le nombre d'habitants par classe de concentration d'exposition. Il est à rappeler que ces concentrations ne tiennent compte que de la pollution d'origine routière et des concentrations de fond mesurées sur la zone d'étude. L'exposition de la population est légèrement diminuée dans les situations avec projet. En 2030, la population n'est plus exposée à des teneurs supérieures à 37,3 µg/m³. En 2050 elle n'est plus exposée à des teneurs supérieures à 34,02 µg/m³.

FIGURE 43 : HISTOGRAMME POLLUTION-POPULATION (IPP)



Pour rappel, la concentration de fond en dioxyde de carbone est de 32,72 µg/m³. Le tableau suivant présente la proportion de la population de la zone d'étude impactée par classe de concentrations de NO₂.

TABLEAU 7 : PROPORTION DE LA POPULATION IMPACTEE PAR CLASSE DE CONCENTRATION DE NO₂

Classe de concentrations de NO ₂ (en µg/m ³)	Proportion de la population de la zone d'étude impactée				
	Actuel 2019	Référence 2030	Projet 2030	Référence 2050	Projet 2050
[32-33,3[	0,00%	3,68%	4,26%	100,00%	100,00%
[33,3-34,6[	12,57%	84,22%	84,15%	0,00%	0,00%
[34,6-35,9[	42,65%	11,50%	11,17%	0,00%	0,00%
[35,9-37,2[	25,71%	0,60%	0,41%	0,00%	0,00%
[37,2-38,5[	9,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
[38,5-39,8[	6,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
[39,8-41,1[	2,21%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
[41,1-42,4[	0,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
[42,4-43,7[	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

2.6.5 - Évaluation des risques sanitaires

Conformément à la note méthodologique de février 2019, une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée sur les sites vulnérables.

2.6.5.1 - Méthodologie

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est basée sur la méthodologie définie en 1983 par l'académie des sciences américaine, retranscrite depuis par l'InVS dans son guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires se décompose en 4 étapes :

1. **Identification des dangers qui consiste en l'identification la plus exhaustive possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable**
2. **Définition des relations dose-réponse ou dose-effet qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'apparition d'un effet toxique jugé critique. Cette étape se caractérise par le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour chaque toxique étudié.**
3. **Evaluation de l'exposition des populations qui permet de juger du niveau de contamination des milieux, de définir les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci.**
4. **Caractérisation des risques qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées. Par ailleurs, cette étape reprend des incertitudes évaluées à chacune des étapes.**

2.6.5.2 - Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition

Compte tenu du secteur, seule la voie d'absorption par inhalation est prise en compte.

34 sites vulnérables font l'objet d'une évaluation des risques.

2.6.5.3 - Polluants retenus pour l'évaluation

Conformément à la méthodologie de février 2019, les polluants à étudier sont présentés dans le tableau ci-après par nature des effets et voie d'exposition.

TABLEAU 8 : VOIES ET TYPES D'EXPOSITION ETUDIÉS PAR POLLUANT

Nature des effets étudiés	Voie d'exposition concernée	Substances
Aiguës	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2.5) Dioxyde d'azote (NO ₂)
Chroniques	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2.5) Dioxyde d'azote (NO ₂) Benzène 16 HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome VI Nickel Arsenic
Chroniques	Voie orale	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Les résultats sur le NO₂, les PM₁₀ et PM_{2,5} sont présentés bien qu'il n'existe pas de valeur toxicologique de référence. En effet, dans l'état actuel des connaissances, **aucun organisme ne s'est prononcé sur la relation "dose-réponse"**.

2.6.5.4 - Identification des dangers par inhalation et choix des valeurs toxicologiques de référence

■ Définitions : toxicités, exposition et effets

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets variables en fonction de la durée d'exposition des organes cibles et/ou des voies d'absorption :

- La toxicité aiguë d'une substance chimique correspond aux effets d'une exposition de courte durée à une dose (concentration) forte, généralement unique ;
- La toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses. Ces doses sont insuffisantes pour provoquer un effet immédiat, mais la répétition de leur absorption sur une longue période de temps a des effets délétères.

Dans le cadre des évaluations des risques, on distingue deux modes d'action des substances :

- Les substances "à effets à seuil de dose" ou "effets déterministes" qui provoquent, au-delà d'une certaine dose absorbée, des dommages dont la gravité augmente avec cette dose.
- Les substances "à effets sans seuil de dose" ou "effet stochastique", pour lesquelles l'effet apparaît quelle que soit la dose absorbée avec une probabilité de survenue augmentant avec cette dose

L'évaluation des dangers des substances chimiques (ou identification des dangers) consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Ces effets peuvent être de différents types :

- Non-cancérigène : une substance à effet non cancérogène agit proportionnellement à la dose reçue. Ses effets sont généralement réversibles et une diminution de sa concentration dans l'organisme entraîne la disparition des symptômes. Le mode d'action est essentiellement à seuil.
- Cancérigène : à l'inverse, une substance à effet cancérogène est susceptible d'entraîner des tumeurs malignes dégénérant en cancer dès l'absorption par l'organisme d'une molécule de cette substance (effets sans seuil). Les effets cancérogènes ne sont pas réversibles (sans médication) et les risques s'expriment en probabilité de survenue d'un cancer. Le mode d'action est essentiellement sans seuil.

Ainsi, dans la présente étude, il est traité :

- L'exposition aiguë par inhalation,
- L'exposition chronique par inhalation de polluants non cancérogènes,
- L'exposition chronique par inhalation de polluants cancérogènes.

■ Synthèse des dangers et des VTR sélectionnés

Les VTR sélectionnées sont des reprises dans les tableaux suivants selon les différents effets et voie d'absorption :

- Exposition aiguë par inhalation,
- Exposition chronique non cancérogène par inhalation,
- Exposition chronique cancérogène par inhalation.

TABLEAU 9 : VTR AIGUËS DES SUBSTANCES PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en µg/m ³	Organe cible / Effet critique	Année
NO₂ (1)	OMS	200	Poumons	2003
Benzène	ATSDR	29,2	Système immunologique	2008
PM₁₀ (1)	OMS	45	Système cardiovasculaire	2021

PM_{2.5} (1)	OMS	15	Système cardiovasculaire	2021
-----------------------------	-----	----	--------------------------	------

TABLEAU 10 : VTR CHRONIQUES DES SUBSTANCES NON CANCERIGENES POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en µg/m ³	Organe cible / Effet critique	Année
NO₂ (1)	OMS	10	Système respiratoire	2021
Benzène	EPA	10	Système immunologique	2008
1-3 Butadiène	EPA	2	Atrophie ovarienne	2002
Nickel	TCEQ	0,23	Système respiratoire	2011
Naphtalène	ANSES	37	Appareil respiratoire / Appareil sanguin / yeux	2013
PM₁₀ (1)	OMS	15	Système cardiovasculaire	2021
PM_{2.5} (1)	OMS	5	Système cardiovasculaire	2021

(1)- composés ne disposant pas de VTR, la valeur indiquée est une valeur guide

TABLEAU 11 : VTR CHRONIQUES DES SUBSTANCES CANCERIGENES POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en (µg/m ³) ⁻¹	Organe cible / Effet critique	Année
Benzène	ANSES	2,6.10 ⁻⁵	Leucémie	2013
Chrome	OMS/IPCS	4.10 ⁻²	Poumons	2012
1,3-Butadiène	OEHHA	1,7.10 ⁻⁴	Sang	2002
Nickel	TCEQ	1,7.10 ⁻⁴	Poumons	2011
Benzo(a)pyrène	OEHHA	1,1.10 ⁻³	Poumons	2008
Naphtalène	ANSES	5,6.10 ⁻⁶	Epithélium nasal	2011
Arsenic	TCEQ	1,5.10 ⁻⁴	Poumons	2012

2.6.5.5 - Évaluation des risques pour les sites vulnérables

Risques aigus

Les tableaux suivants présentent les ratios de danger (RD) pour le risque aigu sur les sites vulnérables. Notons que pour le NO₂ et les PM, il n'existe pas de VTR (Valeur Toxicologique de Référence), les concentrations sont donc comparées aux valeurs cibles de l'OMS (tableau 18) qui sont des valeurs sécuritaires avec un seuil bas, et pour lequel des effets ne sont pas tout de suite attendus contrairement à la VTR.

Il ressort que l'ensemble des ratios sont inférieurs à 1. Il n'existe pas de risque aigu.

La colonne du tableau « QD – pollution de fond seule » présente le ratio de danger en ne prenant en compte que la pollution de fond. Il ressort que la concentration de fond contribue pour une part importante aux ratios de danger.

	QD pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Ecole élémentaire Aimé Césaire	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire La faïencerie	Ecole maternelle Aristide Briand
NO₂	<i>Respect</i>	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
Benzène	<i>0,04</i>	Actuel	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2030	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2030	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2050	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2050	0,04	0,04	0,04	0,04
PM₁₀	<i>Respect</i>	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
PM_{2.5}	<i>Respect</i>	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect

Risques chroniques non cancérigènes

Les tableaux suivants présentent les résultats des calculs des ratios de danger pour les effets non cancérigènes par inhalation en exposition chronique. Il détaille, pour chaque polluant, les ratios de danger obtenus par scénario ainsi que le ratio de danger imputable uniquement à la pollution de fond (première colonne). Pour les polluants ne disposant pas de VTR (NO₂ et PM), les concentrations modélisées sont directement comparées aux valeurs guides comme précédemment (tableau 19).

Pour les PM₁₀, le benzène, le naphtalène, le nickel et le 1,3 butadiène, l'ensemble des ratios de danger est inférieur à 1.

Pour les NO₂ et les PM_{2,5} les valeurs guides de l'OMS ne sont pas respectées. Ces dépassements sont directement liés aux concentrations de fond qui contribuent à elles seules au non-respect des valeurs guides. Rappelons que les valeurs guide OMS sont des valeurs sécuritaires avec un seuil bas, et pour lequel des effets ne sont pas tout de suite attendus contrairement à la VTR.

	Fonction atteinte	QD avec uniquement la concentration de fond	Scénario	Ecole élémentaire A.Césaire	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire La faiencerie	Ecole maternelle A. Briand
		Scénario résidentiel					
NO ₂	Appareil respiratoire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM10	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM2.5	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
Benzène	Système immunologique	0,11	2017	0,04	0,07	0,04	0,05
			Référence 2030	0,04	0,07	0,04	0,05
			Avec projet 2030	0,04	0,07	0,04	0,05
			Référence 2050	0,04	0,07	0,04	0,05
			Avec projet 2050	0,04	0,07	0,04	0,04
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0	2017	0	0	0	0
			Référence 2030	0	0	0	0
			Avec projet 2030	0	0	0	0
			Référence 2050	0	0	0	0
			Avec projet 2050	0	0	0	0
Nickel	Appareil respiratoire	0	2017	0	0	0	0
			Référence 2030	0	0	0	0
			Avec projet 2030	0	0	0	0
			Référence 2050	0	0	0	0
			Avec projet 2050	0	0	0	0
1,3 butadiène	Ovaires	0	2017	0	0	0	0
			Référence 2030	0	0	0	0
			Avec projet 2030	0	0	0	0
			Référence 2050	0	0	0	0
			Avec projet 2050	0	0	0	0

Risques chroniques cancérigènes

Les tableaux suivants présentent les résultats des excès de risque individuel (ERI) maximaux calculés pour chaque polluant cancérigène étudié. L'ensemble des ERI sont sommés pour prendre en compte le risque global (sans intégrer le naphtalène et le benzo(a)pyrène déjà pris en compte dans l'ERI des HAP). Les résultats sans prendre en compte les concentrations de fond sont également présentés après les ERI par polluant.

L'analyse des excès de risque par inhalation s'effectue par comparaison avec l'Excès de risque « acceptable pris égal à 10⁻⁵, soit 1 risque sur 100 000 de développer un cancer au cours d'une vie entière à la suite d'une exposition à la pollution par inhalation (10 ans d'exposition pour le scénario choisi dans l'étude).

Tous les ERI sont inférieurs à 10⁻⁵, le risque chronique cancérigène est considéré comme acceptable.

	Fonction atteinte	ERI	Type de valeur	Ecole élémentaire A.Césaire	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire La faiencerie	Ecole maternelle A. Briand
		pollution de fond seule					
		Scénario résidentiel					
Benzène	Sang	9,74E-06	2017	7,63E-07	4,93E-07	4,75E-07	2,90E-07
			Sans Projet 2030	7,55E-07	4,88E-07	4,72E-07	2,84E-07
			Avec Projet 2030	7,55E-07	4,88E-07	4,72E-07	2,84E-07
			Sans Projet 2050	7,54E-07	4,87E-07	4,71E-07	2,83E-07
			Avec Projet 2050	7,54E-07	4,87E-07	4,71E-07	2,83E-07
Chrome	Poumons	0,00E+00	2017	6,11E-11	6,12E-11	4,58E-11	3,83E-11
			Sans Projet 2030	8,95E-11	7,97E-11	5,55E-11	6,04E-11
			Avec Projet 2030	8,80E-11	7,97E-11	5,53E-11	5,91E-11
			Sans Projet 2050	3,19E-10	2,37E-10	1,34E-10	2,41E-10
			Avec Projet 2050	3,08E-10	2,30E-10	1,33E-10	2,30E-10
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	2017	2,13E-08	1,47E-08	7,95E-09	1,64E-08
			Sans Projet 2030	4,46E-09	2,74E-09	1,42E-09	3,33E-09
			Avec Projet 2030	4,26E-09	2,64E-09	1,39E-09	3,13E-09
			Sans Projet 2050	6,64E-10	4,12E-10	2,12E-10	4,94E-10
			Avec Projet 2050	6,33E-10	3,96E-10	2,09E-10	4,67E-10
Nickel	Poumons	1,06E-07	2017	8,20E-09	5,30E-09	5,13E-09	3,08E-09
			Sans Projet 2030	8,20E-09	5,30E-09	5,13E-09	3,08E-09
			Avec Projet 2030	8,20E-09	5,30E-09	5,13E-09	3,08E-09
			Sans Projet 2050	8,20E-09	5,30E-09	5,13E-09	3,08E-09
			Avec Projet 2050	8,20E-09	5,30E-09	5,13E-09	3,08E-09
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	2017	1,10E-12	7,75E-13	4,14E-13	8,73E-13
			Sans Projet 2030	7,90E-13	5,03E-13	2,59E-13	6,14E-13
			Avec Projet 2030	7,55E-13	4,85E-13	2,54E-13	5,78E-13
			Sans Projet 2050	9,91E-16	6,39E-16	3,24E-16	7,79E-16
			Avec Projet 2050	9,52E-16	6,14E-16	3,18E-16	7,38E-16
Benzo(a)pyrène	Poumons	3,47E-08	2017	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2030	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2030	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2050	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2050	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
Arsenic	Poumons	1,18E-08	2017	9,16E-10	5,92E-10	5,72E-10	3,44E-10
			Sans Projet 2030	9,16E-10	5,92E-10	5,72E-10	3,44E-10
			Avec Projet 2030	9,16E-10	5,92E-10	5,72E-10	3,44E-10
			Sans Projet 2050	9,16E-10	5,92E-10	5,72E-10	3,44E-10
			Avec Projet 2050	9,16E-10	5,92E-10	5,72E-10	3,44E-10
HAP	Poumons	3,47E-08	2017	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2030	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2030	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2050	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2050	2,69E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,01E-09
Total		9,90E-06	2017	7,96E-07	5,16E-07	4,90E-07	3,11E-07
			Sans Projet 2030	7,72E-07	4,99E-07	4,81E-07	2,92E-07
			Avec Projet 2030	7,72E-07	4,98E-07	4,81E-07	2,91E-07
			Sans Projet 2050	7,67E-07	4,96E-07	4,79E-07	2,88E-07
			Avec Projet 2050	7,67E-07	4,95E-07	4,79E-07	2,88E-07

2.6.6 - Conclusion

Le projet d'aménagement entraîne une diminution des concentrations de polluants le long la RD920 et une augmentation des concentrations à proximité. Les variations de concentrations entre les scénarios de référence et avec projet sont faibles car les émissions routières sont plus faibles par rapport aux concentrations de fond observées sur la zone d'étude. De ce fait, la variation de l'exposition de la population à la pollution (définie par l'indice pollution-population) est également faible : -0,08% en 2030 et -0,001 en 2050. Concernant les valeurs guides de l'OMS, elles sont dépassées pour les NO₂ et les PM_{2,5} du fait des teneurs de fond élevées. Le projet contribue à réduire l'exposition de la population et ainsi réduire le dépassement des valeurs guides mais ne peut à lui seul résoudre la situation. En effet, les concentrations de fond dépendent d'une part d'autres secteurs d'activité (comme le chauffage) ainsi que de l'impact des axes routiers proches de la zone d'étude (autoroute A6, périphérique).

2.7 - Recommandation n°7 : démarche « bilan carbone »

(7) La MRAe recommande d'entreprendre une démarche « bilan carbone » pour le projet RD920 nord

Au regard de la consommation en ressources naturelles et des émissions de gaz à effet de Serre, la MRAE recommande au département des Hauts de Seine, d'entreprendre une démarche « bilan carbone » pour le projet de requalification de la RD920 (recommandation n°7).

Pour répondre à cette attente, le département des Hauts de Seine souhaite engager une stratégie carbone permettant d'avoir une vision élargie du projet.

L'évaluation des GES sera réalisée selon la méthodologie mise en place par l'ADEME et portée par l'Association Bilan Carbone avec certaines adaptations afin d'être fonctionnelle pour une approche par projet. La méthodologie globale pour mener l'étude est présentée ci-dessous :

- Définition spatiale et temporelle du périmètre du projet ;
- Cartographie des émissions ;
- Etablissement du bilan des émissions ;
- Pistes de réduction et indicateurs de suivi ou de vigilance pour la suite des études.

L'étude sera réalisée à l'aide d'un outil développé par le bureau d'études Ingérop et certifié par l'Association pour la transition Bas Carbone. L'approche conduite est en analyse de cycle de vie, elle permet d'intégrer l'impact à toutes les étapes de vie d'un projet en considérant les émissions amonts et avalées.

La comptabilité GES est une approche en analyse du cycle de vie d'un projet, quatre phases sont donc distinguées :

- **La phase conception** : il s'agit de prendre en compte l'impact carbone de l'ensemble des équipes ayant participé à la conception du projet ;
- **La phase travaux** : il s'agit de l'ensemble des émissions générées lors des travaux de construction ou d'aménagement du projet. Elle peut comprendre les émissions liées aux travaux préparatoires, au génie civil et à la voirie et aux ouvrages d'art ;
- **La phase fonctionnement** : Elle comprend les émissions liées à l'exploitation et la maintenance du projet afin d'assurer sa fonctionnalité et sa pérennité. Elle intègre également dans une certaine mesure l'impact lié à son utilisation par les usagers.
- **La fin de vie** : il s'agit de l'ensemble des travaux réalisés pour déconstruire le projet afin de restituer le terrain dans son état d'origine. Dans le cadre de cette étude, le projet n'ayant pas vocation à être détruit mais pérenne, la fin de vie ne fera pas l'objet d'une évaluation.

2.7.1. Suivi durant les marchés de travaux

Les ambitions de performance carbone seront formalisées dans les DCE. Les entreprises travaux devront rendre un premier bilan GES des travaux à réaliser sur lequel s'engager.

2.7.2. Suivi en phase travaux

En phase travaux, l'impact du projet sera suivi afin de contrôler les engagements des entreprises travaux. Les entreprises sous le contrôle du maître d'œuvre devront faire trimestriellement état des indicateurs choisis pour la requalification de la RD920 sur le même périmètre que celui défini lors de la réponse à l'appel d'offre.

Les postes d'émissions suivants pourront être traités :

- La consommation énergétique des engins,
- la consommation énergétique des ITC,
- les émissions liées au changement d'affectation du sol,
- le transport des matériaux (intran, interne et sortant),
- les matériaux de construction,
- le déplacement du personnel,
- les immobilisations (engins de chantier et ouvrages temporaires nécessaires),
- le traitement des déchets et des déblais.

La trajectoire des émissions GES sera ainsi contrôlée en perspective des objectifs fixés. Le graphique suivant présente un exemple de suivi des émissions objectifs et celles réellement réalisées. Des mesures correctives pourront être mise en œuvre afin de redresser les dérives constatées.

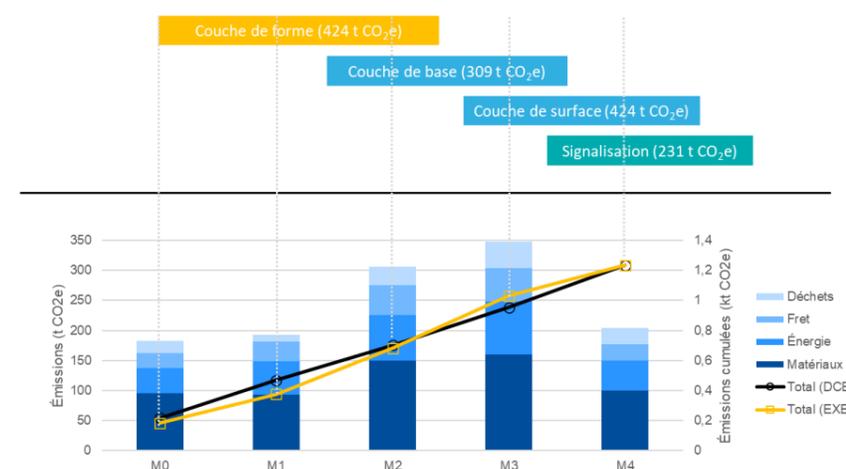


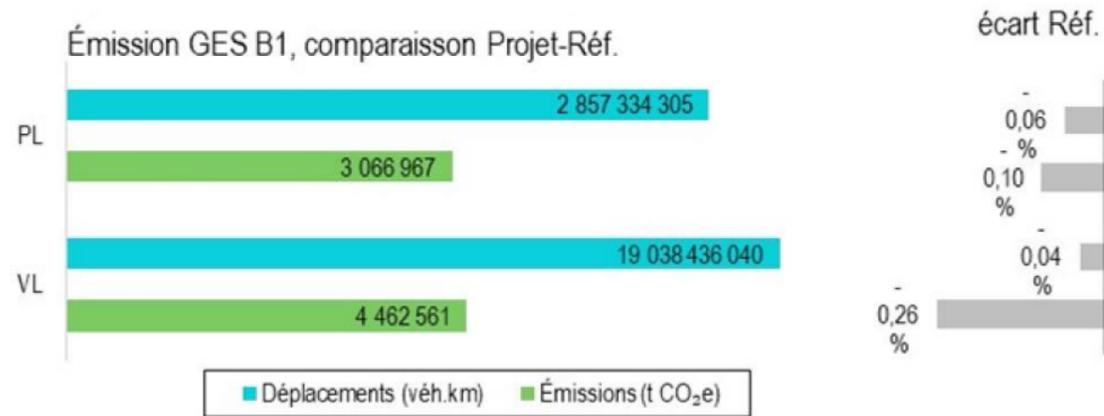
FIGURE 44 : SUIVI DES EVOLUTIONS EMISSIONS PAR RAPPORT A LA REFERENCE EN PHASE CHANTIER

2.7.3. Estimations en phase d'exploitation

Les émissions de la phase d'exploitation seront calculées pour les paramètres suivants :

- La maintenance du réseau (évaluation des quantités de matériaux, enrobés tièdes, rénovation des chaussées à partir de matériaux recyclés...).
- L'exploitation du réseau (personnel en charge, consommation énergétique des locaux dédiés à la structure, amortissement de l'infrastructure non comptabilisé dans la phase travaux après estimation des émissions indirectes). Ces émissions seront estimées à partir du retour d'expérience du MOA.

Dans la phase exploitation sont intégrées les émissions liées à l'utilisation de la route par les usagers.
 Ces émissions indirectement liées au projet seront comptabilisées mais différenciées pour mettre en évidence les émissions directes et indirectes.



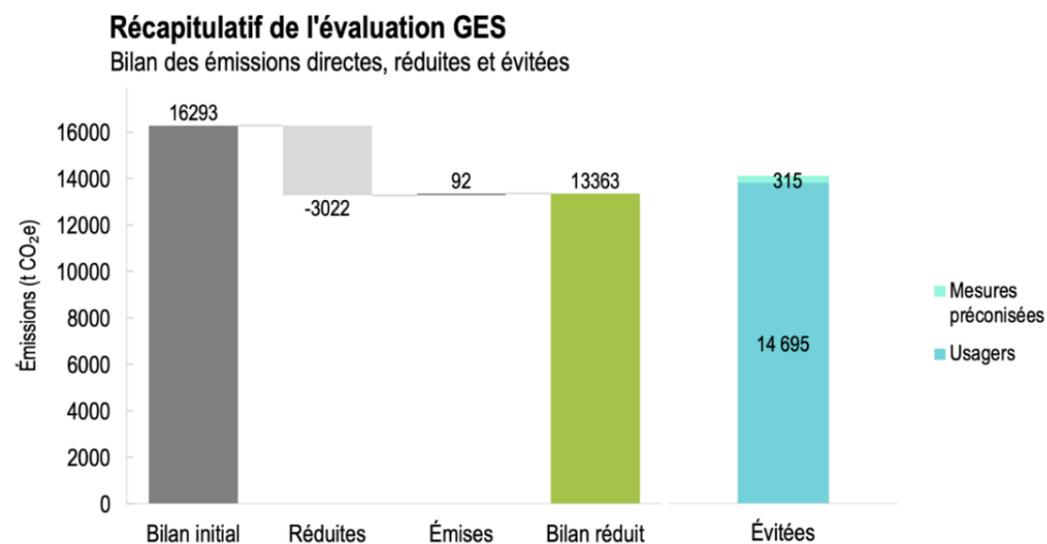
Cette approche permet de valoriser les projets permettant de réduire le nombre de veh.km parcourus ou la congestion (mais nécessite une approche plus précise de l'estimation de la consommation énergétique).

2.7.4. Démarches de réduction et accompagnement

Des recommandations seront données sur l'impact carbone des différents matériaux et acheminement afin de réduire l'empreinte carbone du projet.

En fonction des résultats du bilan, des pistes d'amélioration ou des points de vigilance seront proposées.

A l'issue de l'étude de bilan carbone, une synthèse de l'ensemble des émissions et des mesures associées permet d'apprécier la rentabilité carbone du projet.



2.8 - Recommandation n°8 : gestion des eaux pluviales

(8) La MRAe recommande de :

- préciser les dispositions mises en place concernant la gestion des eaux pluviales, en visant une amélioration de l'état existant ;
- tenir compte de la révision prochaine des documents cadres (SDAGE Seine-Normandie et SAGE de la Bièvre) afin que le projet soit compatible avec leurs dispositions.

Il convient de rappeler que le projet RD920 Nord sera soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (articles L.214-1 à L.214-6 et R.214-1 et suivants du Code de l'Environnement).

L'ensemble des Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) liés aux eaux souterraines, superficielles et au milieu aquatique fera l'objet d'une procédure administrative spécifique, au titre de la loi sur l'eau menée par le groupement de Maîtrise d'oeuvre qui sera désigné ultérieurement.

Ce dossier, qui sera réalisé avec l'avancement des études détaillées de conception, reprendra l'ensemble des thématiques qui seront modifiées et complétées sur la base des études détaillées de conception du projet.

Rappelons qu'aujourd'hui les eaux ruisselant sur la RD920 sont essentiellement collectées et rejetées vers le réseau d'assainissement départemental pour être acheminées vers la station d'épuration du SIAAP Seine Amont à Valenton. Dans la configuration actuelle, l'infiltration des eaux pluviales quand elle est possible, se fait principalement au pieds des alignements d'arbres existants.

S'agissant des dispositifs de gestion des eaux pluviales, le projet de requalification de la RD920 prévoit à ce stade la mise en place de noues d'infiltration. Ces noues seront déployées sur les surfaces disponibles tout en conciliant les différents usages de l'espace public voulu par le projet. Les noues seront végétalisées et reposeront sur un substrat composé de terre végétale sur une épaisseur de 30 cm. La mise en place de ces noues permet d'abattre le volume d'eaux pluviales arrivant au réseau d'assainissement à travers les phénomènes d'infiltration et d'évapotranspiration.

