

ekos

ingénierie environnementale



Dossier de demande d'examen au cas par cas Annexe n°11 – Etude Air et Santé (CIA)

Projet immobilier au quartier La Capelette à
Marseille (13)

SCI CAP EST LOISIRS

52 Avenue de Hambourg
13008 Marseille

Document n° AFF2023_029

Agence Méditerranée (siège) :
290 avenue de Galilée
Bâtiment G
13290 AIX-EN-PROVENCE

www.ekos.fr
ekos ingénierie
environnementale



SIRET : 47911974500087
Code APE 7112B
RCS : 479 119 745



Etude d'impact – Volet Air et Santé



CONSEIL INGÉNIERIE AIR
BUREAU D'ÉTUDES

Marseille • Lyon • Paris

www.cia-air.fr

Projet Capelette

Marseille (13)

Mars 2024

Version B

SCI CAP EST LOISIRS



Sommaire

Partie 1. Contexte du projet et réglementation.....	7		
1. Contexte du projet	8		
2. Réglementation et niveau d'étude.....	9		
2.1. La réglementation	9		
2.2. Niveau d'étude	9		
Partie 2. Méthodologie.....	10		
3. Méthodologie des campagnes de mesures	11		
3.1. Prélèvements passifs	11		
3.2. Position des points de mesures	11		
3.3. Analyse en laboratoire	11		
3.4. Interprétation des résultats	11		
3.5. Difficultés rencontrées	11		
4. Méthodologie du calcul des émissions et de l'analyse des coûts collectifs.....	12		
4.1. Calcul des émissions	12		
4.2. Analyse des coûts collectifs.....	13		
4.2.1. La pollution atmosphérique.....	13		
4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre	14		
4.2.3. Valeurs tutélaires.....	15		
5. Modélisation de la dispersion atmosphérique	16		
Partie 3. Etat initial	17		
6. Description de la zone d'étude.....	18		
6.1. Situation géographique	18		
6.2. Topographie	18		
6.3. Climatologie.....	18		
6.4. Population.....	19		
7. Analyse de la situation initiale	21		
7.1. Principaux polluants indicateurs de la pollution automobile	21		
7.1.1. Les oxydes d'azote (NOx).....	21		
7.1.2. Le monoxyde de carbone (CO)	21		
7.1.3. Le benzène (C ₆ H ₆).....	21		
7.1.4. Les particules en suspension (PM) ou poussières.....	22		
7.1.5. Les métaux	22		
7.1.6. Le dioxyde de soufre (SO ₂)	22		
7.1.7. Benzo[a]pyrène.....	22		
7.2. L'indice Atmo	23		
7.3. Valeurs et seuils réglementaires	23		
7.4. Recommandations de l'OMS.....	24		
7.5. Actions d'amélioration à l'échelon régional, départemental et local	24		
7.5.1. Réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air.....	24		
7.5.2. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie (SRCAE).....	26		
7.5.3. Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)	27		
7.5.4. Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA).....	28		
7.5.5. Schéma de Cohérence Territoriale	29		
7.5.6. Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET).....	30		
7.5.7. Plan Climat Air Energie Métropolitain de AMP (PCAEM).....	30		
7.5.8. Plan National et Plan Régional Santé Environnement (PNSE4 et PRSE3).....	30		
7.5.9. Plan de Déplacements Urbains (PDU)	31		
7.6. Qualité de l'air à proximité de la zone d'étude.....	32		
7.6.1. Emissions de polluants atmosphériques par secteur d'activité.....	32		
7.6.2. Concentrations mesurées par l'AASQA en air ambiant aux alentours de la zone d'étude.....	34		
7.6.3. Concentrations modélisées par l'AASQA aux alentours de la zone de projet	35		
7.7. Mesures réalisées in situ.....	39		
7.7.1. Méthodologie d'étude	39		
7.7.2. Localisation des points de mesures	40		
7.7.3. Conditions météorologiques.....	42		
7.7.4. Interprétation des résultats	45		
8. Conclusion de l'état initial.....	48		
Partie 4. Impact du projet.....	50		
9. Trafic routier : Calcul d'émissions de polluants et de la consommation énergétique	51		
9.1. Données	51		
9.2. Répartition du parc automobile.....	51		
9.3. Définition du domaine d'étude.....	51		
9.4. Evolution du trafic routier dans le domaine d'étude.....	53		
9.5. Bilan de la consommation énergétique	53		



9.6. Bilan des émissions en polluants.....	54
9.7. Analyse des coûts collectifs.....	55
9.7.1. Coûts liés à la pollution de l'air	55
9.7.2. Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel	55
9.7.3. Coûts collectifs globaux	55
10. Modélisation de la dispersion atmosphérique	56
10.1. Méthodologie des calculs	56
10.2. Résultats des modélisations	56
10.2.1. Modélisation du dioxyde d'azote	57
10.2.2. Modélisation des particules PM10	65
10.2.3. Modélisation des particules PM2,5	73
11. Evaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP	81
11.1. Objectif de l'IPP	81
11.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP	81
11.2.1. Population	81
11.2.2. Concentration en dioxyde d'azote.....	81
11.3. Présentation des résultats de L'IPP du NO₂.....	81
11.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude.....	81
11.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée	82
11.3.3. Etude de la répartition spatiale des Indices Pollution Population dans la bande d'étude.....	83
12. Conclusion de l'impact du projet	91
Partie 5. Mesures Eviter Réduire Compenser (ERC).....	96
13. Mesures ERC.....	97
13.1. Mesures envisageables pour réduire l'impact sur la qualité de l'air	97
13.2. Mesures envisagées pour réduire les impacts en phase chantier	97
Partie 6. Annexes	98
Annexe 1 Résultats du laboratoire PASSAM	99
Annexe 2 Fiches de mesures.....	101

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
A	13/10/2023	Etude d'impact – version originale	NB	PJ	PYN
B	28/03/2024	Modification suite relecture SIFER Promotion	PJ	PJ	PYN

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du projet de construction immobilière - Marseille (13).....	8	Figure 23 : Influence des conditions météorologiques sur la dispersion des polluants - Source : ATMO Auvergne Rhône Alpes	42
Figure 2 : Plan du projet de construction immobilière (soucre : étude de trafic, PCR) - Marseille (13)	8	Figure 24 : Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures - Station météo France Marignane (13).....	43
Figure 3 : Illustration de l'installation des tubes passifs - NO ₂	11	Figure 25 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 16/06/2022 au 13/07/2022 - Station Marignane de Météo France	43
Figure 4 : Illustration du capteur passif de particules PM10.....	11	Figure 26 : Rose des vents normales de Marignane Météo France - Période 1991-2010.....	43
Figure 5 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic router	12	Figure 27 : Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures - Station météo France Marignane (13).....	44
Figure 6 : Carte topographique de la zone d'étude (source topographic-map.com).....	18	Figure 28 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 02/03/2023 au 30/03/2023 à Marignane (13) - Météo France	44
Figure 7 : Normales de rose de vent sur la station de Marignane - Météo France - Période 1991-2010	18	Figure 29 : Rose des vents normales de Marignane (13) Météo France - Période 1991-2010	44
Figure 8 : Cartographie de la densité de population (source geoportail, données cartographiques IGN et INSEE)	19	Figure 30 : Concentrations en NO ₂ mesurées par tubes passifs pendant la campagne réalisée en période chaude et froide et moyenne calculée à partir de ces concentrations.....	45
Figure 9 : Cartographie des zones de bâtis abritant des populations vulnérables à proximité du projet (source geoportail données cartographiques IGN et INSEE).....	20	Figure 31 : Concentrations moyennes annuelles mesurées durant les campagnes en NO ₂	45
Figure 10 : Échelle de l'indice ATMO - Source AtmoSud.....	23	Figure 32 : Transect : concentrations en NO ₂ mesurées en fonction de la distance des points de mesures par rapport à l'axe routier étudié pendant la campagne de mesures.	46
Figure 11 : Évolution des recommandations de l'OMS - Source Air PARIF	24	Figure 33 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles mesurées en dioxyde d'azote.....	47
Figure 12 : Réseau de surveillance de la qualité de l'air - source AtmoSud - Bouches-du-Rhône.....	25	Figure 34 : Présentation du domaine d'étude pris en compte dans le calcul des émissions atmosphériques de polluants.....	52
Figure 13 : Réduction des émissions par rapport à 2005 - Source : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer - Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)	28	Figure 35 : Consommation énergétique journalière TEP/jour	53
Figure 14 : Amélioration de la qualité de l'air - Source : Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer - Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA).	29	Figure 36 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Actuelle 2023.....	58
Figure 15 : Schéma des enjeux et objectifs du projet de PDU d'AMP (source : AMP)	31	Figure 37 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Référence- Horizon 2027.....	59
Figure 16 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2019).....	32	Figure 38 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Avec Projet - Horizon 2027.....	60
Figure 17 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département des Bouches-du-Rhône (cigale AtmoSud 2019).....	33	Figure 39 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence - dioxyde d'azote - horizon 2027	61
Figure 18 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la commune de Marseille (cigale AtmoSud 2019)	33	Figure 40 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Référence- Horizon 2047	62
Figure 19 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote en 2019 - Modélisées par AtmoSud	36	Figure 41 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Projet- Horizon 2047	63
Figure 20 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en 2019 - Modélisées par AtmoSud	37		
Figure 21 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 en 2019 - Modélisées par AtmoSud	38		
Figure 22 : Cartographie de la position des sites de prélèvements passifs et détails des polluants mesurés ..	41		

Figure 42 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – dioxyde d’azote – horizon 2047.....	64
Figure 43 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 – Situation Actuelle 2023	66
Figure 44 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Référence- Horizon 2027.....	67
Figure 45 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Avec Projet – Horizon 2027.....	68
Figure 46 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM10– horizon 2027.....	69
Figure 47 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Référence- Horizon 2047.....	70
Figure 48 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10– Situation Projet- Horizon 2047.....	71
Figure 49 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM10– horizon 2047.....	72
Figure 50 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 – Situation Actuelle 2023...	74
Figure 51 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2027.....	75
Figure 52 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Avec Projet – Horizon 2027.....	76
Figure 53 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM2,5– horizon 2027.....	77
Figure 54 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2047.....	78
Figure 55 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2047.....	79
Figure 56 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5– Situation Référence- Horizon 2047.....	80
Figure 57 : Nombre d’habitants exposés aux différentes gammes de concentrations en NO ₂ pour tous les horizons et scénarios étudiés.....	82
Figure 58 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote – Situation actuelle – Horizon 2023.....	84
Figure 59 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote – Situation de référence – Horizon 2027.....	85
Figure 60 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote – Situation de projet – Horizon 2027.....	86
Figure 61 : Impact du projet sur l’Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote par rapport à la situation de référence–Horizon 2027.....	87
Figure 62 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote – Situation de référence – Horizon 2047.....	88
Figure 63 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote – Situation de projet– Horizon 2047.....	89

Figure 64 : Impact du projet sur l’Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d’azote par rapport à la situation de référence–Horizon 2047.....	90
---	----

Figure 65 : Résultats bruts de l’analyse du dioxyde d’azote (avant correction) – Laboratoire PASSAM – Campagne en période chaude.....	99
---	----

Figure 66 : Résultats bruts de l’analyse du dioxyde d’azote (avant correction) – Laboratoire PASSAM – Campagne en période froide.....	100
---	-----



Liste des tableaux

<u>Tableau 1 : Définition du niveau d'étude en fonction du trafic et de la densité de population</u>	<u>9</u>	<u>Tableau 23 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés</u>	<u>65</u>
<u>Tableau 2 : Échelle des sous-indices de l'indice ATMO – Source Atmo France.....</u>	<u>23</u>	<u>Tableau 24 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés</u>	<u>73</u>
<u>Tableau 3 : Définition des seuils réglementaires de référence</u>	<u>23</u>	<u>Tableau 25 : IPP cumulé du NO₂ dans la bande d'étude</u>	<u>81</u>
<u>Tableau 4 : Critères de qualité de l'air en vigueur.....</u>	<u>23</u>	<u>Tableau 26 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations.....</u>	<u>82</u>
<u>Tableau 5 : Objectifs de réduction des émissions du PPA des Bouches-du-Rhône aux horizons 2015 et 202 – Source : Atmosud – évaluation du PPA 2013-2018.....</u>	<u>27</u>	<u>Tableau 27 : Statistiques des IPP du dioxyde d'azote calculés dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés.....</u>	<u>83</u>
<u>Tableau 6 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2019).....</u>	<u>32</u>		
<u>Tableau 7 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département des Bouches-du-Rhône (cigale AtmoSud 2019).....</u>	<u>33</u>		
<u>Tableau 8 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la commune de Marseille (cigale AtmoSud 2019).....</u>	<u>33</u>		
<u>Tableau 9 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs de référence et réglementaires</u>	<u>34</u>		
<u>Tableau 10 : Organisation des campagnes de mesures dans la zone d'étude</u>	<u>39</u>		
<u>Tableau 11 : Typologie et influence des sites de mesures et polluants d'intérêts</u>	<u>39</u>		
<u>Tableau 12 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles – fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record – Station Marnane (13).....</u>	<u>43</u>		
<u>Tableau 13 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles – fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record – Station Marnane (13).....</u>	<u>44</u>		
<u>Tableau 14 : NO₂ : Statistiques par sites de différentes typologies – concentrations moyennes annuelles</u>	<u>46</u>		
<u>Tableau 15 : Transect installé le long de l'autoroute A50, positions et concentrations mesurées en NO₂ lors de la campagne de mesures – période chaude, froide et moyenne annuelle</u>	<u>46</u>		
<u>Tableau 16 : Evolution du trafic dans le domaine d'étude.....</u>	<u>53</u>		
<u>Tableau 17 : Emissions moyennes journalières sur le domaine d'étude</u>	<u>54</u>		
<u>Tableau 18 : Emissions moyennes journalières en gaz à effet de serre sur le domaine d'étude.....</u>	<u>54</u>		
<u>Tableau 19 : Coûts liés à la pollution de l'air – Tous types de véhicules confondus</u>	<u>55</u>		
<u>Tableau 20 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel – Tous types de véhicules confondus.....</u>	<u>55</u>		
<u>Tableau 21 : Coûts collectifs globaux du domaine d'étude.....</u>	<u>55</u>		
<u>Tableau 22 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés.....</u>	<u>57</u>		



Partie 1. Contexte du projet et règlementation

1. Contexte du projet

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet de construction immobilière à la Capelette, à Marseille (13). La localisation et le plan du projet sont présentés ci-contre.

Cette étude est réalisée pour le compte de la SCI CAP EST LOISIRS.

Le projet de construction est situé sur le terrain attenant à la patinoire Palais Omnisports. Le projet comprend la construction de diverses structures immobilières :

- Bureaux ;
- Hôtel ;
- Logements ;
- Commerces ;
- Pôle loisirs/activités
- Une résidence étudiante/ jeunes actifs ;
- Crèche ;
- Maison de santé
- Résidence étudiant/coliving

Les enjeux de cette étude sont dans un premier temps de qualifier la qualité de l'air de la zone et ainsi déterminer à quelles concentrations seraient exposés les nouveaux habitants.

Puis dans un second temps, à qualifier l'impact du projet en lui-même sur la qualité de l'air locale : un nouvel afflux de population entraînant des modifications de trafic routier et donc une possible modification de la qualité de l'air de la zone. L'impact de la disposition des bâtiments en projet sur la qualité de l'air sera également étudié.

Le présent rapport s'appuie sur la note méthodologique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières.

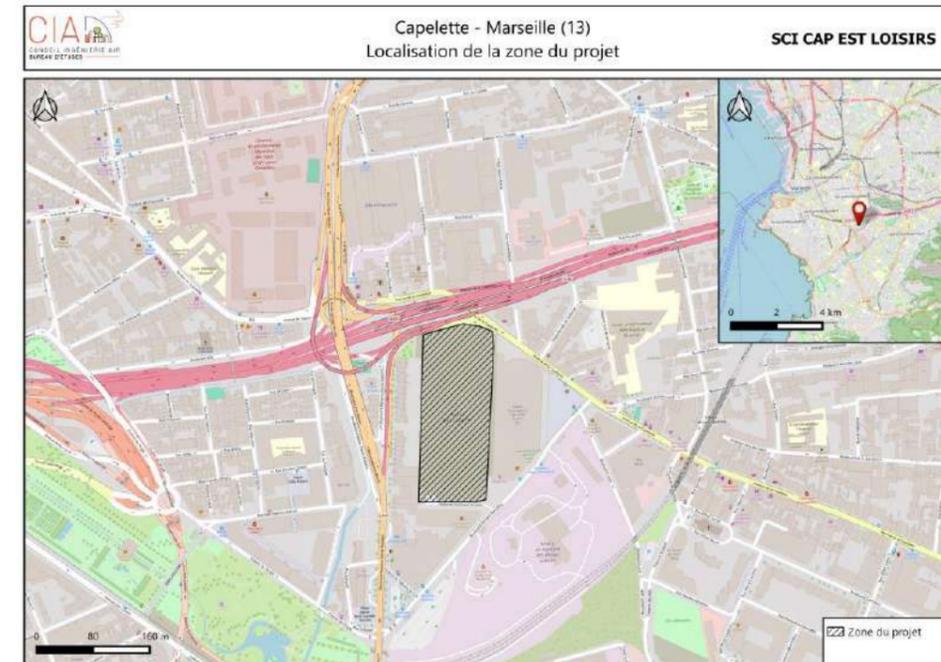


Figure 1 : Localisation du projet de construction immobilière - Marseille (13)



Figure 2 : Plan du projet de construction immobilière (source : étude de trafic, PCR) - Marseille (13)

2. Réglementation et niveau d'étude

2.1. La réglementation

Les articles L220-1 et suivants du Code de l'Environnement, ancienne loi sur l'air du 30 décembre 1996, ont renforcé les exigences dans le domaine de la qualité de l'air et constituent le cadre de référence pour la réalisation des études d'environnement et des études d'impact dans les projets d'infrastructures routières.

L'article 19 de cette loi, complété par sa circulaire d'application 98-36 du 17 février 1998 énonce en particulier la nécessité :

- D'analyser les effets du projet sur la santé ;
- D'estimer les coûts collectifs des pollutions et des avantages induits ;
- De faire un bilan de la consommation énergétique.

Les méthodes et le contenu de cette étude sont définis par la note technique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières.

Cette récente note technique est venue actualiser la précédente note de 2005 annexée à la circulaire DGS/SD7B/2005/273 du 25 février 2005.

L'étude est menée conformément à :

- La note méthodologique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières.
- L'annexe technique à la note méthodologique sur les études d'environnement « volet air » rédigée par le SETRA et le CERTU, pour la Direction des Routes du Ministère de l'Équipement des Transports de l'Aménagement du territoire du Tourisme et de la Mer et diffusée auprès des Préfets de région et de département par courrier daté du 10 juin 1999 signé du Directeur des Routes.

2.2. Niveau d'étude

La note technique du 22 février 2019 définit le contenu des études « Air et Santé », qui se veut plus ou moins conséquent selon les enjeux du projet en matière de pollution de l'air et d'incidences sur la santé.

Quatre niveaux d'étude sont ainsi définis en fonction des niveaux de trafics attendus à terme sur la voirie concernée et en fonction de la densité de population à proximité de cette dernière.

Tableau 1 : Définition du niveau d'étude en fonction du trafic et de la densité de population

Trafic à l'horizon d'étude et densité (hab./ km ²) dans la bande d'étude	> 50 000 véh/j ou 5 000 uvp/h	25 000 véh/j à 50 000 véh/j ou 2 500 uvp/h à 5 000 uvp/h	≤ 25 000 véh/j ou 2 500 uvp/h	≤ 10 000 véh/j ou 1 000 uvp/h
G I Bâti avec densité ≥ 10 000 hab./ km ²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet < ou = 5 km
G II Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab./ km ²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet < ou = 25 km
G III Bâti avec densité ≤ 2000 hab./ km ²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet < ou = 50 km
G IV Pas de Bâti	III	III	IV	IV

Au regard des aménagements, **une étude de niveau II** est réalisée pour ce projet.

Une étude de niveau II contient les étapes suivantes :

- L'état initial de la qualité de l'air,
- Les campagnes de mesures *in situ*,
- Les calculs des émissions,
- L'analyse des coûts collectifs.
- La modélisation de la dispersion atmosphérique,
- L'indice Pollution Population,

Les polluants à prendre en considération, définis sur une base réglementaire, sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO₂),
- Particules fines (PM10 et PM2.5),
- Monoxyde de carbone (CO),
- Benzène, comme traceur des Composés Organiques Volatils non Méthaniques (COVnM),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Métaux : Arsenic et nickel,
- Benzo[a]pyrène (B(a)P, comme traceur des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

Par ailleurs, les émissions de CO₂, traceur des gaz à effets de serre, seront également estimées.



Partie 2. Méthodologie

3. Méthodologie des campagnes de mesures

3.1. Prélèvements passifs

Les campagnes de mesures sont généralement réalisées sur 2 saisons contrastées différentes, elles s'intéressent aux principaux polluants d'origine automobile qui sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules (de taille inférieure à 10µm : PM10). Ces polluants sont mesurés :

- Pour le dioxyde d'azote : sur une durée de 4 semaines à l'aide d'échantillonneurs passifs.
- Pour les particules (PM10) : sur une durée de 15 jours à l'aide d'un capteur passif.

Cette technique de mesure permet d'obtenir une évaluation de la concentration atmosphérique moyenne de ces polluants sur cette durée.

La méthodologie d'échantillonnage consiste en la suspension des échantillonneurs passifs dans une boîte les protégeant des intempéries. Ces boîtes sont placées à une hauteur de 2 à 2,5 mètres du sol, en suspension libre, aux endroits de mesures choisis.



Figure 3 : Illustration de l'installation des tubes passifs - NO₂



Figure 4 : Illustration du capteur passif de particules PM10

3.2. Position des points de mesures

Les points sont répartis sur l'ensemble de la zone d'étude afin de caractériser au mieux la qualité de l'air sur les secteurs étudiés.

Les points de mesures sont caractéristiques d'un type de pollution selon leur emplacement. Ainsi, on distingue les sites sous influence :

- Les points de proximité trafic (T), situés à proximité d'un axe de circulation important ;
- Les points de fond (F), situés en dehors de la zone d'influence du trafic routier ;
- Les points industriels (I), situés dans une zone sous influence industrielle.

Les sites de mesures sont également caractérisés par la densité de population et peuvent être des sites de typologie urbaine, périurbaine ou rurale.

3.3. Analyse en laboratoire

Les tubes sont ensuite envoyés pour analyse dans un laboratoire spécialisé (PASSAM), situé en Suisse, pour obtenir les concentrations mesurées in situ.

3.4. Interprétation des résultats

Une analyse et une interprétation des résultats obtenus est effectuée suivant la nature des prélèvements, leurs concentrations, les conditions météorologiques locales constatées pendant les mesures.

Les concentrations en dioxyde d'azote issues de l'analyse brute du laboratoire PASSAM ont été corrigées comme préconisé dans le guide de référence « Échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » de l'ADEME (2002) : les résultats bruts ont été multipliés par un coefficient de 0,901 afin d'être représentatifs des concentrations réelles.

Les conditions météorologiques durant la campagne de mesures sont précisées au chapitre 7.7.3.

3.5. Difficultés rencontrées

Lors de la campagne de mesures réalisées en période chaude, deux dispositifs de prélèvement ont été dérobés (points numéros 8 et 7).

4. Méthodologie du calcul des émissions et de l'analyse des coûts collectifs

4.1. 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) qui remplace sa précédente version COPERT III (intégrée dans l'outil ADEME-IMPACT fourni par l'ADEME).

La méthodologie COPERT V est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- Les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- Les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- Les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;
- Les surémissions liées à la charge des poids-lourds.

Elle intègre aussi :

- Les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- Les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC intègre également la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA et en y associant le nombre de jours de pluie annuel sur le site étudié.

Les vitesses très faibles (inférieures à 10 km/h) sont en dehors de la gamme de validité des facteurs d'émissions de la méthode COPERT V (gamme de validité de 10 à 130 km/h). TREFIC™ associe un coefficient multiplicatif aux facteurs d'émissions déterminées à 10 km/h selon la méthode COPERT V pour redéfinir les facteurs d'émissions des vitesses inférieures. Ce coefficient correspond au ratio entre la vitesse basse de validité, soit 10km/h, et la vitesse de circulation pour laquelle le facteur est estimé (par exemple pour une vitesse de circulation de 5 km/h, le coefficient appliqué est de 2). Toutefois, pour les vitesses inférieures à 3km/h, les incertitudes sont trop importantes et les facteurs d'émissions ne peuvent être recalculés.

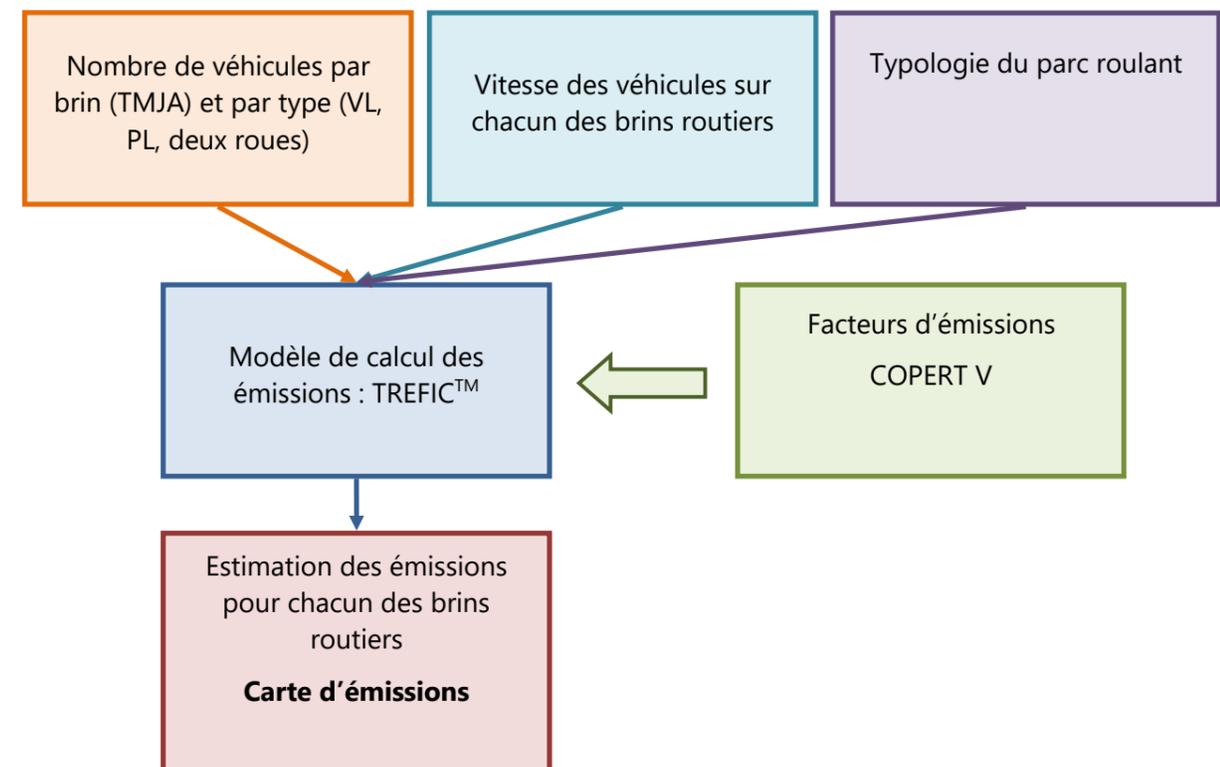


Figure 5 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier



4.2. Analyse des coûts collectifs

Les émissions de polluants atmosphériques issus du trafic routier sont à l'origine d'effets variés : effets sanitaires, impact sur les bâtiments, atteintes à la végétation et réchauffement climatique.

L'instruction du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport a officialisé les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boîteux II ». Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes mais elles concernent notamment la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, rural), une valeur de l'impact, principalement sanitaire, de la pollution atmosphérique.

Cette instruction est annulée et remplacée par celle du 16 juin 2014 qui présente le cadre général de l'évaluation des projets de transports, en application des dispositions des articles L.1511-1 à L.1511-6 du code des transports et du décret n°84-617 du 17 juillet 1984. La note technique du 27 juin 2014 présente entre autre, la méthodologie à appliquer pour la monétarisation des émissions liées directement ou indirectement au trafic routier en s'appuyant sur :

- « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013 du commissariat à la stratégie et à la prospective (mission présidée par Emile Quinet) ;
- « La valeur tutélaire du carbone » de septembre 2009 du centre d'analyse stratégique (mission présidée par Alain Quinet).

Deux externalités sont étudiées :

- La pollution atmosphérique afin d'intégrer les effets sur la santé, le bâti et la végétation ;
- Les émissions de gaz à effet de serre pour évaluer le coût du réchauffement climatique.

Afin d'aider à conduire les évaluations, des fiches outils sont disponibles sur les éléments clés. Elles contiennent notamment les valeurs de référence communes qui sont prescrites pour le calculs des indicateurs socio-économiques standardisés. Une mise à jour de certaines de ces fiches outils a eu lieu le 3 août 2018 et/ou le 3 mai 2019. L'analyse des coûts collectifs prend en compte ces mises à jour.