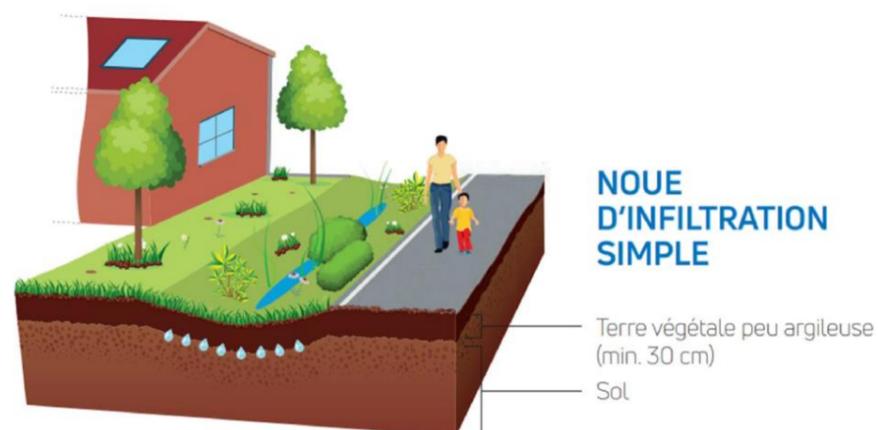


FIGURE 45 : PRINCIPE D'UNE NOUE D'INFILTRATION (SOURCE ADOPTA « GESTION A LA SOURCE DES EAUX PLUVIALES »)



FIGURE 46 : EXTRAIT DE PLAN DES ETUDES PRELIMINAIRES FIGURANT LES NOUES ENTRE LE CHEMINEMENT PIETON ET LA PISTE CYCLABLE (SECTION AVENUE PASTEUR – AVENUE VICTOR HUGO A CACHAN)

Le projet de requalification de la RD920 vise avec le parti d'aménagement paysager envisagé à une désimperméabilisation des sols. Ainsi, les estimations faites sur les surfaces imperméabilisées/végétalisées avant et après les travaux de requalification, sont rappelées dans le tableau suivant :

Section de la RD920	Linéaire voirie mètres	État actuel de la RD920				Projet de requalification de la RD 920			
		Surface espace vert m ²	surface Voirie m ²	Coefficient ruissellement moyen	Surface active du bassin versant considéré en m ²	Surface espace vert m ²	surface Voirie m ²	Coefficient ruissellement moyen	Surface active du bassin versant considéré en m ²
Bourg La Reine Avenue Aristide Briand - Avenue Pasteur	200	130	6 220	0,93	5 935	880	5 470	0,85	5 373
Bourg La Reine Avenue Pasteur - Bagneux Cachan rue Estienne d'Orves	475	950	14 298	0,90	13 773	3 634	11 614	0,77	11 760
Bagneux Cachan rue Estienne d'Orves - Bagneux Cachan avenue Albert Petit	475	784	14 440	0,91	13 875	3 634	11 590	0,77	11 737
Bagneux Cachan avenue Albert Petit - Bagneux Arcueil Rue de Verdun	640	1 760	20 480	0,89	19 808	2 272	19 968	0,87	19 424
Bagneux Arcueil Rue de Verdun - Bagneux Avenue Victor Hugo	540	3 240	15 687	0,82	15 551	4 023	14 904	0,79	14 963
Bagneux Avenue Victor Hugo - Carrefour Vache noire à Arcueil	355	675	11 555	0,91	11 112	2 254	9 976	0,81	9 928
Carrefour de la Vache noire à Arcueil - Montrouge rue Estienne d'orves	465	0	16 996	0,95	16 146	0	16 996	0,95	16 146
Montrouge rue Estienne d'orves - Montrouge rue Barbès	355	0	12 496	0,95	11 871	870	11 626	0,90	11 219
Montrouge rue Barbès - Porte d'Orléans	260	1 326	11 596	0,87	11 281	1 703	11 219	0,85	10 999
Total	3765	8 864	123 768	0,90	119 352	19 270	113 362	0,84	111 548

À partir de ce tableau, il apparaît que 1,04 ha de voirie sont réaffectés en faveur des espaces verts.

Afin de parfaire sa connaissance des capacités d'infiltration des noues envisagées, le Département des Hauts de Seine a engagé des essais de perméabilité sur le périmètre du projet, dans la perspective de l'élaboration du dossier IOTA par l'équipe de maîtrise d'œuvre qui sera désignée ultérieurement.

Le tableau suivant récapitule les localisations des noues et leurs caractéristiques :

Commune	Section	Est/Ouest	Noue		Surface collectée m ²	Référence Test d'infiltration	Perméabilité m/s
			Numéro	Surface m ²			
Bourg La Reine	Place de la résistance	Est	1	187,48	106,64	TA1	8.10 ⁻⁶
Bourg La Reine	Avenue Aristide Briand - rue du Président Franklin Roosevelt	Est	2	162,53	222,75	TA1	8.10 ⁻⁶
Bourg La Reine	Rue du Président Franklin Roosevelt - rue Jean Mermoz	Est	3	48,59	154,56	TA2	7.10 ⁻⁶
Cachan	avenue Pasteur - avenue Victor Hugo	Est	4	208,28	266,39	TA2	7.10 ⁻⁶
Cachan	avenue Paul Vaillant Couturier - rue Estienne d'Orves	Est	5	124,27	221,29	TA3	6.10 ⁻⁶
Cachan	rue Estienne d'Orves - avenue du Pont Royal	Est	6	84,93	140,44	TA3	6.10 ⁻⁶
Bagneux	rue des Blains - rue du Pont Royal	Ouest	7	102,43	172,61	TA3	6.10 ⁻⁶
Bagneux	rue du Pont Royal - Villa des Longchamps	Ouest	8	49,27	83,73	TA3	6.10 ⁻⁶
Bagneux	Villa des Longchamps - avenue des Fleurs	Ouest	9	47,78	85,86	TA2	7.10 ⁻⁶
Bagneux	avenue des Fleurs - Impasse du Pont Royal	Ouest	10	39,9	70,28	TA2	7.10 ⁻⁶
Bagneux	Impasse du Pont Royal - rue des Bas Longchamps	Ouest	11	71,01	122,11	TA2	7.10 ⁻⁶
Bourg La Reine	Place de la résistance	Centra l	12	193,7	236,09	TA1	8.10 ⁻⁶
Cachan	Rue de la Grange Ory - rue de la Gare	Est	13	58,7	102,85	TA7	7.10 ⁻⁶
Arcueil	rue de la Gare - rue Victor Carmignac	Est	14	14,22	23,37	TA8	5.10 ⁻⁶
Bagneux	rue de Verdun - rue du Dr Charcot	Ouest	15	317,44	208,71	TA7	7.10 ⁻⁶
Arcueil	rue Victor Carmignac - rue Roger Simon Barboux	Est	16	17,31	28,05	TA8	5.10 ⁻⁶
Arcueil	rue du Midi - rue Guy de Gouyon de Verger	Est	17	25,35	57,5	TA9	1.10 ⁻⁶
Arcueil	Villa Moderne - place de la Vache Noire	Est	18	15,56	28,23	TA10	7.10 ⁻⁶

Bagneux	rue Jean Marie Naudin - rue Gustave Courbet	Ouest	19	238,15	167,54	TA9	1.10 ⁻⁶
Bagneux	rue Gustave Courbet - rue Romain Rolland	Ouest	20	236,73	199,81	TA8	5.10 ⁻⁶
Bagneux	rue Romain Rolland - rue de Verdun	Ouest	21	19,74	47	TA8	5.10 ⁻⁶
			Total	2263,37	2745,81		

Ainsi, les eaux pluviales ruisselant sur les 2745,81 m² de trottoirs sont directement collectées aux noues envisagées.

En considérant une pluie décennale avec une lame d'eau de 44 mm, on peut estimer le volume d'eaux pluviales qui sera infiltré :

- **Volume = Surface trottoir collectée x Coefficient de ruissellement de voirie x lame d'eau (pluie T=10 ans)**
- **Volume = 2745,81 m² x 0,95 x 0,044 m = 115 m³**

Grâce à la mise en place de ces noues, environ 115 m³ d'eaux pluviales ne rejoindront pas le réseau d'assainissement départemental lors d'une pluie décennale. Ce projet apporte donc une amélioration quantitative en diminuant significativement les apports au réseau, ce qui limite le risque d'inondations par débordement de réseau. Il y a également une amélioration qualitative en diminuant le risque de déversements d'eaux usées et pluviales en milieu naturel (la Seine).

S'agissant de la prise en considération des documents cadres (SDAGE Seine-Normandie et SAGE de la Bièvre), il convient de rappeler les référentiels auxquels devra se conformer le projet.

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE 2022-2027) du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, adopté le 23 mars 2022.

La disposition 3.2.6 « viser la gestion des eaux pluviales à la source dans les aménagements ou les travaux d'entretien du bâti » incite les collectivités territoriales, en leur qualité de maître d'ouvrage, à améliorer la prise en compte de la gestion des eaux pluviales dans le cadre de leurs opérations d'aménagement. Cette disposition vise autant que cela soit possible, à la promotion des techniques alternatives de gestion afin de favoriser l'infiltration et la régulation des eaux pluviales en vue de limiter le risque inondation au niveau des agglomérations.

Ainsi, au travers de ces prescriptions, le projet de requalification de la RD920 doit autant que possible :

- **Promouvoir l'usage des techniques alternatives en favorisant notamment l'infiltration et l'alimentation des espaces verts**
- **Réduire les volumes d'eaux pluviales qui s'écouleront via le réseau départemental d'assainissement et ainsi le risque de déversement vers le milieu naturel**
- **Dimensionner les ouvrages de régulation des eaux pluviales avec le débit de fuite spécifique à la zone à aménager**
- **Viser l'objectif de "zéro rejet d'eaux pluviales vers les réseaux ou le milieu naturel"**
- **Evaluer les possibilités de dé-raccordement des eaux pluviales et de désimpermeabilisations des espaces publics de la RD920**

Par ailleurs, le projet de requalification de la RD920 doit s'inscrire dans le principe de neutralité hydraulique pour la gestion de ses eaux pluviales et ceci pour une pluie de retour inférieure ou égale à 30 ans.

Enfin, le SDAGE rappelle que le projet d'aménagement de la RD920 doit être conforme vis-à-vis des débits de fuite locaux figurant dans la réglementation locale. Le SAGE de la Bièvre est ainsi le référentiel à considérer quant à cette prescription.

SAGE de la Bièvre en cours de révision

En écho avec les prescriptions du SDAGE, le SAGE Bièvre au travers de son Plan D'aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques, prescrit un débit de fuite de 2L/s/ha aussi bien pour le bassin versant des Hauts de Seine que pour le bassin versant de l'ancienne Communauté d'Agglomération de Val de Bièvre (CAVB). Le SAGE de la Bièvre a été approuvé par Arrêté Interpréfectoral n°2017- 1415 du 19 avril 2017.

Les nouvelles dispositions prévues pour le SAGE de la Bièvre sont consultables sur le site internet suivant : http://www.smbvb.fr/revision-partielle-du-sage-bievre-2021-2022_101.html

La Commission Locale de l'Eau a notamment approuvé le 1er avril 2022 les évolutions suivantes en matière de gestion des eaux pluviales :

SAGE actuel	Modification proposée
Objectif Zéro rejet sans pluie de référence	Objectif zéro rejet jusqu'à la pluie 10 ans sur le bassin versant aval et extrême amont et 50 ans sur le bassin versant amont.
Demande de limiter les dégâts liés aux inondations sur l'emprise du projet, pour les événements pluvieux supérieurs à la pluie de dimensionnement des ouvrages sur le projet.	Au-delà de la pluie de référence pour le zéro-rejet par infiltration-évapotranspiration, inscription d'un objectif de zéro rejet par anticipation jusqu'à la pluie 100 ans sur l'ensemble du bassin versant.
En cas d'impossibilité dûment justifiée d'atteindre le zéro rejet : infiltration en surface d'une lame d'eau de 8 mm en 24h	En cas d'impossibilité dûment justifiée d'atteindre le zéro rejet : Infiltration à minima en surface d'une lame d'eau de 10 mm en 24h
Possibilité de déroger à l'abattement de la lame d'eau de 8 mm (dispo 50)	Interdiction de déroger à cet objectif minimum des 10 mm
Recommandation de créer des ouvrages à ciel ouvert et à double fonctionnalité	Interdiction de créer de nouveaux ouvrages de stockage des eaux pluviales enterrés (sauf si contraintes dûment justifiées et sous réserve de l'accord des services instructeurs : auquel cas les surverses des bassins devront transiter si possible vers un espace vert avant éventuel rejet)
Pas d'article dans le règlement du SAGE	Création d'un article n°4 : nouveaux projets d'aménagement et projets de réhabilitation concernés à partir de 1000m ² de terrain d'assiette.

À ce stade, il n'est pas prévu de révision du débit de fuite de 2 L/s/ha qui pourrait être imposé aux aménageurs.

Réponse du projet s'agissant la prise en compte de ces 2 documents cadres

Neutralité hydraulique prescrite par le SDAGE

Le département des Hauts de Seine ne dispose pas à ce jour des valeurs statiques pour une pluie de 30 ans afin de calculer le débit de fuite du projet. Il est néanmoins proposé d'avoir l'approche détaillée ci-dessous pour démontrer que le projet de requalification de la RD920 s'inscrit bien dans cette logique.

Comme évoqué précédemment, le projet permet de désimpermeabiliser 104 ha de surfaces de voirie en les réaffectant vers des surfaces d'espaces verts supplémentaires, qui pourront être utilisées pour l'infiltration.

Cette désimpermeabilisation implique que le coefficient de ruissellement du projet sera inférieur au coefficient de ruissellement de l'état existant. Par conséquent, la surface active du projet sera inférieure à la surface active de l'état existant. Or le débit de fuite, servant de base pour apprécier la neutralité hydraulique du projet, se calcule par :

Débit de fuite = Coefficient de ruissellement moyen x Intensité de pluie (T= 30 ans) x surface totale du projet.

Ainsi, seul le coefficient de ruissellement constitue une variable pour différencier les débits de fuite du projet et de l'état existant. Puisque le coefficient de ruissellement du projet (0,84) est inférieur au coefficient de ruissellement de l'état existant (0,9), il en ressort que le débit de fuite du projet sera inférieur au débit de fuite de la situation actuelle.

De plus, le projet met en œuvre des ouvrages d'infiltration le long des routes (noues), afin de favoriser la gestion des eaux pluviales à la parcelle. Dans la mesure du possible, les eaux de ruissellement des surfaces imperméabilisées sont dirigées vers des surfaces perméables où elles sont infiltrées, ce qui réduit le rejet au réseau.

Enfin, l'existant n'est pas régulé. De ce fait, même si le projet ne parvient pas à infiltrer l'intégralité d'une pluie trentennale à la parcelle, les eaux pluviales qui n'auraient pas pu être infiltrées seront rejetées à un débit limité, ce qui contribue également à une amélioration par rapport à l'existant.

On peut considérer à ce titre que le principe de neutralité hydraulique est respectée par le projet de requalification.

Concernant l'emploi de techniques alternatives, le projet de requalification envisage de créer les noues d'infiltration. Celles-ci se concentrent essentiellement sur la partie Sud du projet, entre le carrefour de la Vache Noire à Arcueil et la place de la Résistance à Bourg La Reine. C'est en effet sur cette partie du projet où les emprises disponibles permettent de décliner au mieux l'ensemble des objectifs d'aménagement de la RD920.

De plus, il est essentiel de rappeler que la RD920 est actuellement classée comme route à « grande circulation » dépendant du pouvoir de police des préfets des Hauts de Seine et du Val de Marne. Cette qualification présente comme contrainte majeure le fait que cette voirie puisse constituer un itinéraire transports exceptionnels (120 tonnes), et donc calibré pour ce type de convois.

En outre, les techniques d'infiltration doivent composer avec les contraintes géotechniques du site et plus particulièrement avec le risque lié à la présence de cavité. La MRAE et l'étude d'impact font état de ces risques pouvant influencer sur l'objectif de gestion des eaux pluviales à la source.

L'étude géotechnique G1 ES-PGC, menée en septembre 2019, fait état sous la voirie départementale d'une couche de Marne/ Argile qui pourrait contenir des blocs de gypse. La dissolution du gypse présente en effet un risque d'effondrement. Cette contrainte est à prendre en considération au regard des infiltrations ciblées par les 2 documents cadres.

S'agissant des carrières, le département des Hauts de Seine a engagé avec le CEREMA une mission de surveillance des carrières présentes sous les voiries départementales. Sur le périmètre du projet, des carrières font d'ores et déjà l'objet d'un suivi de la part du département en complément de celui fait par l'IGC (Inspection générale des Carrières). Parmi ces carrières, certaines présentent un risque de remontée de fontis. Celles-ci seront comblées lors des travaux d'aménagement de la RD920.

Cependant, certaines zones à l'échelle du projet n'ont pas fait l'objet de prospections. Ainsi le Département des Hauts de Seine en partenariat avec le CEREMA, va engager une nouvelle campagne d'investigations afin de circonscrire le risque d'effondrement de cavités qui pourrait résulter de l'infiltration envisagée.

Toutes ces contraintes rendent l'objectif de « zéro rejet d'eaux pluviales » non atteignable partout.

Fonctionnalité des noues proposées

Pour apprécier cette fonctionnalité et notamment la possibilité d'abattre une lame d'eau de 10 mm en 24h, l'outil OASIS du CEREMA a été utilisé pour évaluer cette capacité. Cet outil est disponible sur la page internet suivante :

<https://oasis.cerema.fr/>

Cette démarche a dû faire l'objet d'extrapolation afin de l'adapter au contexte particulier du projet. Notamment, il convient de rappeler que les noues envisagées sont souvent à la lisière entre la piste cyclable et le trottoir dédié au cheminement piéton. De ce fait, avec le nivellement pressenti au stade des études préliminaires, ces noues ne pourront collecter que les eaux provenant du trottoir. Par ailleurs, ces dernières ne fonctionneront que par infiltration, sans système de surverse. Ainsi en cas d'évènements pluvieux exceptionnels, celle-ci déborderont vers les avaloirs de la RD920 pour rejoindre le réseau d'assainissement départemental.

- **Paramètre Efficacité pluriannuelle**

L'efficacité pluriannuelle E est définie comme un abattement volumique des précipitations (en %) calculé à partir de simulations en continu sur plusieurs années de précipitations

La valeur de E doit être comprise entre 25 et 95%. En se plaçant à l'échelle de la noue, le paramètre a été calé à 95%. En se plaçant à l'échelle d'une extrapolation à plus grande échelle, une valeur de 80 % a été retenue permettant d'avoir un bon compromis sur l'efficacité attendues.

- **Le ratio $S_{i_{max}}/S_a$**

Le rapport $S_{i_{max}}/S_a$ (en %) permet de caractériser la taille de l'ouvrage relativement à celle du bassin versant d'apport.

La surface d'infiltration $S_{i_{max}}$ est définie comme la surface au miroir de l'ouvrage ou encore la surface projetée disponible pour l'infiltration lorsque l'ouvrage est plein.

La surface S_a désigne quant à elle la surface de collecte gérée par l'ouvrage.

La valeur de $S_{i_{max}}/S_a$ en entrée de l'outil doit être comprise entre 1 et 25%.

En se plaçant à l'échelle de la noue, ce seuil ne peut être atteint. Il a donc été forcé à 25%. À titre d'exemple, la noue 8 présente un rapport $S_{i_{max}}/S_a$ de $(49,27 / 83,73) \times 100$ soit 58,84%.

En se plaçant à l'échelle d'une extrapolation à plus grande échelle, on peut considérer les hypothèses suivantes qui sont plus pénalisantes pour le projet :

Surface de noues totale $S_{i_{max}} = 2263,37 \text{ m}^2$

Surface totale de trottoirs du projet = $54\,220 \text{ m}^2$. Il s'agit de l'ensemble des trottoirs du projet pris en considération et qui ne sont pas forcément raccordés aux noues projetées. Ainsi sur les $54\,220 \text{ m}^2$ de trottoirs, seuls $2\,745,81 \text{ m}^2$ de trottoirs sont réellement collectés par ces dernières.

Ainsi le rapport plus défavorable $S_{i_{max}}/S_a$ est porté à $(2263,37/54\,220) \times 100$ soit 4,17% arrondi à 4,2% pour le modèle.

- **La capacité d'infiltration KS**

Cette valeur renseignée provient des essais de perméabilité réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique menée. À l'échelle élargie du projet, la valeur la plus contraignante mesurée a été retenue à savoir 10-6 m/s (carottage TA9).

Résultat de la simulation

20/07/2022 17:55 Oasis

OASIS Version 1.2, 12/05/22

Spécification des paramètres

- Efficacité pluriannuelle = %
- Ratio S_{lmax}/S_a = %
- Profondeur z_p = mm
- Capacité d'infiltration K_s = m/s

Ouvrage régulé

Débit de fuite Q_{max} = l/s/ha

Période de retour T = ans

Profondeur $z_{lim} = z_p + z_{sup}$ = mm

Valeur retenue pour z_{sup} = mm

Ouvrage à fond plat avec surface au radier S_{lmin} inférieure à la surface au miroir S_{lmax}

Rapport S_{lmin}/S_{lmax} =

Ouvrage à fond pentu

Coordonnées du curseur: [77.84 ; 81.36]

OASIS Version 1.2, 12/05/22

Profondeur z_p (mm)	Efficacité (%)
0	40
50	55
100	68
150	75
200	80
250	83
300	85
350	87
400	88
450	89
500	90

Indicateurs détaillés

- ABATTEMENTS PLURIANNUELS Indicateurs de mise en eau ⓘ
- BILAN HYDROLOGIQUE Part du temps avec présence d'eau dans l'ouvrage ⓘ : 14 à 23%
- STATISTIQUES DE REJET Durée des périodes de mise en eau ⓘ :
 - Durée médiane : 7 à 10 h
 - Durée au 9ème décile : 59 à 74 h
 - Durée au 99ème centile : 140 à 170 h
- STATISTIQUES D'ABATTEMENTS
- INDICATEURS DE MISE EN EAU Part du temps avec des durées de mise en eau ⓘ :
 - supérieures à 24h: 11 à 19%
 - supérieures à 48h: 8 à 15%
- SATURATION DU SOL

Indicateurs détaillés

- ABATTEMENTS PLURIANNUELS Statistiques d'abattements ⓘ
- BILAN HYDROLOGIQUE Abattements «minimums» pour différents seuils de précipitation ⓘ :
 - ≥ 4mm : ~ 4 mm
 - ≥ 8mm : 4 à 8 mm
 - ≥ 16mm : 3 à 6 mm
 - ≥ 20mm : 2 à 4 mm
- STATISTIQUES DE REJET
- STATISTIQUES D'ABATTEMENTS Abattements par classes de précipitation ⓘ :
 - 0 à 4 mm : 0 à 4 mm
 - 4 à 8 mm : 4 à 8 mm
 - 8 à 12 mm : 5 à 12 mm
 - 12 à 16 mm : 4 à 15 mm
 - 16 à 20 mm : 4 à 18 mm
- INDICATEURS DE MISE EN EAU
- SATURATION DU SOL

Au travers de cette simulation sur l'extrapolation défavorable faite, il s'avère que pour une noue profonde de 30 cm, une efficacité de 85% est atteinte. Ainsi, seuls 15% des épisodes pluvieux seront susceptibles de déborder vers le réseau d'assainissement de la RD920. La contrainte d'infiltrer une lame d'eau de 10 mm en 24 heures est donc possible.

Les statistiques présentées démontrent que les pluies de 10 mm sont bien abattues dans les noues par infiltration, conformément à la réglementation de la DRIEAT.

La prise en compte du 2 L/s/ha du SAGE actuel de la Bièvre

Suite à cette préconisation de la MRAE, le département des Hauts de Seine a réévalué le principe de gestion des eaux pluviales qui sera étudié par la suite par le futur maître d'œuvre afin d'intégrer cette contrainte. Ainsi, avec la méthode des pluies et pour une pluie de période de retour de 10 ans, il faudrait à l'échelle du projet développer les ouvrages de régulation suivants :

	Linéaire voirie m	Surface Terre Végétale m ²	Coefficient de ruissellement de la terre végétale	Surface Voirie m ²	Coefficient de ruissellement Voirie	Q fuite SAGE Bièvre/L/s/ha	Volume à gérer avec méthode des pluies pour une période de retour 10 ans m ³
Bourg La Reine- Avenue Aristide Briand - Av Pasteur	200	880	0,2	5470	0,95	2	229,6
Bourg La Reine - Av Pasteur - Bagneux Cachan rue Estienne d'Orves	475	3633,75	0,2	11613,75	0,95	2	492,3
Bagneux Cachan rue Estienne d'Orves - Bagneux Cachan av Albert Petit	475	3633,75	0,2	11590	0,95	2	491,3
Bagneux Cachan av Albert Petit - Bagneux Arcueil Rue de Verdun	640	2272	0,2	19968	0,95	2	836
Bagneux Arcueil Rue de Verdun - Bagneux Av Victor Hugo	540	4023	0,2	14904	0,95	2	629,9
Bagneux Av Victor Hugo - Carrefour Vache noire	355	2254,25	0,2	9975,5	0,95	2	420,4
Carrefour de la Vache noire - Montrouge rue Estienne d'orves	465	0	0,2	16995,75	0,95	2	708,1
Montrouge rue Estienne d'orves - Montrouge rue Barbès	355	869,75	0,2	11626,25	0,95	2	485,9
Montrouge rue Barbès - Porte d'Orléans	260	1703	0,2	11219	0,95	2	470,7
Total	3765	19269,5		113362,25			4764

Il y a donc 4 764 m³ d'eaux pluviales en volume à réguler afin de mettre le projet de requalification de la RD920 en conformité avec le débit de fuite retenu de 2L/s/ha.

Pour ce faire, le département des Hauts de Seine étudiera l'ensemble des solutions pour parvenir à cet objectif. Ainsi, les études de conception du futur maître d'œuvre viseront à proposer les solutions techniques les plus adéquates au regard des contraintes environnantes du projet :

- **Techniques alternatives : noues, tranchées drainantes, structure réservoir,**
- **Bassin enterrés sous voirie**

Cependant, les différentes contraintes du site ne permettent pas de gérer l'intégralité de la pluie d'occurrence décennale par des solutions végétalisées et à ciel ouvert, qui ont été les premières solutions recherchées. La présence de bassins de rétention enterrés s'avère indispensable. Le travail du futur maître d'œuvre confortera cette approche notamment au travers du dossier « Loi sur l'eau » réalisé lors des études d'Avant-Projet.

3 - ANNEXES

3.1 - Annexe 1 : Étude acoustique

3.1.1 - Généralités sur le bruit

3.1.1.1 - Qu'est-ce que le bruit

Le son est une sensation auditive engendrée par une onde acoustique qui est la propagation d'une variation rapide et très faible de la pression dans l'air. Il a les propriétés suivantes :

- il se propage dans l'air, mais pas dans le vide ;
- il peut être émis dans toutes les directions ou dans certaines directions privilégiées selon la directivité de la source ;
- il décroît avec la distance ;
- selon sa fréquence, il s'atténue plus ou moins en fonction du milieu de propagation et des obstacles rencontrés ;
- les bruits en basse fréquence se propagent plus loin que les hautes fréquences.

Le bruit est constitué d'un mélange confus de sons produits par une ou plusieurs sources sonores qui provoquent des vibrations de l'air. Celles-ci se propagent jusqu'à notre oreille, entraînant une sensation auditive plus ou moins gênante.

3.1.1.2 - Gêne sonore

La gêne sonore représente une réaction psychologique globale dans laquelle un grand nombre de facteurs non acoustiques interviennent, en particulier des facteurs d'attitude et de contexte.

Il n'y a pas de définition officielle de la gêne, mais celle de l'OMS peut être retenue : « la gêne peut se définir comme une sensation de désagrément, de déplaisir, provoquée par un facteur de l'environnement (le bruit) dont l'individu (ou le groupe) connaît ou imagine le pouvoir d'affecter la santé ».

3.1.1.3 - Niveaux de pression acoustique

L'oreille perçoit la variation de pression engendrée par l'onde l'acoustique. Cette variation de pression est appelée pression acoustique. Elle s'exprime en Pascal (Pa), mais cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur d'un million entre les sons les plus faibles et les sons les plus élevés qui peuvent être perçus par l'oreille humaine.

Ainsi, pour plus de facilité, on utilise le décibel (dB) qui a une échelle logarithmique et qui permet de comprimer cette gamme entre 0 et 140.

Ce niveau de pression, exprimé en dB, est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

où p est la pression acoustique efficace (en Pascals).
 p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

Il compare la pression acoustique instantanée à une pression de référence correspondant au seuil d'audition. Le niveau 0 dB correspond à un son pratiquement imperceptible : tous les niveaux sonores sont des nombres positifs.

3.1.1.4 - Fréquence d'un son

La plage de fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu). L'oreille possède un maximum de sensibilité pour des fréquences comprises entre 2 000 et 5 000 Hz (pointe à 4 000 Hz).

En-dessous de 20 Hz, se situe dans le domaine des infrasons et au-dessus de 20 000 Hz dans celui des ultrasons. Infrasons et ultrasons sont inaudibles pour l'oreille humaine.

L'oreille humaine n'est pas sensible de la même façon à toutes les fréquences d'un son : elle est beaucoup plus sensible aux fréquences aiguës qu'aux graves.

Deux sons de même intensité mais de fréquences différentes provoquent une sensation de force sonore différente.

Afin de prendre en compte ces particularités de l'oreille humaine on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle suivante :

Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pondération A	- 26	- 16	- 8,5	- 3	0	+ 1	+ 1	- 1

TABLEAU 12 : PONDERATION A

L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

3.1.1.5 - Arithmétique

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :

60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A) et non 120 dB(A) !

Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.

60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)

Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égal au plus élevé des deux (effet de masque).

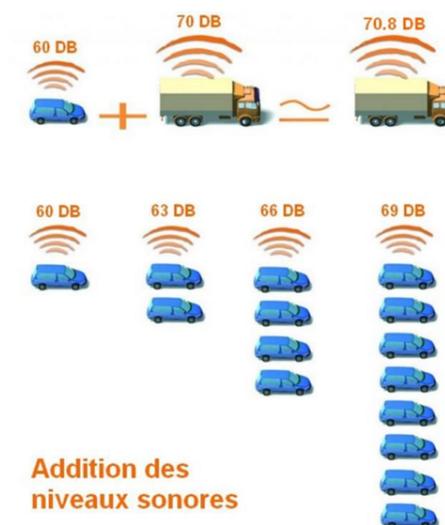


FIGURE 47 : ARITHMETIQUE DU DECIBEL

3.1.1.6 - Échelle de bruit

L'échelle suivante permet de comparer les niveaux sonores rencontrés en milieu intérieur et extérieur.

Les niveaux de pression acoustique dans l'environnement extérieur s'étagent entre 30 et 35 dB(A) pour les nuits très calmes à la campagne. Les niveaux de bruit généralement rencontrés en zone urbaine sont situés dans une plage de 55 à 85 dB(A).

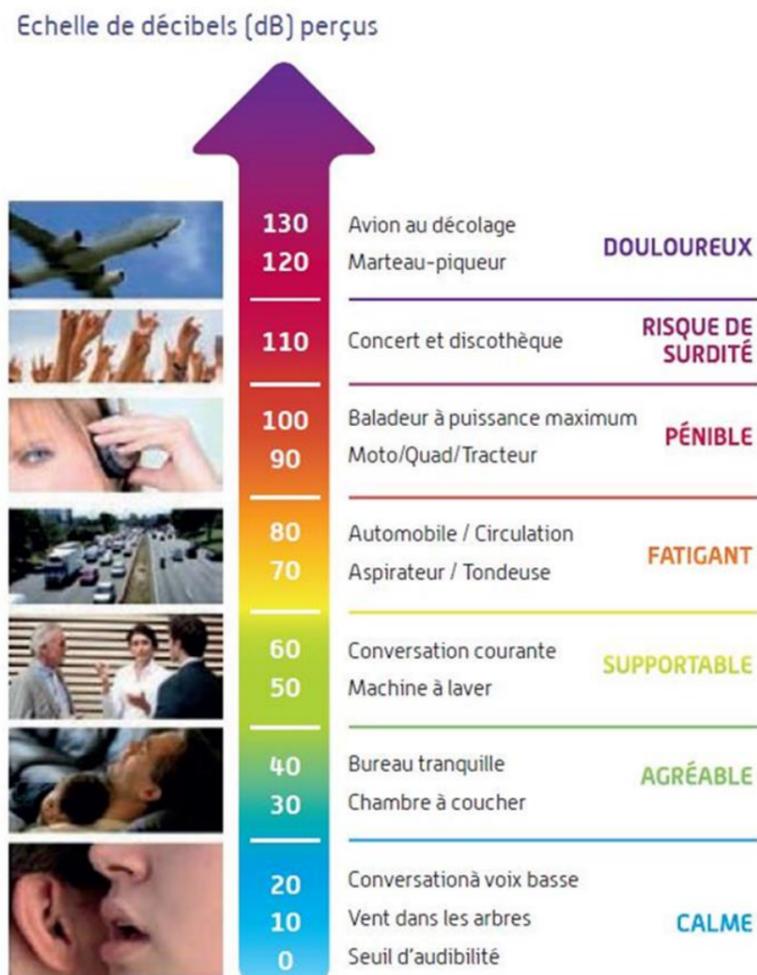


FIGURE 48 : ECHELLE DES NIVEAUX SONORES.

3.1.1.7 - Relation entre niveau sonore et sensation auditive

La sensation auditive ne varie pas de manière linéaire avec la variation du niveau sonore. Ainsi, une différence de 3 dB (énergie sonore multipliée par deux) sera perceptible mais il faudra un écart de 10 dB (énergie sonore multipliée par 10) pour avoir l'impression d'un bruit deux fois plus fort.

La relation entre niveau sonore et sensation auditive est précisée dans le tableau suivant :

Augmentation du niveau sonore (à signal sonore identique) de :	Multiplication de l'énergie sonore par :	Impression sonore
3 dB	2	On fait la différence entre deux lieux où le niveau diffère de 3 dB, mais il faut tendre l'oreille.
5 dB	3	On ressent une aggravation ou on constate une amélioration lorsque le bruit augmente ou diminue de 5 dB.
10 dB	10	Comme si le bruit était 2 fois plus fort.
20 dB	100	Comme si le bruit était 4 fois plus fort. Une variation de 20 dB peut réveiller ou distraire l'attention.
50 dB	100 000	Comme si le bruit était 30 fois plus fort. Une variation brutale de 50 dB fait sursauter.

TABLEAU 13 : RELATION ENTRE EVOLUTION DES NIVEAUX SONORES ET RESENTI

Notons que l'oreille humaine ne peut percevoir de différence d'intensité pour des écarts inférieurs à 2 dB(A).

3.1.1.8 - Indicateurs réglementaires pour les infrastructures de transports

Les niveaux de bruit dans l'environnement varient constamment, ils ne peuvent donc être décrits aussi simplement qu'un bruit continu.

Afin de les caractériser simplement le niveau équivalent est utilisé, exprimé en dB(A), noté LAeq, qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

Il est défini par la formule suivante, pour une période T :

$$LA_{eq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

Où le LAeq,T est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t1 et se termine à t2.

p0 est la pression acoustique de référence (20 µPa).

pA(t) est la pression acoustique instantanée pondérée A.

Les indicateurs actuels de la réglementation française relative au bruit des infrastructures de transports terrestres sont les suivants :

- le LAeq(6h-22h) pour la période diurne ;
- le LAeq(22h-6h) pour la période nocturne.

Les indicateurs LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) représentent les niveaux d'exposition sonore de jour et de nuit. Ils constituent les indicateurs sur lesquels des objectifs acoustiques réglementaires sont définis pour le bruit des infrastructures de transports terrestres.

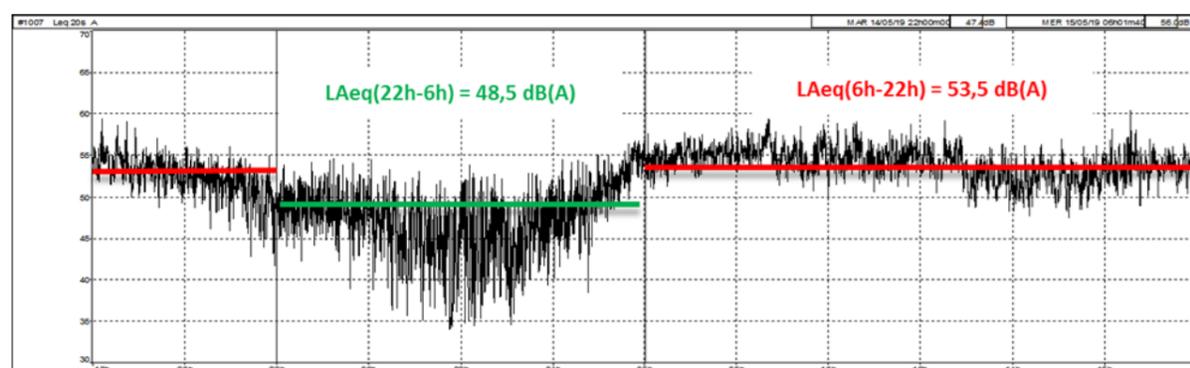


FIGURE 49 : REPRESENTATION DE L'EVOLUTION TEMPORELLE D'UN BRUIT ROUTIER ET DES NIVEAUX SONORES LAEQ

Outre ces deux indicateurs, la directive européenne n°2002/49/CE du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement, transposée en droit français par le décret n°2006-361, introduit les indicateurs complémentaires L_{den} et L_{night} :

- L'indicateur L_{den} décrit un niveau de bruit moyen sur une durée de 24 heures qui intègre, avec des pondérations, les niveaux perçus de jour, de soirée et de nuit (day – evening – night).
- L'indicateur L_{night} (ou L_n) décrit le niveau de bruit moyen perçu en période de nuit.

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left(\frac{12}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(6h-18h)}{10}} + \frac{4}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(18h-22h)+5}{10}} + \frac{8}{24} \cdot 10^{\frac{LAeq(22h-6h)+10}{10}} \right) - 3dB$$

Où

$$LAeq(22h-6h) = L_{night} + 3$$

La mesure ou le calcul des niveaux de bruit, selon ces deux indicateurs européens, doit être réalisé sans tenir compte de la dernière réflexion acoustique en façade.

3.1.2 - Mesures de réduction du bruit

Pour les bâtiments sensibles présentant des dépassements de seuils, les solutions de réduction du bruit sont recherchées, dans un premier temps, sur le chemin de propagation du bruit par interposition d'écrans ou merlons acoustiques.

La solution du traitement sonore doit prendre en considération plusieurs éléments, tels que les contraintes de terrain, l'efficacité de la protection, le nombre d'habitants protégés par l'écran ou le merlon, les situations d'expositions sonores multiples....

Par la suite, si cette solution n'est pas viable techniquement, elle est remplacée par des aménagements d'isolations de façades. La solution de réduction du bruit par isolation de façade permet de pallier aux points faibles de la façade.

3.1.2.1 - Ecrans et merlons acoustiques

Les deux types de protections couramment mises en œuvre sont les suivants :

- les écrans acoustiques ;
- les merlons. Il s'agit de modelés de terre formant une barrière naturelle entre l'infrastructure et les habitations.

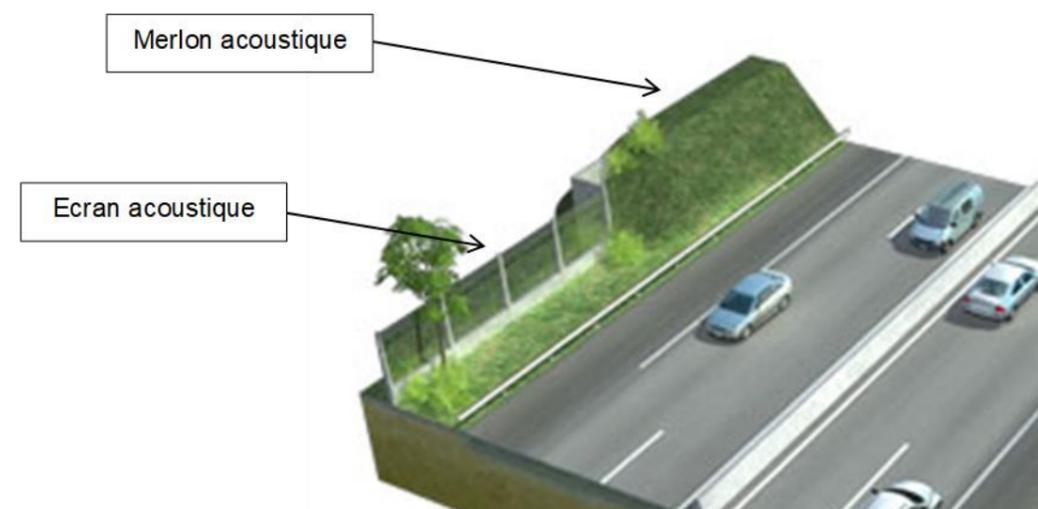


FIGURE 50 : EXEMPLE D'ILLUSTRATION DE PROTECTIONS A LA SOURCE - (SOURCE : DREAL AUVERGNE-RHONE-ALPES, 2014)

L'efficacité d'une protection à la source est conditionnée par ses caractéristiques géométriques :

- son implantation : l'atténuation est d'autant plus forte que l'écran est proche de la source ;
- sa hauteur : l'atténuation est plus forte à proximité du sol qu'en hauteur ;
- sa longueur : doit être suffisamment importante pour masquer la route vue depuis les habitations (ce qui peut revenir à plusieurs centaines de mètres d'écran pour un seul bâtiment à protéger).

Lorsque les habitations sont proches des voies, cette configuration nécessite une grande hauteur d'écran pour obtenir une efficacité acoustique suffisante. Ceci est d'autant plus vrai lorsque que les bâtiments à protéger comportent de nombreux étages.

3.1.2.2 - Parements absorbants

Afin d'atténuer l'énergie acoustique rayonnée à la sortie d'un tunnel ou au niveau d'une tranchée ouverte, il est possible d'équiper les parois de ces ouvrages de matériaux absorbants avec un revêtement constitué d'éléments en béton bois ou en tôle perforée abritant une laine minérale.

Ce type de traitement absorbant peut être mis en œuvre sur un linéaire de quelques dizaines de mètres en sortie de tunnel jusqu'à la totalité de l'ouvrage pour une tranchée ouverte.



FIGURE 51 : EXEMPLE DE PAREMENTS ABSORBANTS - (SOURCE : MICE)

3.1.2.3 - Revêtement de chaussée

L'influence du revêtement de chaussée sur le bruit de « roulement » émis par les véhicules a fait l'objet de nombreuses mesures dont les résultats ont permis de distinguer trois grandes catégories de revêtements en fonction de leur performance acoustique :

- Les revêtements bruyants (catégorie R3) ;
- Les revêtements intermédiaires (catégorie R2) ;
- Les revêtements peu bruyants (catégorie R1).

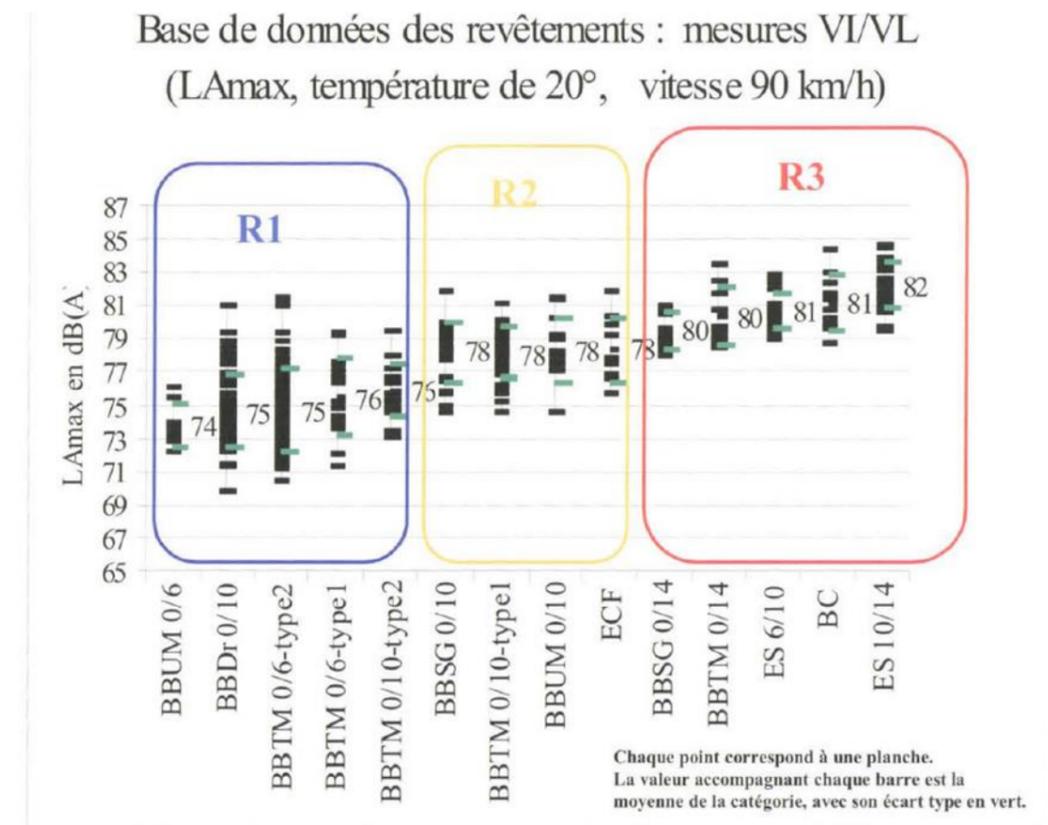


FIGURE 52 : CLASSEMENT DE REVETEMENTS DE CHAUSSEES EN 3 CATEGORIES DE PERFORMANCES ACOUSTIQUES - (SOURCE : SETRA)

La mise en œuvre d'enrobé peu bruyant à « haute performance », de type Béton Bitumineux Très Minces (BBTM 0/6) peut permettre des réductions significatives des niveaux sonores émis, de l'ordre de -3 à -5 dB(A) par rapport à un enrobé classique (BBSG 0/10).

Cependant, les performances des enrobés acoustiques se détériorent avec l'âge du revêtement et sont moins importantes en milieu urbain, où les vitesses de circulation sont plus faibles, et où le bruit mécanique (bruit « moteur ») a une part plus importante dans l'émission sonore des véhicules.

Pour ces raisons, la mise en œuvre de revêtements de chaussée dits « peu bruyants » est généralement proposée comme une action complémentaire aux autres mesures de protections acoustiques.

3.1.2.4 - Le traitement acoustique des façades

La solution de réduction du bruit par isolation de façade permet de pallier aux points faibles du bâtiment. En revanche, c'est une solution individuelle qui n'apporte pas de solution pour les espaces extérieurs et reste efficace uniquement fenêtres fermées.

L'isolation de façade consiste, en règle générale, à remplacer les fenêtres existantes par des fenêtres acoustiques plus performantes. Toutes les fenêtres d'une même pièce doivent être changées afin d'assurer l'homogénéité du traitement. Dans certains cas, il est possible de conserver la partie dormante de la menuiserie (rénovation).

L'article 4 de l'arrêté du 5 mai 1995 précise la règle à appliquer pour le calcul de l'objectif d'isolement acoustique contre les bruits extérieurs, dans le cas où un traitement du bâti est nécessaire.

L'isolement acoustique standardisé pondéré contre les bruits extérieurs, $D_{nT,A,tr}$ sera tel que :

$$D_{nT,A,tr} = LA_{eq} \text{ calculé} - Obj + 25,$$

Où :

- LA_{eq} est la contribution sonore de l'infrastructure routière après travaux, et
- Obj la contribution sonore maximale admissible.

Il est retenu comme exigence d'isolement la valeur la plus contraignante calculée, soit celle de jour ou celle de nuit. Pour les locaux d'habitation, la valeur de cet isolement devra être respectée pour les pièces principales (pièces à vivre) et les cuisines.

Quand l'application de cette règle conduit à procéder effectivement à des travaux d'isolation de façade, l'isolement résultant ne devra pas être inférieur à 30 dB.

Ces dispositions s'appliquent aux :

- bâtiments d'habitation,
- établissements d'enseignement,
- bâtiments de santé, de soins et d'action sociale,
- bâtiments d'hébergement à caractère touristique,
- locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance préexistante modérée.

Ne sont pas concernés :

- les bâtiments industriels ou commerciaux,
- les ateliers bruyants et locaux sportifs.

Les fenêtres à double vitrage intégrant des composants verriers d'épaisseur différentes (vitrage asymétrique) permettent d'obtenir des indices d'affaiblissement compris entre 30 et 35 dB. Les fenêtres à triples vitrages, ou doubles vitrages avec feuilletés acoustiques, permettent d'obtenir des affaiblissements supérieurs à 35 dB(A).

Fenêtre	Epaisseur	Indice d'affaiblissement acoustique	
Double vitrage	4(6)4	Rw = 30 dB	
	8(10)8	Rw = 34 dB	
	4(6)6	Rw = 34 dB	
	4(6)10	Rw = 35 dB	
Double vitrage avec feuilleté	8*(12)8	Rw = 40 dB	
	8*(12)10	Rw = 41 dB	
	8*(20)11*	Rw = 47 dB	
	* vitrage feuilleté composé de deux couches de vitrage de 4 ou 5 mm séparées par une couche de résine ou de PVB de 1 mm		

FIGURE 53 : EXEMPLES D'INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE DE L'ENSEMBLE FENETRE + VITRAGE (SOURCE : GUIDE DU CERTU « ISOLATION ACOUSTIQUE DES FAÇADES JUILLET 2003)

Parallèlement au remplacement des fenêtres, il est également important de traiter les autres points faibles de la façade susceptibles de transmettre de manière importante les bruits extérieurs.

Ces transmissions parasites peuvent être localisées au niveau des entrées d'airs, des coffres de volets roulants, de la liaison entre maçonnerie et fenêtre, de trous dans la paroi.

Traiter les transmissions parasites permet d'obtenir une amélioration du confort sonore perceptible pour des coûts limités. En revanche, oublier de les traiter en réalisant des travaux plus importants aura pour effet de limiter fortement le renforcement recherché.

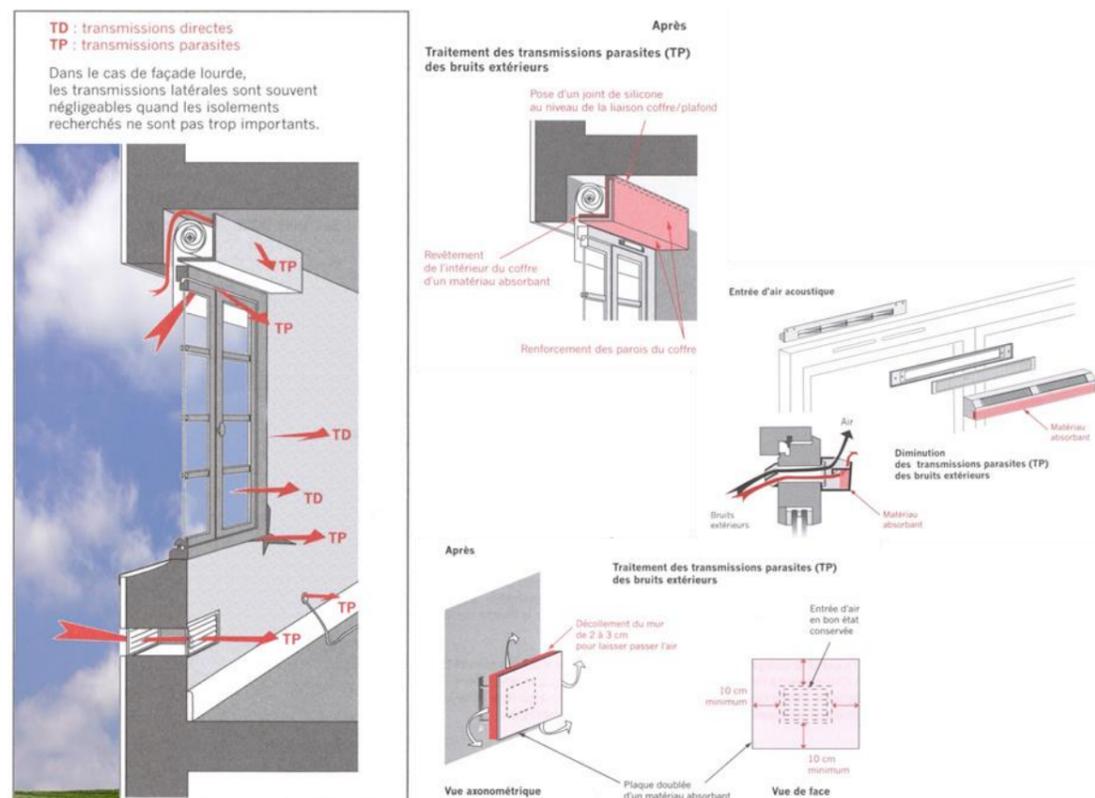


FIGURE 54 : EXEMPLES DE TRAITEMENTS DES TRANSMISSIONS PARASITES (SOURCE : ACOUSTIQUE ET REHABILITATION – AMELIORER LE CONFORT SONORE DANS L'HABITAT EXISTANT)

Dans de rares cas, des interventions au niveau des parois opaques (murs, toitures) peuvent être également envisagées (doublage intérieur ou extérieur des façades avec des matériaux isolants).

Le traitement acoustique des façades peut nécessiter de repenser la ventilation des logements anciens et de prévoir une climatisation pour la période estivale.

3.1.3 - Textes réglementaires

Les articles L 571-1 à L571-26 du livre V du Code de l'Environnement constituent le cadre de référence pour la prévention des nuisances subies par les riverains des infrastructures de transports terrestres. Cette loi se décompose essentiellement en trois volets :

1. Traitement du bruit créé par un projet d'aménagement d'infrastructure modifiée : tout projet doit intégrer les protections par rapport au bruit qu'il génère,
2. Classement des voies bruyantes : toute nouvelle habitation construite à proximité d'une infrastructure bruyante doit « s'auto-protéger » par des isolements inscrits dans le PLU,
3. Résorption des Points Noirs Bruit : traitement des zones bruyantes existantes.

3.1.3.1 - Infrastructure routière Nouvelle ou Modifiée

Les dispositions réglementaires relatives aux infrastructures de transports terrestres, nouvelles ou faisant l'objet de modifications, visent à éviter que le fonctionnement de ces infrastructures ne crée des nuisances sonores excessives.

Pour ce faire, elles définissent les niveaux de bruit maximaux admissibles au-delà desquels les bâtiments les plus sensibles situés aux abords de ces infrastructures, ne doivent être exposés.

Le principe général de loi est fixé dans l'article L571-9 du Code de l'Environnement et demande à ce que les nuisances sonores soient prises en compte lors de la conception, l'étude et la réalisation des aménagements des infrastructures de transports terrestres.

L'article R571-44 du Code de l'Environnement précise que la conception, l'étude et la réalisation d'une infrastructure de transports terrestres nouvelle sont accompagnées de mesures destinées à éviter que le fonctionnement de l'infrastructure ne crée des nuisances sonores excessives.

L'article R571-47 du Code de l'Environnement précise que la potentialité de gêne due au bruit d'une infrastructure de transports terrestres est caractérisée par des indicateurs qui prennent en compte les nuisances sonores des périodes représentatives de la gêne des riverains de jour et de nuit. Pour chacune de ces périodes, des niveaux maxima admissibles pour la contribution sonore de l'infrastructure sont définis en fonction de la nature des locaux, de leur mode d'occupation, et du niveau sonore préexistant.

L'article R571-51 du Code de l'Environnement précise que le Maître d'Ouvrage n'est tenu de protéger que les bâtiments « antérieurs » à l'infrastructure nouvelle ou modifiée.