4.2.1. La pollution atmosphérique

La monétarisation des effets de la pollution atmosphérique repose sur l'analyse de quatre polluants ou famille de polluants : le SO₂, les NO_x, les PM_{2.5} et les COVNM. Les impacts suivants sont considérés dans la monétarisation :

- Particules (PM_{2,5}) : effets sanitaires (mortalité et morbidité) ;
- NO_x : effets sur la santé (via nitrates et O₃), eutrophisation des milieux et effet fertilisation des sols agricoles (via nitrates), pertes de cultures (via O₃) ;
- SO₂ : santé (via sulfates), acidification des milieux, pertes de cultures ;
- COVNM : effets sanitaires (via O₃), pertes de cultures (via O₃).

Les valeurs tutélaires par type de véhicules sont calculées à partir de la somme des coûts en €/véh.km de chaque polluant. Chaque coût (défini par polluant) correspond au produit du facteur d'émission (en g/km) par le coût marginal (en €/g) des impacts sanitaires et environnementaux des émissions du polluant considéré (Équation 1).

$$\text{Valeur Tutélaire}_v = \sum_p^n (F_{vp} * C_p) \quad \text{Équation 1}$$

Avec :

v : type de véhicule

p : polluant considéré

F_{vp} : facteur d'émission d'un type de véhicule v pour le polluant p (en g/km)

C_p : coût marginal du polluant p (en €/g)

Valeur tutélaire_v : valeur tutélaire du type de véhicule p (en €/km)

Les effets sanitaires étant intrinsèquement liés à la présence ou non de population, les valeurs tutélaires sont ensuite modulées en fonction de la densité. Le tableau ci-dessous reprend les facteurs associés et les densités de population considérées.

Facteurs multiplicatifs de densité de population pour le calcul des coûts sanitaire lorsque l'infrastructure passe d'une zone à l'autre :

Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
*10	*3	*3	*3

Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

hab/km ²	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette	< 37	37-450	450-1 500	1500 -4 500	> 4500

Afin d'intégrer la variabilité des émissions en fonction de la vitesse de circulation, les facteurs d'émission de chaque polluant sont pondérés par un coefficient dépendant des classes de densité précédemment décrites. Il est en effet considéré que la vitesse décroît en fonction de l'augmentation de l'urbanisation (et donc de la densité de population). Le tableau suivant reprend les différents coefficients. Ces ajustements sont basés sur les facteurs d'émission COPERT V.

Coefficients de vitesse pour le calcul des facteurs d'émissions lorsque l'infrastructure passe d'une zone à une autre

	Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
VL NOx	/1,5	/1,3	*1	*1,5
VL PM2.5	/1,5	/1,7	*1	*1,3
PL NOx	*1,1	*1,2	*1	*1,6
PL PM2.5	*1	*1,2	*1	*2

NB : les facteurs des VP sont également appliqués aux deux roues et VUL ; de même, les facteurs PL sont appliqués aux bus également.

Les valeurs tutélaires sont estimées en euro 2015 sur la base d'un parc roulant de 2015. La variation annuelle des valeurs tutélaires au-delà de 2015 correspond à la somme des pourcentages de variation des émissions routières et du PIB par habitant.

La note méthodologique conseille d'utiliser comme taux d'évolution pour les émissions routières :

Taux d'évolution pour les émissions routières

	VL	PL
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2015 à 2030	-4,50%	-4,00%
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2030 à 2050	-0,50%	-2,50%
Diminution annuelle des émissions polluantes de 2050 à 2070	-0,50%	0,00%

En l'absence de la directive sur les plafonds d'émission et afin d'être cohérent avec la réalité des émissions automobiles, la baisse des émissions est estimée pour la période de 2020 à 2030 selon le même procédé que

de 2010 à 2020, soit sur la base des facteurs d'émissions (COPERT V) et du parc automobile français disponibles jusqu'en 2030 (parc IFFSTAR). Cette méthodologie aboutie à une baisse annuelle similaire, soit 4,5% pour les VL et 4% pour les PL. A partir de 2030 jusqu'en 2070, les émissions sont considérées comme constantes ce qui constitue une hypothèse majorante mais conforme à la note méthodologique pour les PL et une baisse de 0,5% par an pour les VL. Au-delà de 2070, les émissions sont considérées comme constantes pour les VL et les PL.

Concernant la variation du PIB par habitant, il est estimé sur la base :

- Des projections INSEE de la population française jusqu'en 2060 ;
- D'un PIB variant jusqu'en 2030 selon l'évolution du PIB de ces 15 dernières années ;

D'un PIB croissant au-delà de 2030 au taux de 1,5% (hypothèse courante en socio-économie).

4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre

Suite aux conclusions de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet, le coût de la tonne de CO₂ (ou CO₂ équivalent) est de :

- 53€ 2015 la tonne de CO₂ en 2018
- 246€ 2015 la tonne de CO₂ en 2030
- 491€ 2015 la tonne de CO₂ en 2040.

Ces valeurs reprennent les recommandations de la commission Quinet (54€2018 en 2018, 250€2018 en 2030, 500€2018 en 2040) en les rapportant aux conditions économiques de 2015.

La valeur tutéaire du carbone évolue selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030 ainsi qu'entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5% par an pour atteindre 763€2015 en 2050 et 1184€2015 en 2060. Cette valeur reste constante à 1184€2015 au-delà de 2060.

4.2.3. Valeurs tutélaires

Coûts liés à la qualité de l'air

Le tableau suivant présente les valeurs tutélaires liées aux émissions polluantes du transport routier.

Valeurs tutélaires (€/100 véh.km) déclinées par type de véhicule

€ ₂₀₁₅ /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
VP Diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
VP Essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
VUL	19,8	5,6	2,4	2	1,7
VUL Diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
VUL Essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
PL diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
Deux-roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Les valeurs tutélaires, faisant une distinction entre la motorisation des VP et VUL (essence, diesel ou GPL), ont été pondérées en fonction de la répartition du parc roulant des années étudiées et de la typologie du parc (urbain, rural ou autoroutier).

Les données sont regroupées dans le tableau suivant :

Répartition du type de motorisation en fonction de l'année et de la typologie de l'axe routier - Parc AMS Trefic 5.2.1

Parc	Urbain			Rural			Autoroutier			
	Année	2023	2037	2047	2023	2037	2047	2023	2037	2047
VP Essence		43,9%	34,8%	12,4%	39,9%	31,9%	11,5%	31,4%	23,5%	9,0%
VP Diesel		49,6%	29,1%	7,4%	53,6%	31,3%	7,9%	61,5%	37,1%	8,8%
VP Hybride		5,6%	31,9%	72,1%	5,6%	32,6%	72,5%	6,1%	34,6%	72,8%
VP GPL		0,7%	3,3%	4,6%	0,7%	3,3%	4,6%	0,8%	3,5%	4,6%
VP GNC		0,2%	0,9%	3,5%	0,2%	0,9%	3,5%	0,2%	1,4%	4,7%
VUL essence		3,6%	33,8%	70,3%	4,4%	38,2%	73,9%	4,2%	35,6%	71,8%
VUL diesel		96,4%	66,2%	29,7%	95,6%	61,8%	26,1%	95,8%	64,4%	28,2%
PL Diesel		92,7%	41,4%	15,8%	95,9%	52,8%	23,2%	96,8%	57,7%	24,1%
PL Essence		0,2%	3,4%	5,1%	0,2%	2,6%	4,4%	0,1%	2,4%	4,4%
PL Biodiesel		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
PL GNC		7,0%	55,2%	79,1%	4,0%	44,6%	72,4%	3,1%	39,9%	71,5%

Variation annuelle du PIB par tête et des émissions pour chaque horizon d'étude

	2023	2027	2047
Pourcentage annuel d'évolution des émissions depuis 2015	-4,50%	-4,50%	-2,4%
Pourcentage annuel d'évolution du PIB par tête depuis 2015	0,77%	1,07%	1,64%
Pourcentage annuel d'évolution total	-3,73%	-3,43%	-0,76%

Coût unitaire lié à l'effet de serre additionnel

Les valeurs tutélaires de la note méthodologique de 2014 sont récapitulées ci-dessous (actualisée le 03 mai 2019) :

Valeur tutélaires de la tonne de CO₂

T CO ₂ en euro 2015	
2023	133,4
2027	197,8
2047	668,2

Les émissions de CO₂ du projet sont estimées à partir des facteurs d'émissions de COPERT V.

Les valeurs sont recalculées et présentées dans le tableau suivant pour les VP et VUL.

Les valeurs tutélaires pour les horizons 2022 et 2031 sont modulées en fonction des variations annuelles du PIB par habitant et des émissions récapitulées dans le tableau suivant :

Valeur tutélaires (en €₂₀₁₅/100 véh.km) déclinées par type de véhicule par année et par typologie de voie

Catégorie	Année	Typologie	Urbain Très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
			(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)
VP	2023	Urbain	9,4	2,6	1,1	0,9	0,7
		Rural	9,8	2,7	1,1	0,9	0,7
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
	2027	Urbain	9,0	2,5	1,1	0,8	0,6
		Rural	9,3	2,6	1,1	0,8	0,6
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
	2047	Urbain	6,8	1,9	0,8	0,6	0,5
		Rural	7,0	2,0	0,9	0,6	0,5
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
VUL	2023	Urbain	19,7	5,5	2,4	1,9	1,7
		Rural	19,5	5,5	2,4	1,9	1,7
		Autoroutier	19,6	5,5	2,4	1,9	1,7
	2027	Urbain	19,2	5,4	2,4	1,9	1,7
		Rural	18,9	5,3	2,3	1,9	1,7
		Autoroutier	19,1	5,4	2,4	1,9	1,7
	2047	Urbain	15,0	4,2	1,8	1,4	1,2
		Rural	14,0	4,0	1,7	1,3	1,1
		Autoroutier	14,6	4,1	1,8	1,4	1,2

5. Modélisation de la dispersion atmosphérique

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel ARIA Impact. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet également de tenir compte des concentrations de fond de la zone d'étude, ces données sont issues des données mesurées par AtmoSud :

- NO₂ : 26,1 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;
- PM10 : 17,9 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;
- PM2,5 : 9,7 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;

Les calculs ont été effectués à partir d'une rose des vents normales (station météo France de Marignane). Les résultats sont obtenus sur un réseau maillé d'une résolution de 75 mètres.



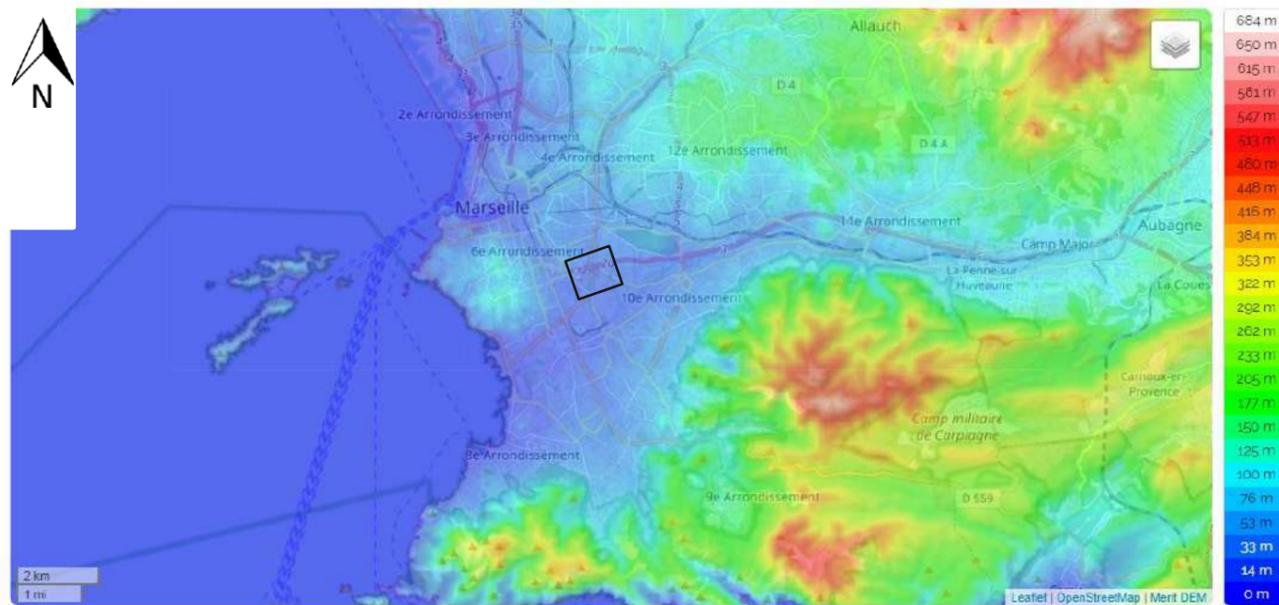
Partie 3. Etat initial

6. Description de la zone d'étude

6.1. Situation géographique

Le projet se situe dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, dans le département des Bouches-du-Rhône (13), dans la commune de Marseille.

6.2. Topographie



France métropolitaine, France (46.60335 1.88833)

Figure 6 : Carte topographique de la zone d'étude (source topographic-map.com)

La carte topographique ci-dessus présente les reliefs alentours de la zone de projet, celle-ci est mise en évidence dans un encadré noir.

La zone de projet, située dans une zone côtière sera favorable à la dispersion des polluants en mer. Cependant les phénomènes de brise de terre et de brise de mer entraînent le retour des polluants stockés en mer la nuit, vers le littoral en journée pouvant entraîner une augmentation des concentrations. La disposition des bâtiments et des axes routiers peut également favoriser la stagnation des polluants émis localement (rues canyons).

6.3. Climatologie

Les Bouches-du-Rhône sont sous l'influence de la mer chaude de Méditerranée et sont protégées par le relief des masses d'air provenant de l'Atlantique et du nord. Le département est caractérisé par un climat de type méditerranéen.

Afin de présenter la climatologie de la zone d'étude, les données de la station Météo France de la station Marignane (Statistiques 1981–2010 et records). Il s'agit de la station synoptique la plus proche de la zone de projet.

Températures

Le climat méditerranéen est caractérisé par la douceur de ses saisons. Toutefois, il faut se méfier de ses excès. Localement, l'été, la température peut atteindre 39,7°C sous abri alors qu'en plein hiver le thermomètre est déjà descendu à -16,8°C. Il faut remarquer que la proximité de la mer assure aux régions côtières un écrêtement des extrêmes qui se traduit par moins de gelées en hiver et moins de canicule en été. La température moyenne annuelle est d'environ 15,5°C.

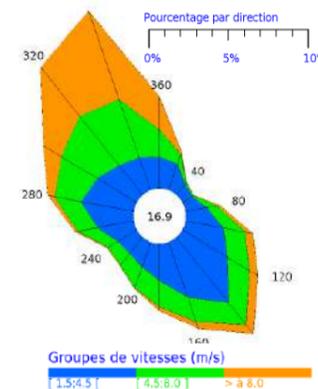
Précipitations

Typique du climat méditerranéen, la zone est marquée par des précipitations abondantes principalement à l'automne mais peu fréquentes : avec une hauteur de précipitations de 515,4 mm pour seulement 53,2 jours de pluie par an, en moyenne.

Ensoleillement

L'insolation est de 2857,8 heures par an, valeur conforme avec les moyennes que l'on rencontre sur l'arc méditerranéen français

Vents



La rose des vents montre la prédominance de vent fort à modéré du Nord-Ouest, le Mistral. Un vent fort à modéré provenant du Sud-Est est également présent (le Marin). La présence de vents régionaux forts favorise la dispersion atmosphérique des polluants émis localement.

Les conditions météorologiques locales, lors des campagnes de mesures, sont détaillées plus amplement dans le chapitre IV.7.3 de ce rapport.

Figure 7 : Normales de rose de vent sur la station de Marignane – Météo France – Période 1991-2010

6.4. Population

La population de la commune de Marseille était de plus de 868 277 habitants en 2018, selon l'INSEE. Avec 7 542 décès en 2018 contre 12 784 naissances, la commune suit une dynamique de population

La figure ci-dessous présente la densité de population aux alentours de la zone de projet. Ainsi, il est observé un milieu urbain densément peuplé, avec une densité de population allant jusqu'à environ 45 000 habitants par km². On notera que la densité moyenne sur la commune est de 3 608,5hab./km² selon l'INSEE sur l'année 2018.

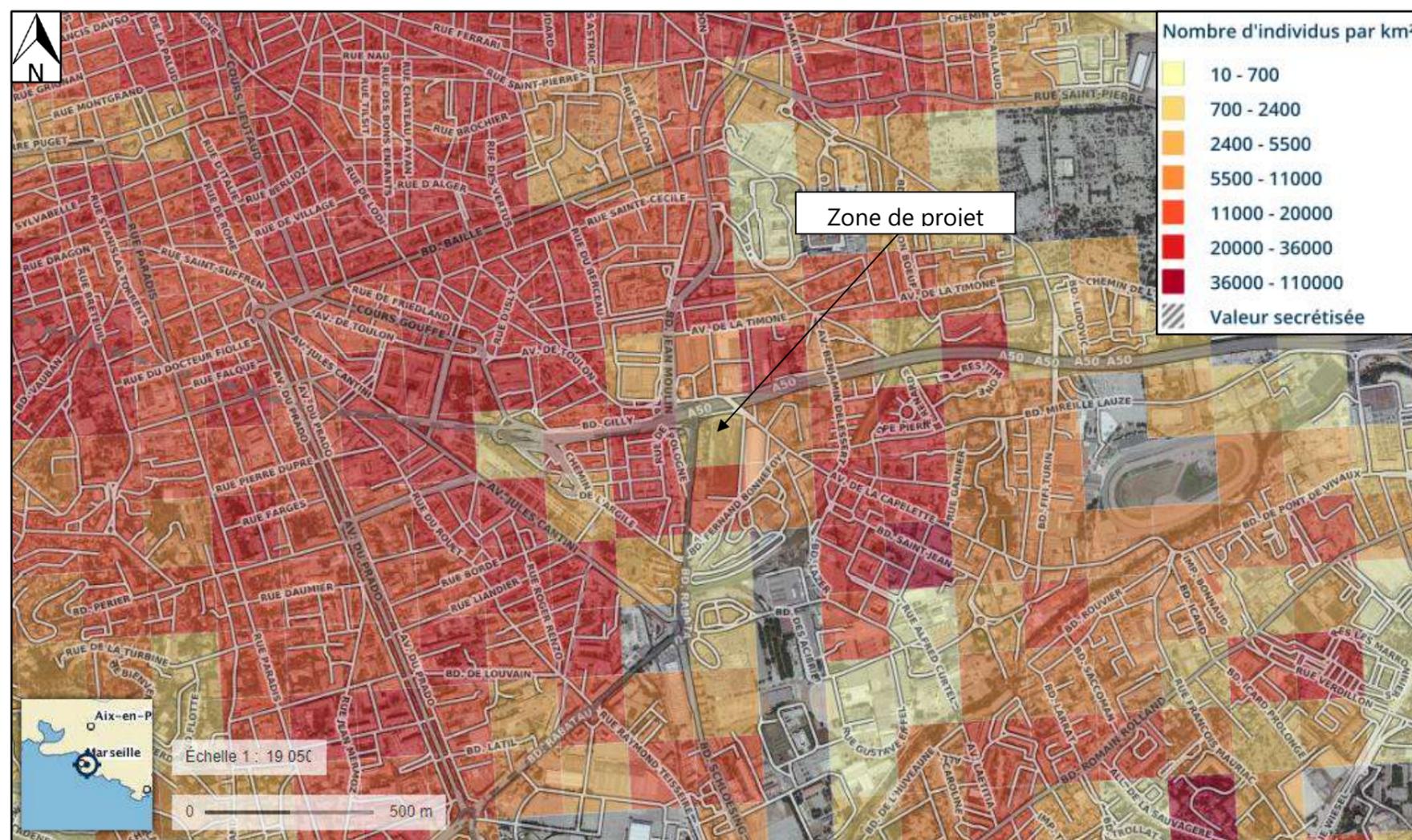
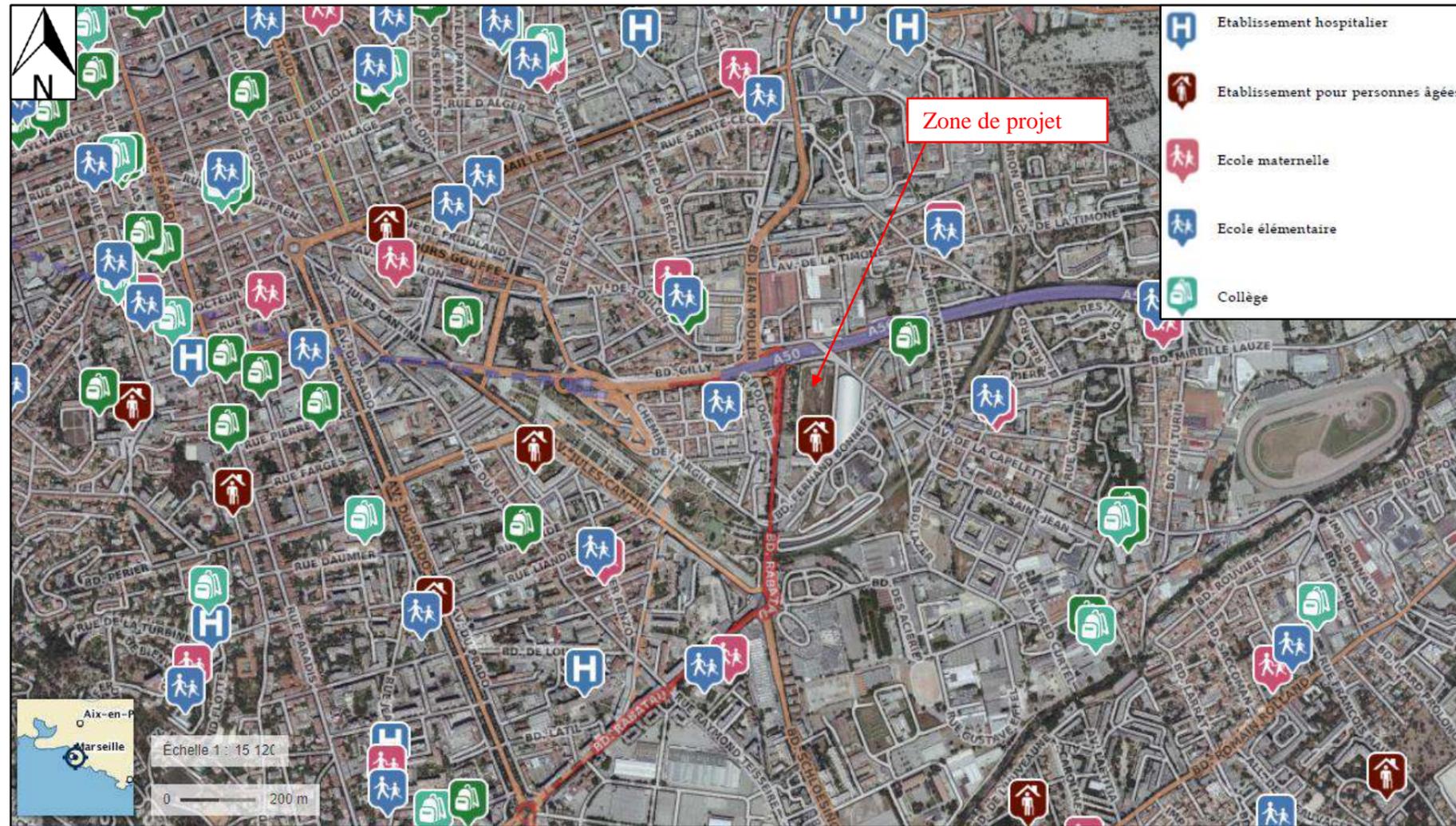


Figure 8 : Cartographie de la densité de population (source geoportail, données cartographiques IGN et INSEE)

On remarque que des bâtiments accueillant de population vulnérables sont situés dans toute la ville. Les établissements les plus proches de la zone du projet sont : l'EHPAD les jardins d'Enée, l'école élémentaire Cap Est, l'école élémentaire et l'école maternelle de la capelette ainsi que l'école élémentaire et l'école maternelle de Menpenthi.





7. Analyse de la situation initiale

7.1. Principaux polluants indicateurs de la pollution automobile

Selon le guide méthodologique de 2019, les polluants à prendre en considération pour **une étude de niveau II**, définis sur une base réglementaire, sont les suivants :

- Dioxyde d'azote (NO₂),
- Particules fines (PM10 et PM2,5),
- Monoxyde de carbone (CO),
- Benzène, comme traceur des Composés Organiques Volatils non Méthaniques (COVnM),
- Dioxyde de soufre (SO₂),
- Métaux : Arsenic et nickel,
- Benzo[a]pyrène (B(a)P, comme traceur des hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

7.1.1. Les oxydes d'azote (NO_x)

Les émissions d'oxydes d'azote apparaissent dans toutes les combustions utilisant des combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...), à hautes températures.

Les oxydes d'azote sont des polluants caractéristiques de la circulation routière. En 2017, le secteur des transports est en effet responsable de 63 % des émissions totales de NO_x (CITEPA, Bilan des émissions en France de 1990 à 2017 – Edition 2019), les moteurs diesel en rejettent deux fois plus que les moteurs à essence à pots catalytiques.

Le bilan 2018 de la qualité de l'air extérieur en France (SDES, édition 2019), montre qu'entre 2000 et 2018, dans la plupart des agglomérations, les concentrations de dioxyde d'azote mesurées par les stations urbaines ont baissé d'environ 54 %. Ces évolutions sont essentiellement à mettre en relation avec le renouvellement du parc automobile et l'équipement des véhicules avec des pots catalytiques.

Le dioxyde d'azote, selon la concentration et la durée d'exposition, peut entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyperréactivité bronchique chez les personnes asthmatiques, augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez les enfants. Les oxydes d'azote sont aussi à l'origine de la formation de l'ozone, un gaz qui a des effets directs sur la santé.

7.1.2. Le monoxyde de carbone (CO)

Tous les secteurs d'activité anthropique contribuent aux émissions de CO, gaz inodore et incolore. Leur répartition est variable en fonction de l'année considérée. En 2017, les trois secteurs contribuant le plus aux émissions de la France métropolitaine sont (CITEPA, 2019) :

- Le résidentiel/tertiaire (45 %),
- L'industrie manufacturière (31 %),
- Le transport routier (17 %).

La diésélisation du parc automobile (un véhicule diesel émet 25 fois moins de CO qu'un véhicule à essence) et l'introduction de pots catalytiques ont contribué à une baisse des émissions de CO dans le secteur automobile : Entre 1990 et 2017, une diminution de 94% des émissions de CO imputables aux transports routiers est observée.

Il convient toutefois de nuancer ces données du fait de l'augmentation du parc automobile et du nombre de voitures particulières non dépolluées en circulation.

Du point de vue de son action sur l'organisme, après avoir traversé la paroi alvéolaire des poumons, le monoxyde de carbone se dissout dans le sang puis se fixe sur l'hémoglobine en bloquant l'apport d'oxygène à l'organisme. Aux concentrations rencontrées dans les villes, il peut être responsable d'angines de poitrine, d'épisodes d'insuffisance cardiaque ou d'infarctus chez les personnes sensibles.

Le système nerveux central et les organes sensoriels sont souvent les premiers affectés (céphalées, asthénies, vertiges, troubles sensoriels) et ceci dans le cas d'une exposition périodique et quotidienne au CO (émis par exemple par les pots d'échappement).

7.1.3. Le benzène (C₆H₆)

Le benzène est un hydrocarbure faisant partie de la famille des composés organique volatils. Il fait l'objet d'une surveillance particulière car sa toxicité reconnue l'a fait classer par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë).

Les émissions totales de benzène en 2017 sont de 8 920 tonnes, soit 1 % des émissions totales de COVnM. Le principal émetteur de benzène est le résidentiel-tertiaire (56 %) en particulier du fait de la combustion du bois, suivi du transport avec 30 %, dont 21 % issus du transport routier (Exploitation des données CITEPA, 2019).

Les émissions totales de benzène ont baissé de près de 84 % entre 2000 et 2017, essentiellement dans le transport routier (- 88 %) et le résidentiel-tertiaire (- 63 %).

Entre 2000 et 2017, une diminution des concentrations en benzène est observée à proximité de la source du trafic routier. Elle s'explique par la limitation du taux de benzène dans l'essence (depuis la mise en application de la réglementation européenne du 01/01/2000, selon la directive 98/70/CE du 13/10/1998), ainsi que par la diminution des véhicules essences du parc automobile français.

D'après les données et études statistiques du ministère de la transition écologique et solidaire : En 2017, les concentrations moyennes annuelles respectent globalement la norme européenne pour la protection de la santé humaine (moyenne annuelle de 5 µg/m³), avec des concentrations moyennes avoisinant 1,47 µg/m³ à proximité du trafic routier.



7.1.4. Les particules en suspension (PM) ou poussières

En ce qui concerne les émissions de particules en suspension de diamètre inférieur à 10 microns (poussières dites PM10), de nombreux secteurs sont émetteurs (CITEPA année 2017, édition 2019), en particulier :

- L'agriculture/sylviculture (21 %), en particulier les labours,
- L'industrie manufacturière (31 %), en particulier les chantiers et le BTP ainsi que l'exploitation de carrières,
- Le résidentiel/tertiaire (33 %), en particulier la combustion du bois et, dans une moindre mesure, du charbon et du fioul,
- Les transports (14 %).

Les émissions en France métropolitaine sont en baisse de 54 % entre 1990 et 2017. Cette baisse est engendrée en partie par les progrès technologiques tels que l'amélioration des techniques de dépoussiérage (CITEPA, 2019).

Les concentrations ambiantes en PM10 suivent des variations interannuelles, leur concentration résultant à la fois : des émissions anthropiques et naturelles, des conditions météorologiques, des émissions de précurseurs gazeux et de la formation de particules secondaires par réaction chimiques.