« Le maître d'ouvrage de travaux de construction, de modification ou de transformation significative d'une infrastructure de transports terrestres n'est pas tenu de prendre les mesures prévues à l'article R. 571-44 à l'égard des bâtiments voisins de cette infrastructure dont la construction a été autorisée après l'intervention de l'une des mesures suivantes :

1° Publication de l'acte décidant l'ouverture d'une enquête publique portant sur le projet d'infrastructure, en application de l'article L. 11-1 du Code de l'Expropriation pour cause d'utilité publique ou des articles R. 123-1 à R. 123-33 du présent code ;

2° Mise à disposition du public de la décision, ou de la délibération, arrêtant le principe et les conditions de réalisation d'un projet d'infrastructure, au sens du « a » du 2° de l'article R. 121-3 du Code de l'Urbanisme, dès lors que cette décision ou cette délibération, prévoit les emplacements qui doivent être réservés dans les documents d'urbanisme opposables ;

3° Inscription du projet d'infrastructure en emplacement réservé dans un plan local d'urbanisme, un plan d'occupation des sols, un plan d'aménagement de zone ou un plan de sauvegarde et de mise en valeur, opposable ;

4° Mise en service de l'infrastructure ;

5° Publication des arrêtés préfectoraux portant classement de l'infrastructure et définition des secteurs affectés par le bruit situés à son voisinage, pris en application de l'article L. 571-10 du présent Code. »

L'article R571-52 du Code de l'Environnement précise que ces dispositions s'appliquent soit aux infrastructures nouvelles et aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante soumises à une enquête publique, soit lorsqu'elles ne font pas l'objet d'une enquête publique, aux modifications ou transformations significatives d'une infrastructure existante.

Pour le réseau existant non affecté par les travaux mentionnés ci-dessus, le législateur a également prévu des dispositifs de rattrapage pour protéger les riverains de niveaux de bruit excessifs : ce sont les opérations de rattrapage de Point Noir du Bruit (PNB) sur le réseau national.

■ **Création de voie nouvelle**

L'arrêté du 5 mai 1995 et la circulaire n° 97-110 du 12 décembre 1997 définissent les niveaux sonores maximaux admissibles pour chacun des deux types d'aménagement.

L'article 2 de l'arrêté du 5 mai 1995 définit les valeurs limites à ne pas dépasser lors de la création d'une nouvelle infrastructure.

Ces seuils sont fonction de :

- l'usage et de la nature des locaux étudiés ;
- l'ambiance sonore préexistante.

Les objectifs réglementaires sont synthétisés dans le tableau suivant :

Usage et nature des locaux	LAeq (6h-22h)	LAeq (22h-6h)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée de nuit	65 dB(A)	55 dB(A)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante non modérée	65 dB(A)	60 dB(A)
Etablissement de santé, de soins, d'action sociale *	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissement d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	65 dB(A)	sans objet
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	sans objet

* Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 57 dB(A) sur la période 6h-22h.

TABLEAU 14 : OBJECTIFS REGLEMENTAIRES – CREATION D'INFRASTRUCTURE ROUTIERE

La définition du critère d'ambiance sonore modérée est la suivante :

« Une zone est dite d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant existant avant la construction de la voie nouvelle, à deux mètres en avant des façades des bâtiments, est tel que LAeq (6 heures-22 heures) est inférieur à 65 dB(A) et LAeq (22 heures-6 heures) est inférieur à 60 dB(A). »

L'application de cette démarche conduit au tableau suivant :

Bruit ambiant existant avant travaux (toutes sources) en dB(A)		Ambiance sonore préexistante à considérer
LAeq (6-22h)	LAeq (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
> 65 dB(A)	> 60 dB(A)	Non modérée

TABLEAU 15 : DEFINITION DES SEUILS D'AMBIANCE SONORE PREEXISTANTE

Une zone est qualifiée d'ambiance sonore modérée si une grande partie des niveaux de bruit ambiant, en façade des logements, respecte les critères définis ci-dessus. L'appréciation de ce critère d'ambiance sonore est à rechercher pour des zones homogènes du point de vue de l'occupation des sols et non pas par façade de bâtiment.

■ **Transformation significative de voie existante**

L'article R571-45 du Code de l'Environnement précise la notion de modification ou transformation significative d'une infrastructure existante :

« Est considérée comme significative, au sens de l'article R. 571-44, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs autres que ceux mentionnés à l'article R. 571-46, 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 R. 571-47, serait supérieure de plus de 2 dB (A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou cette transformation. »

L'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières définit dans son article 3 les prescriptions à respecter dans le cas de transformation significative d'une infrastructure existante :

« Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, (...) 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 (cf. §3.1.1), elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux ;
- dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne ».

3.1.3.2 - Infrastructures routières existantes

■ Classement sonore des infrastructures

Les articles R571-32 à R571-43 du livre V du Code l'Environnement, imposent un recensement et le classement, par le préfet, des infrastructures des transports terrestres en cinq catégories. L'arrêté du 23 juillet 2013, modifiant l'arrêté du 30 mai 1996 définit les modalités de classement des infrastructures de transports terrestres :

Catégorie de classement de l'infrastructure	Niveau sonore de référence LAeq (6h-22h) en dB(A)	Niveau sonore de référence LAeq (22h-6h) en dB(A)	Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	LAeq >81 dB(A)	LAeq >76 dB(A)	d=300m
2	76 dB(A) < LAeq ≤ 81 dB(A)	71 dB(A) < LAeq ≤ 76 dB(A)	d=250m
3	70 dB(A) < LAeq ≤ 76 dB(A)	65 dB(A) < LAeq ≤ 71 dB(A)	d=100m
4	65 dB(A) < LAeq ≤ 70 dB(A)	60 dB(A) < LAeq ≤ 65 dB(A)	d=30m
5	60 dB(A) < LAeq ≤ 65 dB(A)	55 dB(A) < LAeq ≤ 60 dB(A)	d=10m

TABEAU 16 : MODALITES DE CLASSEMENT DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES (ARRETE DU 23 JUILLET 2013)

Le classement sonore des infrastructures de transport terrestre permet de déterminer :

- les secteurs affectés par le bruit de l'infrastructure considérée ;
- les valeurs d'isolement acoustique que les constructeurs sont tenus de prendre en compte pour la construction de nouveaux bâtiments (bureaux, habitations,...) dans ces secteurs affectés par le bruit, de façon à ce que les niveaux sonores à l'intérieur soient conformes à la réglementation (arrêtés du 23 juillet 2013 et du 3 septembre 2013).

Ce classement ne préjuge pas des niveaux sonores en façade des habitations, qui doivent être mesurés ou modélisés dans le cas de la réalisation d'un projet.

Le classement sonore des infrastructures entraîne des contraintes de construction et non d'urbanisme. Il n'a pas pour effet de rendre inconstructibles des terrains, mais, à l'intérieur des secteurs que le classement définit, les constructeurs doivent respecter des règles de confort acoustique pour parvenir à limiter le niveau de bruit à l'intérieur des constructions. Pour les logements, l'isolement acoustique minimum est déterminé selon l'arrêté du 3 septembre 2013.

■ Résorption des points noirs du bruit des transports terrestres

La résorption des points noirs du bruit est encadrée l'article 41 de la loi n°2009-967 du 3 août 2009, dite loi Grenelle 1.

« Les points noirs du bruit seront inventoriés. Les plus préoccupants pour la santé feront l'objet d'une résorption dans un délai maximal de sept ans. Afin d'atteindre cet objectif, l'Etat augmentera ses financements et négociera un accroissement des moyens consacrés à la lutte contre le bruit des infrastructures avec les collectivités territoriales et les opérateurs des transports routiers et ferroviaires. »

La définition des Points Noirs du Bruit (PNB) est donnée par l'article D 571-54 du code de l'environnement, l'arrêté du 3 mai 2002, ainsi que la circulaire du 25 mai 2004.

Article D571-54 : « Sont considérés comme points noirs du bruit des réseaux routier et ferroviaire nationaux les bâtiments d'habitation et les établissements d'enseignement, de soins, de santé et d'action sociale répondant à des critères acoustiques et d'antériorité fixés par arrêté conjoint des ministres chargés, respectivement, du budget, des transports, du logement et de l'environnement. »

3.1.3.3 - Critères acoustiques

Un bâtiment peut être qualifié de Point Noir du Bruit si les niveaux sonores mesurés en façade dépassent les valeurs limites suivantes :

Valeurs limites relatives aux contributions sonores dB(A) en façade (si une seule de ces valeurs est dépassée, le bâtiment peut-être qualifié de point noir)			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV + Voie ferrée conventionnelle
LAeq(6h-22h)	70	73	73
LAeq(22h-6h)	65	68	68
Lden	68	73	73
Lnight	62	65	65

TABEAU 17 : VALEURS LIMITES DES PNB (CIRCULAIRE DU 25 MAI 2004)

3.1.3.4 - Critères d'antériorité

Sont considérés comme satisfaisant aux conditions d'antériorité requises pour être qualifiés de points noirs du bruit du réseau national des transports terrestres, les bâtiments sensibles suivants :

- les locaux d'habitation dont la date d'autorisation de construire est antérieure au 6 octobre 1978 ;
- les locaux d'habitation dont la date d'autorisation de construire est postérieure au 6 octobre 1978 tout en étant antérieure à l'intervention de toutes les mesures visées à l'article 9 du décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 et concernant les infrastructures des réseaux routier et ferroviaire nationaux auxquelles ces locaux sont exposés ;
- les locaux des établissements d'enseignement, de soins, de santé et d'action sociale dont la date d'autorisation de construire est antérieure à la date d'entrée en vigueur de l'arrêté préfectoral les concernant pris en application de l'article L. 571-10 du code de l'environnement.

Lorsque les locaux d'habitation, d'enseignement, de soins, de santé ou d'action sociale ont été créés dans le cadre de travaux d'extension ou de changement d'affectation d'un bâtiment existant, l'antériorité doit être recherchée pour ces locaux en prenant comme référence leur date d'autorisation de construire et non celle du bâtiment d'origine.

3.1.3.5 - Objectifs acoustiques de résorption des Points Noirs du Bruit

Dans le cadre d'une action de résorption d'une situation de point noir bruit, les objectifs en termes de niveaux sonores à 2 m en avant des façades sont les suivants :

Objectifs acoustiques relatifs aux contributions sonores dans l'environnement après actions de réduction du bruit à la source			
Indicateurs de bruit	Route et/ou LGV	Voie ferrée conventionnelle	Cumul Route et/ou LGV + Voie ferrée conventionnelle
L _{Aeq} (6h-22h)	65	68	68
L _{Aeq} (22h-6h)	60	63	63
L _{Aeq} (6h-18h)	65	-	-
L _{Aeq} (18h-22h)	65	-	-

TABEAU 18 : OBJECTIFS RELATIFS AUX CONTRIBUTIONS SONORES DANS L'ENVIRONNEMENT APRES ACTIONS DE REDUCTION DU BRUIT A LA SOURCE (CIRCULAIRE DU 25 MAI 2004)

3.1.4 - Recommandations de l'OMS

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'appuie sur le corpus d'études épidémiologiques menées par diverses équipes de recherche pour évaluer les risques sanitaires du bruit et recommander des valeurs guide au-delà desquelles l'exposition répétée est susceptible de présenter un risque pour la santé.

Ces valeurs guides sont mises à jour régulièrement en fonction de l'avancée des connaissances et les dernières lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement ont été publiées en octobre 2018.

Le principal objectif de ces lignes directrices est d'offrir des recommandations pour convenir à la formulation de politiques susceptibles de protéger la santé humaine de l'exposition au bruit provenant de diverses sources environnementales.

Elles concernent la Région européenne de l'OMS et procurent aux États membres des orientations compatibles avec les indicateurs de bruit mentionnés dans la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil.

Ainsi, les indicateurs d'exposition L_{den} et L_{night} réfèrent à des mesures de bruit pour la façade la plus exposée, à l'extérieur, et reflètent une exposition de longue durée.

Des recommandations spécifiques ont été formulées en ce qui concerne le bruit dû au trafic routier, ferroviaire et aérien, aux éoliennes et aux loisirs.

Les recommandations sont classées en deux catégories : forte ou conditionnelle.

- Une recommandation forte peut être adoptée dans la plupart des situations en guise de politique ;
- Quant à la recommandation conditionnelle, elle nécessite un processus d'élaboration de politique, comportant un débat substantiel et impliquant divers acteurs.

En ce qui concerne le bruit routier, les recommandations de l'OMS sont de 53 dB(A) L_{den} et de 45 dB(A) L_n, et doivent être considérées comme des objectifs à atteindre pour limiter au maximum les effets néfastes du bruit sur les populations.

3.1.5 - Données d'entrée

3.1.5.1 - Modèle acoustique

Le logiciel utilisé pour la modélisation acoustique de la zone d'étude est le logiciel MithraSIG – version 5.5.1.22183 - intégrant la NMPB 2008 (normalisée selon la norme NF S 31-133 de février 2011).

Ce logiciel répond aux recommandations des guides suivants du SETRA :

- « Prévision du bruit routier - Calculs des émissions sonores dues au trafic routier (édition de juin 2009) »;
- « Prévision du bruit routier - Méthode de calcul de propagation du bruit incluant les effets météorologiques (NMPB 2008) ».

Les modèles réalisés pour le dossier d'étude d'impact par le bureau d'étude EGIS sont repris afin d'y intégrer les nouvelles hypothèses de trafic et de calculer les niveaux sonores à la mise en service (2030) et 20 ans après (2050).

Ces derniers ont été réalisés à partir des relevés géomètres, complétés par la BDtopo de l'IGN, et ont fait l'objet d'un calage à partir de mesures acoustiques réalisées en 2018.

Les calculs tiennent compte :

- des émissions sonores de la route qui sont calculées en fonction des paramètres de trafics (nombre de véhicules, pourcentage PL, vitesse...) sur la période considérée ;
- de la propagation acoustique en trois dimensions selon les configurations des voies (en déblai, en remblai, au terrain naturel, en trémie, viaduc), de l'exposition des bâtiments selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), de la nature du sol et de l'absorption dans l'air ;
- des caractéristiques de l'urbanisme ; les simulations considèrent le bâtiment étudié en présence des autres bâtiments voisins et les effets éventuels de masque ou de réflexion dus aux autres bâtiments ;
- des conditions météorologiques (NMPB 2008).

3.1.5.2 - Paramètres de calculs

Les paramètres de calculs pris en compte dans le logiciel de calcul sont les suivants :

- Mode calcul : NMPB 2008 ;
- Découpage : Jour / Nuit ;
- Type de sol : F (graviers, parking) ;
- Tir géométrique : Rayon ;
- Pas angulaire : 3 ;
- Distance de propagation : 600 m ;
- Nombre de réflexions : 3 ;
- Mode calcul : NMPB 2008 ;
- Bâtiments réfléchissants ;
- Revêtement de chaussée : catégorie R2 ;
- Prise en compte des effets météorologiques : Evreux;

Vitesses de circulation : 50 km/h sur la RD 920 et sur les autres axes (hors périphérique à 70 km/h).

3.1.6 - Tableaux de résultats

Les cartes ci-après localisent les récepteurs de calculs de la modélisation.

Les tableaux présentent les résultats de calculs pour les horizons 2030 puis 2050.

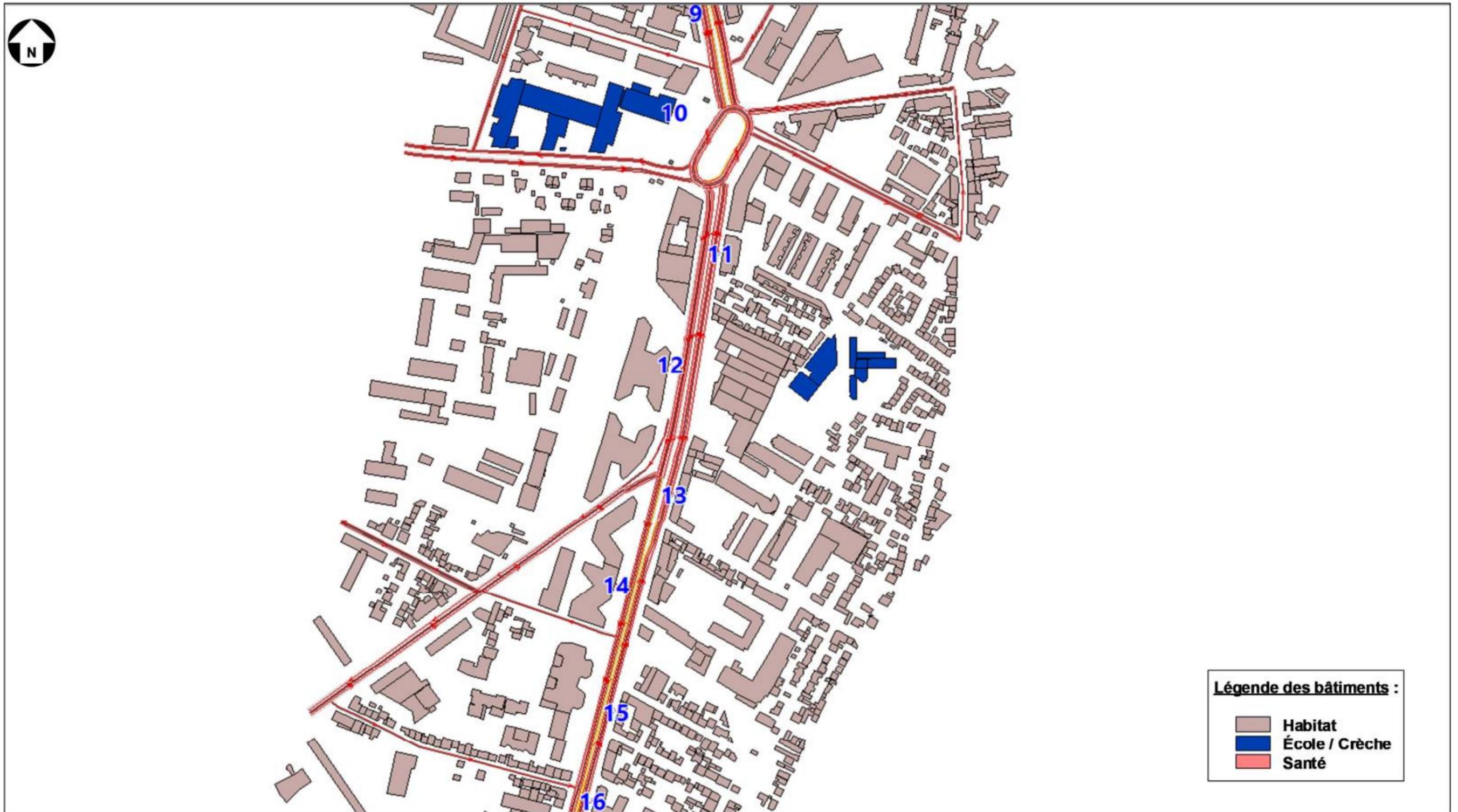
Les deux dernières colonnes présentent l'évolution des niveaux de bruit suite au projet d'aménagement (différence entre les situations « Projet » et « Référence »).

Les récepteurs en situation de Point Noir Bruit sont repérés par des codes couleurs.

CARTE DE LOCALISATION DES RÉCEPTEURS DE CALCULS



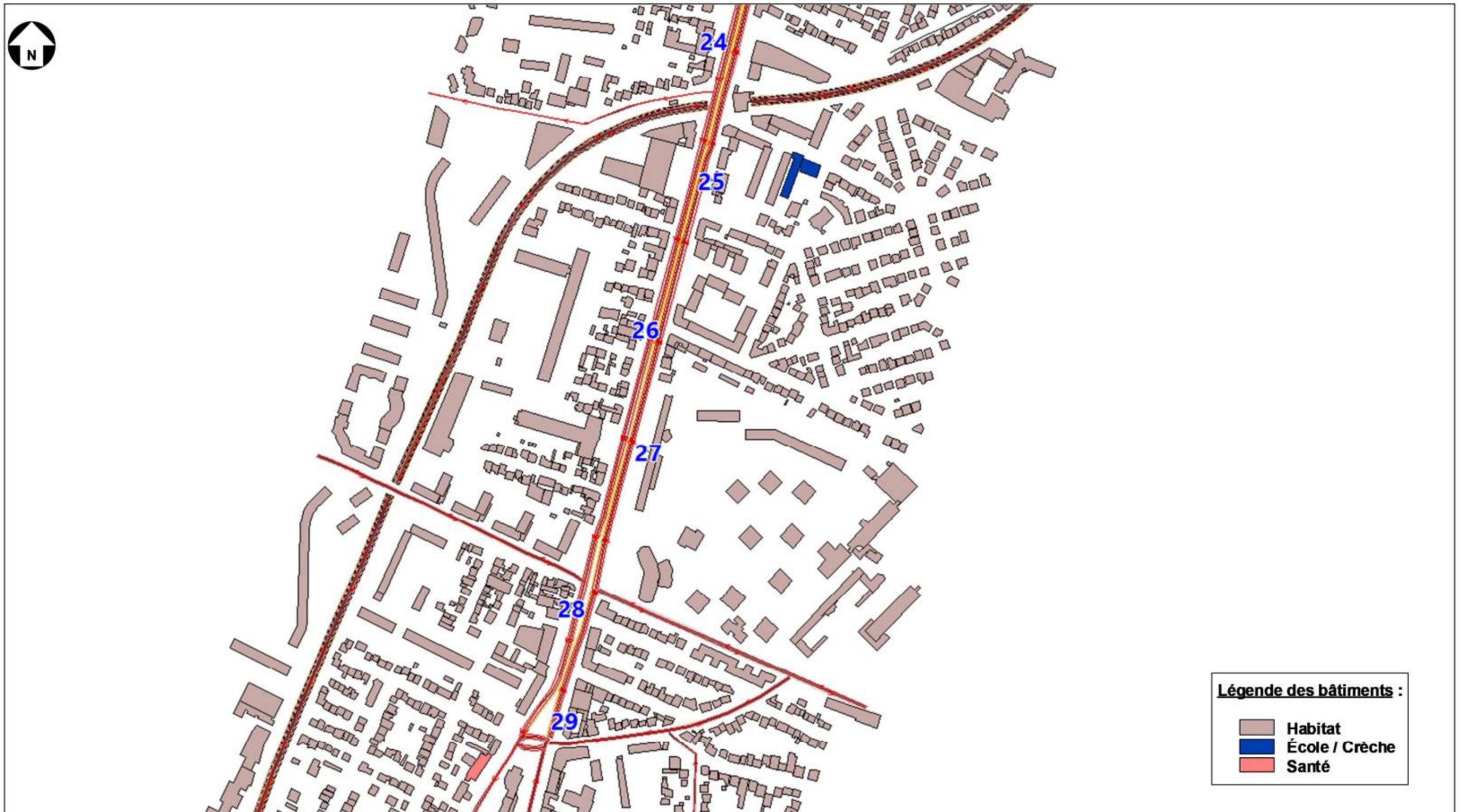
CARTE DE LOCALISATION DES RECEPTEURS DE CALCULS



CARTE DE LOCALISATION DES RECEPTEURS DE CALCULS



CARTE DE LOCALISATION DES REPECTEURS DE CALCUL



3.1.6.1 - Horizon 2030

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
		L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	L _{Aeq} (6h-22h) en dB(A)	L _{Aeq} (22h-6h) en dB(A)	L _{den}	L _{night}	Période diurne (6h-22h)	Période nocturne (22h-6h)
1	8	71	65,5	70,9	62,5	71,8	66,3	71,7	63,3	71,8	66,3	71,7	63,3	0,0	0,0
1	7	71	65,5	70,9	62,5	71,9	66,5	71,9	63,5	72	66,5	71,9	63,5	0,1	0,0
1	6	71	65,5	70,9	62,5	72	66,6	72,0	63,6	72,1	66,6	72,0	63,6	0,1	0,0
1	5	71	66	71,2	63,0	72,1	66,6	72,0	63,6	72,3	66,8	72,2	63,8	0,2	0,2
1	4	71,5	66	71,4	63,0	72,2	66,7	72,1	63,7	72,4	66,9	72,3	63,9	0,2	0,2
1	3	71,5	66	71,4	63,0	72,3	66,8	72,2	63,8	72,5	67	72,4	64,0	0,2	0,2
1	2	71,5	66	71,4	63,0	72,3	66,8	72,2	63,8	72,6	67,1	72,5	64,1	0,3	0,3
1	1	71,5	66	71,4	63,0	72,3	66,8	72,2	63,8	72,6	67,2	72,6	64,2	0,3	0,4
1	RDC	71,5	66	71,4	63,0	72,3	66,9	72,3	63,9	72,5	67,1	72,5	64,1	0,2	0,2
2	4	72	66,5	71,9	63,5	73,2	67,7	73,1	64,7	72	66,5	71,9	63,5	-1,2	-1,2
2	3	72,5	67	72,4	64,0	73,7	68,1	73,6	65,1	72,2	66,7	72,1	63,7	-1,5	-1,4
2	2	73	67,5	72,9	64,5	74,1	68,6	74,0	65,6	72,3	66,8	72,2	63,8	-1,8	-1,8
2	1	73,5	68	73,4	65,0	74,6	69,1	74,5	66,1	72,5	67	72,4	64,0	-2,1	-2,1
2	RDC	74	68,5	73,9	65,5	75,3	69,8	75,2	66,8	72,5	67,1	72,5	64,1	-2,8	-2,7
3	9	71	65,5	70,9	62,5	72,1	66,7	72,1	63,7	71,6	66,1	71,5	63,1	-0,5	-0,6
3	8	71,5	66	71,4	63,0	72,5	67	72,4	64,0	71,9	66,4	71,8	63,4	-0,6	-0,6
3	7	72	66,5	71,9	63,5	72,8	67,3	72,7	64,3	72,2	66,7	72,1	63,7	-0,6	-0,6
3	6	72	66,5	71,9	63,5	73,1	67,6	73,0	64,6	72,5	67	72,4	64,0	-0,6	-0,6
3	5	72,5	67	72,4	64,0	73,5	68	73,4	65,0	72,8	67,3	72,7	64,3	-0,7	-0,7
3	4	73	67,5	72,9	64,5	73,8	68,3	73,7	65,3	73,1	67,6	73,0	64,6	-0,7	-0,7
3	3	73,5	68	73,4	65,0	74,2	68,6	74,1	65,6	73,4	67,9	73,3	64,9	-0,8	-0,7
3	2	73,5	68	73,4	65,0	74,4	68,9	74,3	65,9	73,6	68,1	73,5	65,1	-0,8	-0,8
3	1	74	68,5	73,9	65,5	74,7	69,2	74,6	66,2	73,7	68,2	73,6	65,2	-1,0	-1,0
3	RDC	74	68,5	73,9	65,5	74,8	69,4	74,8	66,4	73,7	68,3	73,7	65,3	-1,1	-1,1
4	9	71,5	66	71,4	63,0	72,5	67	72,4	64,0	71,9	66,4	71,8	63,4	-0,6	-0,6
4	8	72	66,5	71,9	63,5	72,8	67,3	72,7	64,3	72,2	66,7	72,1	63,7	-0,6	-0,6
4	7	72,5	67	72,4	64,0	73,2	67,7	73,1	64,7	72,6	67,1	72,5	64,1	-0,6	-0,6
4	6	72,5	67	72,4	64,0	73,6	68,1	73,5	65,1	72,9	67,4	72,8	64,4	-0,7	-0,7
4	5	73	67,5	72,9	64,5	74,1	68,6	74,0	65,6	73,3	67,8	73,2	64,8	-0,8	-0,8
4	4	73,5	68	73,4	65,0	74,5	69	74,4	66,0	73,7	68,2	73,6	65,2	-0,8	-0,8
4	3	74	68,5	73,9	65,5	74,9	69,4	74,8	66,4	74,1	68,6	74,0	65,6	-0,8	-0,8
4	2	74,5	69	74,4	66,0	75,4	69,9	75,3	66,9	74,4	68,9	74,3	65,9	-1,0	-1,0
4	1	75	69,5	74,9	66,5	75,8	70,3	75,7	67,3	74,7	69,2	74,6	66,2	-1,1	-1,1
4	RDC	75,5	70	75,4	67,0	76,2	70,7	76,1	67,7	74,7	69,2	74,6	66,2	-1,5	-1,5
5	3	73,5	68	73,4	65,0	74,5	69	74,4	66,0	74	68,5	73,9	65,5	-0,5	-0,5
5	2	74	68,5	73,9	65,5	75,1	69,6	75,0	66,6	74,5	69	74,4	66,0	-0,6	-0,6
5	1	75	69,5	74,9	66,5	75,7	70,1	75,6	67,1	74,9	69,5	74,9	66,5	-0,8	-0,6
5	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,9	70,4	75,8	67,4	75	69,5	74,9	66,5	-0,9	-0,9
6	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,9	67,5	72,9	64,5	72	66,5	71,9	63,5	-0,9	-1,0
7	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,8	70,3	75,7	67,3	74,8	69,4	74,8	66,4	-1,0	-0,9
8	6	72,5	67	72,4	64,0	73,1	67,6	73,0	64,6	72,8	67,3	72,7	64,3	-0,3	-0,3
8	5	73	67,5	72,9	64,5	73,5	68	73,4	65,0	73,2	67,7	73,1	64,7	-0,3	-0,3
8	4	73,5	68	73,4	65,0	74	68,5	73,9	65,5	73,7	68,2	73,6	65,2	-0,3	-0,3
8	3	74	68,5	73,9	65,5	74,5	69	74,4	66,0	74,1	68,6	74,0	65,6	-0,4	-0,4
8	2	74	68,5	73,9	65,5	74,9	69,4	74,8	66,4	74,5	69	74,4	66,0	-0,4	-0,4
8	1	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	74,8	69,3	74,7	66,3	-0,5	-0,5
8	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,7	70,2	75,6	67,2	75	69,6	75,0	66,6	-0,7	-0,6
9	5	73	67,5	72,9	64,5	73,6	68,1	73,5	65,1	73,7	68,2	73,6	65,2	0,1	0,1
9	4	73,5	68	73,4	65,0	74,1	68,6	74,0	65,6	74,1	68,6	74,0	65,6	0,0	0,0
9	3	73,5	68	73,4	65,0	74,5	69	74,4	66,0	74,6	69,1	74,5	66,1	0,1	0,1
9	2	74	68,5	73,9	65,5	74,9	69,4	74,8	66,4	75,1	69,6	75,0	66,6	0,2	0,2
9	1	74,5	69	74,4	66,0	75,4	69,9	75,3	66,9	75,6	70,1	75,5	67,1	0,2	0,2
9	RDC	75	69,5	74,9	66,5	75,6	70,1	75,5	67,1	75,7	70,2	75,6	67,2	0,1	0,1