Néanmoins il est observé une tendance globale de diminution de ces concentrations (SDES, Bilan qualité de l'air 2018, édition 2019).

En termes de risques sanitaires, la capacité de pénétration et de rétention des particules dans l'arbre respiratoire des personnes exposées dépend du diamètre aérodynamique moyen des particules.

En raison de leur inertie, les particules de diamètre supérieur à 10 µm sont précipitées dans l'oropharynx et dégluties, celles de diamètre inférieur se déposent dans l'arbre respiratoire, les plus fines (<2-3 µm) atteignant les bronches secondaires, bronchioles et alvéoles.

A court terme, les particules fines provoquent des affections respiratoires et asthmatiques et sont tenues responsables des variations de l'activité sanitaire (consultations, hospitalisations) et d'une mortalité cardio-vasculaire ou respiratoire.

A long terme, on s'interroge sur le développement des maladies respiratoires chroniques et de cancers.

7.1.5. Les métaux

Les métaux principalement surveillés dans l'air ambiant en France sont l'arsenic (As), le plomb (Pb), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Ils sont présents dans l'atmosphère sous forme solide associés aux fines particules en suspension.

Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, déchets ménagers et de certains procédés industriels (activités de raffinage, métallurgie...).

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court ou long terme. Les effets varient selon les composés. Certains peuvent affecter le système nerveux, d'autres les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires ou autres...

La surveillance des métaux en air ambiant est récente. Il est ainsi difficile d'analyser une tendance d'évolution des niveaux de pollution.

7.1.6. Le dioxyde de soufre (SO₂)

C'est le polluant caractéristique des grandes agglomérations industrialisées. Il provient principalement du secteur de l'industrie manufacturière (50 % des émissions en 2017, CITEPA, 2019). Une faible partie (2% du total des émissions en 2017 – CITEPA 2019) provient du secteur des transports. Les émissions dues au trafic routier se sont vues réduites depuis 1990, par la désulfuration du carburant.

La tendance générale observée par les réseaux de mesure de la qualité de l'air est une baisse des teneurs en dioxyde de soufre, les concentrations moyennes annuelles approchant les 0 µg/m³ ces dernières années (SDES, édition 2019). Cette baisse a été amorcée depuis le début des années 1980 (du fait de la diminution des émissions globales de 89 % en France entre les inventaires CITEPA de 1990 et 2017), en particulier grâce à la baisse des consommations d'énergie fossile, la baisse de la teneur maximale en soufre du gazole des véhicules (du fait de la réglementation) ou encore grâce aux progrès réalisés par les exploitants industriels en faveur de l'usage de combustibles moins soufrés et l'amélioration du rendement énergétique des installations.

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (entraînant des toux et des gênes respiratoires). Les asthmatiques y sont particulièrement sensibles. Le SO₂ agit de plus en synergie avec d'autres polluants notamment les particules fines en suspension.

7.1.7. Benzo[a]pyrène

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) appartiennent à la famille des hydrocarbures aromatiques. Ils sont formés d'atomes de carbone et d'hydrogène et leur structure comprend au moins deux cycles aromatiques. Les HAP forment une famille de plus de cent composés émis dans l'atmosphère par des sources diverses et leur durée de vie dans l'environnement varie fortement d'un composé à l'autre.

Les HAP sont présents dans l'atmosphère sous forme gazeuse ou particulaire. Leurs sources sont principalement anthropiques et liées à des processus de combustion incomplète. En raison de leur toxicité ainsi que leur propriété mutagène et/ou cancérigène de certains d'entre eux, leurs émissions, leur production et leur utilisation sont réglementés.

Notamment en raison de leurs effets sur la santé, les HAP sont réglementés à la fois dans l'air ambiant et à l'émission.

Concernant les concentrations dans l'air ambiant, la surveillance des HAP se focalise généralement sur les molécules les plus lourdes et les plus toxiques. En France, la valeur cible pour les benzo(a)pyrène, considéré comme traceur de la pollution urbaine aux HAP et reconnu pour ses propriétés cancérigènes, est fixée à 1 ng/m³ dans la fraction PM10 en moyenne annuelle. Cette valeur cible est à respecter depuis le 31 décembre 2012.

La combustion incomplète de la matière organique est la principale source de HAP dans l'atmosphère. Les sources peuvent être naturelle (incendies de forêts) mais sont majoritairement anthropiques dans les zones à forte densité de population.

Le chauffage résidentiel est une source potentiellement importante de HAP en particulier dans les zones fortement urbanisées. Le bois peut dans certaines régions être le principal contributeur aux émissions de HAP dans le secteur résidentiel. On notera que le facteur d'émission associé à la combustion du bois est 35 fois plus important que celui lié à la combustion du fioul, deuxième combustible en termes d'émission de benzo(a)pyrène.

7.2. L'indice Atmo

L'indice ATMO (révisé au 01/01/2021), quotidiennement diffusé au grand public, est un indicateur, à l'échelle communale, qui permet de caractériser chaque jour la qualité de l'air selon les 6 qualificatifs et code couleur suivants :

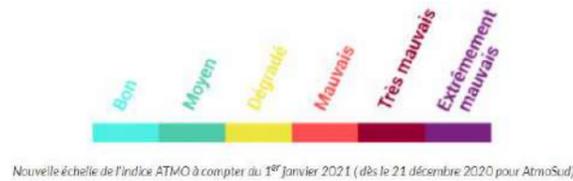


Figure 10 : Échelle de l'indice ATMO – Source AtmoSud

Cinq polluants (NO₂, SO₂, O₃, particules PM10 et PM2,5) entrent en compte dans la détermination de cet indice. En effet, de la concentration de ces polluants résultent six sous-indices (voir tableau ci-après). Le sous-indice le plus dégradé définit l'indice ATMO du jour.

Tableau 2 : Échelle des sous-indices de l'indice ATMO – Source Atmo France

		Indice arrêté du 10 juillet 2020					
		Bon	Moyen	Dégradé	Mauvais	Très mauvais	Extrêmement mauvais
Moyenne journalière	PM2.5	0-10	11-20	21-25	26-50	51-75	>75
Moyenne journalière	PM10	0-20	21-40	41-50	51-100	101-150	>150
Max horaire journalier	NO ₂	0-40	41-90	91-120	121-230	231-340	>340
Max horaire journalier	O ₃	0-50	51-100	101-130	131-240	241-380	>380
Max horaire journalier	SO ₂	0-100	101-200	201-350	351-500	501-750	>750

Les données nécessaires pour le calcul journalier de chaque sous-indice sont :

- La moyenne des concentrations maximales horaires observées pour le dioxyde de soufre (SO₂), le dioxyde d'azote (NO₂) et l'ozone (O₃),
- La moyenne des concentrations journalières observées pour les particules fines (PM10 et PM2,5).

7.3. Valeurs et seuils réglementaires

Les niveaux de concentration de chacune des substances polluantes sont évalués par référence à des seuils réglementaires définis dans le tableau suivant (Source : décret n°2010-1250 du 12 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air).

Tableau 3 : Définition des seuils réglementaires de référence

Normes de qualité	Définition
« Objectif de qualité »	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble
« Valeur cible »	Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble
« Valeur limite »	Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

Tableau 4 : Critères de qualité de l'air en vigueur

Polluants	Type de seuil	Valeur	Durée considérée	Ne pas dépasser plus de
PM2.5	X	10 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	25 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
PM10	X	30 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	40 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	50 µg/m ³	Moyenne journalière	35 fois par an
Dioxyde d'azote (NO₂)	X X	40 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	200 µg/m ³	Moyenne horaire	35 fois par an
Ozone	X	120 µg/m ³	Moyenne sur 8h	-
	X	120 µg/m ³	En moyenne sur 8h	25 jours par an
Benzène (C₆H₆)	X	2 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	5 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
Dioxyde de soufre (SO₂)	X	50 µg/m ³	Moyenne annuelle	-
	X	125 µg/m ³	Moyenne journalière	3 fois par an
	X	350 µg/m ³	Moyenne horaire	24 fois par an
Benzo(a)pyrène	X	1 ng/m ³	Moyenne annuelle	-
Monoxyde de carbone	X	10 000 µg/m ³	Maximum de la moyenne sur 8h	
Nickel (Ni)	X	20 ng/m ³	Moyenne annuelle	
Arsenic	X	6 ng/m ³	Moyenne annuelle	

7.4. Recommandations de l'OMS

Le 22 septembre 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié de nouvelles lignes directrices en matière de qualité de l'air : Les données accumulées par l'organisation montrant que la pollution atmosphérique ayant des effets néfastes sur la santé à des concentrations encore plus faibles que ce qui était admis jusqu'alors. L'OMS a donc abaissé la quasi-totalité de ses seuils de référence.

Les lignes directrices de l'OMS ont été établies suivant un processus rigoureux d'examen et d'évaluation des données factuelles. Les données les plus récentes nécessaires à l'établissement des lignes directrices ont été obtenues après la revue systématique et la synthèse de plus de 500 articles scientifiques.

En effet, depuis la précédente édition des lignes directrices (2005), la quantité et la qualité des données factuelles montrant une incidence de la pollution atmosphérique sur différents aspects de la santé ont sensiblement augmenté.

C'est pourquoi, après un examen systématique des données accumulées, la majorité des seuils de référence actualisés ont été abaissés par rapport à ceux établis il y a 15 ans. Les anciens seuils de référence et ceux par lesquels ils sont remplacés en 2021 sont récapitulés dans le graphique ci-dessous.

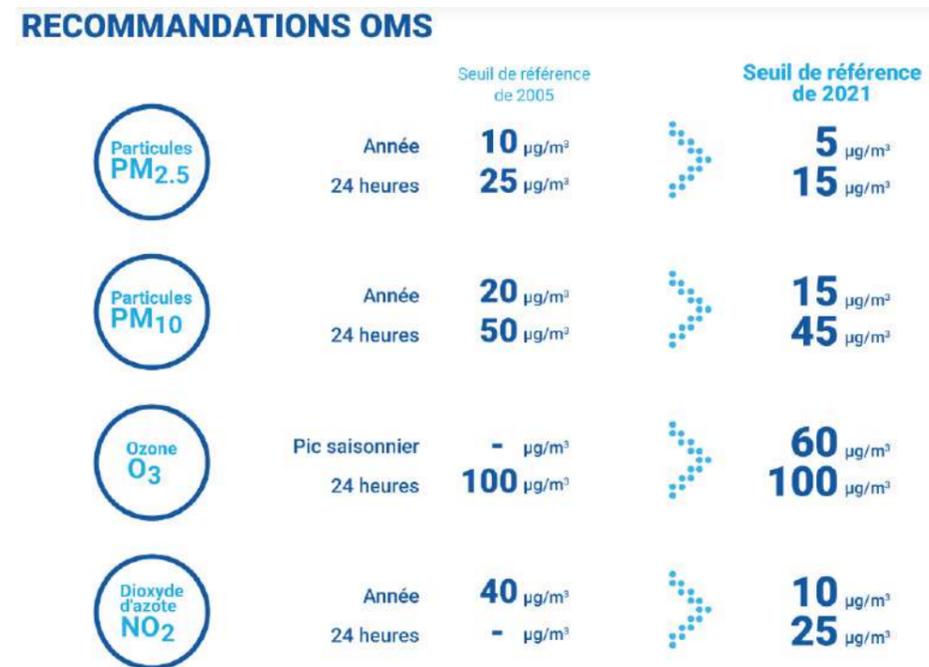


Figure 11 : Évolution des recommandations de l'OMS – Source Air PARIF

7.5. Actions d'amélioration à l'échelon régional, départemental et local

En complément des mesures effectuées, des actions d'amélioration de la qualité de l'air sont entreprises.

En France, les collectivités territoriales, chacune selon leur échelle et leur compétences légales, sont invitées par la loi et différents plans, comme par exemple le Plan Régional Santé Environnement, à contribuer à évaluer et améliorer la qualité de l'air. Pour cela, elles s'appuient sur des indicateurs de qualité de l'air, construits par des réseaux de surveillance de la pollution atmosphérique.

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996 est une loi-cadre française qui élargit les champs géographiques et techniques des réseaux de mesure et qui renforce enfin le droit à l'information du public. La loi a donc permis la mise en place de plusieurs plans.

7.5.1. Réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air

Le Code de l'environnement stipule que l'Etat assure avec le concours des collectivités territoriales, la surveillance de la qualité de l'air. Dans chaque région, l'Etat confie la mise en œuvre de cette surveillance à des associations sur un territoire défini dans le cadre d'un agrément du Ministre en charge de l'environnement.

AtmoSud est l'association agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, pour surveiller la qualité de l'air sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Les principales missions d'AtmoSud sont :

- Surveiller la qualité de l'air grâce à un dispositif de mesure et à des outils de simulation informatique et contribuer ainsi à l'évaluation des risques sanitaires et des effets sur l'environnement et le bâti.
- Informer les citoyens, les médias, les autorités et les décideurs :
- En prévoyant et en diffusant chaque jour la qualité de l'air pour le jour même et le lendemain ;
- En participant au dispositif opérationnel d'alerte mis en place par les en cas d'épisode de pollution atmosphérique, notamment en prévoyant ces épisodes pour que des mesures de réduction des émissions puissent être mises en place par les autorités.
- Comprendre les phénomènes de pollution et évaluer, grâce à l'utilisation d'outils de modélisation, l'efficacité conjointe des stratégies proposées pour lutter contre la pollution atmosphérique et le changement climatique.

L'association AtmoSud compte 58 sites de mesures fixes et 11 stations mobiles :

- Alpes de Haute Provence – 2 stations fixes de fond
- Hautes-Alpes – 1 station fixe trafic
- Alpes-Maritimes – 9 stations fixes de fond – 2 stations fixes industrielles – 2 stations fixes trafic _ 3 sites de stations mobiles
- Bouches-du-Rhône – 17 stations fixes de fond – 20 stations fixes industrielles – 3 stations fixes trafic _ 10 sites de stations mobiles
- Var – 9 stations fixes de fond – 1 site fixe trafic
- Vaucluse – 4 stations fixes de fond – 1 station fixe trafic.



Figure 12 : Réseau de surveillance de la qualité de l'air – source AtmoSud – Bouches-du-Rhône

Les stations fixes les plus proches du projet sont : la station urbaine de fond Marseille Longchamp ainsi que la station urbaine trafic Marseille Rabatau.

La qualité de l'air varie tout autant que les paysages rencontrés. En fonction de l'environnement, la population n'est pas exposée aux mêmes polluants, ni aux mêmes concentrations :

- Les zones urbanisées – Aix-Marseille, Nice, Toulon et Avignon sont les quatre unités urbaines principales de la région. Trois de ces villes font parties des dix plus grandes de France. La façade côtière est très urbanisée, près de 3 habitants sur 4 vivent à moins de 20 km de la mer. Les niveaux de concentration des polluants sont assez élevés du fait des nombreuses sources d'émissions d'origine industrielle, résidentielle ou liée aux transports routiers rassemblées en un même territoire.
- Les transports – La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est un carrefour important du trafic de transit à travers la France, elle compte deux axes majeurs de transit, l'axe nord-sud et l'axe Espagne – France – Italie. La région possède également deux aéroports internationaux, l'aéroport Marseille Provence à Marignane et l'aéroport Nice Côte d'Azur. Le trafic maritime est également important, en particulier pour les ports de Marseille, Nice et Toulon. Ces différents modes de transport sont fortement utilisés durant toute l'année du fait de l'attractivité touristique de la région. L'évolution technologique des carburants et des moteurs a permis de diminuer notablement les émissions routières de certains polluants (dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, plomb et benzène) mais d'autres émissions persistent voire augmentent (dioxyde d'azote et particules).
- Les industries – de nombreuses et importantes sources de pollutions industrielles sont localisées aux abords de l'étang de Berre et impactent l'ensemble des Bouches-du-Rhône et les départements limitrophes. Les substances rejetées dans l'air par les industries sont très nombreuses et seules quelques-unes sont des polluants réglementés dans l'air ambiant, même si d'autres sont potentiellement toxiques.
- Le milieu rural – il regroupe ce qui n'est pas urbain, trafic ou industriel, c'est-à-dire les zones boisées et agricoles, mais aussi les petites agglomérations et les grands espaces montagnards. Ce domaine est d'autant plus sensible aux émissions naturelles qu'il subit moins les émissions d'origines anthropiques hormis celles directement issues de l'agriculture. Les polluants rencontrés en quantité importante diffèrent, pour certains des trois précédents environnements de vie : COVnM (Composés Organiques Volatils non Méthaniques) (forêts de conifères), méthane, ammoniac et protoxyde d'azote (agriculture).

La région est fortement marquée par le Mistral (qui suit la vallée du Rhône). Vents du nord, froid, sec et violent, il permet de disperser rapidement les épisodes de pollution.

Il faut distinguer les émissions de polluants (comptabilisées par le CITEPA selon une méthodologie basée sur les sources d'émission) et les concentrations des polluants dans l'air ambiant, qui dépendent des émissions et des phénomènes de dispersion, mesurées par le réseau de surveillance AtmoSud.



7.5.2. Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE)

7.5.2.1. Cadre du projet de SRCAE

Le cadre du Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) a été défini par la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

Le SRCAE de Provence-Alpes-Côte d'Azur a été approuvé par l'assemblée régionale le 28 juin 2013 et arrêté par le préfet de région le 17 juillet 2013. Il remplace l'ancien Plan Régional pour la Qualité de l'Air.

Le SRCAE est un document stratégique permettant de renforcer la cohérence des politiques territoriales en matière d'énergie, de qualité de l'air et de changement climatique. Il remplace le Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA).

7.5.2.2. Objectifs et orientations du SRCAE

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) définit des orientations régionales à l'horizon de 2020 et 2050 en matière de lutte contre la pollution atmosphérique, de maîtrise de la demande énergétique, de développement des énergies renouvelables, de réduction des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation aux changements climatiques.

Le SRCAE pose un certain nombre d'objectifs :

- Des objectifs sectoriels
- Des objectifs de développement des énergies renouvelables
- Des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Des objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques :
 - -30% des émissions de PM2.5 pour 2015 (par rapport à l'année de référence 2007)
 - -40% des émissions de NOx d'ici 2020 (par rapport à l'année de référence 2007)
- Des objectifs régionaux pour 2050 : -75% d'émissions de gaz à effet de serre, -50% de consommation totale d'énergie et 67% de part de renouvelable dans la consommation finale d'énergie.

Depuis la loi NOTRe, ces SRCAE ont été intégrés aux SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires).

Le 26 juin 2019, l'Assemblée régionale a voté le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), qui déploie la stratégie de la Région Sud (Provence-Alpes-Côte d'Azur) pour 2030 et 2050, pour l'avenir de nos territoires. L'objectif de ce plan ambitieux est de bâtir un nouveau modèle d'aménagement du territoire en coordonnant l'action régionale dans 11 domaines définis par la loi.

Le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a rendu son arrêté portant approbation du Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Égalité des Territoires le 15 octobre 2019. Le SRADDET est désormais pleinement applicable et opposable aux documents de planification territoriaux infrarégionaux.

7.5.2.3. Objectifs du SRADDET

Le SRADDET fixe les objectifs de moyen et long termes en lien avec plusieurs thématiques :

- Équilibre, et égalité des territoires,
- Implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional,
- Désenclavement des territoires ruraux,
- Habitat,
- Gestion économes de l'espace,
- Intermodalité et développement des transports,
- Maîtrise et valorisation de l'énergie,
- Lutte contre le changement climatique,
- Pollution de l'air,
- Protection et restauration de la biodiversité,
- Prévention et gestion des déchets.

Il se substitue aux schémas sectoriels idoines : SRCE, SRCAE, SRI, SRIT et PRPGD.

Celui de la région Sud, adopté le 26 juin 2019, a pour objectifs :

- Diminuer de 50 % le rythme de la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers agricoles 375 ha/an à horizon 2030
- Démographie : un objectif de + 0,4 % à horizon 2030 et 2050
- Atteindre 0 perte de surface agricole irriguée
- Horizon 2030 : + 30 000 logements par an dont 50 % de logements abordables
- Horizon 2050 : rénovation thermique et énergétique de 50 % du parc ancien
- Une région neutre en carbone en 2050
- Une offre de transports intermodale à l'horizon 2022



7.5.3. Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)

7.5.3.1. Cadre du PPA

Les plans de protection de l'atmosphère (PPA) définissent les objectifs et les mesures, réglementaires ou portées par les acteurs locaux, permettant de ramener, à l'intérieur des agglomérations de plus de 250 000 habitants et des zones où les valeurs limites réglementaires sont dépassées ou risquent de l'être, les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires.

Le dispositif des plans de protection de l'atmosphère est régi par le code de l'environnement (articles L222-4 à L222-7 et R222-13 à R222-36).

Le Préfet des Bouches-du-Rhône a signé le 17 mai 2013 l'arrêté préfectoral portant l'approbation du Plan de Protection de l'Atmosphère révisé.

Les plans de protection de l'atmosphère :

- Rassemblent les informations nécessaires à l'inventaire et à l'évaluation de la qualité de l'air de la zone considérée ;
- Énumèrent les principales mesures, préventives et correctives, d'application temporaire ou permanente, devant être prises en vue de réduire les émissions des sources fixes et mobiles de polluants atmosphériques, d'utiliser l'énergie de manière rationnelle et d'atteindre les objectifs fixés par la réglementation nationale ;
- Fixent les mesures pérennes d'application permanente et les mesures d'urgence d'application temporaire afin de réduire de façon chronique les pollutions atmosphériques ;
- Comportent un volet définissant les modalités de déclenchement de la procédure d'alerte, en incluant les indications relatives aux principales mesures d'urgence concernant les sources fixes et mobiles susceptibles d'être prises, à la fréquence prévisible des déclenchements, aux conditions dans lesquelles les exploitants des sources fixes sont informés et aux conditions d'information du public.

7.5.3.2. Objectifs et orientations du PPA

Le PPA prévoit un ensemble de mesures à mettre en œuvre pour améliorer la qualité de l'air sur le territoire des Bouches-du-Rhône. Il compte 37 mesures multi-sectorielles (7 action Industrie, 23 actions Transport, 5 actions Résidentiel/Tertiaire/Agriculture, 2 actions transversales) :

- Les actions réglementaires (20) : ces mesures constituent le cœur du PPA, elles ont vocation à être déclinées et précisées par des arrêtés préfectoraux ou municipaux une fois le PPA approuvé. Elles relèvent de la compétence des préfets ou des maires ;
- Les actions volontaires et incitatives (15) : Ces actions ont pour but, sur la base du volontariat, d'inciter les acteurs – qu'il s'agisse d'industriels, de collectivités ou de citoyens – à mettre en place des actions de réduction de leurs émissions de polluants atmosphériques ;
- Les actions d'accompagnement (2) : ces mesures visent à sensibiliser et à informer la population, ou à améliorer les connaissances liées à la qualité de l'air sur la zone du PPA ;

Ces actions visent à réduire l'exposition des populations pour les 5 polluants ou famille de polluants réglementés ciblés par le PPA à savoir le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les particules en suspension (PM), l'ozone (O₃) et les composés Organiques Volatiles (COV) dont le benzène. Néanmoins, les objectifs de réduction des émissions chiffrés ne s'appliquent qu'aux 3 polluants prioritaires pour lesquels des dépassements réguliers de valeurs limites sont observés :

- Les oxydes d'azote ;
- Les PM₁₀ ;
- Les PM_{2.5} ;

Dans le PPA, les objectifs de réduction des émissions ont été initialement fixés à l'horizon 2015 sur la base de l'année de référence 2007. Toutefois, les actions locales ayant commencé à être mise en œuvre en 2013, une mise à jour des objectifs de réduction des émissions à l'horizon 2020 a été réalisée par AtmoSud en 2015. Le tableau ci-après présente les objectifs de réduction attendus dans le cadre du scénario « tendanciel + PPA ».

TABLEAU 2 : OBJECTIFS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DU PPA DES BOUCHES-DU-RHÔNE AUX HORIZONS 2015 ET 2020 – SOURCE : ATMOSUD – ÉVALUATION DU PPA 2013-2018

Tableau 5 : Objectifs de réduction des émissions du PPA des Bouches-du-Rhône aux horizons 2015 et 2020 – Source : Atmosud – évaluation du PPA 2013-2018

ZONE PPA13	Evolution 2007 – 2015			Evolution 2007 – 2020		
	PM10	PM2.5	NO _x	PM10	PM2.5	NO _x
Secteur						
Industrie (tendanciel + PPA)	-6 %	-5 %	-7 %	-13 %	-11 %	-19 %
Transports (tendanciel + PPA)	-9 %	-13 %	-20 %	-13 %	-14 %	-27 %
Res/Ter/Agri (tendanciel + PPA)	-7 %	-9 %	-2 %	-13 %	-13 %	-1 %
Total gain (tendanciel + PPA)	-22 %	-28 %	-29 %	-39 %	-39 %	-47 %
Actions PPA seules	-9%	-9 %	-8 %	-	-	-
Objectifs Nationaux (Grenelle)	-30 %	-30 %	-40 %	-	-	-

7.5.4. Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)

Le PREPA fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Il combine les différents outils de politique publique : réglementation sectorielles, mesures fiscales, incitatives, actions de sensibilisation et de mobilisation des acteurs, action d'amélioration des connaissances.

Tels que prévu par l'article 64 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), le PREPA est composé :

- D'un décret fixant les objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 ;
- D'un arrêté établissant pour la période 2017-2021, les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

L'élaboration du plan s'appuie sur l'étude « aide à la décision pour l'élaboration du PREPA réalisée en 2015 et 2016. Pour sélectionner les mesures sectorielles (industrie, résidentiel tertiaire, transports et agriculture), les plus pertinentes, une analyse multicritères a été réalisée.

Pour chaque mesure, l'évaluation a porté sur le potentiel de réduction d'émissions au niveau national, le potentiel d'amélioration de qualité de l'air, la faisabilité juridique, le niveau de controverse, le ratio coût-bénéfices et les co-bénéfices.

Les parties prenantes et les membres du Conseil national de l'air ont été consultés tout au long de la démarche d'élaboration. La consultation du public a été réalisée du 6 au 27 avril 2017.

Le PREPA prévoit la poursuite et l'amplification des mesures de la LTECV et des mesures supplémentaires de réduction des émissions dans tous les secteurs, ainsi que des mesures de contrôle et de soutien des actions mises en œuvre :

- Industrie – application des meilleures techniques disponibles (cimenteries, raffineries, installations de combustion...) et renforcement des contrôles ;
- Transports – poursuite de la convergence essence-gazole, généralisation de l'indemnité kilométrique vélo, mise en œuvre des certificats Crit'Air, renouvellement des flottes par des véhicules à faibles émissions, contrôles des émissions, contrôles des émissions réelles des véhicules, initiative avec les pays méditerranéens pour mettre en place une zone à basses émissions en Méditerranée ;
- Résidentiel tertiaire – baisse de la teneur en soufre du fioul domestique, cofinancement avec les collectivités d'aides au renouvellement des équipements de chauffage peu performants, accompagnement des collectivités pour le développement d'alternatives au brûlage des déchets verts ;
- Agriculture – réduction des émissions d'ammoniac (utilisation d'engrais moins émissifs, utilisation de pendillards ou enfouissement des effluents d'élevage...), développement de filières alternatives au brûlage des résidus agricoles, mesure des produits phytosanitaires dans l'air, contrôle de l'interdiction des épandages aériens, accompagnement du secteur agricole par la diffusion des bonnes pratiques, le financement de projets pilote et la mobilisation des financements européens.

Le PREPA prévoit également des actions d'amélioration des connaissances, de modélisation des acteurs locaux et des territoires, et la pérennisation des financements en faveur de la qualité de l'air.

Les objectifs du PREPA sont fixés à l'horizon 2020 et 2030 conformément à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance et à la directive 2016/2284.

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS PAR RAPPORT À 2005



POLLUANT	À partir de 2020	À partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO ₂)	- 55 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NO _x)	- 50 %	- 69 %
Composés organiques volatils (COVNM)	- 43 %	- 52 %
Ammoniac (NH ₃)	- 4 %	- 13 %
Particules fines (PM _{2,5})	- 27 %	- 57 %

Figure 13 : Réduction des émissions par rapport à 2005 – Source : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer – Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)

La mise en œuvre du PREPA permettra :

- De limiter très fortement les dépassements des valeurs limites dans l'air : ceux-ci sont réduits fortement dès 2020, et quasiment supprimés à l'horizon 2030. La concentration moyenne en particules fines baissera d'environ 20% d'ici 2030 ;
- D'atteindre les objectifs de réduction des émissions à 2020 et 2030. Les mesures du PREPA sont tout particulièrement indispensables pour atteindre les objectifs de réduction des émissions d'ammoniac ;
- De diminuer le nombre de décès prématurés liés à une exposition chronique aux particules fines d'environ 11 200 cas/an à l'horizon 2030.



AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR



Dépassement des valeurs limites (PM10, PM2,5 et NO2) et des valeurs cibles (O3)

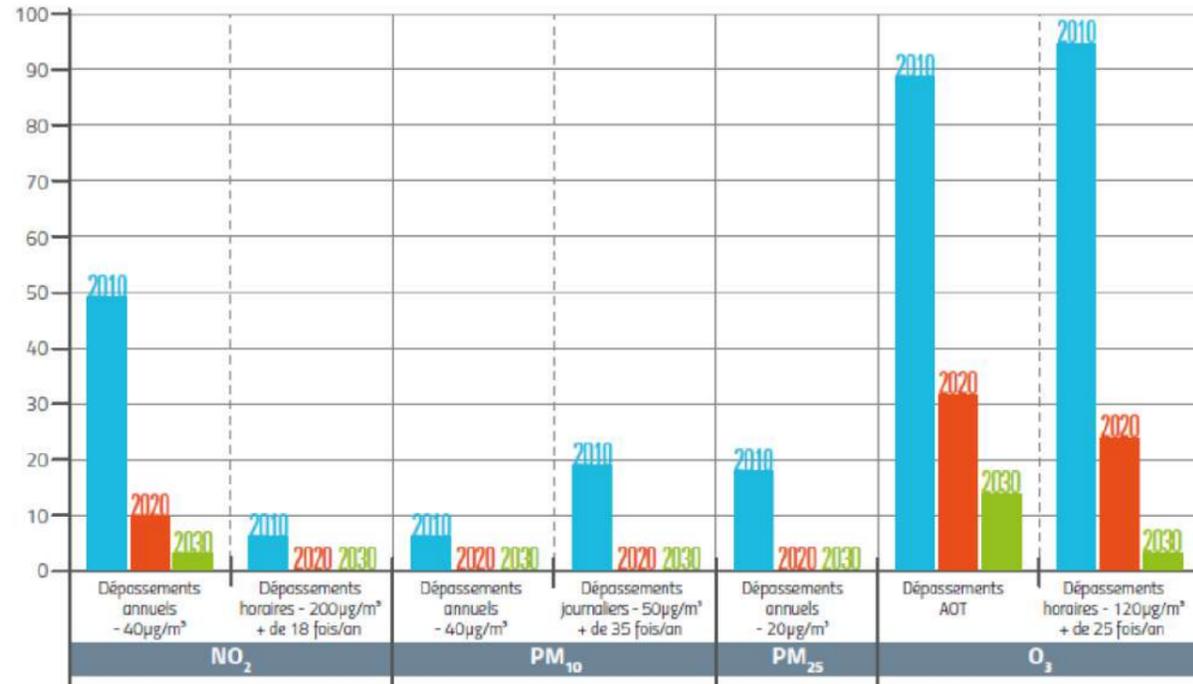


Figure 14 : Amélioration de la qualité de l'air – Source : Ministère de l'environnement de l'énergie et de la mer – Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA).

Le PREPA est un plan interministériel, il est suivi par le Conseil national de l'air au moins une fois par an et sera révisé tous les cinq ans.

7.5.5. Schéma de Cohérence Territorial

La commune de Marseille fait partie de la Métropole Aix-Marseille Provence.

Le SCoT est le document ensemble de la stratégie métropolitaine. Il a vocation à incarner la vision partagée du devenir du territoire. A ce titre, il doit servir de cadre de référence pour tous les documents de planification métropolitains et définir un ensemble d'orientations pour le développement et l'aménagement du territoire métropolitain.

Actuellement la commune est concernée par le SCoT du Pays d'Aix, approuvé le 17 décembre 2015 et exécutoire depuis le 21 février 2016.

Le futur SCoT métropolitain dessinera un avenir commun à son territoire et ses 92 communes. Cette démarche a été lancée officiellement en décembre 2016 et se terminera mi-2022.



7.5.6. Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET)

Le Plan Climat-Air-Énergie Territorial (PCAET) est un projet territorial de développement durable, à la fois stratégique et opérationnel. Établi pour 6 ans, il prend en compte l'ensemble de la problématique climat-air-énergie autour de plusieurs axes :

- La réduction des émissions de gaz à effet de serre,
- L'adaptation au changement climatique,
- L'amélioration de la qualité de l'air,
- La réduction des consommations d'énergie
- Le développement des énergies renouvelables.

La loi confie la mise en place des PCAET aux établissements publics de coopération intercommunales (EPCI) de plus de 20 000 habitants.

Le PCAET est la pierre angulaire des politiques locales de sobriété énergétique, de lutte contre le changement climatique et d'amélioration de la qualité de l'air dans les territoires. Le PCAEM (Plan Climat Air Energie Métropolitain de AMP) nourrit l'ensemble des autres programmes stratégiques métropolitains portant sur des sujets communs.

7.5.7. Plan Climat Air Energie Métropolitain de AMP (PCAEM)

Le PCAEM d'Aix-Marseille-Métropole, a été présenté le 26 septembre 2019 et a été approuvé par les élus.

Ce plan répond aux dispositions obligatoires de la loi Grenelle 2 et traduit la volonté de la métropole de participer aux objectifs nationaux à l'horizon 2030 :

- Réduire de 40% les émissions de gaz à effet de serre ;
- Porter à 32% la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

Le PCAEM de AMP propose 100 actions qui sont hiérarchisé selon 13 axes : :

- Axe 1 : Plaçons l'exemplarité au cœur de l'action publique aux différentes échelles
- Axe 2 : Favorisons un aménagement résilient face aux changements climatiques
- Axe 3 : Offrons de vraies alternatives pour une mobilité durable
- Axe 4 : Accompagnons la transition des moteurs économiques
- Axe 5 : Renforçons les enjeux climat-air-énergie dans les activités portuaires et aéroportuaires
- Axe 6 : Maîtrisons les impacts air, énergie, bruit sur les équipements et le bâti
- Axe 7 : Développons un mix énergétique basé sur des énergies renouvelables et de récupération.
- Axe 8 : Agissons en faveur de la prévention des déchets et optimisons leur valorisation
- Axe 9 : Accompagnons une agriculture et des pratiques alimentaires plus durables
- Axe 10 : Protégeons la ressource en eau et optimisons sa gestion
- Axe 11 : Préservons la biodiversité, les ressources naturelles et les milieux aquatiques et terrestres
- Axe 12 : Mobilisons les acteurs autour des enjeux climat-air-énergie sur le territoire
- Axe 13 : Animons la démarche plan climat métropolitain

7.5.8. Plan National et Plan Régional Santé Environnement (PNSE4 et PRSE3)

Ces deux plans s'inscrivent dans la continuité des documents de planification suscités et définissent des actions pour réduire et éviter l'impact sur la santé des pollutions environnementales.

Le Plan National Santé-Environnement (PNSE) est un plan qui, conformément à l'article L. 1311 du code de la santé publique, doit être renouvelé tous les cinq ans. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de la santé et de l'écologie et a fait l'objet d'une déclinaison en Plans Régionaux Santé-Environnement (PRSE).

Le 3ème plan national santé environnement étant arrivé à échéance fin 2019, le lancement de l'élaboration du plan « Mon environnement, ma santé », 4ème plan national santé environnement a été annoncé en ouverture des Rencontres nationales santé-environnement les 14 et 15 janvier 2019 à Bordeaux. Il s'articule autour de 4 grands axes :

- S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter ;
- Réduire les expositions environnementales affectant notre santé ;
- Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires ;
- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations.

Le PRSE3 de la région PACA, **adopté le 6 décembre 2017**, est la déclinaison régionale du PNSE3, en 9 axes thématiques.

Certaines actions sont plus orientées sur :

- Action 1.1 : Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports ;
- Action 1.2 : Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports ;
- Action 1.3 : Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles ;
- Action 1.4 : Adapter la prise en charge des pathologies liées aux expositions professionnelles et environnementales ;

7.5.9. Plan de Déplacements Urbains (PDU)

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) créé en 1982, est un document de planification qui permet de déterminer l'organisation du transport des personnes, des marchandises et la circulation, dans le but notamment de limiter les pollutions de l'air et le stationnement.

Les communes concernées par le projet sont incluses dans la métropole AMP (Aix-Marseille-Provence). En tant qu'autorité organisatrice de la Mobilité Durable (AOMD) sur l'ensemble de son territoire, la Métropole AMP a pour obligation d'établir un PDU.

Le projet du PDU AMP a été arrêté le 19 décembre 2019. La procédure d'approbation du PDU est prévue en fin 2021.

Le projet du PDU d'AMP réuni 4 enjeux et 17 objectifs :



Figure 15 : Schéma des enjeux et objectifs du projet de PDU d'AMP (source : AMP)

D'ici 2030, le PDU ambitionne :

- Une diminution de 26% des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) liées au trafic routier par rapport à 2012
- Une diminution de 75% des oxydes d'azote liées au trafic routier par rapport à 2012
- Une diminution de 37% des particules fines, PM10 liées au trafic routier par rapport à 2012
- Une diminution de 50% des particules fines, PM2,5 liées au trafic routier par rapport à 2012

Il vise notamment la réduction de la part de la voiture par des politiques favorisant le covoiturage, de restrictions des voitures dans le centre-ville, d'instauration de Zones de Faibles Emissions (ZFE) ainsi que par le développement des transports en commun et du « système vélo global ».

7.6. Qualité de l'air à proximité de la zone d'étude

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que 42 000 décès prématurés en France sont causés chaque année par la pollution de l'air en milieu urbain. Les polluants, qui étaient auparavant majoritairement émis par l'industrie, ont aujourd'hui pour origine principale le transport puis le chauffage.

Le cumul des sources de pollution atmosphériques implique un « effet cocktail » ayant un effet délétère sur la santé de la population. Ainsi, les sources émettrices locales de la zone d'étude sont étudiées dans cette partie.

7.6.1. Emissions de polluants atmosphériques par secteur d'activité

Dans cette partie, les calculs des pourcentages d'émission de polluants ont été calculés à partir des données d'inventaire d'émissions¹ sur l'année 2019. Ces données sont issues de l'extraction de la base de données Consultation d'Inventaires Géolocalisés Air Climat Energie (CIGALE) mise à disposition par AtmoSud : l'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) de la région PACA.

Les données des émetteurs non inclus, ont été retranchées afin de calculer ces pourcentages. Pour chaque polluant les secteurs d'émission majoritaires sont surlignés en orange.

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Au niveau régional, les principaux secteurs d'activités responsables émetteurs sont :

- L'industrie ;
- Le résidentiel ;
- Le transport routier ;

A l'exception de :

- L'ammoniac essentiellement émis par les activités agricoles ;
- Le dioxyde de soufre en grande partie émis par le secteur de l'énergie ;
- Le secteur maritime contribuant de façon non négligeable aux émissions de NOx ;

Tableau 6 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2019)

	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Agriculture	Transport routier	Autres transports			Branche énergie	Déchets	
						Aériens	Ferroviaire	Fluvial			
CO	37%	37%	0%	5%	14%	1%	0%	0%	1%	5%	0%
COVnm*	32%	44%	1%	6%	9%	0%	0%	0%	1%	7%	1%
NH ₃	4%	1%	0%	85%	5%	0%	0%	0%	0%	1%	5%
NO _x	17%	3%	1%	5%	48%	1%	0%	0%	18%	6%	0%
PM10	32%	33%	1%	10%	18%	1%	2%	0%	2%	2%	0%
PM2.5	24%	43%	1%	8%	18%	0%	1%	0%	2%	2%	0%
SO ₂	53%	3%	1%	0%	1%	1%	0%	0%	2%	38%	0%
CO ₂ b**	20%	22%	0%	5%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	22%
CO ₂ hb***	44%	9%	5%	1%	31%	1%	0%	0%	2%	7%	1%

*COVnm : Composés Organiques Volatils non méthaniques

**CO₂ b : CO₂ biomasse

***CO₂ hb : CO₂ hors biomasse

Région Provence-Alpes-Côte d'Azur 2019

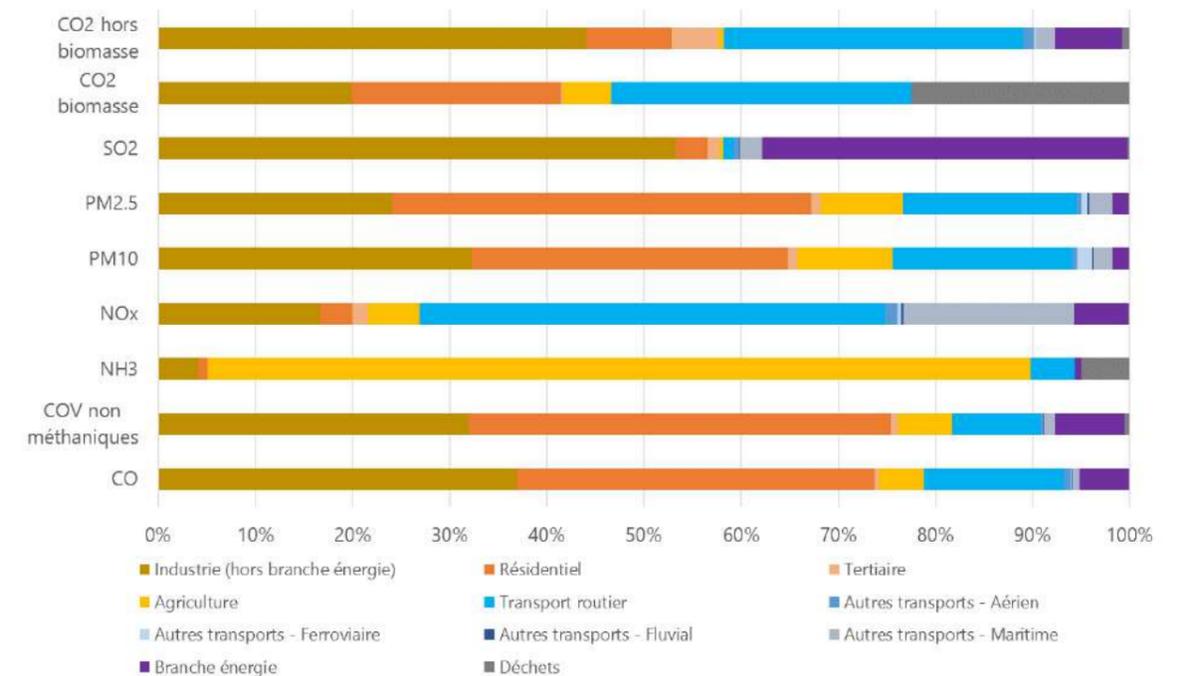


Figure 16 : Contribution des différents secteurs émetteurs en région PACA (cigale AtmoSud 2019)

¹ Extraction de l'outil CIGALE d'AtmoSud- Version 8.1 – Données d'émissions 2019 - Date d'extraction le 25/01/2022.

Département des Bouches-du-Rhône (13)

Au niveau départemental, les principaux secteurs d'activités responsables émetteurs restent inchangés.

Tableau 7 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département des Bouches-du-Rhône (cigale AtmoSud 2019)

	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Agriculture	Transport routier			Autres transports			Branche énergie	Déchets
					Aériens	Ferroviaire	Fluvial	Ferroviaire	Fluvial	Maritime		
CO	56%	23%	0%	4%	8%	0%	0%	0%	1%	8%	0%	
COVnm*	37%	36%	1%	5%	7%	0%	0%	0%	2%	11%	1%	
NH ₃	10%	1%	0%	75%	5%	0%	0%	0%	0%	1%	7%	
NO _x	24%	2%	1%	3%	32%	1%	0%	0%	28%	8%	0%	
PM10	42%	21%	1%	11%	16%	0%	2%	0%	4%	4%	0%	
PM2.5	33%	29%	1%	11%	16%	0%	1%	0%	5%	4%	0%	
SO ₂	51%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	44%	0%	
CO ₂ b**	35%	12%	0%	6%	23%	0%	0%	0%	0%	0%	24%	
CO ₂ hb***	60%	5%	3%	0%	18%	1%	0%	0%	2%	10%	1%	

*COVnm : Composés Organiques Volatils non méthaniques
 **CO₂ b : CO₂ biomasse
 ***CO₂ hb : CO₂ hors biomasse

Bouches-du-Rhône 2019

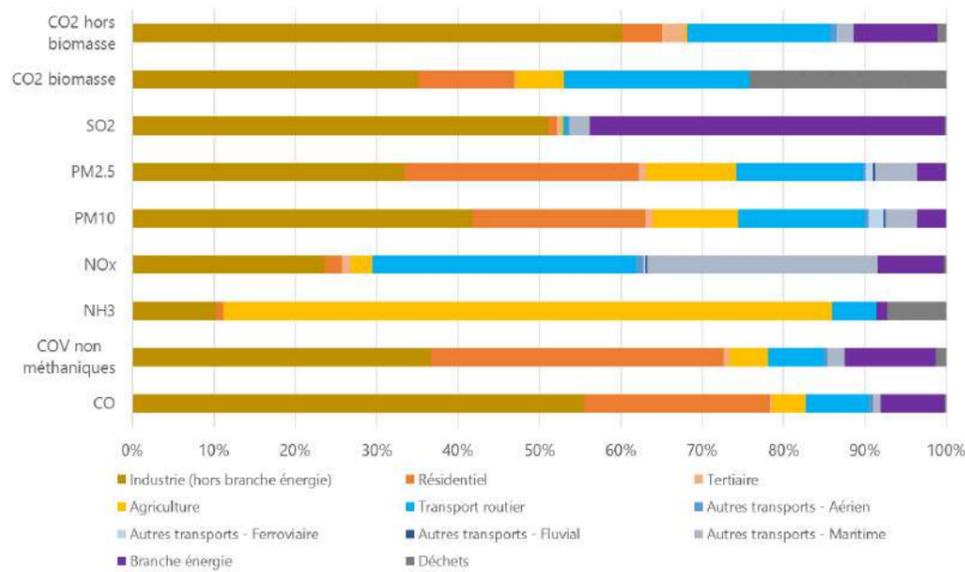


Figure 17 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans le département des Bouches-du-Rhône (cigale AtmoSud 2019)

Commune de Marseille

Localement, au niveau de la commune de Marseille, les principaux secteurs d'activités émetteurs sont le secteur résidentiel ainsi que le transport routier et l'industrie. Le secteur maritime contribue également de manière importante aux émissions de NOx (38%).

Tableau 8 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la commune de Marseille (cigale AtmoSud 2019)

	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Agriculture	Transport routier			Autres transports			Branche énergie	Déchets
					Aériens	Ferroviaire	Fluvial	Ferroviaire	Fluvial	Maritime		
CO	2%	82%	1%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	
COVnm*	30%	58%	1%	0%	5%	0%	0%	0%	2%	4%	0%	
NH ₃	74%	3%	0%	1%	22%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
NO _x	6%	7%	4%	0%	45%	0%	0%	0%	38%	0%	0%	
PM10	38%	25%	3%	0%	23%	0%	6%	0%	5%	0%	0%	
PM2.5	27%	36%	3%	0%	24%	0%	3%	0%	7%	0%	0%	
SO ₂	78%	5%	4%	0%	1%	0%	0%	0%	9%	4%	0%	
CO ₂ b**	20%	21%	1%	0%	59%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
CO ₂ hb***	12%	26%	11%	0%	41%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	

*COVnm : Composés Organiques Volatils non méthaniques
 **CO₂ b : CO₂ biomasse
 ***CO₂ hb : CO₂ hors biomasse

MARSEILLE (13) 2019

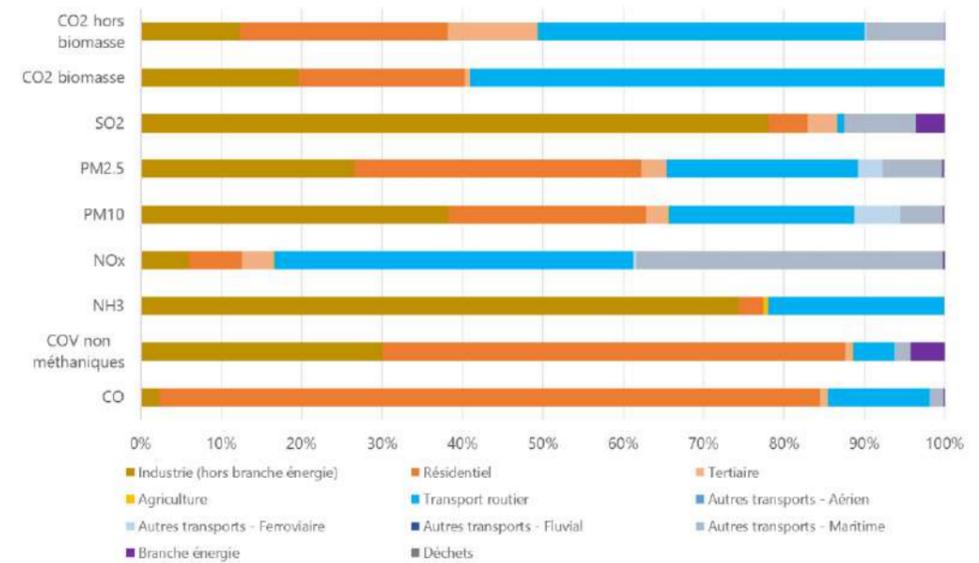


Figure 18 : Contribution des différents secteurs émetteurs dans la commune de Marseille (cigale AtmoSud 2019)

7.6.2. Concentrations mesurées par l'AASQA en air ambiant aux alentours de la zone d'étude

A titre informatif, les concentrations moyennes annuelles les plus récentes des polluants d'intérêt, mesurées par AtmoSud à proximité de la zone d'étude, sont reportées dans le tableau ci-après.

Les stations fixes les plus proches du projet sont : la station urbaine de fond Marseille Longchamp ainsi que la station urbaine trafic Marseille Rabatau.

En complément de ces données, les données de la station Marseille Rabatau seront également présentées, afin de comparer avec un site sous influence du trafic routier. Les données de la station Marseille Longchamp (station urbaine de fond de référence) seront également présentées.

A défaut, quand les données des stations mentionnées ci-dessus sont indisponibles, les données d'une station plus lointaine seront mentionnées.

Les concentrations moyennes annuelles 2019 sont considérées comme étant les données représentatives les plus récentes, car en dehors de la pandémie de la COVID-19.

En comparant ces concentrations moyennes annuelles, aux critères nationaux de la qualité de l'air (cf partie IV.3 du rapport d'étude ci-présent), des dépassements sont observés à Marseille :

- En dioxyde d'azote : le site urbain trafic Marseille Rabatau présente en 2019, une concentration moyenne annuelle supérieure à l'objectif de qualité et à la valeur seuil réglementaire annuelle, tous deux de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- En oxydes d'azotes (NOx) : la valeur pour la protection de la végétation ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée au site trafic Marseille Rabatau mais également au site de fond urbain Marseille Longchamp ;
- En benzène : l'objectif de qualité annuel de $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassé à Marseille Rabatau en 2019 ;
- En particules : les objectifs de qualité annuels des PM10 et PM2,5 (respectivement de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassés en 2019 à Marseille Rabatau ;

Des dépassements des nouveaux seuils de recommandation de l'OMS (cf partie IV.4) sont également observés, à Marseille Longchamp et Marseille Rabatau : en dioxyde d'azote ($> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en particules PM10 ($> 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et en PM2,5 ($> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tableau 9 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs de référence et réglementaires

Composé	Station AtmoSud	Typologie de la station	Concentration moyenne annuelle	Année	Unité	Dépassements nouveaux seuils de l'OMS	Dépassements valeurs réglementaires et objectif de qualité annuels
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	26,1	2019	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	>10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	44,9		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		> 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (objectif de qualité et valeur seuil réglementaire)
Monoxyde d'azote (NO)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	5,7		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	33,5		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Oxydes d'azote (NOx)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	34,8		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	>30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valeur pour la protection de la végétation
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	96,2		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Ozone (O ₃)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	58,1		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	2,3		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	Marignane	Fond Urbaine	0,263		Moyenne horaire en mg/m^3	-	-
Benzène	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	1,08		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	2,32		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	>2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ objectif de qualité
Particules PM10	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	17,9		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	>15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	33,2		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		>30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ objectif de qualité
Particules PM2,5	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	9,7		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	>5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	12,5		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		>10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ objectif de qualité
Arsenic (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	0,35		ng/m^3	-	-
Cadmium (métal, dans les PM10)			2,33	ng/m^3	-	-	
Nickel (métal, dans les PM10)			0,1	ng/m^3	-	-	
Benzo(a)pyrène (dans les PM10)			Marseille Longchamp	Fond Urbaine	0,15	ng/m^3	-
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	0,26	ng/m^3	-	-	



7.6.3. Concentrations modélisées par l'AASQA aux alentours de la zone de projet

Les cartes ci-après présentent les concentrations moyennes 2019 en NO₂ ainsi qu'en particules PM₁₀ et PM_{2,5} modélisées par AtmoSud.

Les axes routiers accolés à la zone de projet subissent des dépassements de la valeur réglementaire annuelle du dioxyde d'azote (>40 µg/m³) et de l'objectif de qualité des particules PM₁₀ (>30 µg/m³).

Il faut noter que l'objectif de qualité en particules PM_{2,5} (10 µg/m³) est également dépassé sur les axes et dans le tissu urbain. Le même constat est effectué pour les seuils de recommandation de l'OMS ayant été revus à la baisse en 2021, ces concentrations leurs sont supérieures (cf paragraphe 7.4).

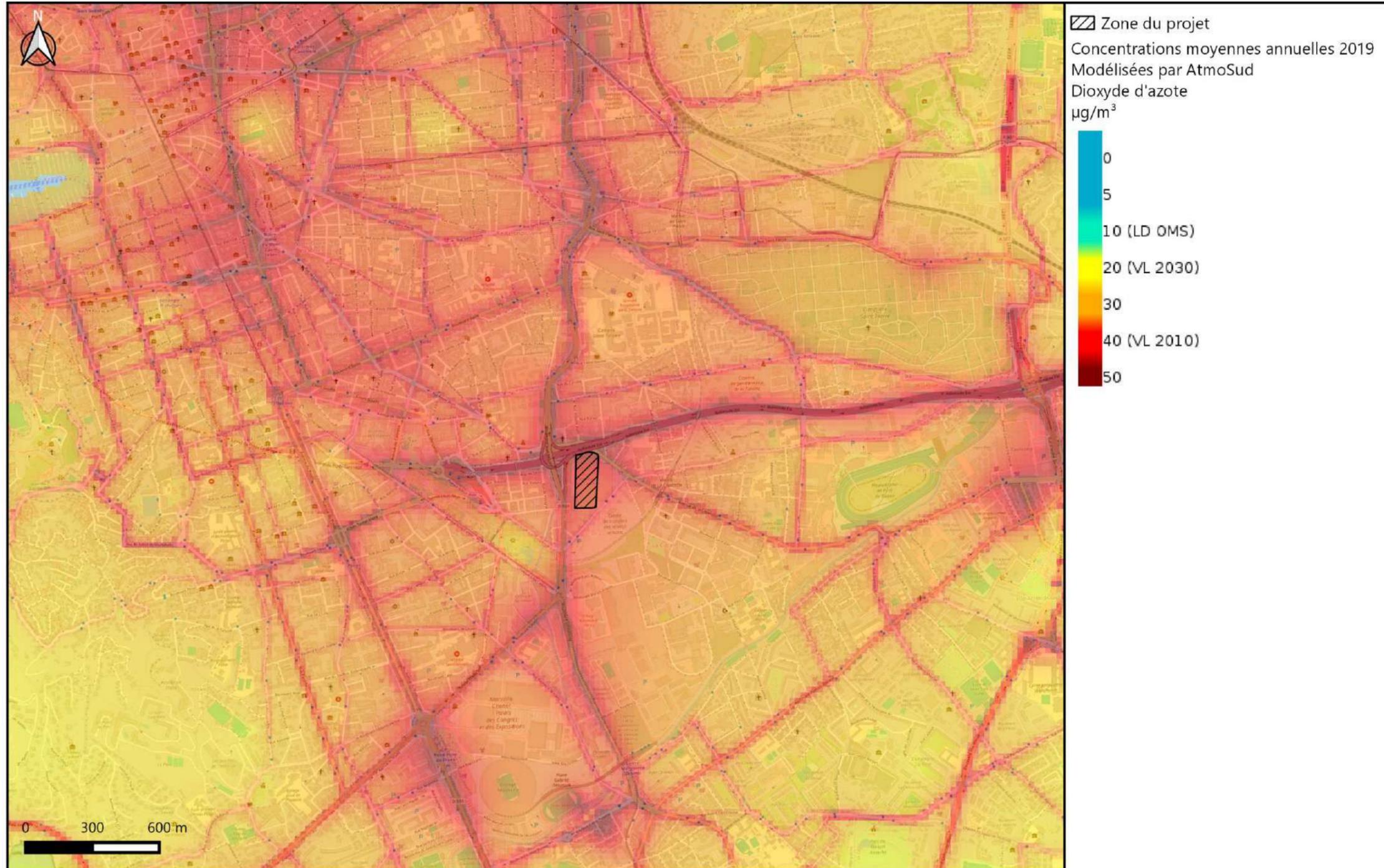


Figure 19 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote en 2019 - Modélisées par AtmoSud



Projet Capelette (13)

SCI CAP EST LOISIRS

Particules PM10 - Concentrations moyennes annuelles modélisées en 2019 par AtmoSud