Point Noir Bruit :

- L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)
- L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)
- L_{den} > 68 dB(A)
- L_{night} > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
10	1	68,5	63	68,4	60,0	69,4	63,9	69,3	60,9	69,2	63,7	69,1	60,7	-0,2	-0,2
10	RDC	68,5	63	68,4	60,0	69,2	63,8	69,2	60,8	69	63,6	69,0	60,6	-0,2	-0,2
11	8	72,5	67	72,4	64,0	72,9	67,4	72,8	64,4	72,5	67	72,4	64,0	-0,4	-0,4
11	7	72,5	67	72,4	64,0	73,2	67,7	73,1	64,7	72,8	67,3	72,7	64,3	-0,4	-0,4
11	6	73	67,5	72,9	64,5	73,5	68	73,4	65,0	73,1	67,6	73,0	64,6	-0,4	-0,4
11	5	73,5	68	73,4	65,0	73,9	68,3	73,8	65,3	73,5	68	73,4	65,0	-0,4	-0,3
11	4	73,5	68	73,4	65,0	74,2	68,7	74,1	65,7	73,8	68,3	73,7	65,3	-0,4	-0,4
11	3	74	68,5	73,9	65,5	74,6	69	74,5	66,0	74,2	68,7	74,1	65,7	-0,4	-0,3
11	2	74,5	69	74,4	66,0	75	69,4	74,9	66,4	74,6	69,1	74,5	66,1	-0,4	-0,3
11	1	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	74,9	69,4	74,8	66,4	-0,4	-0,4
11	RDC	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	75	69,5	74,9	66,5	-0,3	-0,3
12	9	70	64,5	69,9	61,5	70,5	65	70,4	62,0	69,9	64,4	69,8	61,4	-0,6	-0,6
12	8	70	64,5	69,9	61,5	70,8	65,3	70,7	62,3	70,2	64,7	70,1	61,7	-0,6	-0,6
12	7	70,5	65	70,4	62,0	71,1	65,7	71,1	62,7	70,6	65,1	70,5	62,1	-0,5	-0,6
12	6	71	65,5	70,9	62,5	71,5	66	71,4	63,0	71	65,5	70,9	62,5	-0,5	-0,5
12	5	71,5	66	71,4	63,0	71,9	66,5	71,9	63,5	71,4	65,9	71,3	62,9	-0,5	-0,6
12	4	71,5	66,5	71,7	63,5	72,3	66,9	72,3	63,9	71,8	66,3	71,7	63,3	-0,5	-0,6
12	3	72	66,5	71,9	63,5	72,7	67,2	72,6	64,2	72,1	66,6	72,0	63,6	-0,6	-0,6
12	2	72,5	67	72,4	64,0	73	67,6	73,0	64,6	72,4	66,9	72,3	63,9	-0,6	-0,7
12	1	72,5	67	72,4	64,0	73,2	67,8	73,2	64,8	72,6	67,1	72,5	64,1	-0,6	-0,7
12	RDC	72,5	67	72,4	64,0	73,3	67,9	73,3	64,9	72,5	67,1	72,5	64,1	-0,8	-0,8
13	8	71,5	66	71,4	63,0	72,2	66,7	72,1	63,7	71,3	65,8	71,2	62,8	-0,9	-0,9
13	7	71,5	66	71,4	63,0	72,5	67	72,4	64,0	71,6	66,1	71,5	63,1	-0,9	-0,9
13	6	72	66,5	71,9	63,5	72,8	67,3	72,7	64,3	71,8	66,3	71,7	63,3	-1,0	-1,0
13	5	72,5	67	72,4	64,0	73,1	67,6	73,0	64,6	72,1	66,6	72,0	63,6	-1,0	-1,0
13	4	72,5	67	72,4	64,0	73,5	68	73,4	65,0	72,3	66,8	72,2	63,8	-1,2	-1,2
13	3	73	67,5	72,9	64,5	74	68,5	73,9	65,5	72,6	67	72,5	64,0	-1,4	-1,5
13	2	73,5	68	73,4	65,0	74,4	68,9	74,3	65,9	72,7	67,2	72,6	64,2	-1,7	-1,7
13	1	74	68,5	73,9	65,5	74,9	69,5	74,9	66,5	72,8	67,3	72,7	64,3	-2,1	-2,2
13	RDC	74,5	69	74,4	66,0	75,3	69,8	75,2	66,8	72,6	67,2	72,6	64,2	-2,7	-2,6
14	8	69,5	64	69,4	61,0	70,6	65,1	70,5	62,1	69,5	64	69,4	61,0	-1,1	-1,1
14	7	70	64,5	69,9	61,5	70,9	65,4	70,8	62,4	69,8	64,3	69,7	61,3	-1,1	-1,1
14	6	70	64,5	69,9	61,5	71,2	65,7	71,1	62,7	70,1	64,5	70,0	61,5	-1,1	-1,2
14	5	70,5	65	70,4	62,0	71,4	65,9	71,3	62,9	70,3	64,8	70,2	61,8	-1,1	-1,1
14	4	70,5	65	70,4	62,0	71,7	66,2	71,6	63,2	70,5	65	70,4	62,0	-1,2	-1,2
14	3	71	65,5	70,9	62,5	71,9	66,4	71,8	63,4	70,7	65,2	70,6	62,2	-1,2	-1,2
14	2	71	65,5	70,9	62,5	72,1	66,6	72,0	63,6	70,8	65,3	70,7	62,3	-1,3	-1,3
14	1	71	65,5	70,9	62,5	72,3	66,8	72,2	63,8	70,9	65,5	70,9	62,5	-1,4	-1,3
14	RDC	71	66	71,2	63,0	72,3	66,9	72,3	63,9	70,9	65,5	70,9	62,5	-1,4	-1,4
15	3	71,5	66	71,4	63,0	72,8	67,2	72,7	64,2	72	66,5	71,9	63,5	-0,8	-0,7
15	2	72	66,5	71,9	63,5	73,2	67,6	73,1	64,6	72,4	66,9	72,3	63,9	-0,8	-0,7
15	1	72,5	67	72,4	64,0	73,5	68	73,4	65,0	72,8	67,3	72,7	64,3	-0,7	-0,7
15	RDC	72,5	67	72,4	64,0	73,8	68,4	73,8	65,4	73,2	67,7	73,1	64,7	-0,6	-0,7
16	6	70,5	65	70,4	62,0	72	66,5	71,9	63,5	71	65,5	70,9	62,5	-1,0	-1,0
16	5	71	65,5	70,9	62,5	72,4	66,9	72,3	63,9	71,4	65,9	71,3	62,9	-1,0	-1,0
16	4	71,5	66	71,4	63,0	72,8	67,3	72,7	64,3	71,8	66,3	71,7	63,3	-1,0	-1,0
16	3	72	66,5	71,9	63,5	73,2	67,7	73,1	64,7	72,3	66,7	72,2	63,7	-0,9	-1,0
16	2	72	66,5	71,9	63,5	73,5	68	73,4	65,0	72,7	67,2	72,6	64,2	-0,8	-0,8
16	1	72,5	67	72,4	64,0	73,7	68,1	73,6	65,1	73	67,5	72,9	64,5	-0,7	-0,6
16	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73,2	67,7	73,1	64,7	72,3	66,9	72,3	63,9	-0,9	-0,8

Point Noir Bruit :

- L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)
- L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)
- L_{den} > 68 dB(A)
- L_{night} > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
17	RDC	73,5	68	73,4	65,0	74,6	69,1	74,5	66,1	73	67,5	72,9	64,5	-1,6	-1,6
18	9	69,5	64	69,4	61,0	70,4	64,9	70,3	61,9	69,3	63,8	69,2	60,8	-1,1	-1,1
18	8	69,5	64	69,4	61,0	70,7	65,2	70,6	62,2	69,5	64	69,4	61,0	-1,2	-1,2
18	7	70	64,5	69,9	61,5	70,9	65,4	70,8	62,4	69,7	64,2	69,6	61,2	-1,2	-1,2
18	6	70	64,5	69,9	61,5	71,1	65,6	71,0	62,6	69,8	64,3	69,7	61,3	-1,3	-1,3
18	5	70	64,5	69,9	61,5	71,3	65,8	71,2	62,8	70	64,5	69,9	61,5	-1,3	-1,3
18	4	70,5	65	70,4	62,0	71,5	66	71,4	63,0	70,2	64,7	70,1	61,7	-1,3	-1,3
18	3	70,5	65	70,4	62,0	71,7	66,1	71,6	63,1	70,3	64,8	70,2	61,8	-1,4	-1,3
18	2	70,5	65	70,4	62,0	71,8	66,3	71,7	63,3	70,5	65	70,4	62,0	-1,3	-1,3
18	1	71	65,5	70,9	62,5	71,9	66,4	71,8	63,4	70,5	65	70,4	62,0	-1,4	-1,4
18	RDC	70,5	65	70,4	62,0	71,7	66,3	71,7	63,3	70,4	64,9	70,3	61,9	-1,3	-1,4
19	RDC	71,5	66	71,4	63,0	73,1	67,6	73,0	64,6	72,5	67	72,4	64,0	-0,6	-0,6
20	1	71,5	66	71,4	63,0	72,9	67,4	72,8	64,4	71,2	65,7	71,1	62,7	-1,7	-1,7
20	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,2	65,7	71,1	62,7	-1,8	-1,8
21	3	70,5	65	70,4	62,0	71,5	66	71,4	63,0	70,4	64,9	70,3	61,9	-1,1	-1,1
21	2	71	65,5	70,9	62,5	72,2	66,7	72,1	63,7	71	65,5	70,9	62,5	-1,2	-1,2
21	1	71,5	66	71,4	63,0	72,7	67,2	72,6	64,2	71,5	66	71,4	63,0	-1,2	-1,2
21	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,8	66,3	71,7	63,3	-1,2	-1,2
22	3	70	64,5	69,9	61,5	71,3	65,8	71,2	62,8	70,3	64,8	70,2	61,8	-1,0	-1,0
22	2	71	65	70,7	62,0	71,8	66,3	71,7	63,3	70,7	65,2	70,6	62,2	-1,1	-1,1
22	1	71,5	66	71,4	63,0	72,4	66,8	72,3	63,8	71,2	65,7	71,1	62,7	-1,2	-1,1
22	RDC	72	66,5	71,9	63,5	73	67,5	72,9	64,5	71,5	66,1	71,5	63,1	-1,5	-1,4
23	3	70,5	65	70,4	62,0	71,3	65,8	71,2	62,8	70,5	65	70,4	62,0	-0,8	-0,8
23	2	71	65,5	70,9	62,5	72	66,5	71,9	63,5	71,1	65,6	71,0	62,6	-0,9	-0,9
23	1	71,5	66	71,4	63,0	72,6	67	72,5	64,0	71,6	66,1	71,5	63,1	-1,0	-0,9
23	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,8	67,3	72,7	64,3	71,7	66,3	71,7	63,3	-1,1	-1,0
24	7	67	61,5	66,9	58,5	68,2	62,7	68,1	59,7	67,3	61,8	67,2	58,8	-0,9	-0,9
24	6	67,5	62	67,4	59,0	68,7	63,2	68,6	60,2	67,9	62,4	67,8	59,4	-0,8	-0,8
24	5	68	62,5	67,9	59,5	69	63,5	68,9	60,5	68,2	62,7	68,1	59,7	-0,8	-0,8
24	4	68	62,5	67,9	59,5	69,3	63,8	69,2	60,8	68,4	62,9	68,3	59,9	-0,9	-0,9
24	3	68,5	63	68,4	60,0	69,5	64	69,4	61,0	68,6	63,1	68,5	60,1	-0,9	-0,9
24	2	68,5	63	68,4	60,0	69,6	64,1	69,5	61,1	68,7	63,2	68,6	60,2	-0,9	-0,9
24	1	68,5	63	68,4	60,0	69,6	64,1	69,5	61,1	68,7	63,3	68,7	60,3	-0,9	-0,8
24	RDC	68,5	63	68,4	60,0	69,5	64,1	69,5	61,1	68,6	63,2	68,6	60,2	-0,9	-0,9

Point Noir Bruit :

LAeq(6h-22h) > 70 dB(A)

LAeq(22h-6h) > 65 dB(A)

Lden > 68 dB(A)

Lnight > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2030 Toutes sources				État projet 2030 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
25	1	69,5	64	69,4	61,0	70,8	65,3	70,7	62,3	69,9	64,4	69,8	61,4	-0,9	-0,9
25	RDC	70	64,5	69,9	61,5	70,9	65,4	70,8	62,4	69,9	64,5	69,9	61,5	-1,0	-0,9
26	RDC	70,5	65	70,4	62,0	71,8	66,3	71,7	63,3	70,6	65,1	70,5	62,1	-1,2	-1,2
27	11	66	60,5	65,9	57,5	67,2	61,7	67,1	58,7	66,4	60,9	66,3	57,9	-0,8	-0,8
27	10	66,5	61	66,4	58,0	67,5	62	67,4	59,0	66,7	61,2	66,6	58,2	-0,8	-0,8
27	9	67	61,5	66,9	58,5	67,8	62,3	67,7	59,3	67	61,5	66,9	58,5	-0,8	-0,8
27	8	67	61,5	66,9	58,5	68	62,6	68,0	59,6	67,2	61,8	67,2	58,8	-0,8	-0,8
27	7	67,5	62	67,4	59,0	68,3	62,8	68,2	59,8	67,5	62	67,4	59,0	-0,8	-0,8
27	6	67,5	62	67,4	59,0	68,5	63	68,4	60,0	67,7	62,2	67,6	59,2	-0,8	-0,8
27	5	67,5	62	67,4	59,0	68,7	63,2	68,6	60,2	67,9	62,4	67,8	59,4	-0,8	-0,8
27	4	68	62,5	67,9	59,5	68,9	63,4	68,8	60,4	68	62,6	68,0	59,6	-0,9	-0,8
27	3	68	62,5	67,9	59,5	69	63,5	68,9	60,5	68,2	62,7	68,1	59,7	-0,8	-0,8
27	2	68	62,5	67,9	59,5	69,1	63,6	69,0	60,6	68,3	62,8	68,2	59,8	-0,8	-0,8
27	1	67,5	62,5	67,7	59,5	68,8	63,3	68,7	60,3	68,2	62,8	68,2	59,8	-0,6	-0,5
27	RDC	65,5	60,5	65,7	57,5	66,7	61,4	66,7	58,4	65,7	60,4	65,7	57,4	-1,0	-1,0
28	4	70	64,5	69,9	61,5	70,7	65,2	70,6	62,2	70,7	65,2	70,6	62,2	0,0	0,0
28	3	70,5	65	70,4	62,0	71,1	65,6	71,0	62,6	71,2	65,7	71,1	62,7	0,1	0,1
28	2	71	65,5	70,9	62,5	71,6	66	71,5	63,0	71,7	66,2	71,6	63,2	0,1	0,2
28	1	71,5	66	71,4	63,0	72	66,5	71,9	63,5	72,2	66,7	72,1	63,7	0,2	0,2
28	RDC	72	66,5	71,9	63,5	72,4	66,9	72,3	63,9	72,5	67	72,4	64,0	0,1	0,1
29	5	69,5	64	69,4	61,0	69,8	64,3	69,7	61,3	69,3	63,8	69,2	60,8	-0,5	-0,5
29	4	69,5	64	69,4	61,0	70,2	64,7	70,1	61,7	69,6	64,1	69,5	61,1	-0,6	-0,6
29	3	70	64,5	69,9	61,5	70,6	65,1	70,5	62,1	69,8	64,3	69,7	61,3	-0,8	-0,8
29	2	70,5	65	70,4	62,0	71	65,4	70,9	62,4	70	64,5	69,9	61,5	-1,0	-0,9
29	1	71	65,5	70,9	62,5	71,3	65,7	71,2	62,7	70,1	64,6	70,0	61,6	-1,2	-1,1
29	RDC	71	65,5	70,9	62,5	71,4	65,9	71,3	62,9	70,1	64,6	70,0	61,6	-1,3	-1,3

Point Noir Bruit :

LAeq(6h-22h) > 70 dB(A)

LAeq(22h-6h) > 65 dB(A)

Lden > 68 dB(A)

Lnight > 62 dB(A)

3.1.6.2 - Horizon 2050

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2050 Toutes sources				État projet 2050 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
		71	65,5	70,9	62,5	68,9	63,3	68,8	60,3	68,9	63,3	68,8	60,3	0,0	0,0
1	8	71	65,5	70,9	62,5	68,9	63,3	68,8	60,3	68,9	63,3	68,8	60,3	0,0	0,0
1	7	71	65,5	70,9	62,5	69	63,5	68,9	60,5	69,1	63,5	69,0	60,5	0,1	0,0
1	6	71	65,5	70,9	62,5	69,1	63,6	69,0	60,6	69,2	63,7	69,1	60,7	0,1	0,1
1	5	71	66	71,2	63,0	69,2	63,7	69,1	60,7	69,3	63,8	69,2	60,8	0,1	0,1
1	4	71,5	66	71,4	63,0	69,3	63,7	69,2	60,7	69,5	63,9	69,4	60,9	0,2	0,2
1	3	71,5	66	71,4	63,0	69,3	63,8	69,2	60,8	69,6	64,1	69,5	61,1	0,3	0,3
1	2	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,8	69,3	60,8	69,7	64,1	69,6	61,1	0,3	0,3
1	1	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,9	69,3	60,9	69,7	64,2	69,6	61,2	0,3	0,3
1	RDC	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,9	69,3	60,9	69,6	64,1	69,5	61,1	0,2	0,2
2	4	72	66,5	71,9	63,5	70,3	64,7	70,2	61,7	69,1	63,5	69,0	60,5	-1,2	-1,2
2	3	72,5	67	72,4	64,0	70,7	65,2	70,6	62,2	69,3	63,7	69,2	60,7	-1,4	-1,5
2	2	73	67,5	72,9	64,5	71,2	65,6	71,1	62,6	69,5	63,9	69,4	60,9	-1,7	-1,7
2	1	73,5	68	73,4	65,0	71,7	66,1	71,6	63,1	69,6	64	69,5	61,0	-2,1	-2,1
2	RDC	74	68,5	73,9	65,5	72,4	66,9	72,3	63,9	69,7	64,2	69,6	61,2	-2,7	-2,7
3	9	71	65,5	70,9	62,5	69,3	63,8	69,2	60,8	68,8	63,2	68,7	60,2	-0,5	-0,6
3	8	71,5	66	71,4	63,0	69,7	64,1	69,6	61,1	69,1	63,6	69,0	60,6	-0,6	-0,5
3	7	72	66,5	71,9	63,5	70	64,4	69,9	61,4	69,4	63,9	69,3	60,9	-0,6	-0,5
3	6	72	66,5	71,9	63,5	70,3	64,8	70,2	61,8	69,7	64,1	69,6	61,1	-0,6	-0,7
3	5	72,5	67	72,4	64,0	70,7	65,1	70,6	62,1	70	64,5	69,9	61,5	-0,7	-0,6
3	4	73	67,5	72,9	64,5	71	65,4	70,9	62,4	70,3	64,8	70,2	61,8	-0,7	-0,6
3	3	73,5	68	73,4	65,0	71,3	65,8	71,2	62,8	70,6	65	70,5	62,0	-0,7	-0,8
3	2	73,5	68	73,4	65,0	71,6	66,1	71,5	63,1	70,8	65,2	70,7	62,2	-0,8	-0,9
3	1	74	68,5	73,9	65,5	71,9	66,3	71,8	63,3	70,9	65,4	70,8	62,4	-1,0	-0,9
3	RDC	74	68,5	73,9	65,5	72	66,5	71,9	63,5	70,9	65,4	70,8	62,4	-1,1	-1,1
4	9	71,5	66	71,4	63,0	69,6	64,1	69,5	61,1	69,1	63,6	69,0	60,6	-0,5	-0,5
4	8	72	66,5	71,9	63,5	70	64,5	69,9	61,5	69,5	63,9	69,4	60,9	-0,5	-0,6
4	7	72,5	67	72,4	64,0	70,4	64,8	70,3	61,8	69,8	64,2	69,7	61,2	-0,6	-0,6
4	6	72,5	67	72,4	64,0	70,8	65,2	70,7	62,2	70,2	64,6	70,1	61,6	-0,6	-0,6
4	5	73	67,5	72,9	64,5	71,3	65,7	71,2	62,7	70,6	65	70,5	62,0	-0,7	-0,7
4	4	73,5	68	73,4	65,0	71,7	66,1	71,6	63,1	70,9	65,4	70,8	62,4	-0,8	-0,7
4	3	74	68,5	73,9	65,5	72,1	66,5	72,0	63,5	71,3	65,7	71,2	62,7	-0,8	-0,8
4	2	74,5	69	74,4	66,0	72,6	67	72,5	64,0	71,6	66,1	71,5	63,1	-1,0	-0,9
4	1	75	69,5	74,9	66,5	73	67,4	72,9	64,4	71,9	66,3	71,8	63,3	-1,1	-1,1
4	RDC	75,5	70	75,4	67,0	73,4	67,9	73,3	64,9	71,9	66,4	71,8	63,4	-1,5	-1,5
5	3	73,5	68	73,4	65,0	71,7	66,1	71,6	63,1	71,2	65,7	71,1	62,7	-0,5	-0,4
5	2	74	68,5	73,9	65,5	72,3	66,7	72,2	63,7	71,7	66,2	71,6	63,2	-0,6	-0,5
5	1	75	69,5	74,9	66,5	72,9	67,3	72,8	64,3	72,2	66,6	72,1	63,6	-0,7	-0,7
5	RDC	75	69,5	74,9	66,5	73,2	67,6	73,1	64,6	72,2	66,7	72,1	63,7	-1,0	-0,9
6	RDC	72	66,5	71,9	63,5	70,1	64,6	70,0	61,6	69,2	63,7	69,1	60,7	-0,9	-0,9
7	RDC	75	69,5	74,9	66,5	73	67,5	72,9	64,5	72,1	66,6	72,0	63,6	-0,9	-0,9
8	6	72,5	67	72,4	64,0	70,3	64,7	70,2	61,7	70,1	64,5	70,0	61,5	-0,2	-0,2
8	5	73	67,5	72,9	64,5	70,7	65,2	70,6	62,2	70,5	64,9	70,4	61,9	-0,2	-0,3
8	4	73,5	68	73,4	65,0	71,2	65,7	71,1	62,7	71	65,4	70,9	62,4	-0,2	-0,3
8	3	74	68,5	73,9	65,5	71,7	66,2	71,6	63,2	71,4	65,9	71,3	62,9	-0,3	-0,3
8	2	74	68,5	73,9	65,5	72,2	66,6	72,1	63,6	71,8	66,2	71,7	63,2	-0,4	-0,4
8	1	74,5	69	74,4	66,0	72,6	67	72,5	64,0	72,1	66,5	72,0	63,5	-0,5	-0,5
8	RDC	75	69,5	74,9	66,5	72,9	67,4	72,8	64,4	72,3	66,8	72,2	63,8	-0,6	-0,6
9	5	73	67,5	72,9	64,5	70,8	65,2	70,7	62,2	70,9	65,3	70,8	62,3	0,1	0,1
9	4	73,5	68	73,4	65,0	71,2	65,7	71,1	62,7	71,3	65,8	71,2	62,8	0,1	0,1
9	3	73,5	68	73,4	65,0	71,6	66,1	71,5	63,1	71,8	66,2	71,7	63,2	0,2	0,1
9	2	74	68,5	73,9	65,5	72,1	66,5	72,0	63,5	72,3	66,7	72,2	63,7	0,2	0,2
9	1	74,5	69	74,4	66,0	72,6	67	72,5	64,0	72,8	67,2	72,7	64,2	0,2	0,2
9	RDC	75	69,5	74,9	66,5	72,8	67,2	72,7	64,2	72,9	67,4	72,8	64,4	0,1	0,2

Point Noir Bruit :