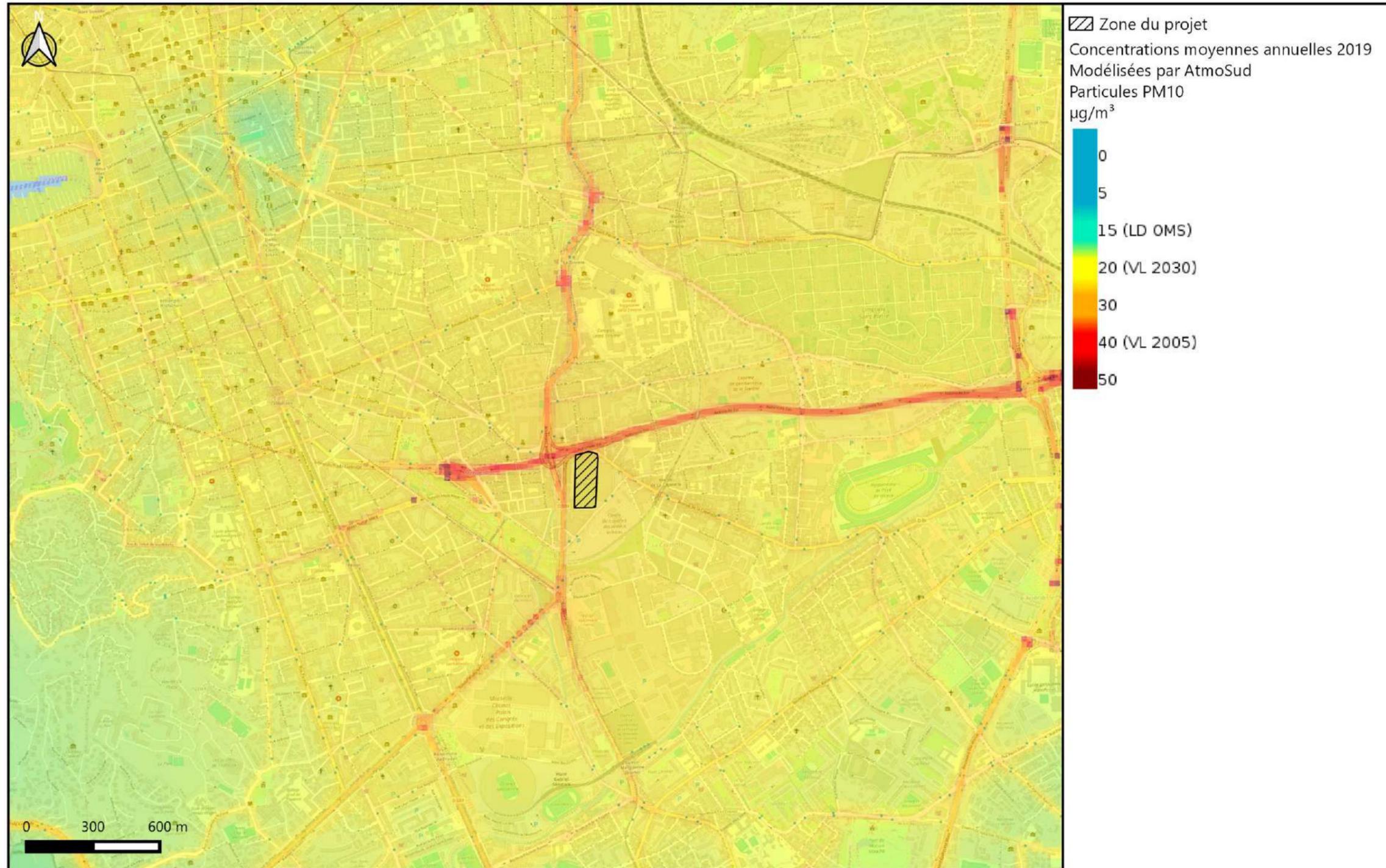


Figure 20 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en 2019 – Modélisées par AtmoSud

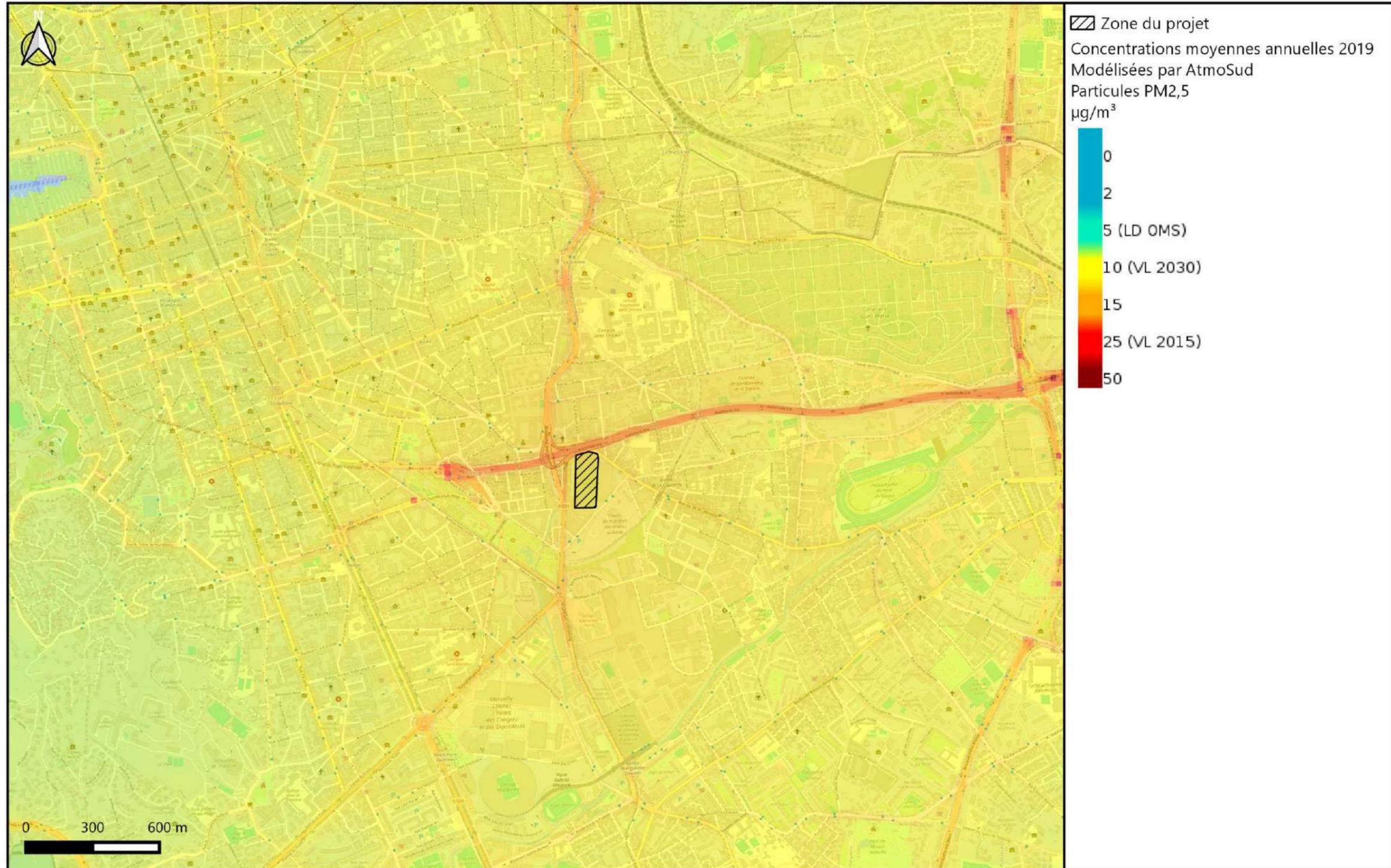


Figure 21 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 en 2019 - Modélisées par AtmoSud



7.7. Mesures réalisées in situ

Conformément à la réglementation, deux campagnes de mesures de la qualité de l'air au droit de la zone de projet ont été réalisées en saison contrastée (période froide et période chaude).

Le tableau ci-après synthétise les informations relatives à ces deux campagnes de mesures.

Tableau 10 : Organisation des campagnes de mesures dans la zone d'étude

Campagne période froide	Campagne période chaude	Méthode de prélèvement	Composés mesurés	Nombre de sites
02/03/2023 – 30/03/2023	16/06/2022 – 13/07/2022	Tubes passifs PASSAM	NO ₂	8

7.7.1. Méthodologie d'étude

Ces campagnes de mesures se sont intéressées au traceur principal du trafic routier : le dioxyde d'azote (NO₂).

La méthodologie d'échantillonnage passif consiste à la suspension des échantillonneurs passifs dans une boîte qui les protège des intempéries. Ces boîtes sont placées à une hauteur de 2 à 2,5 mètres du sol, en suspension libre, aux endroits de mesures choisis.

Au total, 8 points de mesures ont été équipés. Les points ont été répartis afin de caractériser au mieux la qualité de l'air du secteur.

Les points de mesures sont caractéristiques d'un type de pollution selon leur emplacement. De par la présence de nombreux axes routiers dans cette zone et à la forte densité de population, tous les points de mesures sont des points urbains trafic.

Le détail des sites de mesures, leur typologie ainsi que les polluants mesurés sont présentés dans le tableau ci-après et seront détaillés plus amplement en annexe 2.

Le détail des sites de mesures, leur typologie ainsi que les polluants mesurés sont présentés dans le tableau ci-après et seront détaillés plus amplement en Annexe 2

Tableau 11 : Typologie et influence des sites de mesures et polluants d'intérêts

Numéro du point de mesures	Typologie et influence	Polluants mesurés
1	Urbain Trafic	NO ₂
2	Urbain Trafic	NO ₂
3	Urbain Trafic	NO ₂
4	Urbain Trafic	NO ₂
5	Urbain Trafic	NO ₂
6	Urbain Trafic	NO ₂
7	Urbain Trafic	NO ₂
8	Urbain Trafic	NO ₂



7.7.2. Localisation des points de mesures

La cartographie ci-dessous présente, les points de prélèvements passifs déployés lors de la campagne de mesures, ainsi que les polluants y étant mesurés.

Les fiches de mesures en Annexe 2 détaillent plus amplement les caractéristiques de chaque point de mesures.

Capelette - Marseille (13)

SCI CAP EST LOISIRS

Plan d'échantillonnage des mesures de dioxyde d'azote réalisées lors des deux campagnes

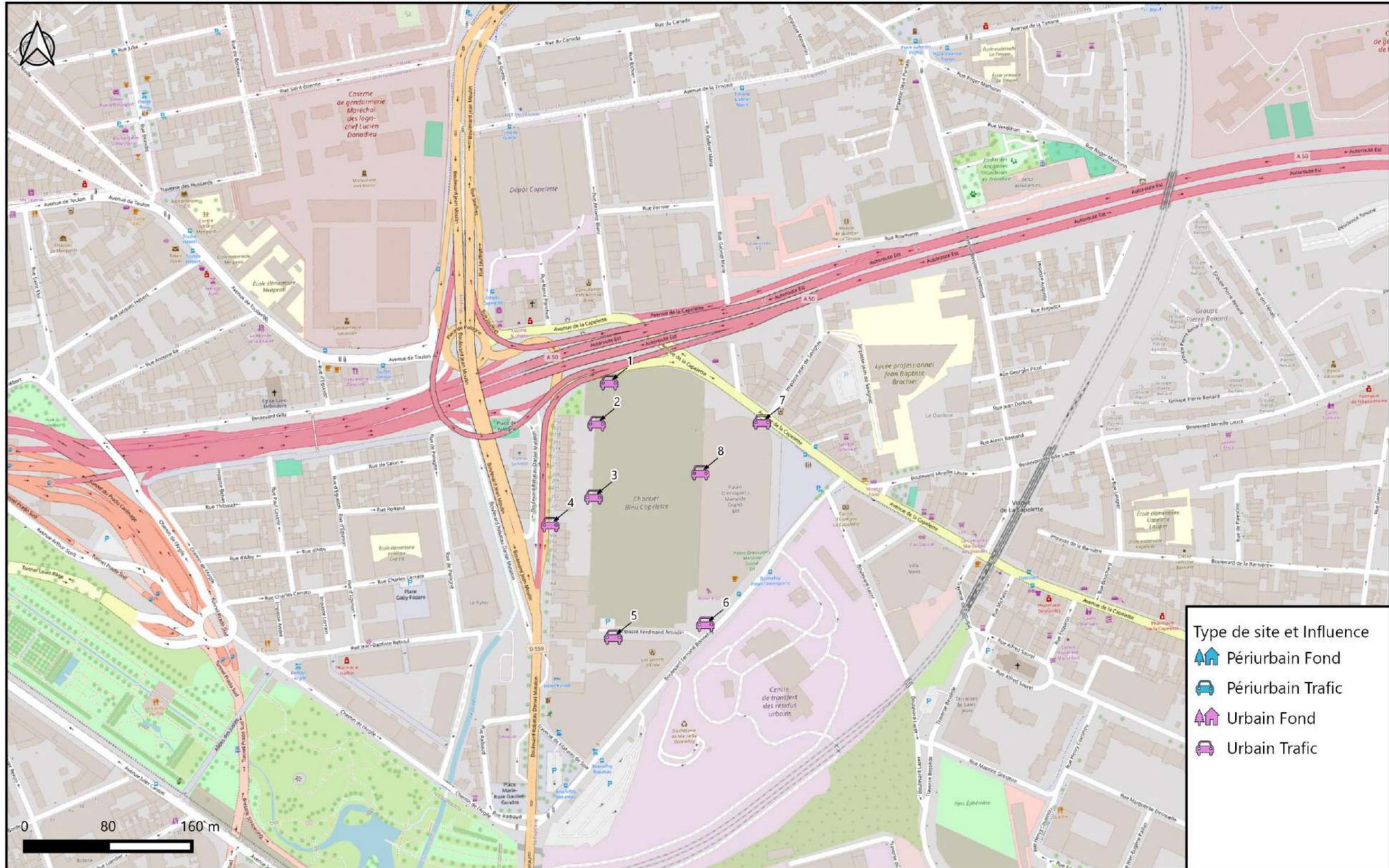


Figure 22 : Cartographie de la position des sites de prélèvements passifs et détails des polluants mesurés

7.7.3. Conditions météorologiques

La qualité de l'air dépend de l'émission de substances polluantes par différentes sources comme les industries, les transports, les sources tertiaires et domestiques mais dépend également des conditions météorologiques. En effet, la climatologie (vitesse et direction du vent, température, rayonnement, pression atmosphérique...) influence le transport, la transformation et la dispersion des polluants.

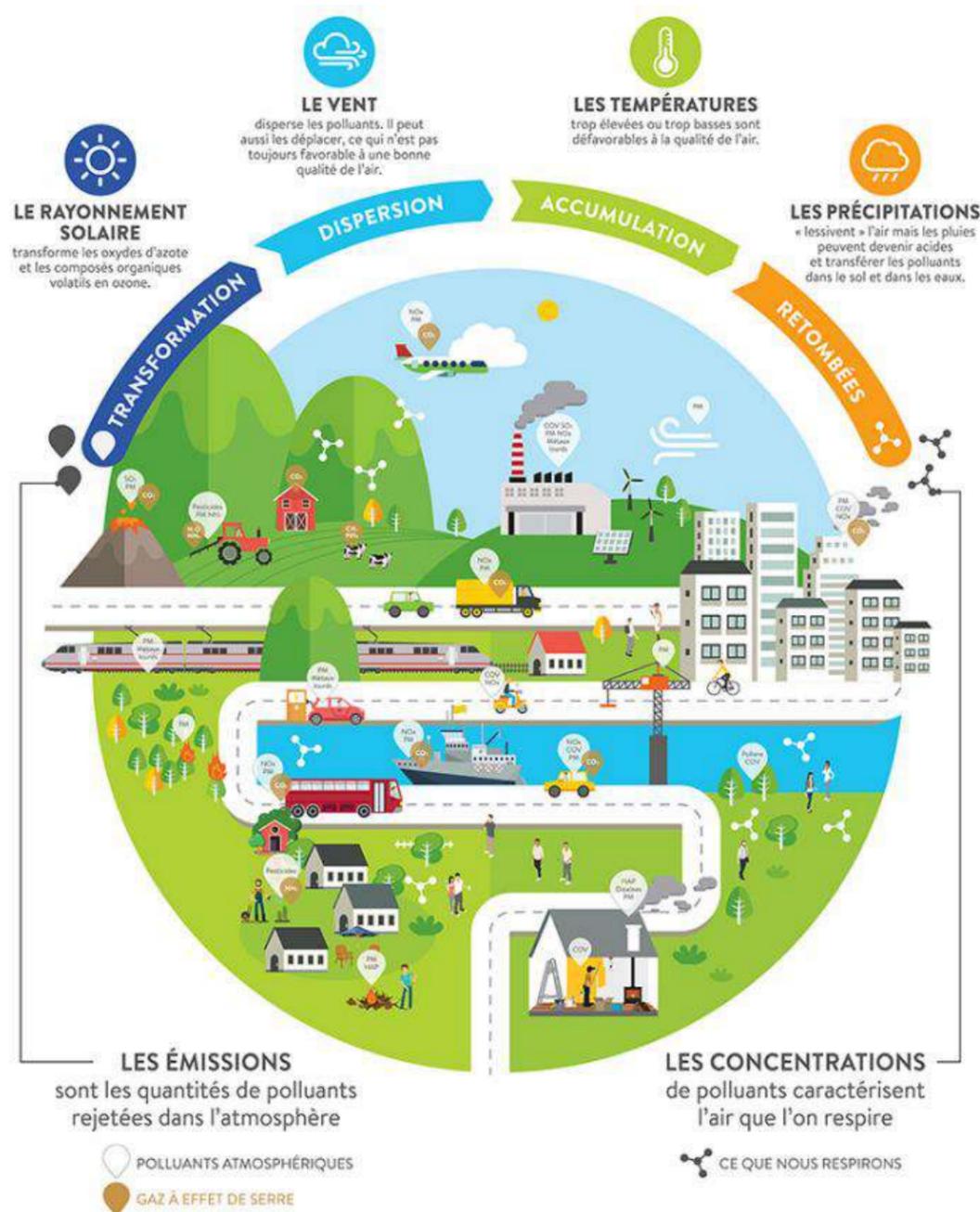


Figure 23 : Influence des conditions météorologiques sur la dispersion des polluants - Source : ATMO Auvergne Rhône Alpes

La pluie et les vents forts sont généralement bénéfiques pour la qualité de l'air puisque les précipitations « lessivent » l'atmosphère et que les vents « balayent » la pollution en éloignant les polluants, ce qui mène en général à une diminution des concentrations des polluants émis localement.

Les températures, trop élevées ou trop basses sont défavorables à la qualité de l'air. La température agit à la fois sur la chimie et les émissions des polluants. Ainsi certains composés voient leur volatilité augmenter avec la température, c'est le cas des composés organiques volatils.

Le froid, lui, augmente les rejets automobiles du fait d'une moins bonne combustion. La chaleur estivale et l'ensoleillement favorisent les processus photochimiques, comme la formation d'ozone.

Des phénomènes de masses d'air chaudes bloquées sous des masses d'air froides, appelé phénomène d'inversion de température, vont favoriser la stagnation des polluants émis localement (également soumis aux réactions photochimiques en cas de fort ensoleillement) et contribuer à la dégradation de la qualité de l'air.

Les données météorologiques tri horaires mesurées en continu à la station Météo France de Marignane, ont été analysées sur la période chaude (du 16/06/2022 au 13/07/2022) ainsi que sur la période froide (du 02/03/2023 au 30/03/2023), pour les paramètres suivants :

- Températures,
- Pluviométrie,
- Force et direction du vent.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques ont été différentes des normales saisonnières. Cela peut impacter les concentrations mesurées localement :

- Des températures observées durant la campagne chaude plus hautes que la moyenne mensuelle habituelle (**favorable à des concentrations plus élevées**) ;
- Des températures observées durant la campagne froide légèrement plus hautes que la moyenne mensuelle habituelle (**favorable à des concentrations plus faibles**) ;
- Des précipitations durant les deux campagnes de mesures moins abondantes que la normale : Cela peut engendrer un lessivage moindre de l'atmosphère et des concentrations en particules fines plus importantes notamment (**favorable à des concentrations en particules plus élevées**) ;

Les conditions météorologiques sont détaillées ci-après.

7.7.3.1. Campagne période chaude



Figure 24 : Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures - Station météo France Marignane (13)

Tableau 12 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles - fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record - Station Marignane (13)

	Campagne	Normales en septembre
Température moyenne (°C)	26,8	23,9
Moyenne des températures maximales (°C)	31,8	29,3
Moyenne des températures minimale (°C)	21,7	18,5
Température quotidienne la plus élevée (°C)	35,3	39,7
Température quotidienne la plus basse (°C)	18,3	6,6
Hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)	0,2	53,2
Hauteur totale des précipitations (mm)	0,4	19,4
Nombre de jours de pluie	2,0	2,1

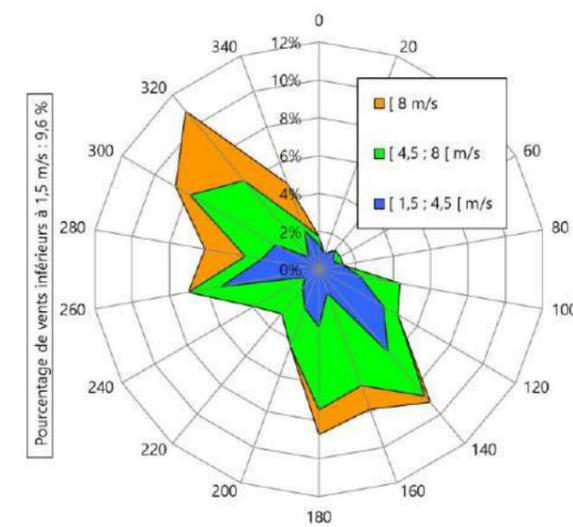


Figure 25 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 16/06/2022 au 13/07/2022 - Station Marignane de Météo France

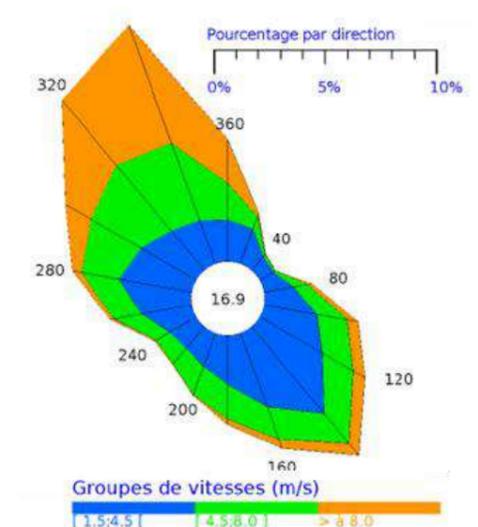


Figure 26 : Rose des vents normales de Marignane Météo France - Période 1991-2010

Les moyennes journalières des températures s'échelonnent entre 24,2°C et 29,3°C. La température moyenne durant la campagne de mesure est de 26,8°C, et la température moyenne normale en juin-juillet est de 23,9°C. **Les températures observées durant la campagne sont plus chaudes que la normale. Cela peut favoriser des concentrations atmosphériques plus élevées.**

Concernant les précipitations, il y a eu 2 jours de pluie durant la campagne, pour une hauteur totale de précipitations de 0,2 mm seulement, contre 19,4 mm habituellement sur environ 2 jours. **Ainsi, on peut conclure que les précipitations durant la campagne de mesures étaient moins abondantes que la normale.** Cela peut engendrer un lessivage moindre de l'atmosphère et des concentrations en particules fines plus importantes notamment.

Des vents forts et modérés de secteur Sud-Est (de 100° à 180°) ainsi que des vents forts et modérés du Nord-Ouest (Mistral) ont majoritairement soufflé durant la campagne. Ces conditions de vents sont cohérentes avec celles présentées dans la rose des vents moyennés sur 20 ans de la station Météo France de Marignane (13). **Les vents observés durant la campagne sont donc représentatifs des conditions de vent habituelles locales.**

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques ont été différentes des conditions moyennes d'expositions de la zone d'étude pour la période de mesure, avec des températures plus élevées et des précipitations moins abondantes (pouvant favoriser des concentrations en particules plus élevées).

7.7.3.2. Campagne période froide

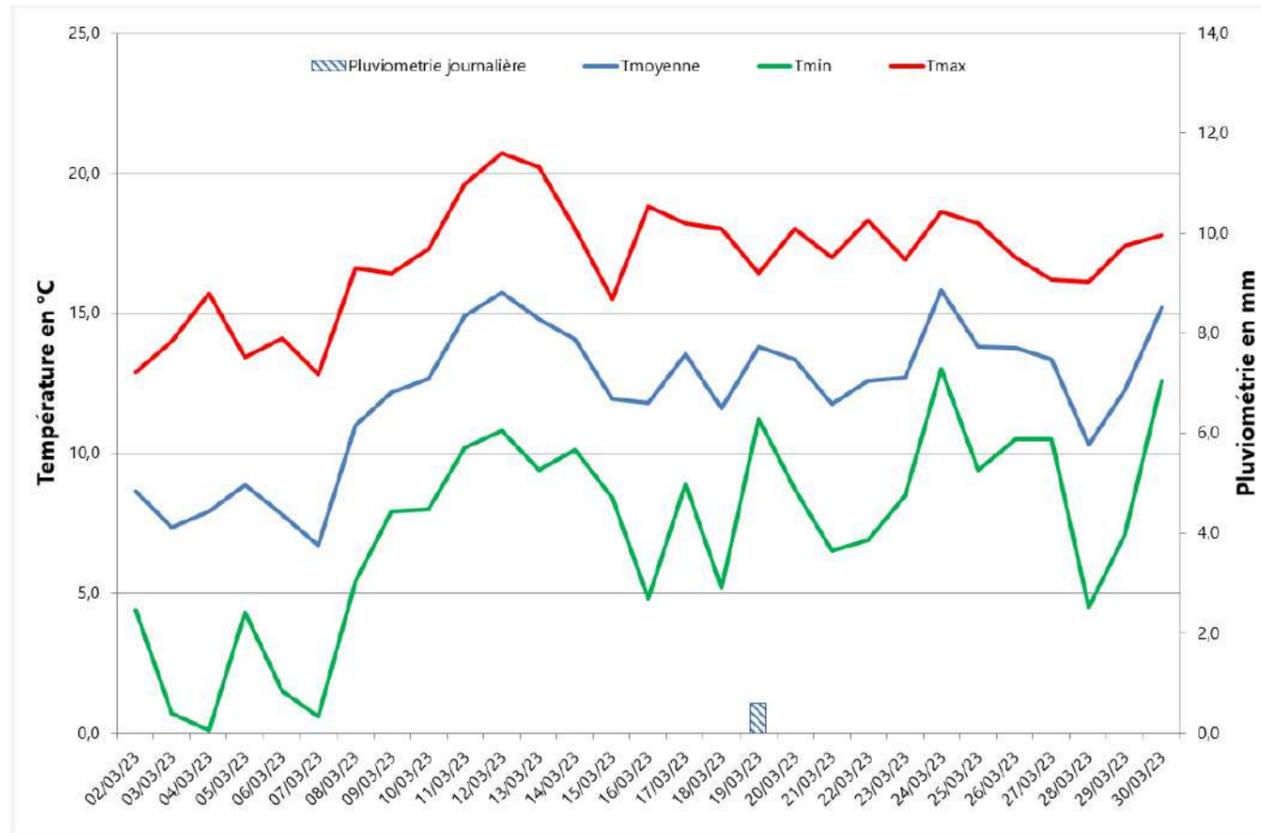


Figure 27 : Variations de températures et précipitations durant la campagne de mesures - Station météo France Marignane (13)

Tableau 13 : Comparaison des données météo durant la campagne de mesure aux normales mensuelles - fiche climatologique Météo France : Statistiques 1991-2020 et record - Station Marignane (13)

	Campagne	Normales en mars
Température moyenne (°C)	12,1	11,4
Moyenne des températures maximales (°C)	16,1	16,4
Moyenne des températures minimale (°C)	7,2	6,5
Température quotidienne la plus élevée (°C)	20,7	25,4
Température quotidienne la plus basse (°C)	0,1	-10
Hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)	0,6	79,5
Hauteur totale des précipitations (mm)	0,6	29,5
Nombre de jours de pluie	1,0	4,2

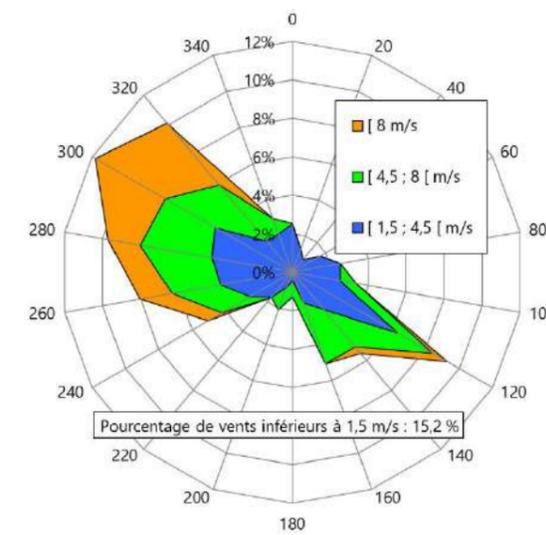


Figure 28 : Rose des vents observés durant la campagne de mesure du 02/03/2023 au 30/03/2023 à Marignane (13) - Météo France

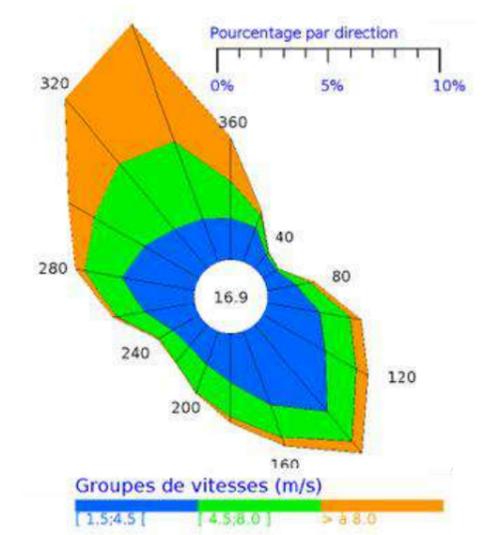


Figure 29 : Rose des vents normales de Marignane (13) Météo France - Période 1991-2010

Les moyennes journalières des températures s'échelonnent entre 6,7°C et 15,8°C. La température moyenne durant la campagne de mesure est de 12,1°C et la température moyenne normale en mars est de 11,4°C. **Les températures observées durant la campagne sont légèrement plus hautes que la moyenne mensuelle habituelle.**

Concernant les précipitations, il y a eu 1 jour de pluie durant la campagne, pour une hauteur totale de précipitations de 0,6 mm seulement, contre 29,5 mm habituellement sur environ 4 jours. **Ainsi, on peut conclure que les précipitations durant la campagne de mesures étaient moins abondantes et moins récurrentes que la normale.** Cela peut engendrer un lessivage moindre de l'atmosphère et des concentrations en particules fines plus importantes notamment.