- L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)
- L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)
- L_{den} > 68 dB(A)
- L_{night} > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2050 Toutes sources				État projet 2050 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
10		68,5	63	68,4	60,0	66,6	61	66,5	58,0	66,4	60,8	66,3	57,8	-0,2	-0,2
10	RDC	68,5	63	68,4	60,0	66,5	61	66,4	58,0	66,2	60,8	66,2	57,8	-0,3	-0,2
11	8	72,5	67	72,4	64,0	70,1	64,5	70,0	61,5	69,7	64,1	69,6	61,1	-0,4	-0,4
11	7	72,5	67	72,4	64,0	70,4	64,8	70,3	61,8	70	64,4	69,9	61,4	-0,4	-0,4
11	6	73	67,5	72,9	64,5	70,7	65,2	70,6	62,2	70,3	64,7	70,2	61,7	-0,4	-0,5
11	5	73,5	68	73,4	65,0	71,1	65,5	71,0	62,5	70,6	65,1	70,5	62,1	-0,5	-0,4
11	4	73,5	68	73,4	65,0	71,4	65,8	71,3	62,8	71	65,4	70,9	62,4	-0,4	-0,4
11	3	74	68,5	73,9	65,5	71,8	66,2	71,7	63,2	71,3	65,8	71,2	62,8	-0,5	-0,4
11	2	74,5	69	74,4	66,0	72,2	66,6	72,1	63,6	71,7	66,1	71,6	63,1	-0,5	-0,5
11	1	74,5	69	74,4	66,0	72,6	66,9	72,4	63,9	72,1	66,5	72,0	63,5	-0,5	-0,4
11	RDC	74,5	69	74,4	66,0	72,5	66,9	72,4	63,9	72,2	66,6	72,1	63,6	-0,3	-0,3
12	9	70	64,5	69,9	61,5	67,6	62,1	67,5	59,1	67,1	61,5	67,0	58,5	-0,5	-0,6
12	8	70	64,5	69,9	61,5	67,9	62,4	67,8	59,4	67,4	61,8	67,3	58,8	-0,5	-0,6
12	7	70,5	65	70,4	62,0	68,3	62,7	68,2	59,7	67,8	62,2	67,7	59,2	-0,5	-0,5
12	6	71	65,5	70,9	62,5	68,7	63,1	68,6	60,1	68,1	62,6	68,0	59,6	-0,6	-0,5
12	5	71,5	66	71,4	63,0	69,1	63,5	69,0	60,5	68,5	63	68,4	60,0	-0,6	-0,5
12	4	71,5	66,5	71,7	63,5	69,5	63,9	69,4	60,9	68,9	63,4	68,8	60,4	-0,6	-0,5
12	3	72	66,5	71,9	63,5	69,8	64,3	69,7	61,3	69,3	63,7	69,2	60,7	-0,5	-0,6
12	2	72,5	67	72,4	64,0	70,1	64,6	70,0	61,6	69,5	64	69,4	61,0	-0,6	-0,6
12	1	72,5	67	72,4	64,0	70,3	64,8	70,2	61,8	69,7	64,2	69,6	61,2	-0,6	-0,6
12	RDC	72,5	67	72,4	64,0	70,3	64,9	70,3	61,9	69,7	64,2	69,6	61,2	-0,6	-0,7
13	8	71,5	66	71,4	63,0	69,2	63,7	69,1	60,7	68,5	62,9	68,4	59,9	-0,7	-0,8
13	7	71,5	66	71,4	63,0	69,5	64	69,4	61,0	68,7	63,2	68,6	60,2	-0,8	-0,8
13	6	72	66,5	71,9	63,5	69,8	64,3	69,7	61,3	69	63,4	68,9	60,4	-0,8	-0,9
13	5	72,5	67	72,4	64,0	70,2	64,6	70,1	61,6	69,2	63,7	69,1	60,7	-1,0	-0,9
13	4	72,5	67	72,4	64,0	70,6	65	70,5	62,0	69,5	63,9	69,4	60,9	-1,1	-1,1
13	3	73	67,5	72,9	64,5	71	65,4	70,9	62,4	69,7	64,1	69,6	61,1	-1,3	-1,3
13	2	73,5	68	73,4	65,0	71,4	65,9	71,3	62,9	69,9	64,3	69,8	61,3	-1,5	-1,6
13	1	74	68,5	73,9	65,5	71,9	66,4	71,8	63,4	69,9	64,4	69,8	61,4	-2,0	-2,0
13	RDC	74,5	69	74,4	66,0	72,2	66,7	72,1	63,7	69,8	64,3	69,7	61,3	-2,4	-2,4
14	8	69,5	64	69,4	61,0	67,4	61,8	67,3	58,8	66,6	61	66,5	58,0	-0,8	-0,8
14	7	70	64,5	69,9	61,5	67,7	62,1	67,6	59,1	66,9	61,4	66,8	58,4	-0,8	-0,7
14	6	70	64,5	69,9	61,5	68	62,4	67,9	59,4	67,2	61,6	67,1	58,6	-0,8	-0,8
14	5	70,5	65	70,4	62,0	68,2	62,7	68,1	59,7	67,4	61,8	67,3	58,8	-0,8	-0,9
14	4	70,5	65	70,4	62,0	68,5	62,9	68,4	59,9	67,7	62,1	67,6	59,1	-0,8	-0,8
14	3	71	65,5	70,9	62,5	68,8	63,2	68,7	60,2	67,8	62,3	67,7	59,3	-1,0	-0,9
14	2	71	65,5	70,9	62,5	68,9	63,4	68,8	60,4	68	62,4	67,9	59,4	-0,9	-1,0
14	1	71	65,5	70,9	62,5	69,1	63,5	69,0	60,5	68,1	62,5	68,0	59,5	-1,0	-1,0
14	RDC	71	66	71,2	63,0	69,1	63,6	69,0	60,6	68	62,6	68,0	59,6	-1,1	-1,0
15	3	71,5	66	71,4	63,0	69,5	63,9	69,4	60,9	69	63,5	68,9	60,5	-0,5	-0,4
15	2	72	66,5	71,9	63,5	69,9	64,4	69,8	61,4	69,5	63,9	69,4	60,9	-0,4	-0,5
15	1	72,5	67	72,4	64,0	70,3	64,7	70,2	61,7	69,9	64,3	69,8	61,3	-0,4	-0,4
15	RDC	72,5	67	72,4	64,0	70,6	65,1	70,5	62,1	70,3	64,8	70,2	61,8	-0,3	-0,3
16	6	70,5	65	70,4	62,0	68,7	63,2	68,6	60,2	68,1	62,5	68,0	59,5	-0,6	-0,7
16	5	71	65,5	70,9	62,5	69,2	63,6	69,1	60,6	68,5	62,9	68,4	59,9	-0,7	-0,7
16	4	71,5	66	71,4	63,0	69,6	64	69,5	61,0	68,9	63,3	68,8	60,3	-0,7	-0,7
16	3	72	66,5	71,9	63,5	70	64,4	69,9	61,4	69,3	63,8	69,2	60,8	-0,7	-0,6
16	2	72	66,5	71,9	63,5	70,3	64,7	70,2	61,7	69,8	64,2	69,7	61,2	-0,5	-0,5
16	1	72,5	67	72,4	64,0	70,5	64,8	70,3	61,8	70,1	64,5	70,0	61,5	-0,4	-0,3
16	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,9	64,4	69,8	61,4	69,4	63,9	69,3	60,9	-0,5	-0,5

Point Noir Bruit :

- LAeq(6h-22h) > 70 dB(A)
- LAeq(22h-6h) > 65 dB(A)
- Lden > 68 dB(A)
- Lnight > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2050 Toutes sources				État projet 2050 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
17	RDC	73,5	68	73,4	65,0	71,4	65,8	71,3	62,8	70	64,5	69,9	61,5	-1,4	-1,3
18	9	69,5	64	69,4	61,0	67,2	61,6	67,1	58,6	66,3	60,7	66,2	57,7	-0,9	-0,9
18	8	69,5	64	69,4	61,0	67,4	61,8	67,3	58,8	66,5	61	66,4	58,0	-0,9	-0,8
18	7	70	64,5	69,9	61,5	67,6	62	67,5	59,0	66,7	61,1	66,6	58,1	-0,9	-0,9
18	6	70	64,5	69,9	61,5	67,8	62,2	67,7	59,2	66,9	61,3	66,8	58,3	-0,9	-0,9
18	5	70	64,5	69,9	61,5	68	62,4	67,9	59,4	67,1	61,5	67,0	58,5	-0,9	-0,9
18	4	70,5	65	70,4	62,0	68,2	62,6	68,1	59,6	67,2	61,7	67,1	58,7	-1,0	-0,9
18	3	70,5	65	70,4	62,0	68,4	62,8	68,3	59,8	67,4	61,8	67,3	58,8	-1,0	-1,0
18	2	70,5	65	70,4	62,0	68,5	63	68,4	60,0	67,5	61,9	67,4	58,9	-1,0	-1,1
18	1	71	65,5	70,9	62,5	68,6	63	68,5	60,0	67,5	62	67,4	59,0	-1,1	-1,0
18	RDC	70,5	65	70,4	62,0	68,4	62,9	68,3	59,9	67,4	61,9	67,3	58,9	-1,0	-1,0
19	RDC	71,5	66	71,4	63,0	69,6	64,1	69,5	61,1	69,5	63,9	69,4	60,9	-0,1	-0,2
20	1	71,5	66	71,4	63,0	69,6	64	69,5	61,0	68,2	62,7	68,1	59,7	-1,4	-1,3
20	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64,1	69,5	61,1	68,2	62,7	68,1	59,7	-1,4	-1,4
21	3	70,5	65	70,4	62,0	68,2	62,6	68,1	59,6	67,4	61,8	67,3	58,8	-0,8	-0,8
21	2	71	65,5	70,9	62,5	68,9	63,3	68,8	60,3	68	62,5	67,9	59,5	-0,9	-0,8
21	1	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,8	69,3	60,8	68,5	63	68,4	60,0	-0,9	-0,8
21	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64,1	69,5	61,1	68,8	63,3	68,7	60,3	-0,8	-0,8
22	3	70	64,5	69,9	61,5	68,1	62,5	68,0	59,5	67,2	61,6	67,1	58,6	-0,9	-0,9
22	2	71	65	70,7	62,0	68,6	63,1	68,5	60,1	67,6	62	67,5	59,0	-1,0	-1,1
22	1	71,5	66	71,4	63,0	69,2	63,7	69,1	60,7	68,1	62,5	68,0	59,5	-1,1	-1,2
22	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,9	64,3	69,8	61,3	68,4	62,9	68,3	59,9	-1,5	-1,4
23	3	70,5	65	70,4	62,0	68,2	62,6	68,1	59,6	67,4	61,8	67,3	58,8	-0,8	-0,8
23	2	71	65,5	70,9	62,5	68,9	63,3	68,8	60,3	68	62,4	67,9	59,4	-0,9	-0,9
23	1	71,5	66	71,4	63,0	69,4	63,8	69,3	60,8	68,4	62,9	68,3	59,9	-1,0	-0,9
23	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,7	64,2	69,6	61,2	68,6	63,1	68,5	60,1	-1,1	-1,1
24	7	67	61,5	66,9	58,5	65	59,5	64,9	56,5	64,2	58,6	64,1	55,6	-0,8	-0,9
24	6	67,5	62	67,4	59,0	65,6	60	65,5	57,0	64,7	59,1	64,6	56,1	-0,9	-0,9
24	5	68	62,5	67,9	59,5	65,9	60,3	65,8	57,3	65	59,5	64,9	56,5	-0,9	-0,8
24	4	68	62,5	67,9	59,5	66,1	60,6	66,0	57,6	65,3	59,7	65,2	56,7	-0,8	-0,9
24	3	68,5	63	68,4	60,0	66,3	60,8	66,2	57,8	65,4	59,9	65,3	56,9	-0,9	-0,9
24	2	68,5	63	68,4	60,0	66,5	60,9	66,4	57,9	65,5	60	65,4	57,0	-1,0	-0,9
24	1	68,5	63	68,4	60,0	66,5	61	66,4	58,0	65,6	60,1	65,5	57,1	-0,9	-0,9
24	RDC	68,5	63	68,4	60,0	66,4	60,9	66,3	57,9	65,4	59,9	65,3	56,9	-1,0	-1,0

Point Noir Bruit :

L_{Aeq}(6h-22h) > 70 dB(A)

L_{Aeq}(22h-6h) > 65 dB(A)

L_{den} > 68 dB(A)

L_{night} > 62 dB(A)

N° du récepteur	Étage du bâtiment	État initial Toutes sources				État référence 2050 Toutes sources				État projet 2050 Toutes sources				Écart entre Projet et Référence Toutes sources	
25	1	69,5	64	69,4	61,0	67,7	62,1	67,6	59,1	66,8	61,2	66,7	58,2	-0,9	-0,9
25	RDC	70	64,5	69,9	61,5	67,8	62,2	67,7	59,2	66,8	61,3	66,7	58,3	-1,0	-0,9
26	RDC	70,5	65	70,4	62,0	68,7	63,1	68,6	60,1	67,5	61,9	67,4	58,9	-1,2	-1,2
27	11	66	60,5	65,9	57,5	64,1	58,5	64,0	55,5	63,3	57,7	63,2	54,7	-0,8	-0,8
27	10	66,5	61	66,4	58,0	64,4	58,9	64,3	55,9	63,6	58,1	63,5	55,1	-0,8	-0,8
27	9	67	61,5	66,9	58,5	64,7	59,2	64,6	56,2	63,9	58,4	63,8	55,4	-0,8	-0,8
27	8	67	61,5	66,9	58,5	64,9	59,4	64,8	56,4	64,1	58,6	64,0	55,6	-0,8	-0,8
27	7	67,5	62	67,4	59,0	65,2	59,6	65,1	56,6	64,4	58,8	64,3	55,8	-0,8	-0,8
27	6	67,5	62	67,4	59,0	65,4	59,9	65,3	56,9	64,6	59	64,5	56,0	-0,8	-0,9
27	5	67,5	62	67,4	59,0	65,6	60,1	65,5	57,1	64,8	59,2	64,7	56,2	-0,8	-0,9
27	4	68	62,5	67,9	59,5	65,8	60,2	65,7	57,2	64,9	59,4	64,8	56,4	-0,9	-0,8
27	3	68	62,5	67,9	59,5	65,9	60,4	65,8	57,4	65,1	59,5	65,0	56,5	-0,8	-0,9
27	2	68	62,5	67,9	59,5	66	60,4	65,9	57,4	65,1	59,6	65,0	56,6	-0,9	-0,8
27	1	67,5	62,5	67,7	59,5	65,6	60,1	65,5	57,1	65,1	59,6	65,0	56,6	-0,5	-0,5
27	RDC	65,5	60,5	65,7	57,5	63,6	58,2	63,6	55,2	62,6	57,2	62,6	54,2	-1,0	-1,0
28	4	70	64,5	69,9	61,5	67,9	62,3	67,8	59,3	67,8	62,3	67,7	59,3	-0,1	0,0
28	3	70,5	65	70,4	62,0	68,3	62,7	68,2	59,7	68,3	62,7	68,2	59,7	0,0	0,0
28	2	71	65,5	70,9	62,5	68,8	63,2	68,7	60,2	68,8	63,3	68,7	60,3	0,0	0,1
28	1	71,5	66	71,4	63,0	69,3	63,7	69,2	60,7	69,3	63,7	69,2	60,7	0,0	0,0
28	RDC	72	66,5	71,9	63,5	69,6	64	69,5	61,0	69,6	64	69,5	61,0	0,0	0,0
29	5	69,5	64	69,4	61,0	67	61,4	66,9	58,4	66,5	60,9	66,4	57,9	-0,5	-0,5
29	4	69,5	64	69,4	61,0	67,4	61,8	67,3	58,8	66,7	61,2	66,6	58,2	-0,7	-0,6
29	3	70	64,5	69,9	61,5	67,8	62,2	67,7	59,2	67	61,4	66,9	58,4	-0,8	-0,8
29	2	70,5	65	70,4	62,0	68,2	62,6	68,1	59,6	67,2	61,6	67,1	58,6	-1,0	-1,0
29	1	71	65,5	70,9	62,5	68,5	62,9	68,4	59,9	67,3	61,7	67,2	58,7	-1,2	-1,2
29	RDC	71	65,5	70,9	62,5	68,6	63,1	68,5	60,1	67,2	61,7	67,1	58,7	-1,4	-1,4

Point Noir Bruit :

- LAeq(6h-22h) > 70 dB(A)
- LAeq(22h-6h) > 65 dB(A)
- Lden > 68 dB(A)
- Lnicht > 62 dB(A)

3.2 - Annexe 2 : Étude air et santé

3.2.1 - Données d'entrée

3.2.1.1 - Description générale

L'évaluation des scénarios de référence passe par une série d'étapes nécessitant pour certaines des données d'entrée particulières.

- **Première étape: Calcul des émissions polluants du trafic routiers**
Intrants: trafic en TMJA et les vitesses moyennes de circulation
- **Deuxième étape: Modélisation de la dispersion des polluants**
Intrants: Météorologie, altimétrie et concentration de fond des polluants
- **Troisième étape: Evaluation de l'exposition de la population à la pollution**
Intrants: Répartition de la population avec et sans projet
- **Quatrième étape: Evaluation des risques sanitaires**
Intrants: Localisation des sites vulnérables
- **Cinquième étape: Monétarisation des coûts collectifs**
Intrants: Répartition spatiale de la population et données de trafic routier en TMJA

3.2.1.2 - Le trafic

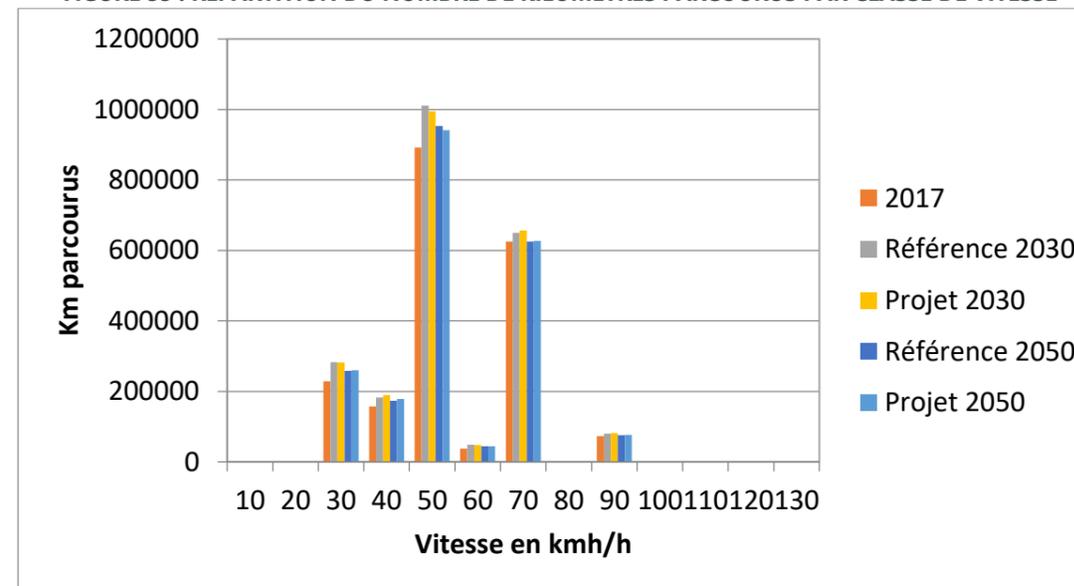
Le nombre de kilomètres parcourus diminue très peu en situation de projet pour les deux horizons (-0,1 % en 2030 et -0,2 % en 2050). Cela résulte du fait que le projet d'aménagement ne crée ni ne supprime des axes routiers.

Rappelons que le périmètre d'étude dans le cadre d'une étude d'impacts doit inclure l'ensemble des zones et section subissant une variation de trafic ±10% , ainsi d'autres axes en périphérie de la RD920 ont été pris en compte pour ces calculs.

TABLEAU 19 : KILOMETRES PARCOURUS

	Km parcourus	Impact
Actuel 2017	2 014 160	-
Référence 2030	2 256 055	12,0% / Actuel
Projet 2030	2 253 414	-0,1% / Référence
Référence 2050	2 131 099	5,8% / Actuel
Projet 2050	2 127 285	-0,2% / Référence

FIGURE 55 : REPARTITION DU NOMBRE DE KILOMETRES PARCOURUS PAR CLASSE DE VITESSE



3.2.1.3 - Le parc automobile

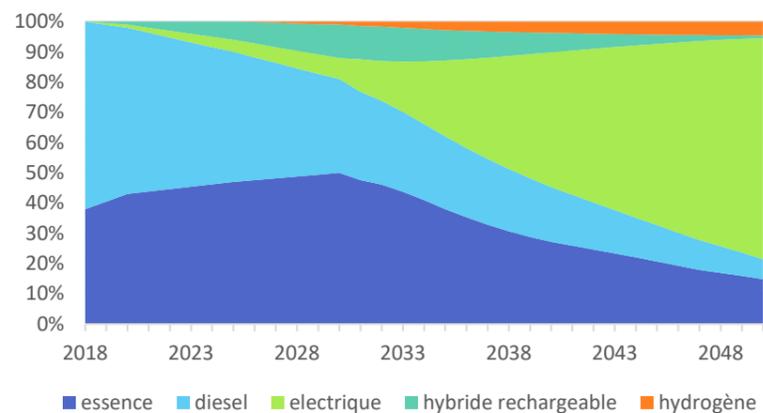
Les émissions d'un véhicule dépendent entre autres :

- De la classe du véhicule (véhicule léger, utilitaire, poids-lourds, bus, deux-roues,...),
- De la motorisation,
- Du poids,
- Du carburant,
- De la norme d'émission (norme Euro du véhicule),
- Du procédé de traitement des émissions.

Ainsi les facteurs d'émissions issus de la méthodologie COPERT V sont proposés pour chaque type de véhicule discrétisé selon les paramètres précédemment cités.

Par conséquent pour déterminer les émissions d'un flux de véhicule, il est primordial de connaître sa composition ou encore son parc automobile. La construction d'un parc automobile est une démarche complexe qui nécessite des hypothèses sur la dynamique de son renouvellement dans le temps (lois de survie). Le parc automobile de 2017 et 2030 retenu pour cette étude suit le modèle de survie déduit à partir du scénario AME de la SNBC, qui est ensuite projeté avec l'interdiction des ventes de véhicules légers neufs thermiques et hybrides en 2035. Pour la répartition des véhicules utilitaires légers, il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 16 % des véhicules légers. L'évolution de ce parc est présentée dans la figure suivante.

FIGURE 56 : EVOLUTION DE LA COMPOSITION DU PARC ROUTIER PAR TYPE D'ENERGIE

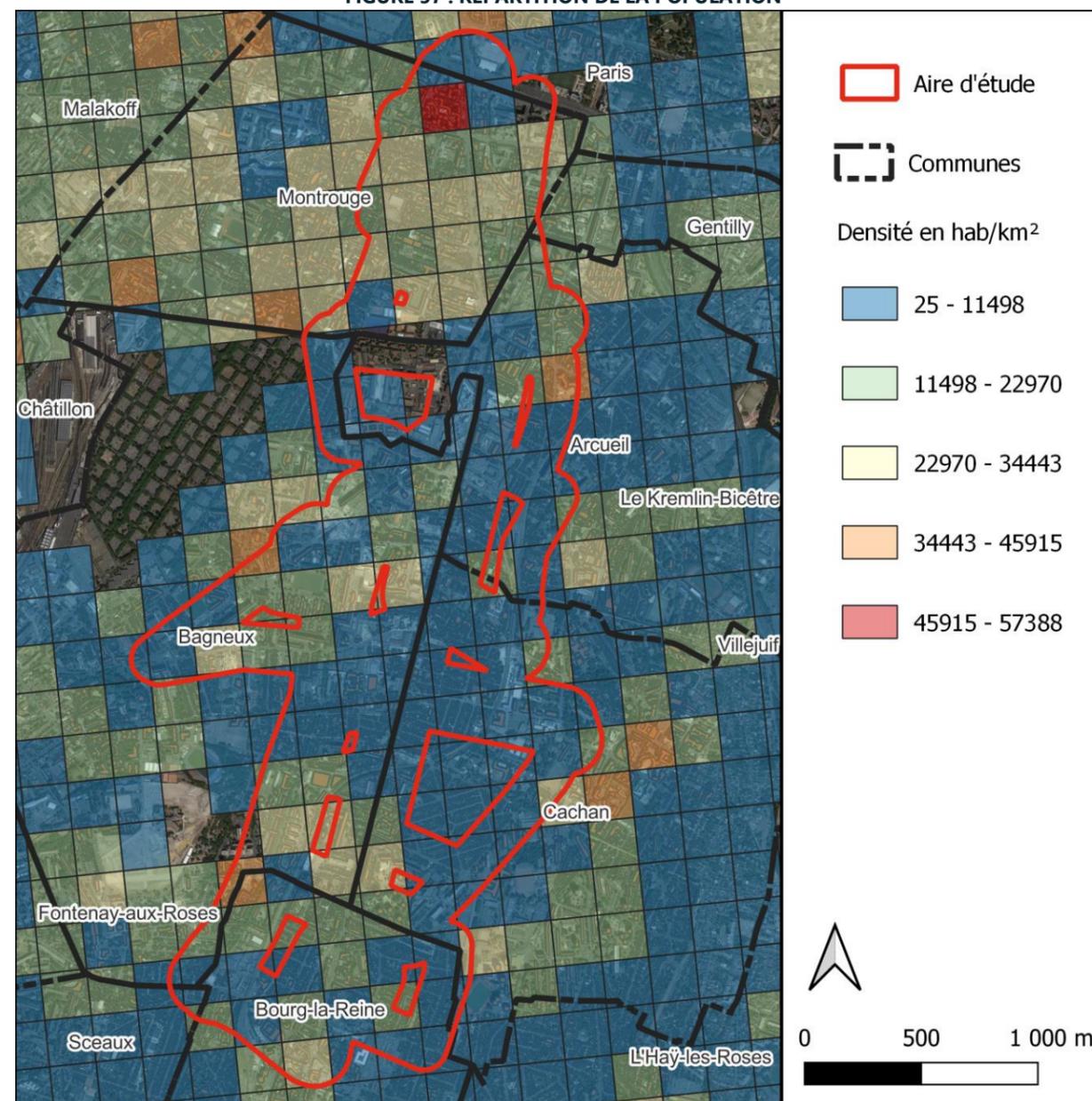


Par cohérence avec l'étude acoustique, le parc automobile de 2050 qui est retenu pour cette étude est le parc automobile utilisé dans l'étude acoustique. Ce parc automobile est constitué de véhicules légers et véhicules utilitaires légers entièrement électriques et de 25 % de poids-lourds électriques et 56 % de poids-lourds hybrides/gaz.

3.2.1.4 - La répartition de la population

La répartition actuelle de la population est basée sur les données INSEE de 2017 (maillage de 200 par 200 mètres). Elle est ensuite affinée en exploitant la localisation des bâtiments issus des données BD Topo de l'IGN. Pour chaque bâtiment un nombre de personnes est estimé en fonction du volume du bâtiment et de la densité volumétrique de population de la maille dans lequel se trouve le bâtiment. Une répartition de la population identique pour chaque horizon est choisie.

FIGURE 57 : REPARTITION DE LA POPULATION



3.2.1.5 - Les sites vulnérables

L'étude d'impact présente une liste de sites vulnérables. Ceux qui sont présents dans notre zone d'étude sont présentés ci-après.