Des vents forts et modérés du Nord-Ouest (Mistral) ont majoritairement soufflé durant la campagne. Des vents forts et modérés de secteur Sud-Est (de 120° à 160°) ont également été observés. Ces conditions de vents sont cohérentes avec celles présentées dans la rose des vents moyennés sur 20 ans de la station Météo France de Marignane (13). **Les vents observés durant la campagne sont donc représentatifs des conditions de vent habituelles locales.**

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques ont été représentatives des conditions moyennes d'expositions de la zone d'étude pour la période de mesure, à l'exception de précipitations moins abondantes et moins récurrentes (favorable à des concentrations en particules plus élevées), ainsi que des température légèrement plus hautes (favorable à des concentrations plus faibles).

7.7.4. Interprétation des résultats

Les résultats du laboratoire sont présentés en Annexe 1 et les fiches de mesures en Annexe 2.

Cette partie présentant la moyenne des résultats des deux campagnes de mesures réalisées en saison contrastées, sur une période d'au minimum 16 % de l'année civile : la concentration moyenne ainsi calculée est considérée comme statistiquement représentative de la concentration moyenne annuelle.

Ces concentrations moyennes annuelles pourront ainsi être comparées aux critères nationaux de qualité de l'air.

7.7.4.1. Dioxyde d'azote

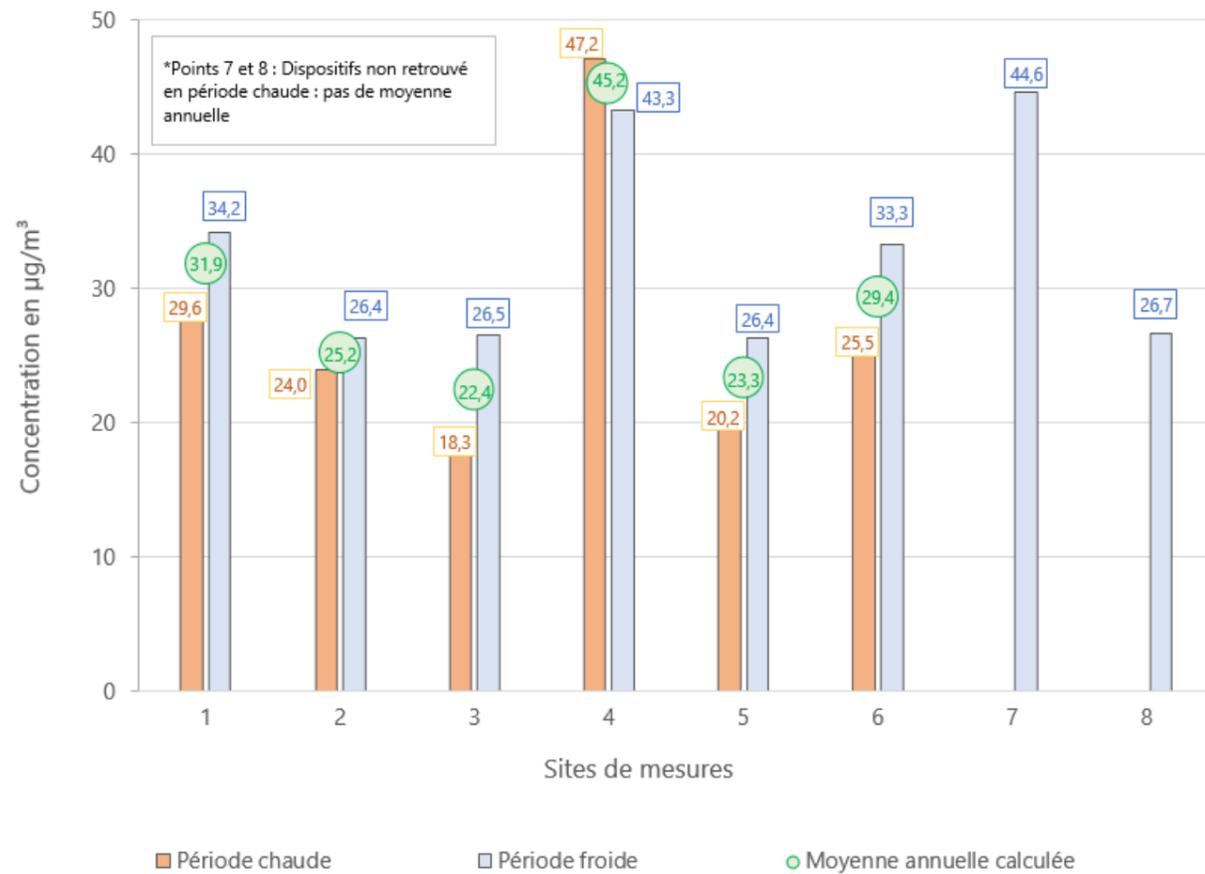


Figure 30 : Concentrations en NO₂ mesurées par tubes passifs pendant la campagne réalisée en période chaude et froide et moyenne calculée à partir de ces concentrations

Les concentrations issues de l'analyse brute du laboratoire PASSAM ont été corrigées comme préconisé dans le guide de référence « Échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » de l'ADEME (2002) : les résultats bruts ont été multipliés par un coefficient de 0,901 afin d'être représentatifs des concentrations réelles.

Il faut noter que les dispositifs de prélèvement des points 7 et 8 ont été dérobés en période chaude : aucune moyenne annuelle ne peut être établie en ces points.

Il est observé une saisonnalité des concentrations en dioxyde d'azote, avec des concentrations en période froide plus élevées qu'en période chaude, en cohérence avec la saisonnalité habituelle des concentrations (à l'exception du site 4).

En effet, en période froide les conditions météorologiques favorisent les émissions de rejet automobile ainsi que la stagnation des polluants dans l'atmosphère. De plus, l'apparition de nouvelles sources de pollutions comme le chauffage contribuent à cette augmentation des concentrations.

Concernant la saisonnalité inversée au site 4, les concentrations plus élevées en période chaude peuvent s'expliquer par un trafic routier très important induit par le tourisme.

L'étude des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote est présentée ci-après.

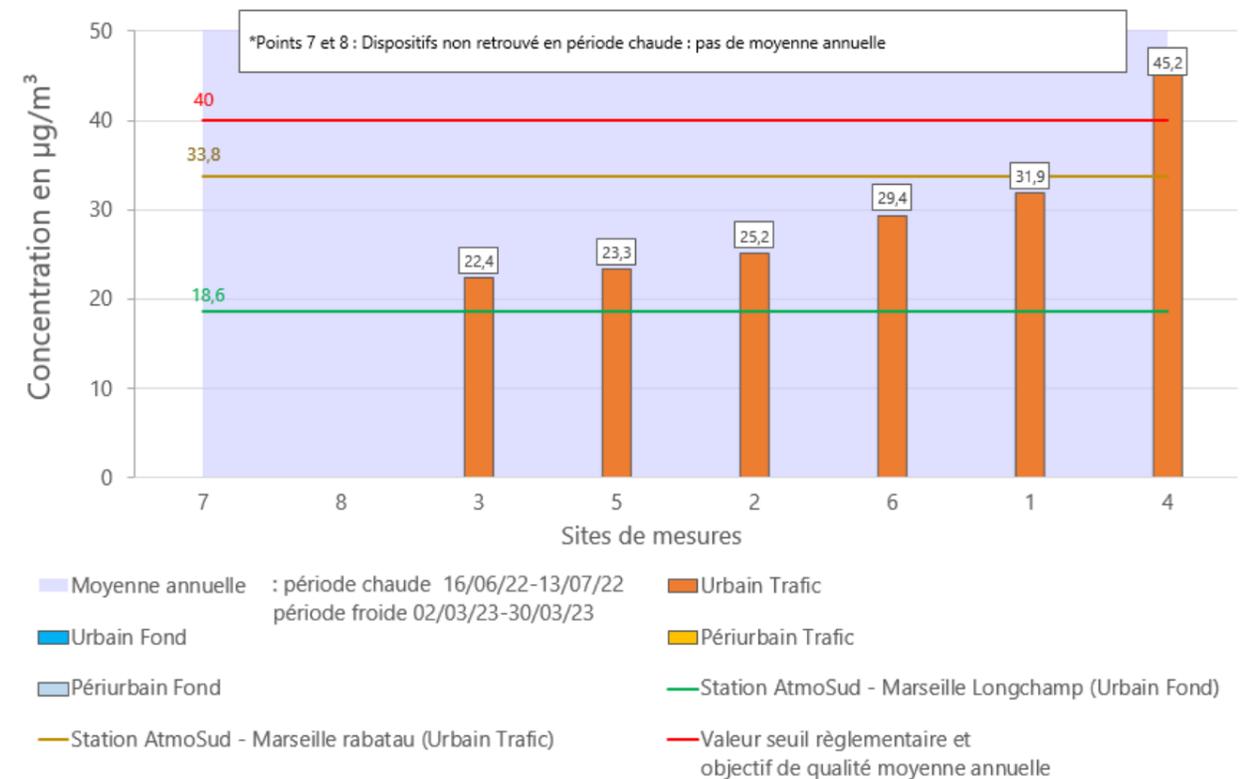


Figure 31 : Concentrations moyennes annuelles mesurées durant les campagnes en NO₂

Sur l'ensemble des sites de mesures trafic, la moyenne des concentrations moyennes annuelles est de 29,6 µg/m³.

A l'exception du site n°4, les concentrations moyennes annuelles sont toutes supérieures à la concentration moyenne mesurée sur les mêmes périodes à la station de fond de Marseille Longchamp (18,6 µg/m³- AtmoSud) et inférieures à celle de la station trafic de Marseille Rabatau (33,8 µg/m³- AtmoSud).

A l'exception du site numéro 4 (avec 45,2 µg/m³ - boulevard Jean Moulin -bretelle d'entrée A50), l'ensemble des concentrations moyennes annuelles des sites de mesures respectent la valeur seuil réglementaire et l'objectif de qualité annuel (tous deux de 40 µg/m³).

Les statistiques des concentrations moyennes annuelles, par type de site, sont présentées dans le tableau et le graphique suivant. Au regard du nombre de site par typologie, ces informations sont présentées à titre informatif.

Tableau 14 : NO₂ : Statistiques par sites de différentes typologies – concentrations moyennes annuelles

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Urbain Trafic
Nombre de sites	6 (8 dont 2 volés)
Maximum	45,2
Moyenne	29,6
Minimum	22,4
Ecart-type	8,5

L'écart-type est élevé (8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), l'écart entre les concentrations mesurées est important, avec une valeur maximale de 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une valeur minimale de 22,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le long de l'autoroute A50, un demi-transect a été installé : c'est à dire plusieurs points de mesures rapprochés s'éloignant progressivement de l'axe. Le but est d'étudier l'influence de l'autoroute A50 sur la dispersion atmosphérique.

Les résultats sont détaillés dans le tableau et la figure ci-contre.

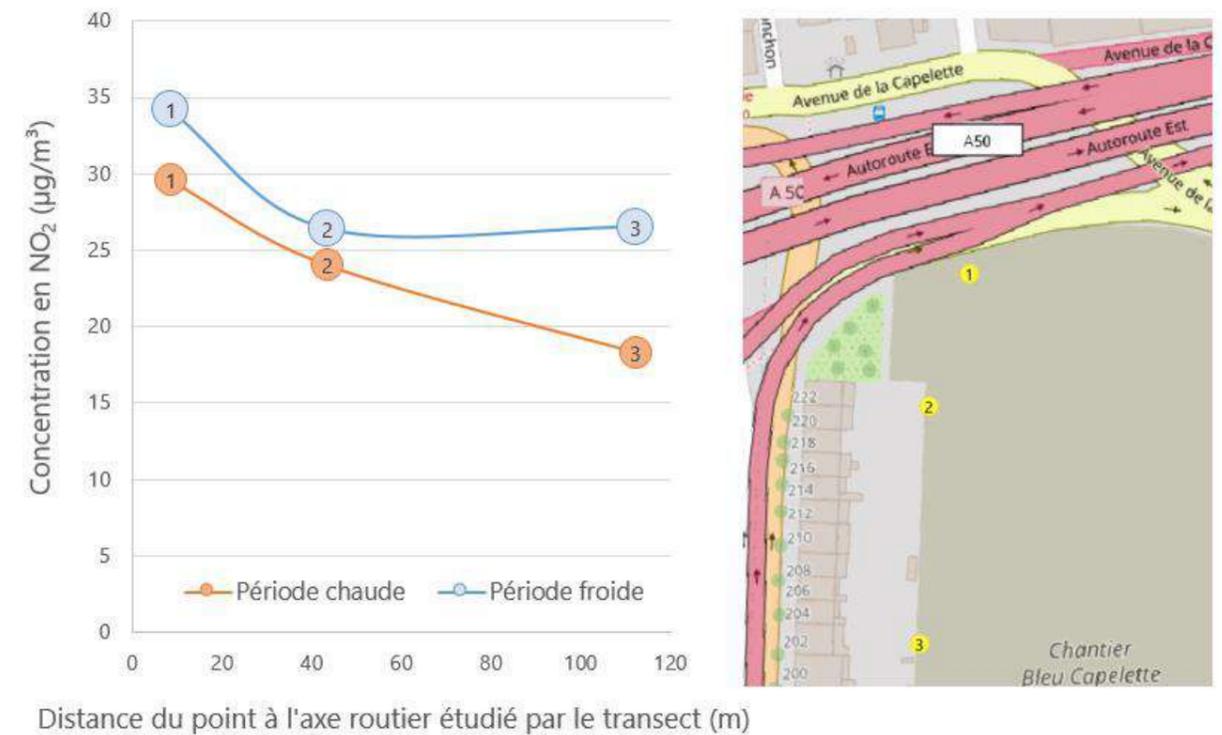
En s'éloignant de l'A50, une décroissance des concentrations est nettement observée, témoignant ainsi de l'influence de la route sur les concentrations locales.

L'influence de l'autoroute A50 sur les concentrations locales ne semble pas excéder 110 mètres : la concentration moyenne annuelle mesurée au point 3 (22,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est du même ordre de grandeur que la concentration mesurée à la station de fond Marseille Longchamp sur les mêmes périodes (18,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - AtmoSud).

Tableau 15 : Transect installé le long de l'autoroute A50, positions et concentrations mesurées en NO₂ lors de la campagne de mesures – période chaude, froide et moyenne annuelle

Point	Distance à l'axe en m	Concentration en NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
		Période chaude	Période froide	Moyenne annuelle
1	8,7	29,6	34,2	31,9
2	43,6	24,0	26,4	25,2
3	112,3	18,3	26,5	22,4

Etude de la dispersion atmosphérique le long de l'autoroute A50



Capelette - Marseille (13) Dioxyde d'azote - Concentrations moyennes annuelles mesurées

SCI CAP EST LOISIRS

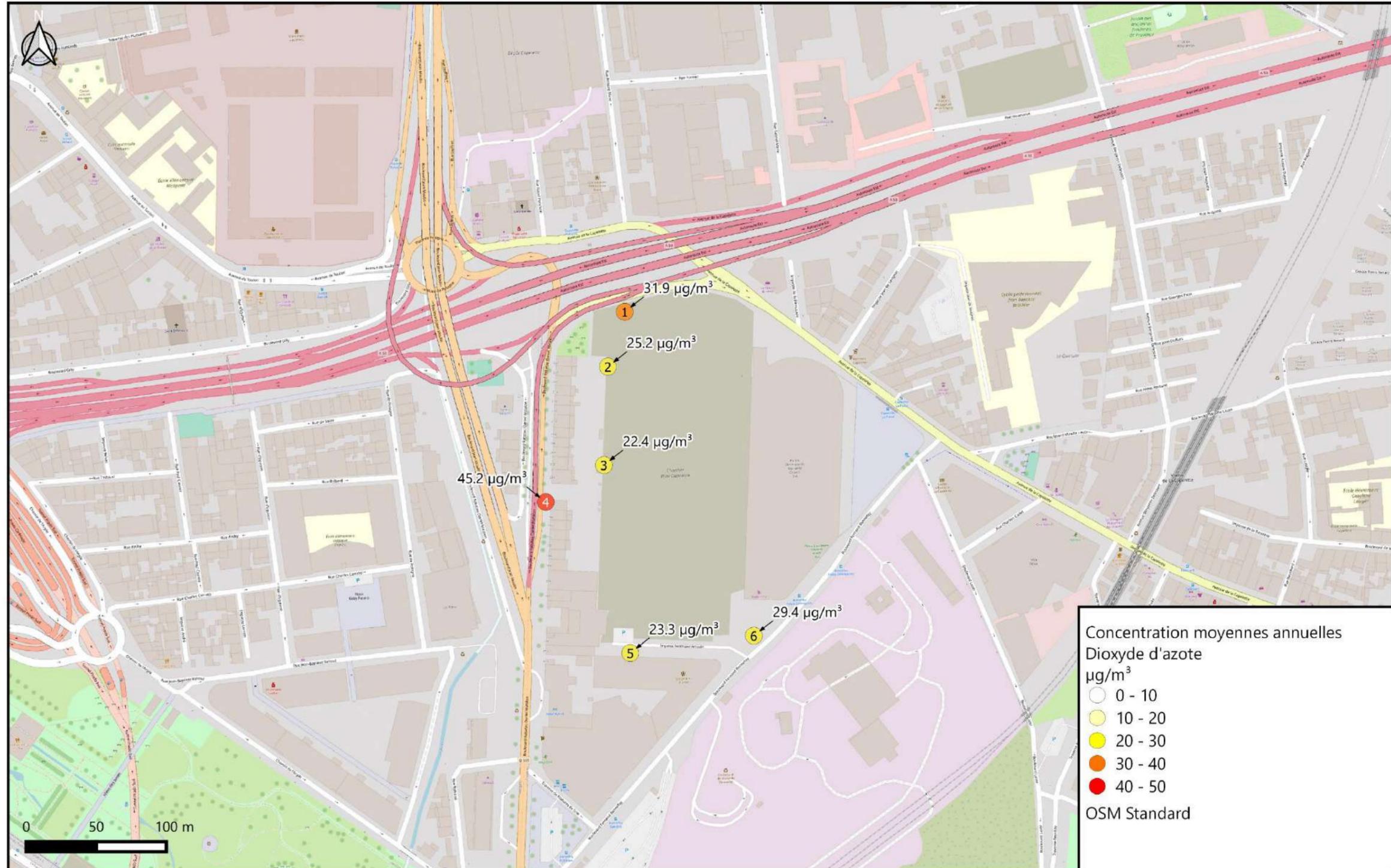


Figure 33 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles mesurées en dioxyde d'azote

8. Conclusion de l'état initial

Le projet

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet de construction immobilière à la Capelette, à Marseille (13). La localisation et le plan du projet sont présentés ci-contre.

Cette étude est réalisée pour le compte de la SCI CAP EST LOISIRS.

Le projet de construction est situé sur le terrain attenant à la patinoire Palais Omnisports. Le projet comprend la construction de diverses structures immobilières :

- Bureaux ;
- Hôtel ;
- Logements ;
- Commerces ;
- Pôle loisirs/activités
- Une résidence étudiante/ jeunes actifs ;
- Crèche ;
- Maison de santé
- Résidence étudiant/coliving

Les enjeux de cette étude sont dans un premier temps de qualifier la qualité de l'air de la zone et ainsi déterminer à quelles concentrations seraient exposés les nouveaux habitants.

Puis dans un second temps, à qualifier l'impact du projet en lui-même sur la qualité de l'air locale : un nouvel afflux de population entraînant des modifications de trafic routier et donc une possible modification de la qualité de l'air de la zone. L'impact de la disposition des bâtiments en projet sur la qualité de l'air sera également étudié.

Le présent rapport s'appuie sur la note méthodologique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières.

Étude bibliographique de la qualité de l'air locale

L'étude de l'inventaire des émissions de 2019 de la commune de Marseille, a permis d'identifier le trafic routier comme une des principales sources émettrices d'oxydes d'azote (45% des émissions) et une source importante de particules fines PM10 et PM2,5 (respectivement 23% et 24% des émissions) dans l'atmosphère.

Ainsi, des modifications de trafic routier découlant du projet pourraient avoir un impact (positif ou négatif) sur la qualité de l'air locale.

L'analyse des données mesurées par AtmoSud à Marseille (en 2019) met en évidence des dépassements des valeurs réglementaires et objectifs de qualité :

- En dioxyde d'azote : le site urbain trafic Marseille Rabatau présente une concentration moyenne annuelle supérieure à l'objectif de qualité et à la valeur seuil réglementaire annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- En oxydes d'azotes (NOx) : la valeur pour la protection de la végétation ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée au site trafic Marseille rabatau et également au site de fond urbain Marseille Longchamp ;
- En benzène : l'objectif de qualité annuel de $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassé à Marseille rabatau en 2019 ;
- En particules : les objectifs de qualité annuels des PM10 et PM2,5 (respectivement de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont dépassés à Marseille rabatau ;
- Des dépassements des nouveaux seuils de recommandation de l'OMS sont également observés, à Marseille Longchamp, Marseille rabatau : en dioxyde d'azote ($> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), en particules PM10 ($> 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et en PM2,5 ($> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Afin de qualifier plus précisément la qualité de l'air de la zone de projet, les concentrations modélisées par AtmoSud en 2019 ont également été étudiées :

Les axes routiers accolés à la zone de projet subissent des dépassements de la valeur réglementaire annuelle du dioxyde d'azote ($>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et de l'objectif de qualité des particules PM10 ($>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Il faut noter que l'objectif de qualité en particules PM2,5 ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est également dépassé sur les axes et dans le tissu urbain. Le même constat est effectué pour les seuils de recommandation de l'OMS ayant été revus à la baisse en 2021, ces concentrations leurs sont supérieures.

Localement, les facteurs pouvant favoriser des niveaux de pollution élevés sont les suivants :

- La présence d'axes routiers au trafic élevé (ici la RD7N et la RD23) ;
- Un climat ensoleillé favorisant les réactions photochimiques ;
- Des sources d'émissions multiples ;
- Une densité de population importante ;
- La configuration du bâti et la topographie favorisant la stagnation des polluants émis localement ;

Ainsi, des mesures ont été réalisées pour qualifier les niveaux de concentrations locales.



Mesures in situ

A. Conditions météorologiques pendant les campagnes

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques ont été différentes des normales saisonnières. Cela peut impacter les concentrations mesurées localement :

- Des températures observées durant la campagne chaude plus hautes que la moyenne mensuelle habituelle (**favorable à des concentrations plus élevées**) ;
- Des températures observées durant la campagne froide légèrement plus hautes que la moyenne mensuelle habituelle (**favorable à des concentrations plus faibles**) ;
- Des précipitations durant les deux campagnes de mesures moins abondantes que la normale : Cela peut engendrer un lessivage moindre de l'atmosphère et des concentrations en particules fines plus importantes notamment (**favorable à des concentrations en particules plus élevées**) ;

B. Résultats des campagnes de mesures de dioxyde d'azote

Afin de qualifier la qualité de l'air de la zone de projet, deux campagnes de mesures de la qualité de l'air ont été réalisées (période chaude et période froide).

La moyenne des résultats des deux campagnes de mesures est considérée comme statistiquement représentative d'une moyenne annuelle et est ainsi comparée aux valeurs réglementaires annuelles.

Il est observé une saisonnalité des concentrations en dioxyde d'azote, avec des concentrations en période froide plus élevées qu'en période chaude, en cohérence avec la saisonnalité habituelle des concentrations (à l'exception du site 4).

En effet, en période froide les conditions météorologiques favorisent les émissions de rejet automobile ainsi que la stagnation des polluants dans l'atmosphère. De plus, l'apparition de nouvelles sources de pollutions comme le chauffage contribuent à cette augmentation des concentrations.

Concernant la saisonnalité inversée au site 4, les concentrations plus élevées en période chaude peuvent s'expliquer par un trafic routier très important induit par le tourisme.

Sur l'ensemble des sites de mesures trafic, la moyenne des concentrations moyennes annuelles est de 29,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentration moyenne annuelle mesurée au point 4 (boulevard Jean Moulin au niveau de la bretelle d'entrée A50) est supérieure à la valeur seuil réglementaire et à l'objectif de qualité annuel (tous deux de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Remarque : Les dispositifs de prélèvement des points 7 et 8 ont été dérobés en période chaude : aucune moyenne annuelle ne peut être établie en ces points.

A l'exception du site n°4, les concentrations moyennes annuelles sont toutes supérieures à la concentration moyenne mesurée sur les mêmes périodes à la station de fond de Marseille Longchamp (18,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - AtmoSud) et inférieures à celle de la station trafic de Marseille Rabatau (33,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - AtmoSud).

Le point 1, situé en contrebas de l'autoroute A50, enregistre une concentration plus faible que celle mesurée au point 4, malgré la proximité de l'autoroute le relief jouant un rôle important dans la dispersion des émissions issues du trafic routier.

L'écart-type est élevé (avec 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en effet l'écart entre les concentrations moyennes annuelle mesurées est important : avec une valeur maximale de 45,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et une valeur minimale de 22,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le long de l'autoroute A50, un demi-transect a été installé : c'est à dire plusieurs points de mesures rapprochés s'éloignant progressivement de l'axe. Le but est d'étudier l'influence de l'autoroute A50 sur la dispersion atmosphérique.

En s'éloignant de l'A50, une décroissance des concentrations est nettement observée, témoignant ainsi de l'influence de la route sur les concentrations locales.

L'influence de l'autoroute A50 sur les concentrations locales ne semble pas excéder 110 mètres : la concentration moyenne annuelle mesurée au point 3 (22,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est du même ordre de grandeur que la concentration mesurée à la station de fond Marseille Longchamp sur les mêmes périodes (18,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - AtmoSud).

L'étude de la répartition spatiale des concentrations met en évidence que les concentrations mesurées sont plus élevées le long des axes routiers, notamment le boulevard rabatau et l'A50. Les concentrations diminuent en s'éloignant de ces axes.



Partie 4. Impact du projet



9. Trafic routier : Calcul d'émissions de polluants et de la consommation énergétique

9.1. Données

Les entrants indispensables à la réalisation de l'étude prévisionnelle sont les données issues de modélisations de trafic réalisées dans la zone d'étude du projet. Il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel, de la vitesse réglementaire des véhicules, ainsi que de la part de poids-lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés. Les différents scénarios ont été étudiés aux horizons suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2027 :
 - Mise en service ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2047 :
 - Mise en service + 20 ans ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

Les données sont issues de l'étude de trafic réalisée par le bureau d'études PCR.

9.2. Répartition du parc automobile

Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL, 2R), par combustible (essence ou diesel), par motorisation et par norme (EURO). Dans cette étude, la version 2022 du parc automobile français simulé par l'UGE-IFSTTAR est utilisée. Ce parc présente deux scénarios d'évolution du parc et des immatriculations à l'horizon 2050 :

- S1-AME « Avec Mesures Existantes » : ce scénario vise à décrire l'effet des politiques publiques actuelles en prenant en compte l'ensemble des mesures portées par l'Etat français jusqu'à une certaine date (31 décembre 2019 dans cette version) sur la consommation d'énergie et les gaz à effet de serre ;
- S2-AMS « Avec Mesures Supplémentaires » : ce scénario vise à respecter le mieux possible les objectifs énergétiques et climatiques que la France s'est fixée, y compris quand ils découlent de la législation européenne. Il dessine une trajectoire possible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à la neutralité carbone en 2050.

Ici le parc roulant basé sur le scénario AMS est utilisé dans les calculs. Pour la répartition des véhicules utilitaires légers, il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 23 % des véhicules légers.

9.3. Définition du domaine d'étude

L'étude de trafic et les évolutions de circulation sont des entrants des études de la qualité de l'air et de l'étude acoustique.

En termes de qualité de l'air, le domaine d'étude est composé du projet lui-même et de l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic significative.

Ces variations sont considérées comme significatives si elles sont supérieures à :

- ± 500 véhicules/jours, pour les TMJA < 5000 véhicules/jour ;
- ± 10 % d'impact sur les TMJA, pour des TMJA > 5000 véhicules/jour ;

Pour une question de cohérence du domaine d'étude, certains brins subissant des variations de trafics non significatives ont pu être retenus.

L'ensemble des brins retenus permet de définir une bande d'étude pour les polluants étudiés : il s'agit d'une zone tampon entourant les axes pris en compte. La largeur de la bande d'étude est définie selon les trafics routiers, conformément au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019.

Ici, la largeur de la bande d'étude du NO₂ est de 400 mètres et celle des particules (PM10 et PM2,5) est de 200 mètres, toutes deux sont centrées sur le réseau routier.

Le domaine d'étude et les bandes d'études sont présentés dans la Figure 34.