FIGURE 58 : SITES VULNERABLES

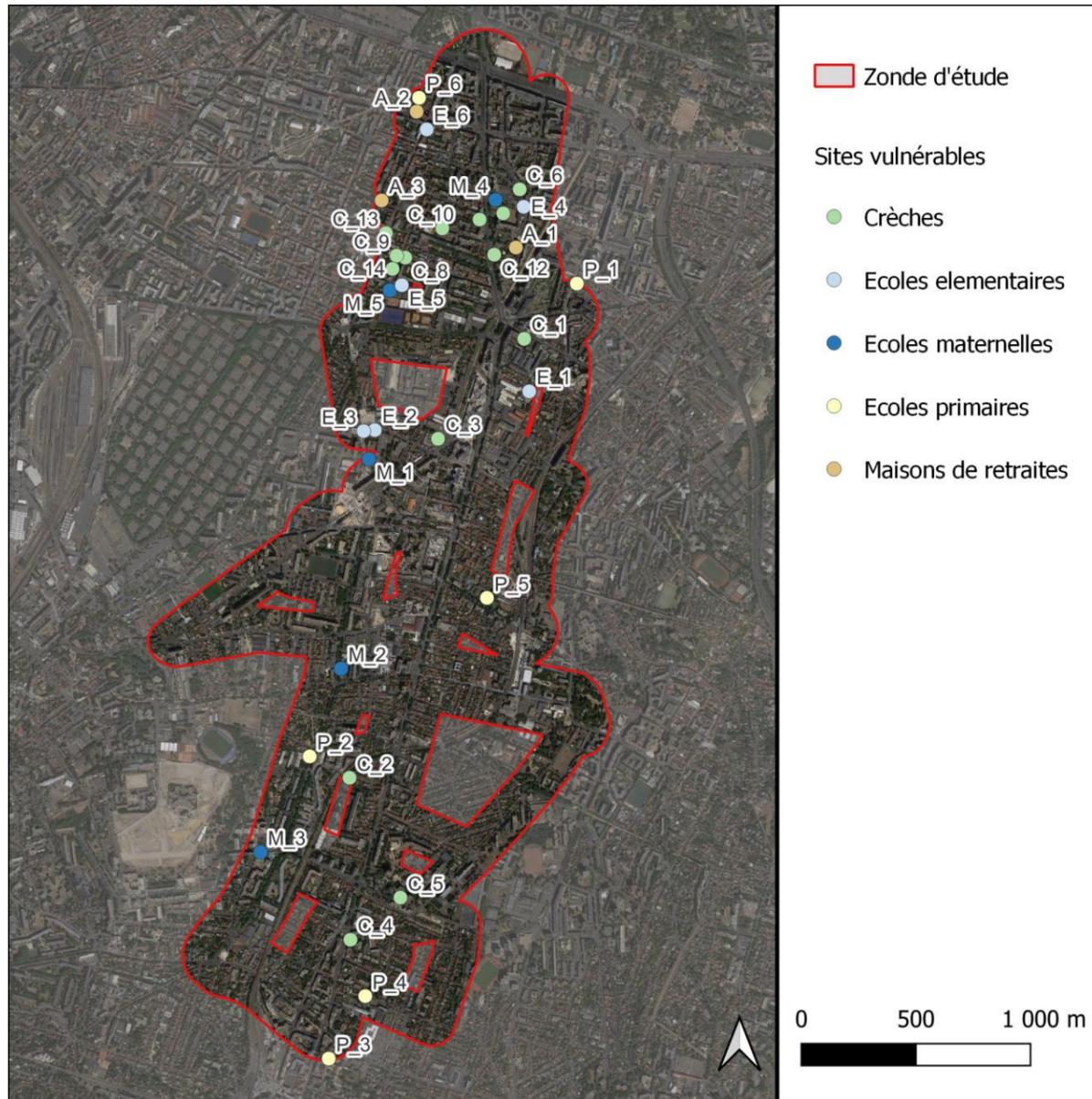
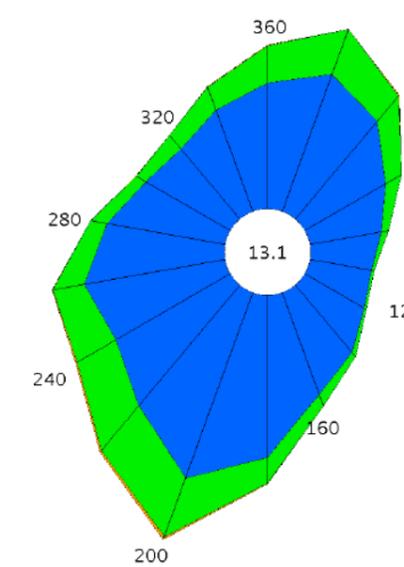


FIGURE 59 : ROSE DES VENTS SUR PAIRS-MONTSOURIS – 1991-2010 (SOURCE : METEO FRANCE)

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition
 Nombre de cas étudiés : 58440
 Manquants : 42



Dir.	[1.5;4.5 [	[ 4.5;8.0 [	> 8.0 m/s	Total
20	4.9	1.6	+	6.6
40	4.3	1.1	+	5.5
60	3.2	0.6	0.0	3.8
80	2.5	0.2	0.0	2.7
100	2.1	+	0.0	2.2
120	2.3	+	0.0	2.4
140	3.0	0.2	0.0	3.2
160	3.7	0.4	+	4.1
180	5.5	0.9	+	6.4
200	6.6	2.1	0.1	8.9
220	5.3	2.0	+	7.4
240	4.5	1.5	+	6.0
260	4.8	1.1	+	5.9
280	4.1	0.6	+	4.6
300	3.3	0.4	+	3.7
320	3.1	0.6	+	3.7
340	3.7	0.8	+	4.5
360	4.3	1.3	+	5.5
Total	71.0	15.5	0.4	86.9
[0;1.5 [				13.1

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



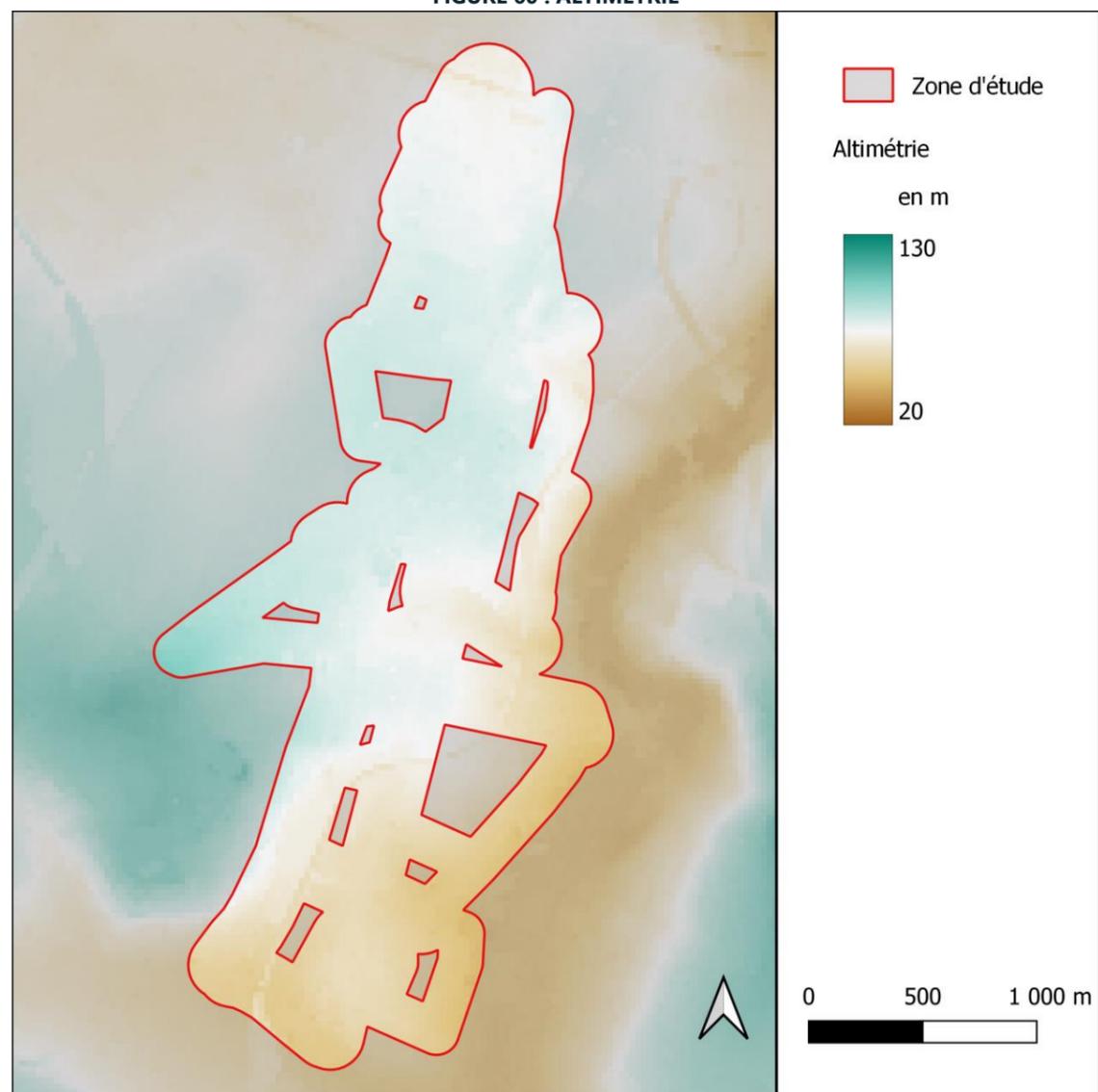
3.2.1.7 - La topographie

La topographie du secteur est utilisée dans le modèle de dispersion avec un carroyage de 50 m.

3.2.1.6 - La météorologie

La rose des vents normale de Paris-Montsouris est utilisée pour réaliser la modélisation.

FIGURE 60 : ALTIMETRIE



3.2.1.8 - Les concentrations de fond des polluants

La pollution de fond à laquelle est exposée la population est ajoutée aux concentrations modélisées afin de caractériser l'exposition réelle des riverains. La pollution de fond est donc déterminée à partir des campagnes de mesures présentées dans la pièce E2 : Dossier d'Etude d'impact – Tome 2 (Analyse des impacts du projet et des mesures envisagées pour les éviter, les réduire ou les compenser.).

TABLEAU 20 : CONCENTRATIONS DE FOND

Polluants	Concentrations
Dioxyde d'azote	32,72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM10	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM2.5	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monoxyde de carbone	1052 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzène	1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dioxyde de soufre	1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arsenic	0,22 ng/m^3
Nickel	0.92 ng/m^3
Benzo(a)pyrène*	0,08 ng/m^3

*DONNEES DE STATION D'AIRPARIF

3.2.2 - Évaluation des risques sanitaires

Conformément à la note méthodologique de février 2019, une évaluation quantitative des risques sanitaires a été réalisée sur les sites vulnérables.

3.2.2.1 - Méthodologie

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est basée sur la méthodologie définie en 1983 par l'académie des sciences américaine, retranscrite depuis par l'InVS dans son guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact.

La démarche d'évaluation des risques sanitaires se décompose en 4 étapes :

5. Identification des dangers qui consiste en l'identification la plus exhaustive possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable
6. Définition des relations dose-réponse ou dose-effet qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'apparition d'un effet toxique jugé critique. Cette étape se caractérise par le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour chaque toxique étudié.
7. Evaluation de l'exposition des populations qui permet de juger du niveau de contamination des milieux, de définir les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci.
8. Caractérisation des risques qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées. Par ailleurs, cette étape reprend des incertitudes évaluées à chacune des étapes.

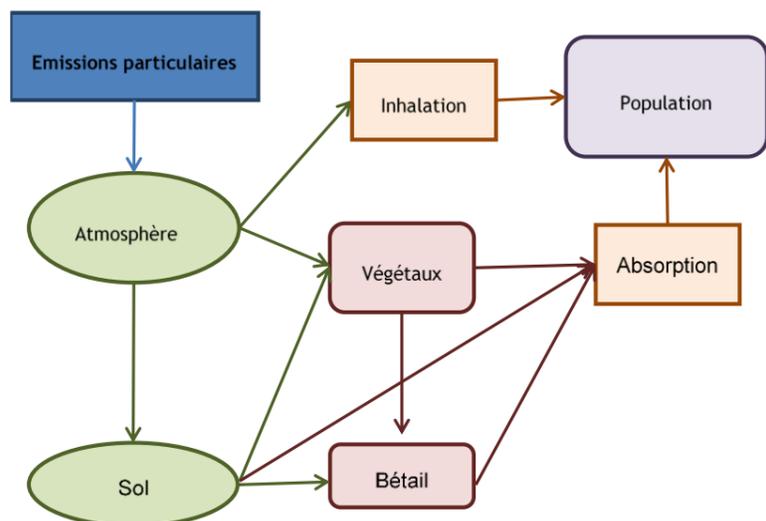
3.2.2.2 - Description des enjeux sanitaires sur la zone d'étude et voies d'exposition

Au préalable, il est nécessaire de définir les enjeux sanitaires propres à la zone d'étude. Le schéma global d'exposition (ou schéma conceptuel) permet de mieux appréhender la problématique d'exposition de la population, et notamment d'évaluer les voies d'exposition potentielles de la population à la pollution atmosphérique.

Outre l'exposition directe par inhalation de la population aux polluants en air ambiant, on note que les transferts des polluants dans les autres compartiments environnementaux, que sont les sols et la végétation, constituent autant de

voies d'exposition supplémentaires pour la population, notamment à travers son alimentation. L'absorption cutanée des polluants n'est pas retenue comme voie d'exposition. En effet, le transfert par ce biais est d'une part négligeable compte tenu de la surface de contact de la peau par rapport à celle des poumons et d'autre part, l'absence de VTR ne permet pas la construction d'un scénario dose/réponse.

FIGURE 61 : SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION



Compte tenu du secteur, seule la voie d'absorption par inhalation est prise en compte. 34 sites vulnérables font l'objet d'une évaluation des risques.

3.2.2.3 - Polluants retenus pour l'évaluation

Conformément à la méthodologie de février 2019, les polluants à étudier sont présentés dans le tableau ci-après par nature des effets et voie d'exposition.

TABLEAU 21 : VOIES ET TYPES D'EXPOSITION ETUDIÉS PAR POLLUANT

Nature des effets étudiés	Voie d'exposition concernée	Substances
Aiguës	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2.5) Dioxyde d'azote (NO ₂)
Chroniques	Voie respiratoire	Particules (PM10 et PM2.5) Dioxyde d'azote (NO ₂) Benzène 16 HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome VI Nickel Arsenic
Chroniques	Voie orale	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Le chrome calculé à l'émission a été considéré sous sa forme hexavalente, les valeurs toxicologiques de référence sont plus contraignantes sous cette spéciation.

Les résultats sur le NO₂, les PM₁₀ et PM_{2,5} sont présentés bien qu'il n'existe pas de valeur toxicologique de référence. En effet, dans l'état actuel des connaissances, **aucun organisme ne s'est prononcé sur la relation "dose-réponse". Les calculs qui en découlent ne sont donnés qu'à titre indicatif et n'ont pas de valeur sanitaire.**

Le naphthalène, qui est un HAP, dispose de valeurs toxicologiques de référence. Il est par conséquent intégré dans l'EQRS et traité de façon identique aux autres polluants de la liste précitée. Les 16 HAP conseillés (tableau suivant) sont traités dans l'EQRD en utilisant les FET (facteur d'équivalent toxique). Cette approche permet de convertir chaque HAP à la même équivalence toxique que le benzo(a)pyrène pour utiliser ses VTR. La concentration de chaque HAP est multipliée par son FET puis l'ensemble est sommé pour ensuite suivre la méthodologie de l'EQRS.

TABLEAU 22 : HAP TRAITES ET FET ASSOCIES

HAP	FET
Acénaphthylène	0,001
Acénaphthène	0,001
Anthracène	0,01
Benz[a]anthracène	0,1
Benzo[a]pyrène	1
Benzo[g,h,i]pérylène	0,01
Benzo[j]fluoranthène	0,1
Benzo[k]fluoranthène	0,1
Chrysène	0,01
Dibenzo[a,h]anthracène	1
Fluoranthène	0,001
Fluorène	0,001
Indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,1
Naphtalène	0,001
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001

3.2.2.4 - Identification des dangers par inhalation et choix des valeurs toxicologiques de référence

■ Définitions : toxicités, exposition et effets

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets variables en fonction de la durée d'exposition des organes cibles et/ou des voies d'absorption :

- La toxicité aiguë d'une substance chimique correspond aux effets d'une exposition de courte durée à une dose (concentration) forte, généralement unique ;
- La toxicité chronique correspond aux effets d'une administration répétée à long terme et à faibles doses. Ces doses sont insuffisantes pour provoquer un effet immédiat, mais la répétition de leur absorption sur une longue période de temps a des effets délétères.

Dans le cadre des évaluations des risques, on distingue deux modes d'action des substances :

- Les substances "à effets à seuil de dose" ou "effets déterministes" qui provoquent, au-delà d'une certaine dose absorbée, des dommages dont la gravité augmente avec cette dose. Ce sont essentiellement les substances non cancérogènes, toutefois, certains polluants cancérogènes présentent également un mécanisme d'action à seuil de dose. En dessous de ce seuil de dose, la substance est jugée sans risque notoire pour la santé. Concernant les risques par inhalation, ce seuil de dose est appelé Concentration Admissible dans l'Air (CAA) et s'exprime en µg/m³.
- Les substances "à effets sans seuil de dose" ou "effet stochastique", pour lesquelles l'effet apparaît quelle que soit la dose absorbée avec une probabilité de survenue augmentant avec cette dose. Ce sont principalement les substances cancérogènes génotoxiques. Selon cette approche le risque ne peut être nul (sauf absence du composé) mais un seuil d'accessibilité de 1 cas d'apparition des symptômes pour 100 000 personnes exposées est défini (probabilité de 10⁻⁵). Cette probabilité est souvent admise

comme seuil d'intervention, notamment dans le cadre de la dépollution des sols, et est également utilisée par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau et de qualité de l'air. Nous utiliserons donc ce seuil d'acceptabilité de 10^{-5} pour caractériser l'acceptabilité du risque.

Concernant les risques par inhalation, l'Excès de Risque Unitaire (ERUi) correspond à la probabilité de survenue des symptômes avec une concentration dans l'air de $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'espèce considérée. Les excès de risque unitaire sont déterminés pour une exposition de 70 ans (considérée comme une vie entière).

L'évaluation des dangers des substances chimiques (ou identification des dangers) consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Ces effets peuvent être de différents types :

- Non-cancérogène : une substance à effet non cancérogène agit proportionnellement à la dose reçue. Ses effets sont généralement réversibles et une diminution de sa concentration dans l'organisme entraîne la disparition des symptômes. Le mode d'action est essentiellement à seuil.
- Cancérogène : à l'inverse, une substance à effet cancérogène est susceptible d'entraîner des tumeurs malignes dégénérant en cancer dès l'absorption par l'organisme d'une molécule de cette substance (effets sans seuil). Les effets cancérogènes ne sont pas réversibles (sans médication) et les risques s'expriment en probabilité de survenue d'un cancer. Le mode d'action est essentiellement sans seuil.

Ainsi, il est traité :

- L'exposition aiguë par inhalation,
- L'exposition chronique par inhalation de polluants non cancérogènes,
- L'exposition chronique par inhalation de polluants cancérogènes.

L'évaluation des risques sanitaires passe par la sélection des valeurs toxicologiques de référence (CAA, DJA, ERUi et ERUo) permettant de définir la présence ou l'absence d'effet d'un composé. Les VTR ont été recherchées parmi les bases de données de l'OMS, l'IPCS, l'US EPA, l'ATSDR, l'OEHHA, Health Canada, le JECFA, l'ANSES, l'EFSA et le RIVM. Lorsqu'aucune VTR n'est proposée, la quantification des risques sanitaires n'est pas envisageable mais une comparaison à des valeurs guides est possible si elles sont disponibles. Les définitions des VTR pour chaque organisme et les correspondances entre elles sont présentées en annexe.

Les différentes classifications des composés cancérogènes y sont également détaillées (hiérarchisation selon l'Union Européenne, l'US EPA et le CIRC).

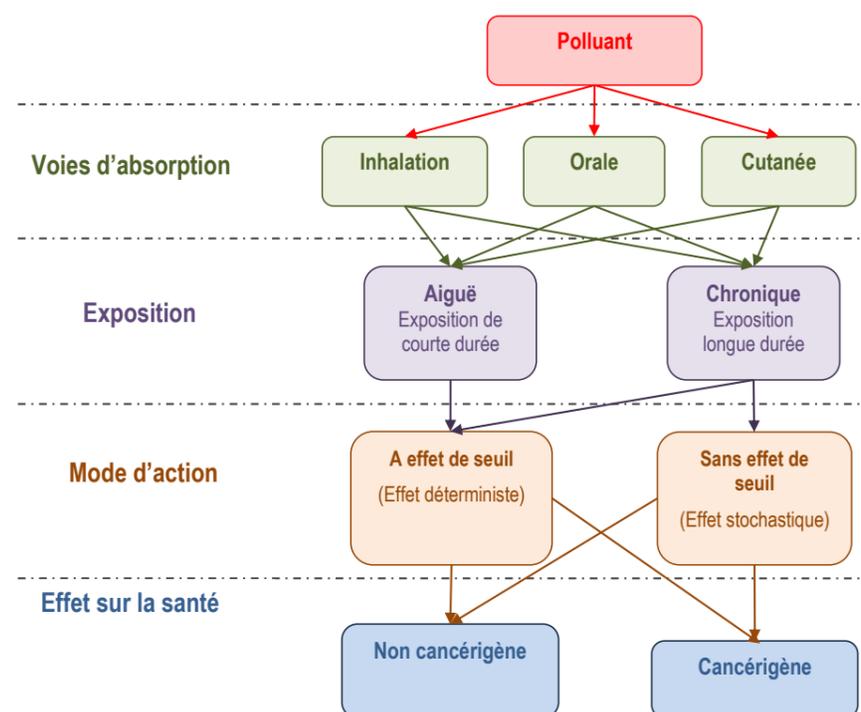
Lorsque plusieurs VTR sont proposées, le choix s'oriente en fonction des recommandations de l'INERIS, de la notoriété de l'organisme, de la date de parution, de leur cohérence avec les autres VTR et du type d'étude dont elle découle (les études épidémiologiques sont privilégiées par rapport à l'expérimentation animale). L'ensemble des VTR obtenues dans la bibliographie sont présentées en annexe.

■ Synthèse des dangers et des VTR sélectionnés

Les VTR sélectionnées sont des reprises dans les tableaux suivants selon les différents effets et voie d'absorption :

- Exposition aiguë par inhalation,
- Exposition chronique non cancérogène par inhalation,
- Exposition chronique cancérogène par inhalation.

FIGURE 62 : EVALUATION DE DANGER D'UN POLLUANT



■ Choix des valeurs toxicologiques de référence

TABLEAU 23 : VTR AIGUËS DES SUBSTANCES PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Organe cible / Effet critique	Année
NO ₂ (1)	OMS	200	Poumons	2003
Benzène	ATSDR	29,2	Système immunologique	2008
PM ₁₀ (1)	OMS	45	Système cardiovasculaire	2021
PM _{2.5} (1)	OMS	15	Système cardiovasculaire	2021

TABLEAU 24 : VTR CHRONIQUES DES SUBSTANCES NON CANCERIGENES POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Organe cible / Effet critique	Année
NO ₂ (1)	OMS	10	Système respiratoire	2021
Benzène	EPA	10	Système immunologique	2008
1-3 Butadiène	EPA	2	Atrophie ovarienne	2002
Nickel	TCEQ	0,23	Système respiratoire	2011
Naphtalène	ANSES	37	Appareil respiratoire / Appareil sanguin / yeux	2013
PM10 (1)	OMS	15	Système cardiovasculaire	2021
PM2.5 (1)	OMS	5	Système cardiovasculaire	2021

(1)- composés ne disposant pas de VTR, la valeur indiquée est une valeur guide

TABLEAU 25 : VTR CHRONIQUES DES SUBSTANCES CANCERIGENES POUR UNE EXPOSITION PAR INHALATION

Substance	Source	Valeur en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Organe cible / Effet critique	Année
Benzène	ANSES	$2,6 \cdot 10^{-5}$	Leucémie	2013
Chrome	OMS/PCS	$4 \cdot 10^{-2}$	Poumons	2012
1,3-Butadiène	OEHHA	$1,7 \cdot 10^{-4}$	Sang	2002
Nickel	TCEQ	$1,7 \cdot 10^{-4}$	Poumons	2011
Benzo(a)pyrène	OEHHA	$1,1 \cdot 10^{-3}$	Poumons	2008
Naphtalène	ANSES	$5,6 \cdot 10^{-6}$	Epithélium nasal	2011
Arsenic	TCEQ	$1,5 \cdot 10^{-4}$	Poumons	2012

■ Évaluation de l'exposition de la population

(1) Équation générale

L'exposition par inhalation d'une population est déterminée à partir du calcul de la Concentration moyenne inhalée (CMI) pour chaque polluant, selon l'équation générale suivante :

$$CMI = (C_i \times T_i) \times F \times \left(\frac{DE}{T_m}\right) \quad \text{ÉQUATION 1}$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : Concentration de polluant représentative de la période d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ti : Taux d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (sans unité)

F : Fréquence d'exposition annuelle qui correspond au nombre de jours d'exposition sur une année (sans unité)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques cancérogènes (années)

Tm : Période sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets cancérogènes où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière standard (Tm est généralement pris égal à 70 ans)

Les paramètres d'exposition Ti, F et DE doivent être renseignés pour tenir compte des conditions d'exposition auxquelles sont confrontées les populations cibles.

Le paramètre Ci (concentration en polluant dans l'air) de l'équation 1 est issu des concentrations modélisées lors de la dispersion des polluants atmosphériques.

(2) Scénarios d'exposition retenus

En fonction de la typologie du site vulnérable, le scénario d'exposition est adapté afin de considérer les différents temps de résidence. Le tableau suivant présente les durées d'exposition considérées en fonction du type de risque. Ces durées permettent de calculer les valeurs paramétriques de l'équation 1.

TABLEAU 26 : DUREE D'EXPOSITION PAR TYPOLOGIE DE SITE VULNERABLE

Scénarios	Risque	Paramètres		
		Heures	Jours	Années
Résidentiel	Aiguë	24		
	Chronique	24	336	
	Chronique sans effet de seuil	24	336	30
Petite enfance	Aiguë	24		
	Chronique	12	336	
	Chronique sans effet de seuil	12	336	3
Maternelle	Aiguë	24		
	Chronique	12	195	
	Chronique sans effet de seuil	12	195	3
Primaire	Aiguë	24		
	Chronique	12	195	
	Chronique sans effet de seuil	12	195	5
Écolaire élémentaire	Aiguë	24		

	Chronique	12	195	
	Chronique sans effet de seuil	12	195	8
Centre de soin	Aiguë	12		
	Chronique	24	10 ⁽¹⁾	
	Chronique sans effet de seuil	24	10 ⁽¹⁾	1
Accueil personnes âgées	Aiguë	24		
	Chronique	24	365	
	Chronique sans effet de seuil	24	365	10 ⁽²⁾

(1) Durée moyenne en France d'hospitalisation à l'hôpital, source « Statistique de l'OCDE sur la santé 2017 »

(2) 90 % des séjours en EHPAD sont inférieurs à 10 ans, source : « Drees, enquête EHPA 2011 »

Pour une exposition aiguë, aucun scénario d'exposition n'est défini. La concentration retenue pour la comparaison avec la valeur toxicologique de référence correspond à la valeur maximale modélisée pour une dispersion atmosphérique défavorable (soit le centile 100) :

$$CMI_{aiguë} = C_{P100}$$

ÉQUATION 2

CMI : Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

CP100 : Concentration en percentile 100

Pour une exposition chronique à un polluant à seuil :

$$CMI_{chronique (sans seuil)} = CMA \times \frac{jours}{365} \times \frac{heures}{24}$$

ÉQUATION 3

CMI : Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

CMA : Concentration modélisée en moyenne annuelle

(3) Polluants sans VTR

Les polluants sans VTR sont directement comparés à la valeur guide sans pondération par un scénario d'exposition.

(4) Concentrations retenues par polluant

Les concentrations sont calculées en moyenne annuelle sur chaque site par le modèle de dispersion atmosphérique. Pour l'exposition aiguë, l'évaluation est réalisée selon le même principe que pour les risques chroniques en revanche la concentration maximale modélisée est exploitée (soit le percentile 100).

■ Caractérisation des risques par inhalation

(1) Méthodologie

Polluant à effet de seuil aigu et chronique

Les polluants à effet de seuil répondent à un seuil de toxicité en dessous duquel on considère qu'il n'y a pas de risque sanitaire.

Pour évaluer la présence ou non d'un risque sanitaire, on calcule un Ratio de Danger selon les formules suivantes :

$$RD_{aigu} = \frac{CMI_{aiguë}}{VTR_{aiguë}}$$

ÉQUATION 4

$$RD_{chronique} = \frac{CMI_{chronique (sans seuil)}}{VTR_{chronique}}$$

ÉQUATION 5

RD_{chronique} : Ratio de Danger chronique par inhalation

CMI : Concentration moyenne inhalée aiguë ou chronique (déterminée en fonction du scénario d'exposition et du type de concentration (percentile ou moyenne annuelle) en µg/m³)

VTR : Valeur toxicologique de référence chronique en µg/m³

Le Ratio de Danger (RD) permet d'évaluer la présence d'un risque. Lorsqu'il est supérieur à 1 le risque existe et au contraire lorsqu'il est inférieur à 1, aucun impact sanitaire n'est observable.

Pour les polluants ayant un impact sanitaire sur le même organe cible, il est possible de sommer les ratios de danger pour évaluer l'impact lié à la co-exposition de plusieurs toxiques.

Polluant sans effet de seuil

Pour les polluants sans effet de seuil, l'évaluation des risques sanitaires consiste à évaluer la probabilité pour une personne exposée à la pollution de développer une pathologie. Cette probabilité est appelée Excès de Risque Individuel et se calcule de la façon suivante :

$$ERI = CMI_{MA} \times ERU$$

ÉQUATION 6

ERI : Excès de risque individuel en nombre de cas de cancer

CMIMA : Concentration moyenne inhalée en µg/m³

ERU : Excès de risque unitaire en nombre de cas de cancer (µg/m³)⁻¹

Polluants sans VTR

Les particules PM10 et PM2.5 et le dioxyde d'azote sont directement comparés à la valeur guide.