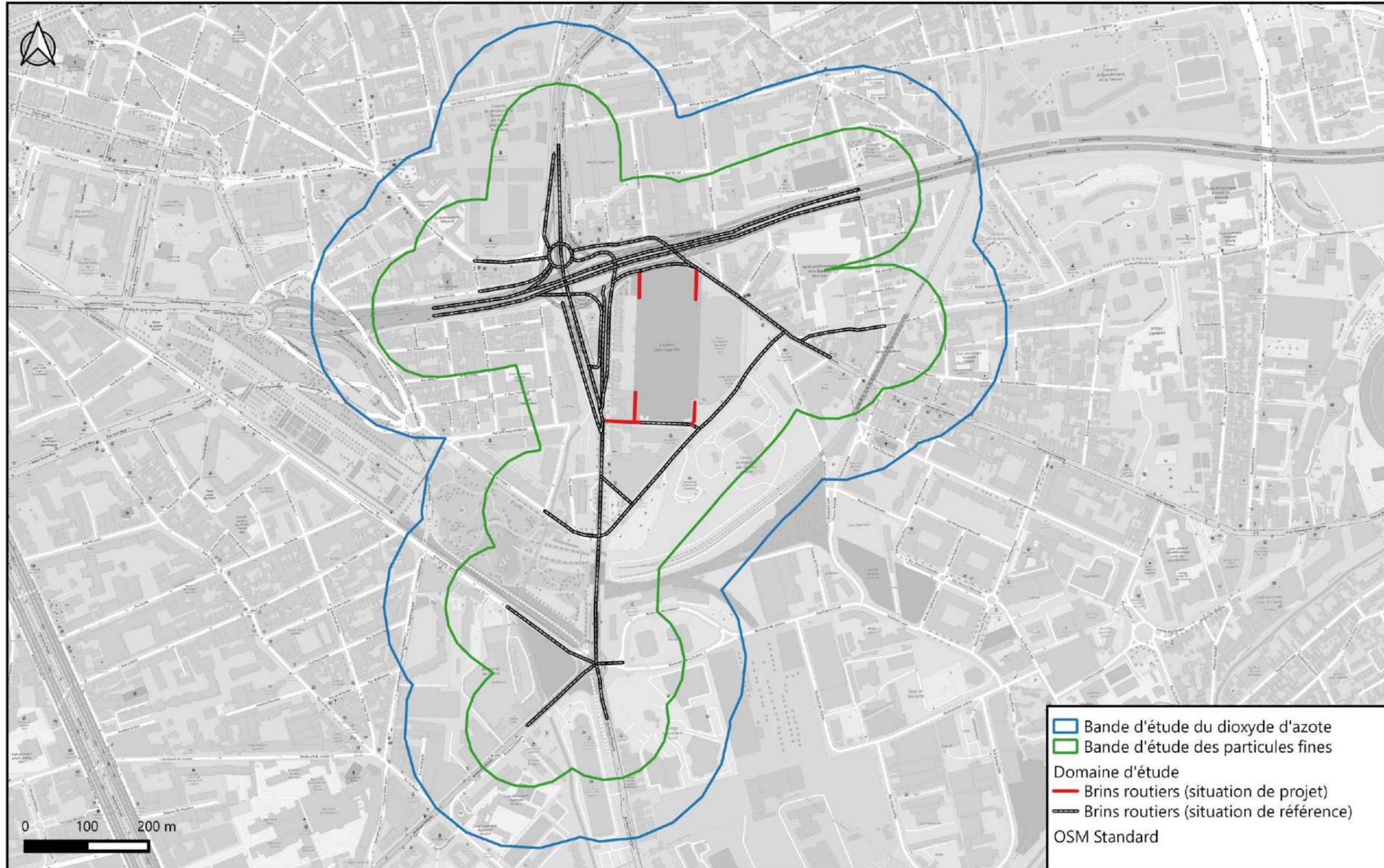


Figure 34 : Présentation du domaine d'étude pris en compte dans le calcul des émissions atmosphériques de polluants

9.4. Evolution du trafic routier dans le domaine d'étude

Tableau 16 : Evolution du trafic dans le domaine d'étude

Scénario	Année	Veh.km parcourus	Impact
Actuel	2023	111 522	-
Référence « au fil de l'eau »	2027	106 444	-4,6 % / Actuel
Projet		108 207	1,7 % / Référence
Référence « au fil de l'eau »	2047	116 136	4,1 % / Actuel
Projet		118 469	2,0% / Référence

Au fil de l'eau, le trafic routier du domaine d'étude diminue par rapport à la situation actuelle 2023 de -4,6 % en 2031 ; il augmente en 2047 de 4% par rapport à la situation actuelle.

L'impact global du projet sur le nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude est de 1,7 % par rapport à la situation de référence en 2027 et +2% en 2047. Le projet génère globalement une augmentation du trafic routier dans le domaine d'étude.

L'augmentation du trafic routier en situation de projet est due à l'apport de nouveaux trafics liés à la nature du projet, logements, étudiants, hôtel, commerces, bureaux...

9.5. Bilan de la consommation énergétique

Le bilan énergétique du projet prend en compte la consommation de carburant liée au trafic routier.

Le graphique suivant présente les résultats de la consommation énergétique journalière sur le domaine d'étude. Le total est exprimé en tonnes équivalent pétrole (TEP).

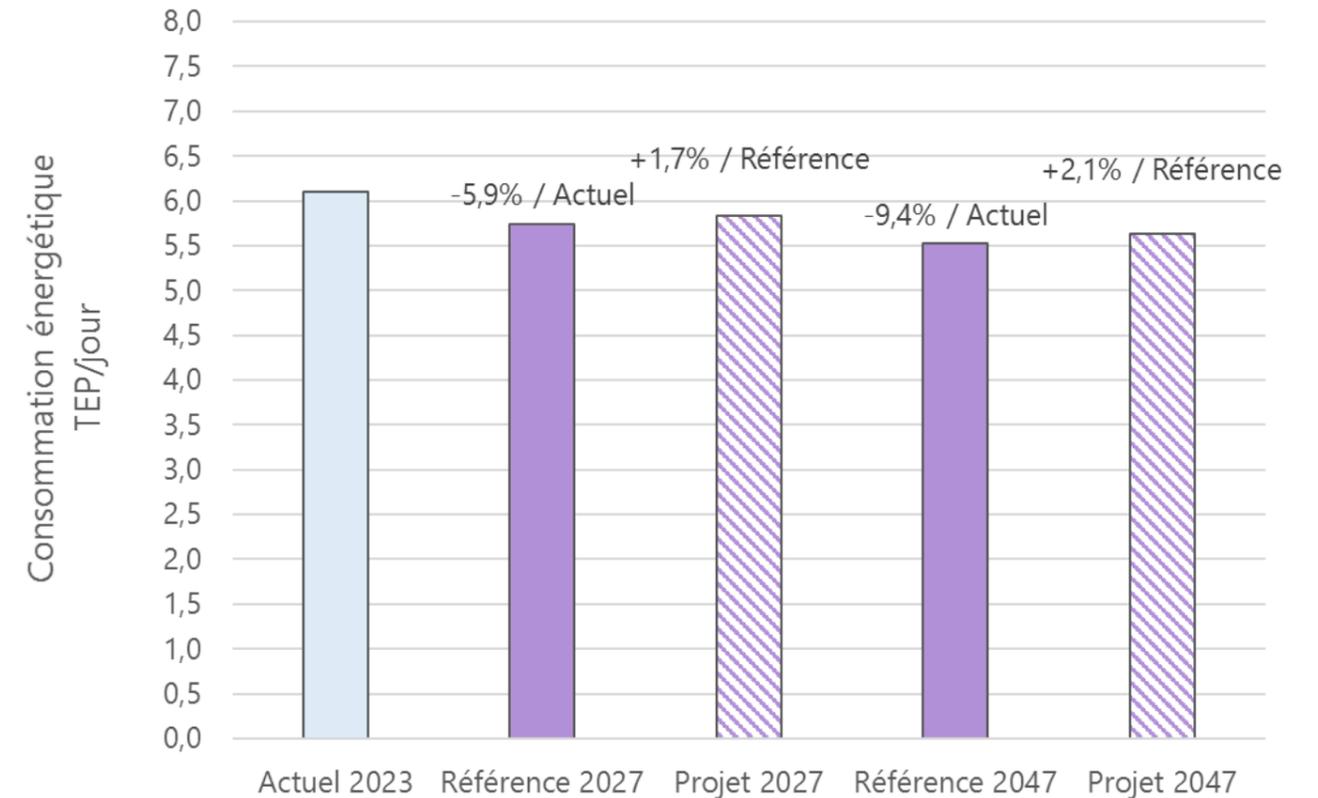


Figure 35 : Consommation énergétique journalière TEP/jour

Au fil de l'eau, la consommation énergétique (TEP/jour) diminue par rapport à la situation actuelle de -5,9% en 2027 Ceci est dû à la diminution du trafic routier au fil de l'eau à cet horizon, En 2047, on constate une baisse de la consommation énergétique journalière de 9,4% par rapport à la situation actuelle, malgré une augmentation du trafic de 4%. Cela s'explique par une nette amélioration technologique du parc roulant.

Le projet génère une augmentation de 1,7 % en 2027 de la consommation énergétique totale du domaine d'étude, par rapport à la situation de référence et une augmentation de 2% en 2047. Cet impact est en cohérence avec l'évolution du nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude, présentée précédemment.

9.6. Bilan des émissions en polluants

Le bilan des émissions en polluants (et leurs variations), pour l'ensemble du domaine d'étude aux horizons étudiés pour tous les types de véhicules est présenté dans le tableau suivant.

En 2027, au fil de l'eau, la diminution du trafic routier, entraine une diminution de l'ensemble des émissions de polluants par rapport à la situation actuelle 2023. Cela est lié à l'amélioration technologique du parc roulant au fil du temps. Le nickel et l'arsenic font globalement exception : étant davantage émis par les surémissions (usure, entretien des voies), ceux-ci sont peu concernés par l'évolution du parc roulant au fil de l'eau.

En 2047 au fil de l'eau, les émissions de polluants diminuent pour la plupart (CO, NO_x, PM10 et PM2.5, benzène, B(a)P) malgré l'augmentation du trafic au fil de l'eau de 4%. Cela s'explique par l'évolution du parc roulant dans le temps, qui tend vers une nette amélioration des technologies et un parc roulant beaucoup moins émissif.

On notera un résultat plus difficilement explicable pour les émissions de SO₂ et des COVnM. Par retour d'expérience, ces deux polluants font toujours exception à la règle et on constate que les facteurs d'émissions

officiels de COPERT V de ces deux polluants n'évoluent pas comme les autres, donnant des résultats interrogateurs.

En situation de projet par rapport à la situation de référence, les émissions des polluants principaux augmentent d'environ 2% en 2027 et 2047, en cohérence avec l'augmentation du trafic routier généré par le projet.

Le même constat est effectué concernant les gaz à effet de serre (GES) : Le projet entraine une augmentation des émissions de GES en 2031 (jusqu'à 2,8 %).

Tableau 17 : Emissions moyennes journalières sur le domaine d'étude

Bande d'étude tous types de véhicules confondus	CO (kg/j)	NO _x (kg/j)	COVnM (kg/j)	SO ₂ (kg/j)	PM10 (kg/j)	PM2.5 (kg/j)	Benzène (kg/j)	B(a)P (g/j)	Nickel (g/j)	Arsenic (g/j)
Actuel 2023	2,0E+01	4,2E+01	9,6E-01	2,1E-01	3,5E+00	2,4E+00	2,8E-02	1,3E-01	2,5E+00	4,2E-01
Référence 2027	1,6E+01	3,3E+01	6,9E-01	2,1E-01	3,0E+00	2,0E+00	1,5E-02	1,2E-01	2,5E+00	4,2E-01
Variation au « Fil de l'eau » 2027	-22,8%	-21,6%	-28,3%	0,7%	-13,7%	-17,4%	-46,0%	-9,9%	-1,3%	-0,0040%
Projet 2027	1,6E+01	3,3E+01	7,0E-01	2,1E-01	3,1E+00	2,0E+00	1,6E-02	1,2E-01	2,5E+00	4,3E-01
Impact du Projet 2027	2,0%	1,6%	1,9%	1,9%	1,9%	1,8%	2,2%	1,6%	2,3%	2,31%
Référence 2047	1,7E+01	1,2E+01	1,8E+00	3,1E-01	2,7E+00	1,6E+00	1,0E-02	6,2E-02	2,5E+00	4,2E-01
Variation au « Fil de l'eau » 2047	-18,5%	-70,3%	87,5%	49,6%	-22,7%	-33,9%	-64,3%	-52,3%	0,4%	0,06%
Projet 2047	1,7E+01	1,3E+01	1,8E+00	3,2E-01	2,8E+00	1,6E+00	1,0E-02	6,4E-02	2,6E+00	4,3E-01
Impact du Projet 2047	2,1%	2,0%	2,2%	2,1%	2,3%	2,3%	2,0%	2,0%	2,4%	2,31%

Tableau 18 : Emissions moyennes journalières en gaz à effet de serre sur le domaine d'étude

Bande d'étude tous types de véhicules confondus	CO ₂ (T/j)	N ₂ O (kg/j)	CH ₄ (kg/j)
Actuel 2023	1,9E+01	8,6E-01	2,7E-01
Référence 2027	1,8E+01	7,5E-01	2,1E-01
Variation au « Fil de l'eau » 2027	-6,0%	-13,5%	-20,0%
Projet 2027	1,8E+01	7,6E-01	2,2E-01
Impact du Projet 2027	1,7%	2,1%	2,2%
Référence 2050	1,7E+01	4,0E-01	3,2E-01
Variation au « Fil de l'eau » 2047	-11,0%	-53,2%	19,4%
Projet 2047	1,8E+01	4,2E-01	3,3E-01
Impact du Projet 2047	2,1%	2,8%	2,1%

9.7. Analyse des coûts collectifs

9.7.1. Coûts liés à la pollution de l'air

Tableau 19 : Coûts liés à la pollution de l'air – Tous types de véhicules confondus

€2015	Coût journalier en €	Impact	
Actuel 2023	8 590,00 €	-	
Référence 2027	7 347,70 €	-14,5%	/ Actuel
Projet 2027	7 477,00 €	1,8%	/ Référence
Référence 2047	7 704,90 €	-10,3%	/ Actuel
Projet 2047	7 838,50 €	1,7%	/ Référence

Par rapport à la situation actuelle 2023, en situation de référence les coûts collectifs évoluent en diminuant de -14,5 % en 2027 et -10,3% en 2047. Cette différence est due aux améliorations technologiques du parc roulant et ce malgré l'augmentation du trafic routier au fil de l'eau en 2047, entraînant une diminution des émissions au fil du temps.

En situation de projet, les coûts liés à la pollution de l'air augmentent en 2027 et 2047, respectivement de 1,8% et 1,7%. Cette augmentation est liée à l'évolution du trafic routier en situation de projet.

9.7.2. Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel

Tableau 20 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel – Tous types de véhicules confondus

€2015	Coût journalier en €	Impact	
Actuel 2023	2 576,38 €	-	
Référence 2027	3 589,77 €	39,3%	/ Actuel
Projet 2027	3 650,59 €	1,7%	/ Référence
Référence 2047	11 488,51 €	345,9%	/ Actuel
Projet 2047	11 727,24 €	2,1%	/ Référence

On observe une augmentation de 39 % entre la situation actuelle 2023 et la situation de référence 2027 et de plus de 345% en 2047. Cela s'explique par la hausse annuelle du prix de la tonne de CO₂ : en 2023 son coût s'élève à 133,40 € alors qu'en 2027 il atteint 197,75 € et plus de 668€ en 2047.

En situation de projet, les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel augmentent respectivement de 1,7% et 2,1% en 2027 et 2047, en cohérence avec l'augmentation du trafic routier liée au projet.

9.7.3. Coûts collectifs globaux

Tableau 21 : Coûts collectifs globaux du domaine d'étude

€2015	Coût journalier en €	Impact	
Actuel 2023	11 166,38 €	-	
Référence 2027	10 937,47 €	-2,1%	/ Actuel
Projet 2027	11 127,59 €	1,7%	/ Référence
Référence 2047	19 193,41 €	71,9%	/ Actuel
Projet 2047	19 565,74 €	1,9%	/ Référence

En situation de projet, les coûts collectifs globaux du domaine d'étude augmentent de 1,7% et 1,9% en 2027 et 2047, en cohérence avec l'évolution du trafic routier liée au projet.

Le projet entraîne une augmentation des coûts collectifs globaux, suite à l'augmentation du trafic routier du domaine d'étude en situation de projet.



10. Modélisation de la dispersion atmosphérique

10.1. Méthodologie des calculs

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel ARIA Impact. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet également de tenir compte des concentrations de fond de la zone d'étude.

10.2. Résultats des modélisations

Les concentrations des polluants d'intérêt ont été modélisées aux horizons et scénarios suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2027 :
 - Mise en service du projet ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2047 :
 - Mise en service du projet + 20 ans ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

Selon la note méthodologique, la distribution et répartition spatiale des concentrations du dioxyde d'azote et des particules (PM10 et PM2,5) sont étudiées.

Afin de tenir compte des pollutions générées par d'autres sources d'émissions : les concentrations de fond de polluants de la zone ont été renseignées dans le modèle de calcul.

Dans le cadre de l'interprétation des résultats, il faut noter que les concentrations de fond intégrées aux calculs sont les suivantes :

- NO₂ : 26,1 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;
- PM10 : 17,9 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;
- PM2,5 : 9,7 µg/m³ (moyenne annuelle 2019 AtmoSud Marseille Longchamp) ;

Il faut noter que les concentrations de fond en dioxyde d'azote et en particules (PM10 et PM2,5) utilisées sont supérieures aux nouveaux seuils de recommandation de l'OMS (cf paragraphe 7.4) et que la concentration de fond en PM2,5 est très proche de l'objectif de qualité (10 µg/m³).

Pour chaque polluant, les résultats sont présentés et interprétés dans l'ensemble de la bande d'étude.



10.2.1. Modélisation du dioxyde d'azote

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de $33,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de référence 2027 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de $33,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en projet.

Tableau 22 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2027	Situation de projet 2027	Impact du projet 2027	Situation de référence 2047	Situation de projet 2047	Impact du projet 2047
Unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Maximum	34,8	33,5	33,6	0,8	29,2	29,2	0,3
Percentile 90	32,2	31,2	31,2	0,3	28,1	28,1	0,2
Moyenne	29	28,4	28,4	0,1	27	27	0,1
Médiane	28,4	28	28	0,1	26,8	26,8	0,1
Percentile 25	27,5	27,2	27,2	0,1	26,5	26,5	0,03
Minimum	26,4	26,3	26,3	0,02	26,1	26,2	0,01
Ecart-type	2,0	1,7	1,7	0,1	0,7	0,7	0,1

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à l'objectif de qualité (tous deux de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

Ainsi toutes les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet à tous les horizons étudiés, respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2027 et 2047 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2027 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,1 % correspondant une différence moyenne de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,02% et 0,8 % en 2027, correspondant à une différence minimale de $0,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et maximale de $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En 2047 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,1 % correspondant une différence moyenne de $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,02% et 0,01 % en 2047, correspondant à une différence minimale de $0,00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et maximale de $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en dioxyde d'azote. Les statistiques dans la bande d'étude sont également rappelées sur chacune des cartographies.

Les concentrations les plus élevées en situation actuelle sont observées au niveau de l'autoroute A50 ($>30 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en dioxyde d'azote), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en dioxyde d'azote dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.

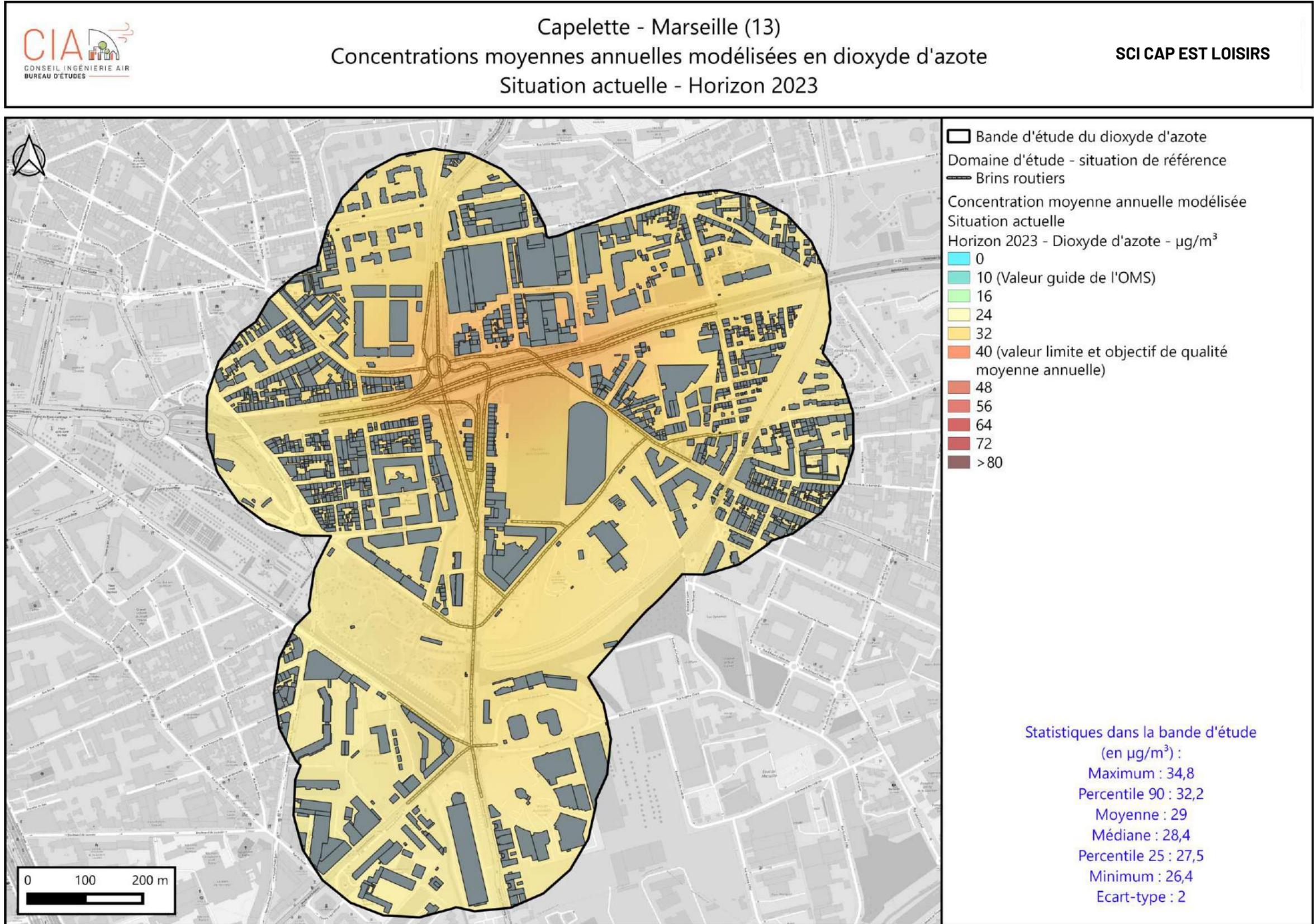


Figure 36 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Actuelle 2023

Capelette - Marseille (13)
 Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote
 Situation de référence - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

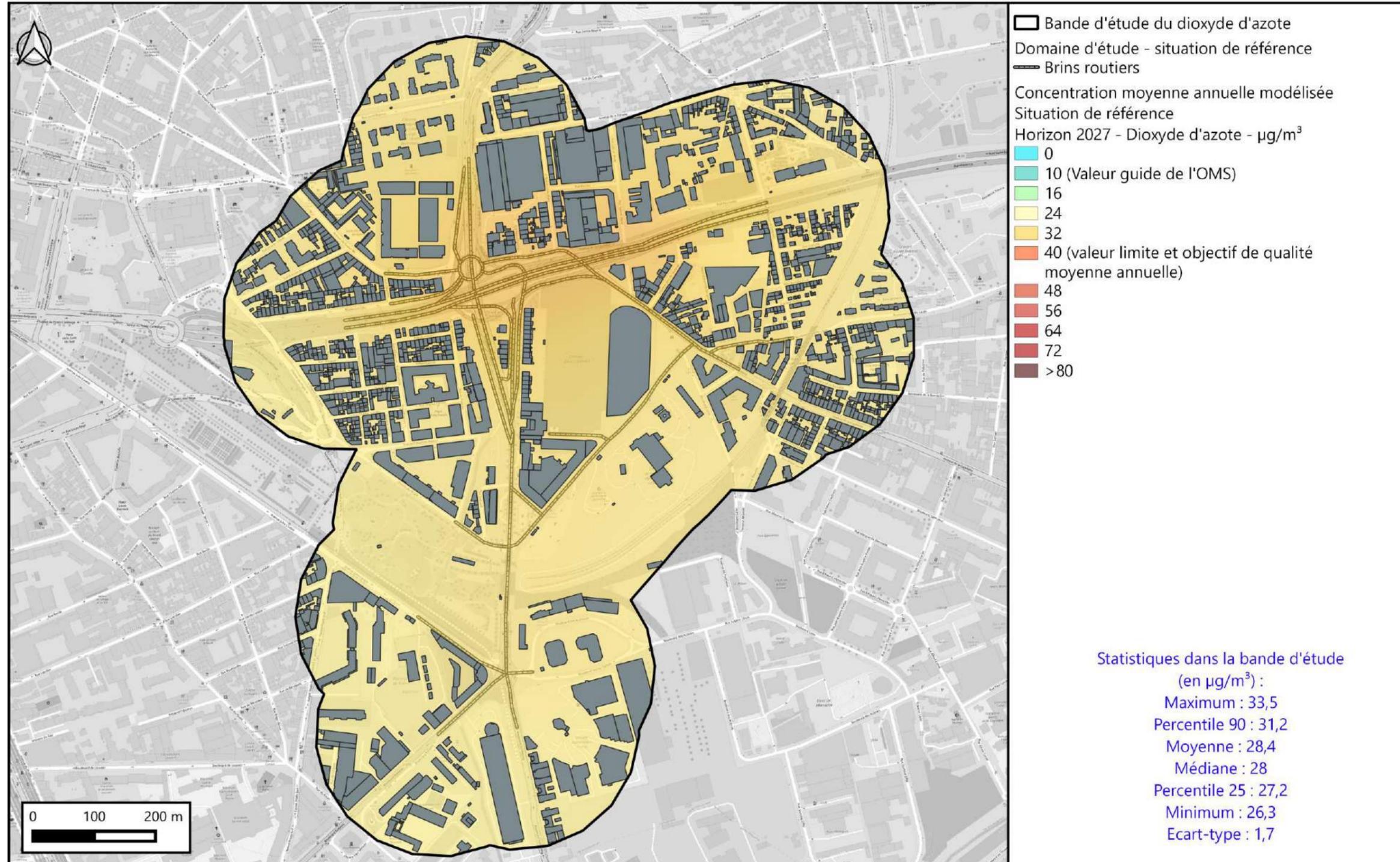


Figure 37 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Référence- Horizon 2027

Capelette - Marseille (13)
 Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote
 Situation de projet - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

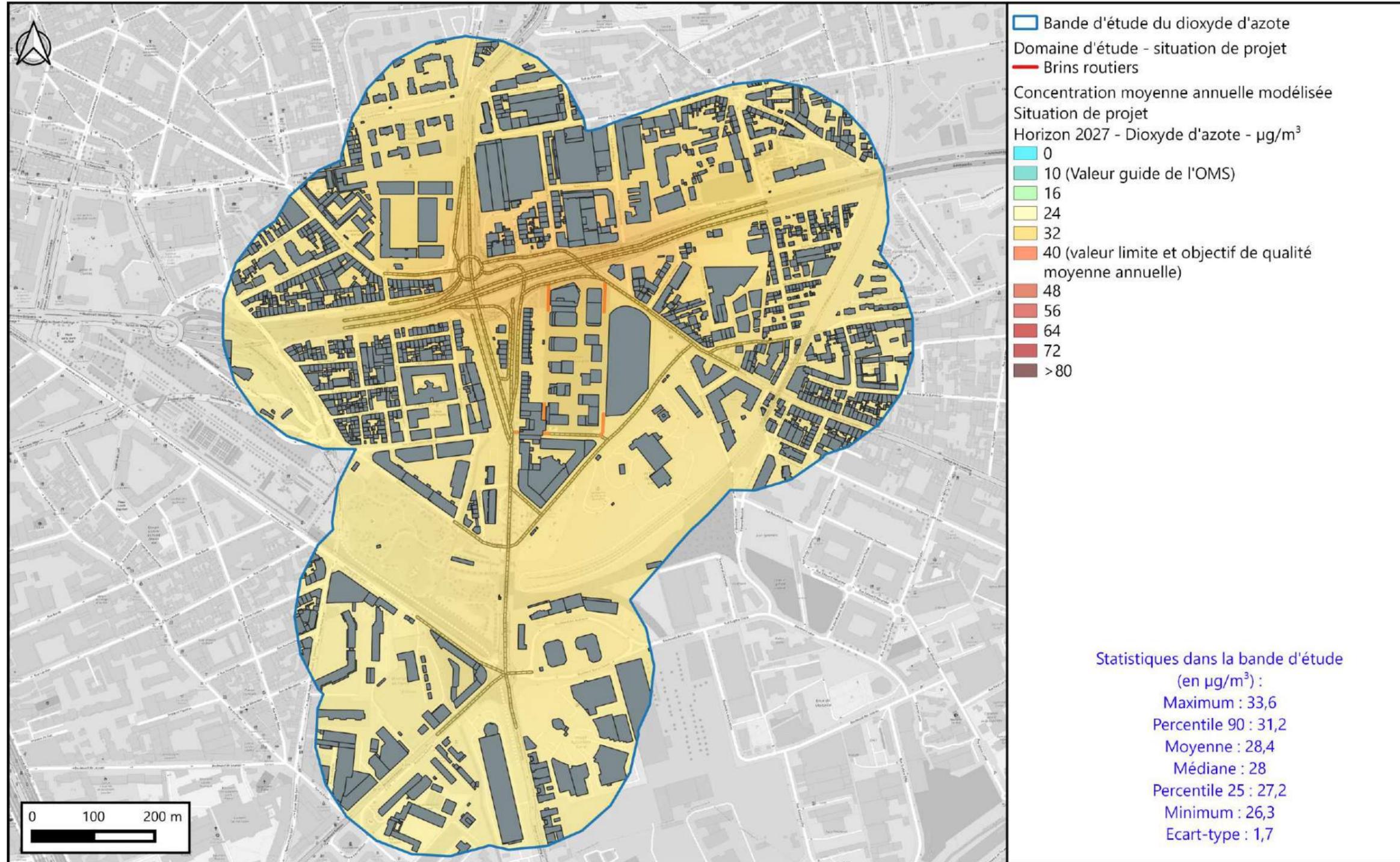


Figure 38 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Avec Projet - Horizon 2027