(2) Evaluation des risques pour les sites vulnérables

Risques aigus

	QD pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Paul Eluard	Ecole élémentaire Aimé Césaire	Ecole primaire Olympe de Gouges	Crèche Arc-en-ciel	Crèche Le fort enchanté	Ecole élémentaire Henri Wallon A	Ecole élémentaire Henri Wallon B	Ecole Primaire Paul-Vaillant Couturier	Ecole maternelle Chateaubriand	Ecole maternelle Henri Barbusse	
NO2	Respect	2017	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
Benzène	0,04	2017	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Référence 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Avec Projet 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Référence 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Avec Projet 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
PM10	Respect	2017	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
PM2.5	Respect	2017	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	

	QD pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire Institut Notre-Dame	Ecole primaire La faïencerie	Ecole maternelle Bas Coquarts	Crèche Cité jardins	Ecole primaire Carnot	Crèche Anne de Gaulle	Crèche Babilou Montrouge	Crèche Carves	Crèche Haya Mouchka
NO2	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
Benzène	0,04	Actuel	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
PM10	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
PM2.5	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect

	QD pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Petits chaperons rouges	Crèche La maison bleue bambou	Crèche La maison bleue cannelle	Crèche La maison bleue grenadin	Ecole maternelle Aristide Briand	Ecole élémentaire Aristide Briand	Ecole maternelle Buffalo	Ecole élémentaire Buffalo	Ecole primaire François Rabelais	Crèche La maison bleue Montrouge	
NO2	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect
Benzène	0,04	Actuel	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	
		Référence 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Avec Projet 2030	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Référence 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
		Avec Projet 2050	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
PM10	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
PM2.5	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	Respect	

	QD pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Ecole élémentaire Raymond Queneau	Résidence La Vanne	Maison de retraite Théophile Gautier	Résidence Hesperides Victor Hugo
NO2	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
Benzène	0,04	Actuel	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2030	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2030	0,04	0,04	0,04	0,04
		Référence 2050	0,04	0,04	0,04	0,04
		Avec Projet 2050	0,04	0,04	0,04	0,04
PM10	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
PM2.5	Respect	Actuel	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2030	Respect	Respect	Respect	Respect
		Référence 2050	Respect	Respect	Respect	Respect
		Avec Projet 2050	Respect	Respect	Respect	Respect

Risques chroniques non cancérogènes

	Fonction atteinte	QD avec uniquement la concentration de fond Scénario résidentiel	Scénario	Crèche Paul Eluard	Ecole élémentaire A.Césaire	Ecole primaire Olympe de Gougues	Crèche Arc-en-ciel	Crèche Le fort enchanté	Ecole élémentaire H. Wallon A	Ecole élémentaire H.Wallon B	Ecole Primaire PV Couturier	Ecole maternelle Chateaubriand	Ecole maternelle Henri Barbusse		
NO ₂	Appareil respiratoire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM10	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM2.5	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
Benzène	Système immunologique	0,11	2017	0,08	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04		
			Référence 2030	0,08	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
			Avec projet 2030	0,07	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
			Référence 2050	0,08	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
			Avec projet 2050	0,07	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Nickel	Appareil respiratoire	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
1,3 butadiène	Ovaires	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

	Fonction atteinte	QD avec uniquement la concentration de fond Scénario résidentiel	Scénario	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire Institut Notre-Dame	Ecole primaire La faïencerie	Ecole maternelle Bas Coquarts	Crèche Cité jardins	Ecole primaire Carnot	Crèche Anne de Gaulle	Crèche Babilou Montrouge	Crèche Carves	Crèche Haya Mouchka		
NO ₂	Appareil respiratoire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM10	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM2.5	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
Benzène	Système immunologique	0,11	2017	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,08	0,08	0,07	0,07		
			Référence 2030	0,07	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
			Avec projet 2030	0,07	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
			Référence 2050	0,07	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
			Avec projet 2050	0,07	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Nickel	Appareil respiratoire	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,3 butadiène	Ovaires	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

	Fonction atteinte	QD avec uniquement la concentration de fond Scénario résidentiel	Scénario	Crèche Petits chaperons rouges	Crèche La maison bleue bambou	Crèche La maison bleue cannelle	Crèche La maison bleue grenadin	Ecole maternelle A. Briand	Ecole élémentaire A. Briand	Ecole maternelle Buffalo	Ecole élémentaire Buffalo	Ecole primaire F. Rabelais	Crèche La maison bleue Montrouge		
NO ₂	Appareil respiratoire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM10	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM2.5	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement		
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
Benzène	Système immunologique	0,11	2017	0,07	0,09	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07		
			Référence 2030	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	
			Avec projet 2030	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	
			Référence 2050	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	
			Avec projet 2050	0,07	0,08	0,08	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Nickel	Appareil respiratoire	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
1,3 butadiène	Ovaires	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

	<i>Fonction atteinte</i>	QD avec uniquement la concentration de fond Scénario résidentiel	Scénario	Ecole élémentaire Raymond Queneau	Résidence La Vanne	Maison de retraite Théophile Gautier	Résidence Hesperides Victor Hugo
NO ₂	Appareil respiratoire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM10	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
PM2.5	Système cardio-vasculaire	Dépassement	2017	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2030	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Référence 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
			Avec projet 2050	Dépassement	Dépassement	Dépassement	Dépassement
Benzène	Système immunologique	0,11	2017	0,04	0,16	0,17	0,15
			Référence 2030	0,04	0,16	0,16	0,15
			Avec projet 2030	0,04	0,16	0,16	0,15
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
Nickel	Appareil respiratoire	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
1,3 butadiène	Ovaires	0,00	2017	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2030	0,00	0,00	0,00	0,00
			Référence 2050	0,00	0,00	0,00	0,00
			Avec projet 2050	0,00	0,00	0,00	0,00

Risques chroniques cancérogènes

	Fonction atteinte	ERI Pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Paul Eluard	Ecole élémentaire A.Césaire	Ecole primaire Olympe de Gouges	Crèche Arc-en-ciel	Crèche Le fort enchanté	Ecole élémentaire H. Wallon A	Ecole élémentaire H.Wallon B	Ecole Primaire PV Couturier	Ecole maternelle Chateaubriand	Ecole maternelle H. Barbusse
Benzène	Sang	9,74E-06	2017	4,97E-07	7,63E-07	4,78E-07	4,91E-07	4,94E-07	7,61E-07	7,61E-07	4,76E-07	2,85E-07	2,86E-07
			Sans Projet 2030	4,89E-07	7,55E-07	4,72E-07	4,88E-07	4,88E-07	7,55E-07	7,55E-07	4,72E-07	2,83E-07	2,83E-07
			Avec Projet 2030	4,89E-07	7,55E-07	4,72E-07	4,88E-07	4,88E-07	7,55E-07	7,55E-07	4,72E-07	2,83E-07	2,83E-07
			Sans Projet 2050	4,87E-07	7,54E-07	4,71E-07	4,87E-07	4,87E-07	7,54E-07	7,54E-07	4,71E-07	2,83E-07	2,83E-07
			Avec Projet 2050	4,87E-07	7,54E-07	4,71E-07	4,87E-07	4,87E-07	7,54E-07	7,54E-07	4,71E-07	2,83E-07	2,83E-07
Chrome	Poumons	0,00E+00	2017	6,40E-11	6,11E-11	5,79E-11	3,33E-11	5,10E-11	7,66E-11	7,51E-11	4,70E-11	2,27E-11	2,95E-11
			Sans Projet 2030	9,55E-11	8,95E-11	7,86E-11	4,39E-11	7,28E-11	1,03E-10	9,92E-11	6,23E-11	3,03E-11	4,06E-11
			Avec Projet 2030	9,39E-11	8,80E-11	7,78E-11	4,36E-11	7,29E-11	1,04E-10	9,99E-11	6,26E-11	3,05E-11	4,15E-11
			Sans Projet 2050	3,50E-10	3,19E-10	2,44E-10	1,28E-10	2,53E-10	3,11E-10	2,89E-10	1,87E-10	9,30E-11	1,32E-10
			Avec Projet 2050	3,41E-10	3,08E-10	2,37E-10	1,26E-10	2,48E-10	3,17E-10	2,94E-10	1,90E-10	9,25E-11	1,38E-10
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	2017	2,24E-08	2,13E-08	1,62E-08	7,88E-09	1,52E-08	1,73E-08	1,58E-08	1,16E-08	5,45E-09	8,37E-09
			Sans Projet 2030	4,76E-09	4,46E-09	3,41E-09	1,55E-09	3,21E-09	3,90E-09	3,55E-09	2,22E-09	1,14E-09	1,59E-09
			Avec Projet 2030	4,59E-09	4,26E-09	3,31E-09	1,51E-09	3,22E-09	4,01E-09	3,64E-09	2,25E-09	1,16E-09	1,70E-09
			Sans Projet 2050	7,31E-10	6,64E-10	5,06E-10	2,27E-10	4,90E-10	5,86E-10	5,35E-10	3,31E-10	1,73E-10	2,41E-10
			Avec Projet 2050	7,08E-10	6,33E-10	4,90E-10	2,23E-10	4,80E-10	6,02E-10	5,45E-10	3,37E-10	1,73E-10	2,55E-10
Nickel	Poumons	1,06E-07	2017	5,30E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	8,20E-09	8,20E-09	5,13E-09	3,08E-09	3,08E-09
			Sans Projet 2030	5,30E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	8,20E-09	8,20E-09	5,13E-09	3,08E-09	3,08E-09
			Avec Projet 2030	5,30E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	8,20E-09	8,20E-09	5,13E-09	3,08E-09	3,08E-09
			Sans Projet 2050	5,30E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	8,20E-09	8,20E-09	5,13E-09	3,08E-09	3,08E-09
			Avec Projet 2050	5,30E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	8,20E-09	8,20E-09	5,13E-09	3,08E-09	3,08E-09
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	2017	1,13E-12	1,10E-12	8,18E-13	4,13E-13	7,94E-13	8,66E-13	7,96E-13	6,09E-13	2,81E-13	4,39E-13
			Sans Projet 2030	8,22E-13	7,90E-13	5,87E-13	2,82E-13	5,79E-13	6,72E-13	6,17E-13	4,06E-13	2,03E-13	2,90E-13
			Avec Projet 2030	7,96E-13	7,55E-13	5,71E-13	2,74E-13	5,81E-13	6,89E-13	6,31E-13	4,12E-13	2,06E-13	3,11E-13
			Sans Projet 2050	1,05E-15	9,91E-16	7,38E-16	3,48E-16	7,46E-16	8,36E-16	7,68E-16	5,10E-16	2,58E-16	3,69E-16
			Avec Projet 2050	1,01E-15	9,52E-16	7,15E-16	3,41E-16	7,26E-16	8,53E-16	7,82E-16	5,20E-16	2,57E-16	3,90E-16
Benzo(a)pyrène	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2030	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2030	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2050	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2050	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
Arsenic	Poumons	1,18E-08	2017	5,92E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10	5,92E-10	9,16E-10	9,16E-10	5,72E-10	3,43E-10	3,44E-10
			Sans Projet 2030	5,92E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10	5,92E-10	9,16E-10	9,16E-10	5,72E-10	3,43E-10	3,44E-10
			Avec Projet 2030	5,92E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10	5,92E-10	9,16E-10	9,16E-10	5,72E-10	3,43E-10	3,44E-10
			Sans Projet 2050	5,92E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10	5,92E-10	9,16E-10	9,16E-10	5,72E-10	3,43E-10	3,44E-10
			Avec Projet 2050	5,92E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10	5,92E-10	9,16E-10	9,16E-10	5,72E-10	3,43E-10	3,44E-10
HAP	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2030	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2030	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Sans Projet 2050	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
			Avec Projet 2050	1,74E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	2,69E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,01E-09
Total		9,90E-06	2017	5,27E-07	7,96E-07	5,02E-07	5,06E-07	5,17E-07	7,90E-07	7,88E-07	4,95E-07	2,95E-07	2,99E-07
			Sans Projet 2030	5,01E-07	7,72E-07	4,83E-07	4,97E-07	4,99E-07	7,71E-07	7,71E-07	4,82E-07	2,89E-07	2,89E-07
			Avec Projet 2030	5,01E-07	7,72E-07	4,83E-07	4,97E-07	4,99E-07	7,71E-07	7,71E-07	4,82E-07	2,89E-07	2,89E-07
			Sans Projet 2050	4,96E-07	7,67E-07	4,79E-07	4,95E-07	4,96E-07	7,67E-07	7,67E-07	4,79E-07	2,87E-07	2,88E-07
			Avec Projet 2050	4,96E-07	7,67E-07	4,79E-07	4,95E-07	4,96E-07	7,67E-07	7,67E-07	4,79E-07	2,87E-07	2,88E-07

	Fonction atteinte	ERI Pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Babilou Bourg-la-Reine	Ecole primaire Institut Notre- Dame	Ecole primaire La faïencerie	Ecole maternelle Bas Coquarts	Crèche Cité jardins	Ecole primaire Carnot	Crèche Anne de Gaulle	Crèche Babilou Montrouge	Crèche Carves	Crèche Haya Mouchka		
Benzène	Sang	9,74E-06	2017	4,93E-07	4,76E-07	4,75E-07	2,85E-07	4,91E-07	4,76E-07	4,96E-07	4,97E-07	4,93E-07	4,93E-07		
			Sans Projet 2030	4,88E-07	4,72E-07	4,72E-07	2,83E-07	4,88E-07	4,72E-07	4,88E-07	4,88E-07	4,89E-07	4,88E-07	4,88E-07	
			Avec Projet 2030	4,88E-07	4,72E-07	4,72E-07	2,83E-07	4,88E-07	4,72E-07	4,88E-07	4,88E-07	4,89E-07	4,88E-07	4,88E-07	
			Sans Projet 2050	4,87E-07	4,71E-07	4,71E-07	2,83E-07	4,87E-07	4,71E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07
			Avec Projet 2050	4,87E-07	4,71E-07	4,71E-07	2,83E-07	4,87E-07	4,71E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07
Chrome	Poumons	0,00E+00	2017	6,12E-11	4,39E-11	4,58E-11	3,01E-11	4,75E-11	3,75E-11	6,51E-11	6,08E-11	7,44E-11	7,40E-11		
			Sans Projet 2030	7,97E-11	5,82E-11	5,55E-11	3,72E-11	6,08E-11	5,32E-11	9,00E-11	9,07E-11	9,47E-11	9,39E-11	9,39E-11	
			Avec Projet 2030	7,97E-11	5,79E-11	5,53E-11	3,72E-11	6,00E-11	5,25E-11	9,00E-11	8,92E-11	9,31E-11	9,31E-11	9,31E-11	
			Sans Projet 2050	2,37E-10	1,77E-10	1,34E-10	9,52E-11	1,65E-10	1,74E-10	2,92E-10	3,38E-10	2,51E-10	2,47E-10	2,47E-10	
			Avec Projet 2050	2,30E-10	1,76E-10	1,33E-10	9,52E-11	1,61E-10	1,72E-10	2,91E-10	3,27E-10	2,44E-10	2,42E-10	2,42E-10	
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	2017	1,47E-08	1,18E-08	7,95E-09	5,97E-09	9,83E-09	1,12E-08	2,00E-08	2,31E-08	1,31E-08	1,28E-08		
			Sans Projet 2030	2,74E-09	2,08E-09	1,42E-09	1,04E-09	1,93E-09	2,29E-09	3,96E-09	4,63E-09	3,10E-09	3,03E-09	3,03E-09	
			Avec Projet 2030	2,64E-09	2,05E-09	1,39E-09	1,04E-09	1,84E-09	2,20E-09	3,96E-09	4,46E-09	2,93E-09	2,90E-09	2,90E-09	
			Sans Projet 2050	4,12E-10	3,13E-10	2,12E-10	1,56E-10	2,79E-10	3,31E-10	5,80E-10	6,87E-10	4,59E-10	4,49E-10	4,49E-10	
			Avec Projet 2050	3,96E-10	3,09E-10	2,09E-10	1,57E-10	2,71E-10	3,28E-10	5,80E-10	6,64E-10	4,39E-10	4,36E-10	4,36E-10	
Nickel	Poumons	1,06E-07	2017	5,30E-09	5,13E-09	5,13E-09	3,08E-09	5,30E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09		
			Sans Projet 2030	5,30E-09	5,13E-09	5,13E-09	3,08E-09	5,30E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	
			Avec Projet 2030	5,30E-09	5,13E-09	5,13E-09	3,08E-09	5,30E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	
			Sans Projet 2050	5,30E-09	5,13E-09	5,13E-09	3,08E-09	5,30E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	
			Avec Projet 2050	5,30E-09	5,13E-09	5,13E-09	3,08E-09	5,30E-09	5,13E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	2017	7,75E-13	6,17E-13	4,14E-13	3,05E-13	5,14E-13	5,76E-13	1,07E-12	1,23E-12	6,70E-13	6,55E-13		
			Sans Projet 2030	5,03E-13	3,80E-13	2,59E-13	1,86E-13	3,53E-13	4,11E-13	7,24E-13	8,51E-13	5,30E-13	5,20E-13	5,20E-13	
			Avec Projet 2030	4,85E-13	3,74E-13	2,54E-13	1,86E-13	3,35E-13	3,93E-13	7,19E-13	8,16E-13	5,06E-13	5,01E-13	5,01E-13	
			Sans Projet 2050	6,39E-16	4,80E-16	3,24E-16	2,33E-16	4,28E-16	4,97E-16	9,18E-16	1,08E-15	6,56E-16	6,45E-16	6,45E-16	
			Avec Projet 2050	6,14E-16	4,75E-16	3,18E-16	2,33E-16	4,15E-16	4,91E-16	9,10E-16	1,04E-15	6,35E-16	6,28E-16	6,28E-16	
Benzo(a)pyrène	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09		
			Sans Projet 2030	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Avec Projet 2030	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Sans Projet 2050	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Avec Projet 2050	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
Arsenic	Poumons	1,18E-08	2017	5,92E-10	5,72E-10	5,72E-10	3,44E-10	5,92E-10	5,72E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10		
			Sans Projet 2030	5,92E-10	5,72E-10	5,72E-10	3,44E-10	5,92E-10	5,72E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	
			Avec Projet 2030	5,92E-10	5,72E-10	5,72E-10	3,44E-10	5,92E-10	5,72E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	
			Sans Projet 2050	5,92E-10	5,72E-10	5,72E-10	3,44E-10	5,92E-10	5,72E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	
			Avec Projet 2050	5,92E-10	5,72E-10	5,72E-10	3,44E-10	5,92E-10	5,72E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	
HAP	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09		
			Sans Projet 2030	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Avec Projet 2030	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Sans Projet 2050	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
			Avec Projet 2050	1,74E-09	1,68E-09	1,68E-09	1,01E-09	1,74E-09	1,68E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	
Total		9,90E-06	2017	5,16E-07	4,95E-07	4,90E-07	2,96E-07	5,09E-07	4,95E-07	5,24E-07	5,28E-07	5,14E-07	5,13E-07		
			Sans Projet 2030	4,99E-07	4,81E-07	4,81E-07	2,89E-07	4,97E-07	4,82E-07	5,00E-07	5,01E-07	4,99E-07	4,99E-07	4,99E-07	
			Avec Projet 2030	4,98E-07	4,81E-07	4,81E-07	2,89E-07	4,97E-07	4,82E-07	5,00E-07	5,01E-07	4,99E-07	4,99E-07	4,99E-07	
			Sans Projet 2050	4,96E-07	4,79E-07	4,79E-07	2,87E-07	4,95E-07	4,79E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	
			Avec Projet 2050	4,95E-07	4,79E-07	4,79E-07	2,87E-07	4,95E-07	4,79E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	

	Fonction atteinte	ERI pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Crèche Petits chaperons rouges	Crèche La maison bleue bambou	Crèche La maison bleue cannelle	Crèche La maison bleue grenadin	Ecole maternelle A. Briand	Ecole élémentaire A. Briand	Ecole maternelle Buffalo	Ecole élémentaire Buffalo	Ecole primaire F. Rabelais	Crèche La maison bleue Montrouge
Benzène	Sang	9,74E-06	2017	4,94E-07	5,00E-07	4,99E-07	4,93E-07	2,90E-07	7,67E-07	2,86E-07	7,62E-07	4,82E-07	4,93E-07
			Sans Projet 2030	4,88E-07	4,89E-07	4,89E-07	4,88E-07	2,84E-07	7,56E-07	2,83E-07	7,55E-07	4,73E-07	4,88E-07
			Avec Projet 2030	4,88E-07	4,89E-07	4,89E-07	4,88E-07	2,84E-07	7,56E-07	2,83E-07	7,55E-07	4,73E-07	4,88E-07
			Sans Projet 2050	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	2,83E-07	7,54E-07	2,83E-07	7,54E-07	4,71E-07	4,87E-07
			Avec Projet 2050	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	4,87E-07	2,83E-07	7,54E-07	2,83E-07	7,54E-07	4,71E-07	4,87E-07
Chrome	Poumons	0,00E+00	2017	6,86E-11	7,42E-11	7,71E-11	7,21E-11	3,83E-11	9,43E-11	3,70E-11	9,20E-11	7,14E-11	7,12E-11
			Sans Projet 2030	8,92E-11	1,14E-10	1,16E-10	9,07E-11	6,04E-11	1,31E-10	4,76E-11	1,19E-10	1,01E-10	9,07E-11
			Avec Projet 2030	8,84E-11	1,11E-10	1,14E-10	9,07E-11	5,91E-11	1,31E-10	4,76E-11	1,19E-10	1,01E-10	9,00E-11
			Sans Projet 2050	2,56E-10	4,42E-10	4,32E-10	2,41E-10	2,41E-10	4,24E-10	1,31E-10	3,36E-10	3,36E-10	2,43E-10
			Avec Projet 2050	2,49E-10	4,19E-10	4,19E-10	2,38E-10	2,30E-10	4,26E-10	1,31E-10	3,35E-10	3,34E-10	2,40E-10
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	2017	1,54E-08	2,93E-08	2,83E-08	1,28E-08	1,64E-08	2,91E-08	7,01E-09	1,87E-08	2,40E-08	1,26E-08
			Sans Projet 2030	3,21E-09	5,94E-09	5,77E-09	2,93E-09	3,33E-09	5,71E-09	1,61E-09	4,23E-09	4,83E-09	3,00E-09
			Avec Projet 2030	3,09E-09	5,57E-09	5,50E-09	2,86E-09	3,13E-09	5,76E-09	1,61E-09	4,16E-09	4,80E-09	2,91E-09
			Sans Projet 2050	4,76E-10	8,89E-10	8,62E-10	4,36E-10	4,94E-10	8,46E-10	2,41E-10	6,28E-10	6,88E-10	4,46E-10
			Avec Projet 2050	4,59E-10	8,38E-10	8,32E-10	4,26E-10	4,67E-10	8,56E-10	2,43E-10	6,23E-10	6,84E-10	4,39E-10
Nickel	Poumons	1,06E-07	2017	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	3,08E-09	8,20E-09	3,08E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09
			Sans Projet 2030	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	3,08E-09	8,20E-09	3,08E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09
			Avec Projet 2030	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	3,08E-09	8,20E-09	3,08E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09
			Sans Projet 2050	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	3,08E-09	8,20E-09	3,08E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09
			Avec Projet 2050	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	5,30E-09	3,08E-09	8,20E-09	3,08E-09	8,20E-09	5,13E-09	5,30E-09
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	2017	8,12E-13	1,57E-12	1,49E-12	6,64E-13	8,73E-13	1,54E-12	3,59E-13	9,62E-13	1,31E-12	6,40E-13
			Sans Projet 2030	5,76E-13	1,10E-12	1,06E-12	5,13E-13	6,14E-13	1,04E-12	2,79E-13	7,37E-13	8,94E-13	5,13E-13
			Avec Projet 2030	5,56E-13	1,03E-12	1,00E-12	5,03E-13	5,78E-13	1,04E-12	2,79E-13	7,26E-13	8,92E-13	4,99E-13
			Sans Projet 2050	7,29E-16	1,39E-15	1,34E-15	6,43E-16	7,79E-16	1,33E-15	3,49E-16	9,19E-16	1,13E-15	6,35E-16
			Avec Projet 2050	7,06E-16	1,31E-15	1,29E-15	6,31E-16	7,38E-16	1,33E-15	3,51E-16	9,13E-16	1,12E-15	6,26E-16
Benzo(a)pyrène	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Sans Projet 2030	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Avec Projet 2030	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Sans Projet 2050	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Avec Projet 2050	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
Arsenic	Poumons	1,18E-08	2017	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	3,44E-10	9,16E-10	3,44E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10
			Sans Projet 2030	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	3,44E-10	9,16E-10	3,44E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10
			Avec Projet 2030	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	3,44E-10	9,16E-10	3,44E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10
			Sans Projet 2050	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	3,44E-10	9,16E-10	3,44E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10
			Avec Projet 2050	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	5,92E-10	3,44E-10	9,16E-10	3,44E-10	9,16E-10	5,73E-10	5,92E-10
HAP	Poumons	3,47E-08	2017	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Sans Projet 2030	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Avec Projet 2030	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Sans Projet 2050	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
			Avec Projet 2050	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,74E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,01E-09	2,69E-09	1,68E-09	1,74E-09
Total		9,90E-06	2017	5,17E-07	5,37E-07	5,35E-07	5,13E-07	3,11E-07	8,08E-07	2,97E-07	7,93E-07	5,13E-07	5,13E-07
			Sans Projet 2030	4,99E-07	5,03E-07	5,03E-07	4,99E-07	2,92E-07	7,73E-07	2,89E-07	7,71E-07	4,85E-07	4,99E-07
			Avec Projet 2030	4,99E-07	5,02E-07	5,02E-07	4,99E-07	2,91E-07	7,74E-07	2,89E-07	7,71E-07	4,85E-07	4,99E-07
			Sans Projet 2050	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	2,88E-07	7,67E-07	2,88E-07	7,67E-07	4,80E-07	4,96E-07
			Avec Projet 2050	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	4,96E-07	2,88E-07	7,67E-07	2,88E-07	7,67E-07	4,80E-07	4,96E-07

	Fonction atteinte	ERI pollution de fond seule Scénario résidentiel	Type de valeur	Ecole élémentaire Raymond Queneau	Résidence La Vanne	Maison de retraite Théophile Gautier	Résidence Hesperides Victor Hugo
Benzène	Sang	9,74E-06	2017	7,68E-07	3,59E-06	3,60E-06	3,58E-06
			Sans Projet 2030	7,56E-07	3,54E-06	3,54E-06	3,54E-06
			Avec Projet 2030	7,56E-07	3,54E-06	3,54E-06	3,54E-06
			Sans Projet 2050	7,54E-07	3,53E-06	3,53E-06	3,53E-06
			Avec Projet 2050	7,54E-07	3,53E-06	3,53E-06	3,53E-06
Chrome	Poumons	0,00E+00	2017	1,19E-10	4,63E-10	5,26E-10	4,93E-10
			Sans Projet 2030	1,61E-10	6,46E-10	7,37E-10	6,51E-10
			Avec Projet 2030	1,61E-10	6,46E-10	7,37E-10	6,51E-10
			Sans Projet 2050	5,04E-10	2,15E-09	2,44E-09	1,92E-09
			Avec Projet 2050	5,03E-10	2,14E-09	2,42E-09	1,91E-09
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	2017	3,26E-08	1,43E-07	1,66E-07	1,09E-07
			Sans Projet 2030	6,75E-09	2,87E-08	3,42E-08	2,42E-08
			Avec Projet 2030	6,75E-09	2,87E-08	3,42E-08	2,41E-08
			Sans Projet 2050	9,81E-10	4,27E-09	4,91E-09	3,59E-09
			Avec Projet 2050	9,81E-10	4,27E-09	4,88E-09	3,57E-09
Nickel	Poumons	1,06E-07	2017	8,20E-09	3,84E-08	3,84E-08	3,84E-08
			Sans Projet 2030	8,20E-09	3,84E-08	3,84E-08	3,84E-08
			Avec Projet 2030	8,20E-09	3,84E-08	3,84E-08	3,84E-08
			Sans Projet 2050	8,20E-09	3,84E-08	3,84E-08	3,84E-08
			Avec Projet 2050	8,20E-09	3,84E-08	3,84E-08	3,84E-08
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	2017	1,75E-12	7,51E-12	8,98E-12	5,74E-12
			Sans Projet 2030	1,24E-12	5,17E-12	6,30E-12	4,34E-12
			Avec Projet 2030	1,24E-12	5,11E-12	6,30E-12	4,34E-12
			Sans Projet 2050	1,56E-15	6,56E-15	7,95E-15	5,49E-15
			Avec Projet 2050	1,55E-15	6,51E-15	7,88E-15	5,46E-15
Benzo(a)pyrène	Poumons	3,47E-08	2017	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Sans Projet 2030	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Avec Projet 2030	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Sans Projet 2050	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Avec Projet 2050	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
Arsenic	Poumons	1,18E-08	2017	9,16E-10	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
			Sans Projet 2030	9,16E-10	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
			Avec Projet 2030	9,16E-10	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
			Sans Projet 2050	9,16E-10	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
			Avec Projet 2050	9,16E-10	4,29E-09	4,29E-09	4,29E-09
HAP	Poumons	3,47E-08	2017	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Sans Projet 2030	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Avec Projet 2030	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Sans Projet 2050	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
			Avec Projet 2050	2,69E-09	1,26E-08	1,26E-08	1,26E-08
Total		9,90E-06	2017	8,13E-07	3,79E-06	3,82E-06	3,74E-06
			Sans Projet 2030	7,75E-07	3,62E-06	3,63E-06	3,62E-06
			Avec Projet 2030	7,75E-07	3,62E-06	3,63E-06	3,62E-06
			Sans Projet 2050	7,67E-07	3,59E-06	3,59E-06	3,59E-06
			Avec Projet 2050	7,67E-07	3,59E-06	3,59E-06	3,59E-06