Capelette - Marseille (13)

Dioxyde d'azote - Impact du projet sur les concentrations modélisées

Par rapport à la situation de référence - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

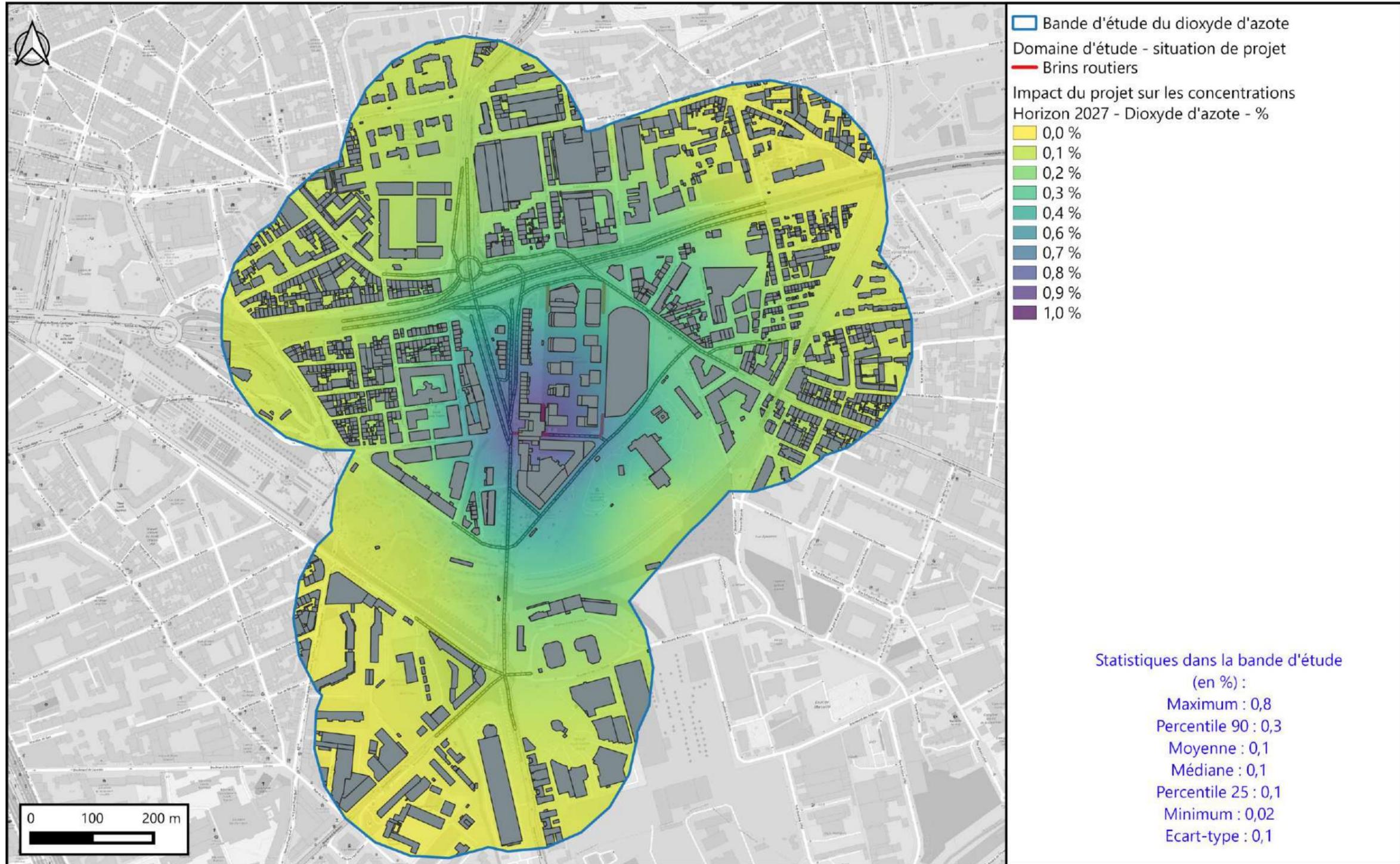


Figure 39 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence - dioxyde d'azote - horizon 2027

Capelette - Marseille (13)
 Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote
 Situation de référence - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

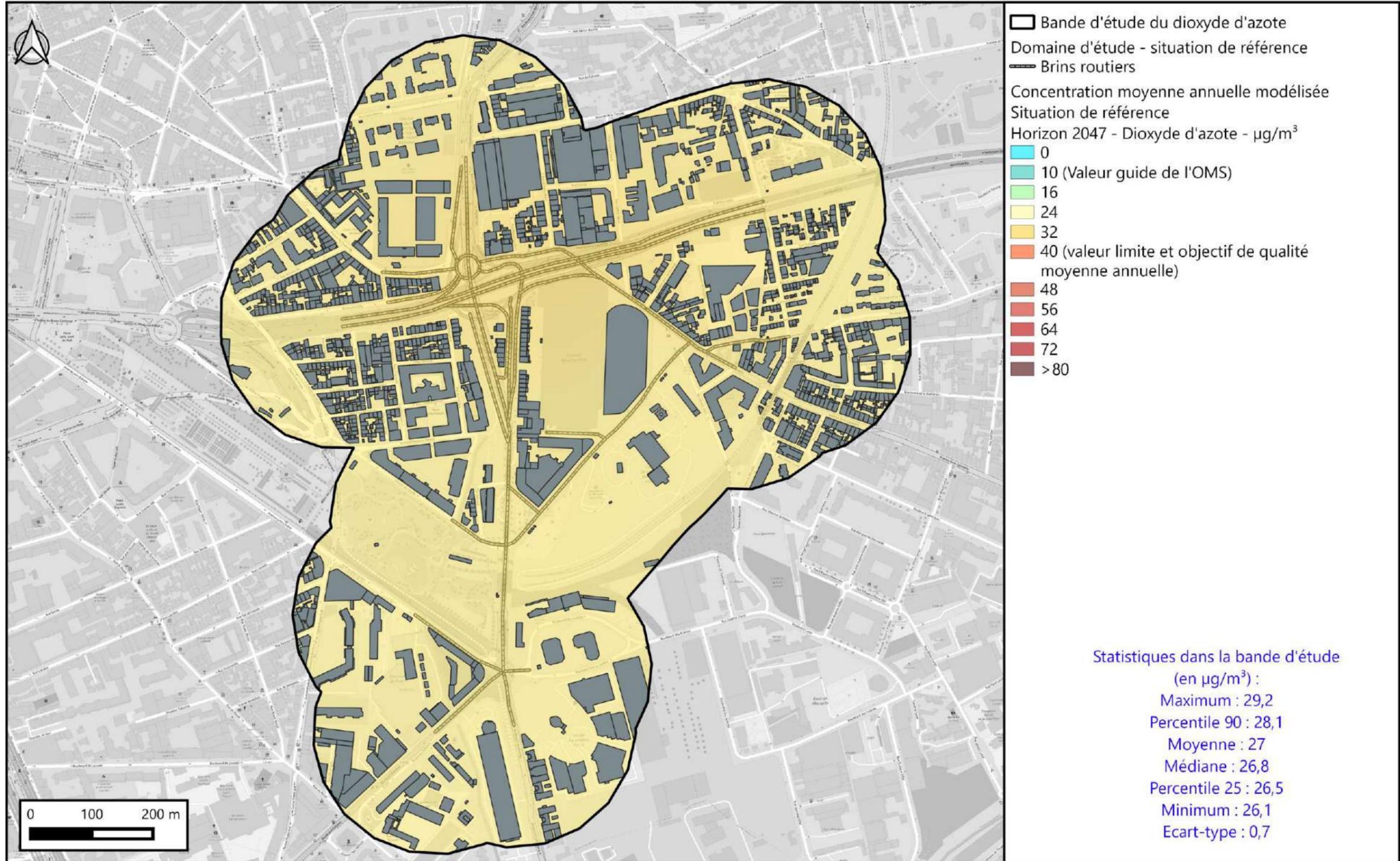


Figure 40 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Référence- Horizon 2047

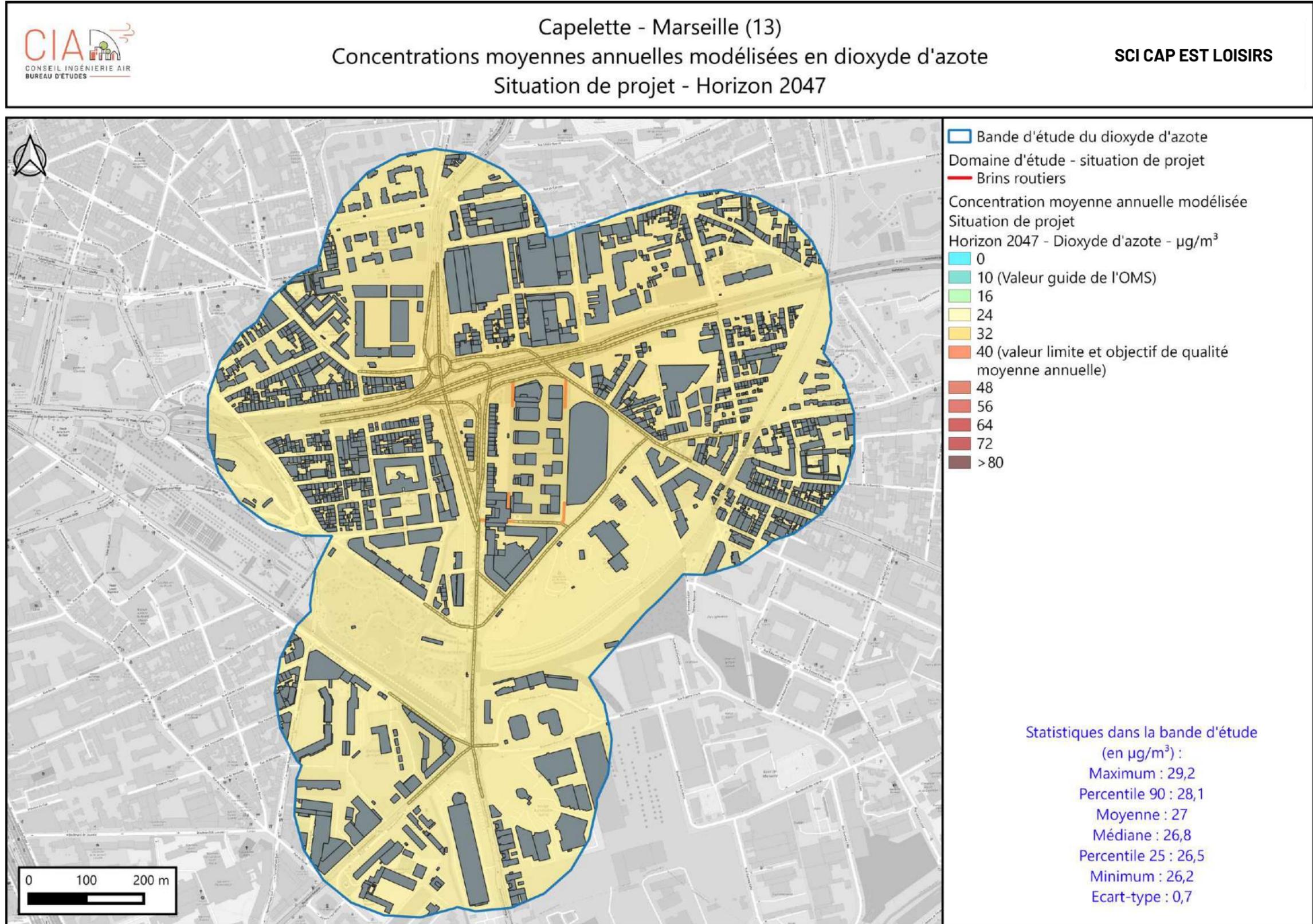


Figure 41 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en dioxyde d'azote - Situation Projet- Horizon 2047

Capelette - Marseille (13)

Dioxyde d'azote - Impact du projet sur les concentrations modélisées

Par rapport à la situation de référence - Horizon 2047

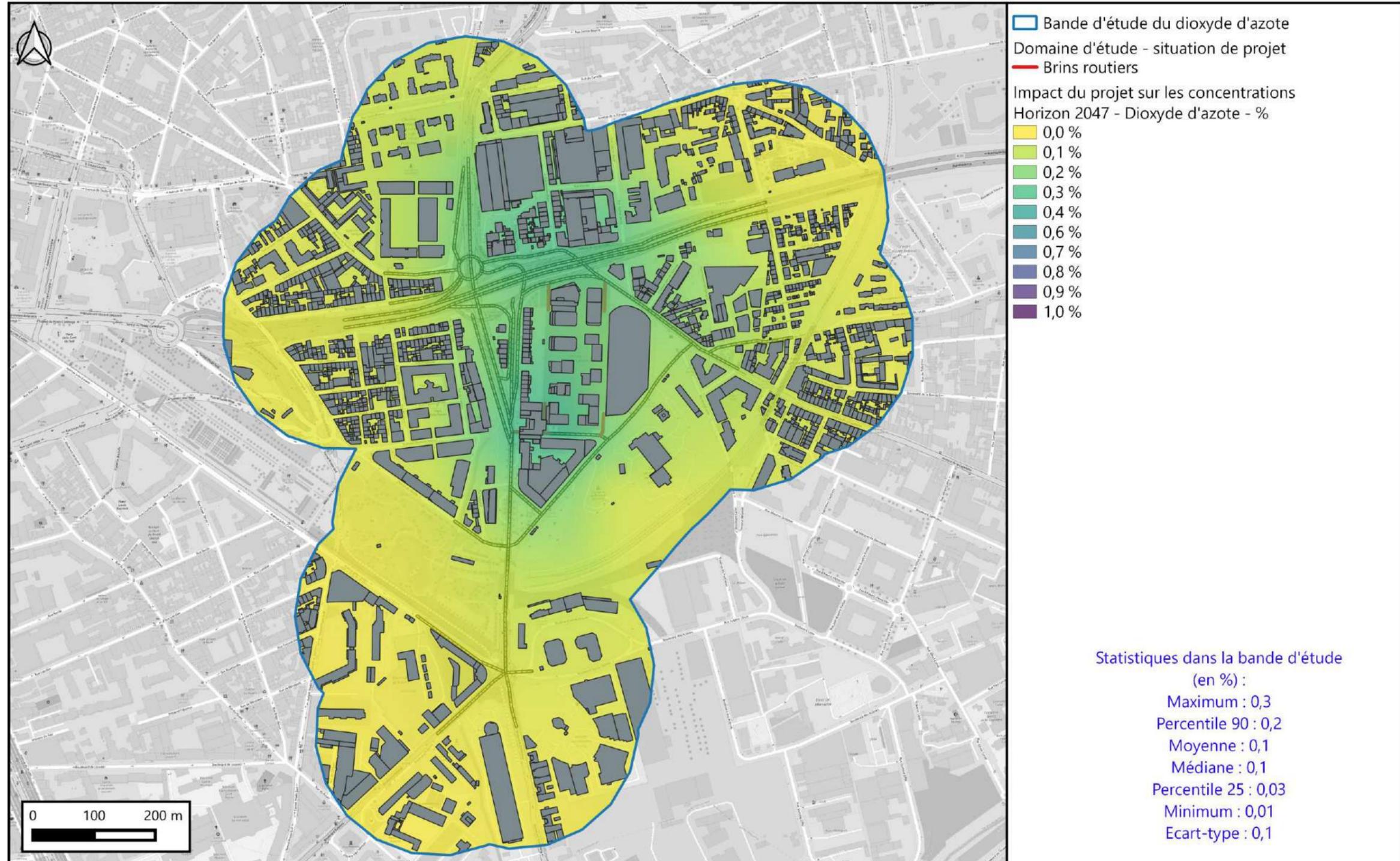


Figure 42 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence - dioxyde d'azote - horizon 2047



10.2.2. Modélisation des particules PM10

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de référence 2027 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en projet.

Tableau 23 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2027	Situation de projet 2027	Impact du projet 2027	Situation de référence 2047	Situation de projet 2047	Impact du projet 2047
Unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Maximum	18,6	18,5	18,5	0,20	18,4	18,4	0,20
Percentile 90	18,3	18,2	18,2	0,10	18,2	18,2	0,10
Moyenne	18	17,9	17,9	0,04	17,86	17,9	0,05
Médiane	17,9	17,8	17,9	0,03	17,8	17,8	0,03
Percentile 25	17,8	17,7	17,7	0,02	17,7	17,7	0,02
Minimum	17,6	17,6	17,6	0,01	17,6	17,6	0,01
Ecart-type	0,2	0,2	0,2	0,03	0,2	0,2	0,04

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et à l'objectif de qualité ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

Ainsi toutes les concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet, en 2027 et 2047 respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2027 et 2047 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2027, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,04 % correspondant à une différence moyenne dans la bande d'étude de $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,03 % (soit $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % (soit $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2027.

En 2047, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,05 % correspondant à une différence moyenne dans la bande d'étude de $0,008 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,04 % (soit $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % (soit $0,34 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2047.

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en particules PM10. Les statistiques dans la bande d'étude sont également rappelées sur chacune des cartographies.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en particules PM10), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en particules PM10 dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et $0,008 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.

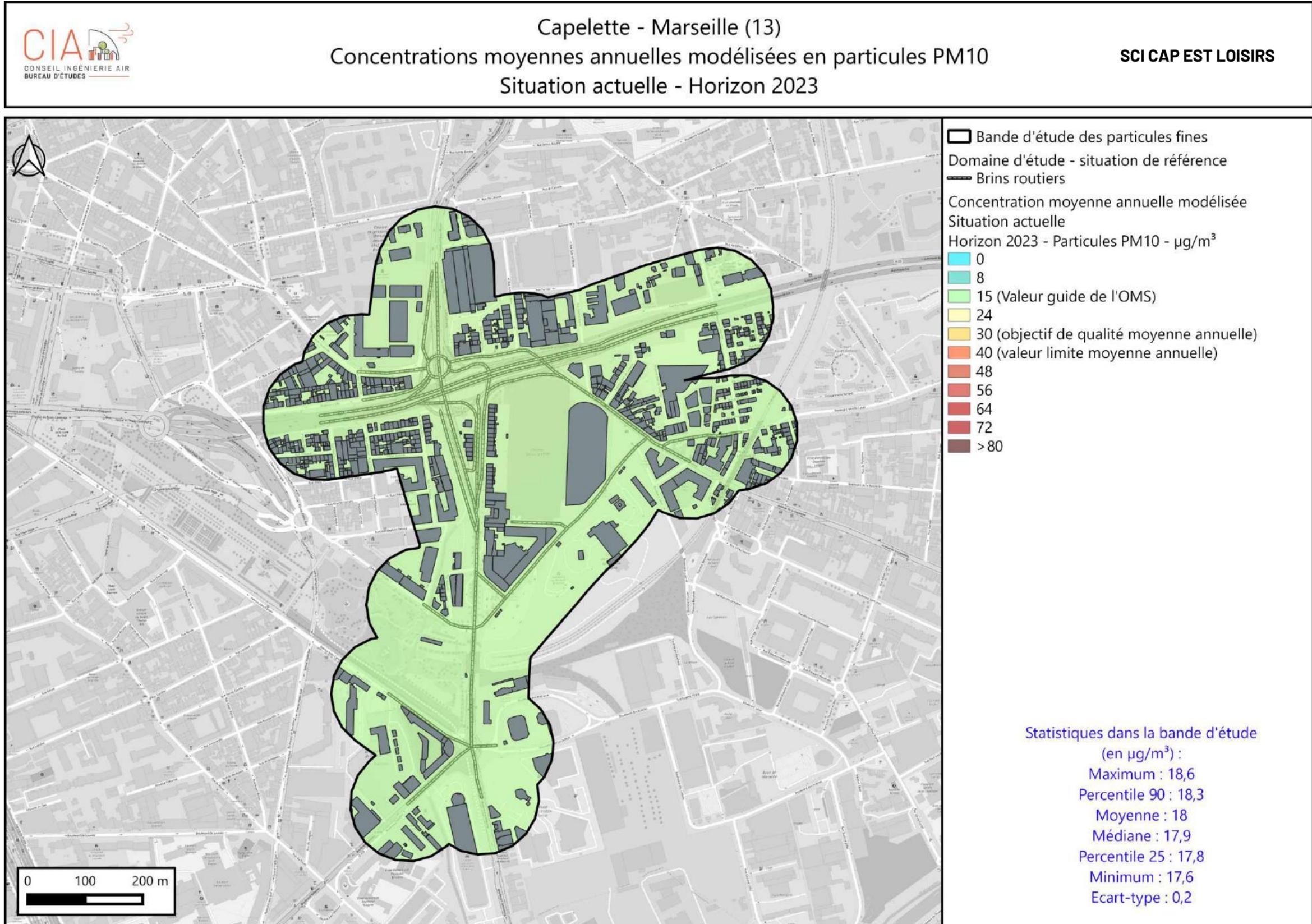


Figure 43 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 - Situation Actuelle 2023

Capelette - Marseille (13)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10
Situation de référence - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

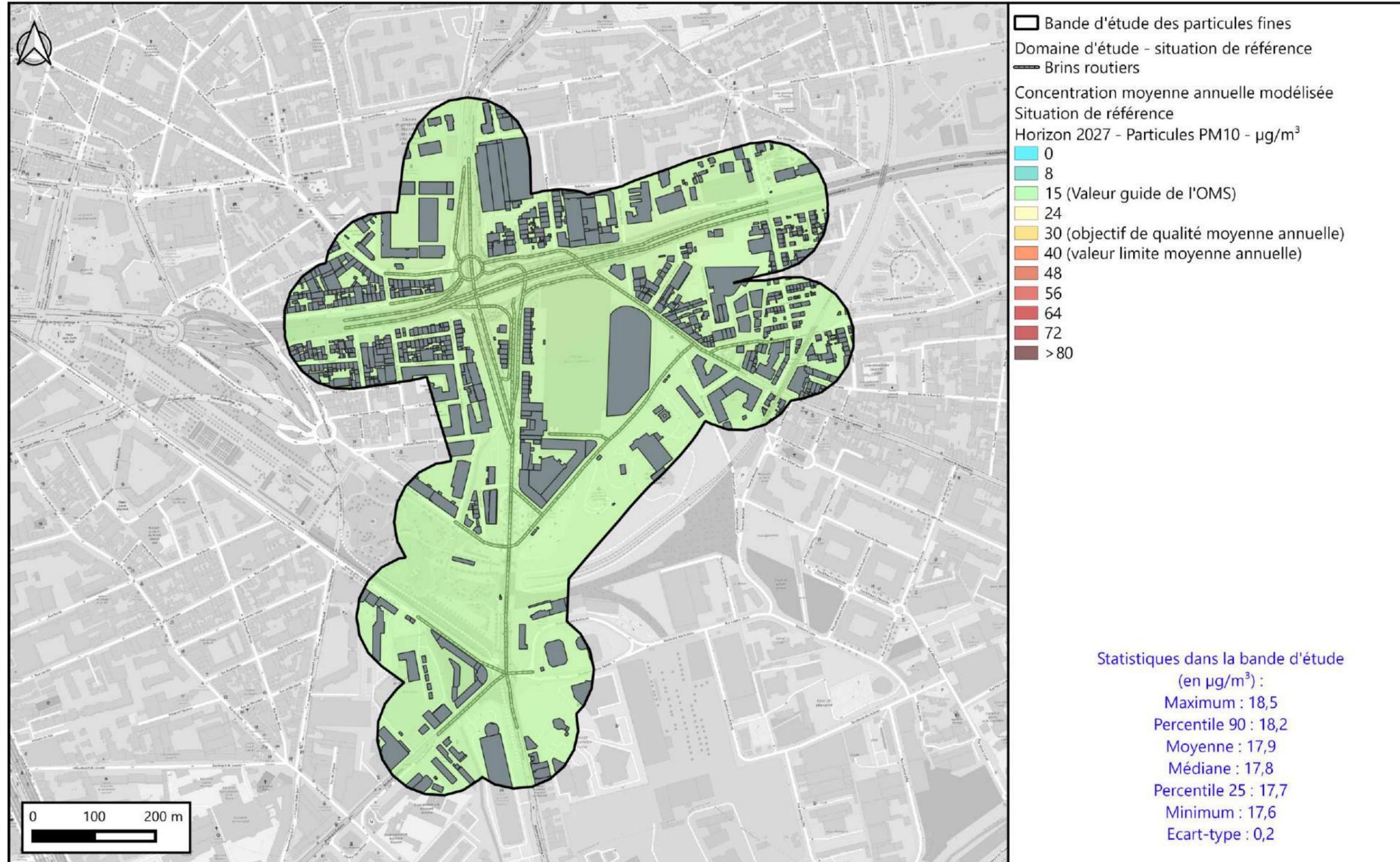


Figure 44 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10- Situation Référence- Horizon 2027

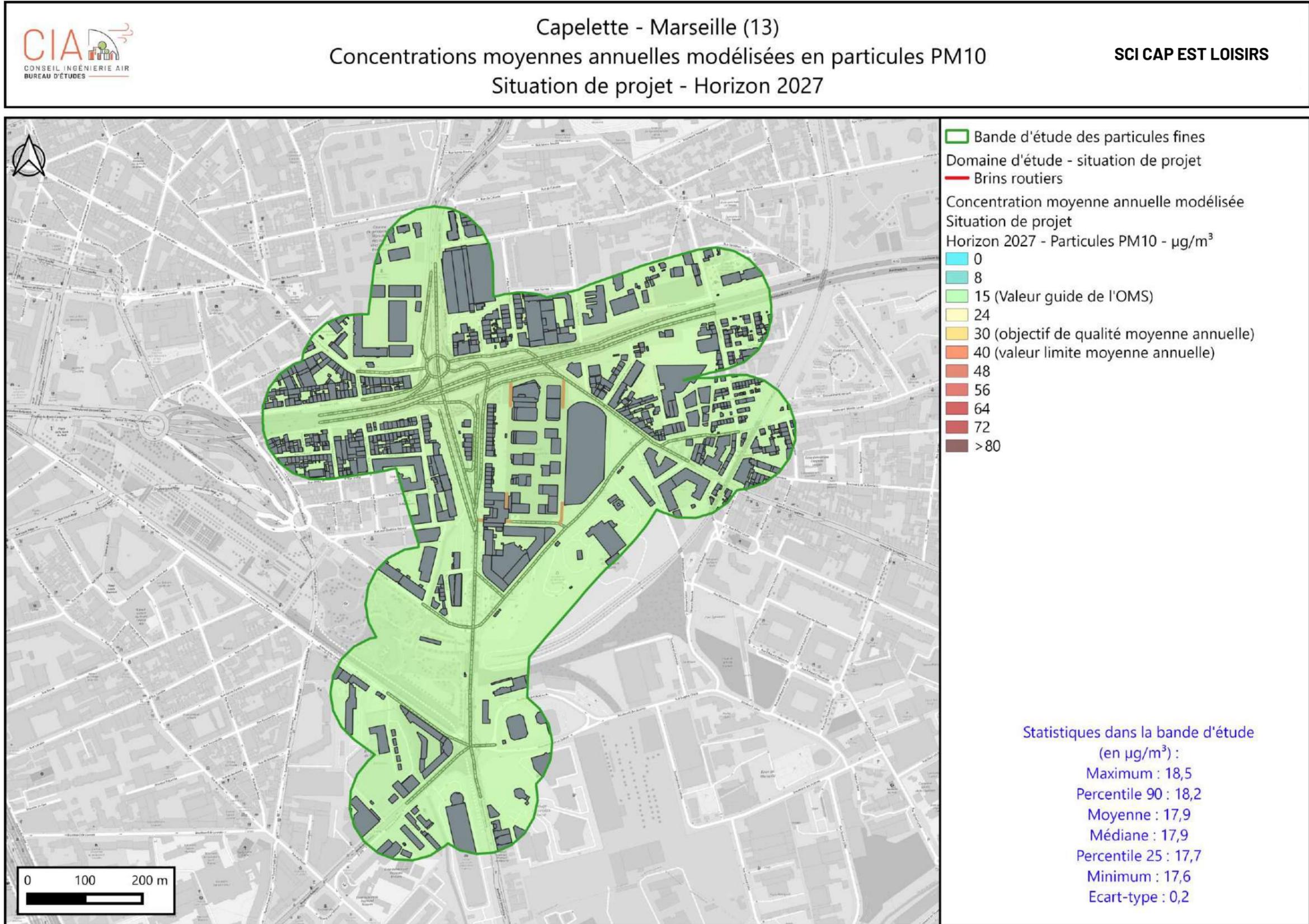


Figure 45 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10- Situation Avec Projet – Horizon 2027

Capelette - Marseille (13) Particules PM10 - Impact du projet sur les concentrations modélisées Par rapport à la situation de référence - Horizon 2027

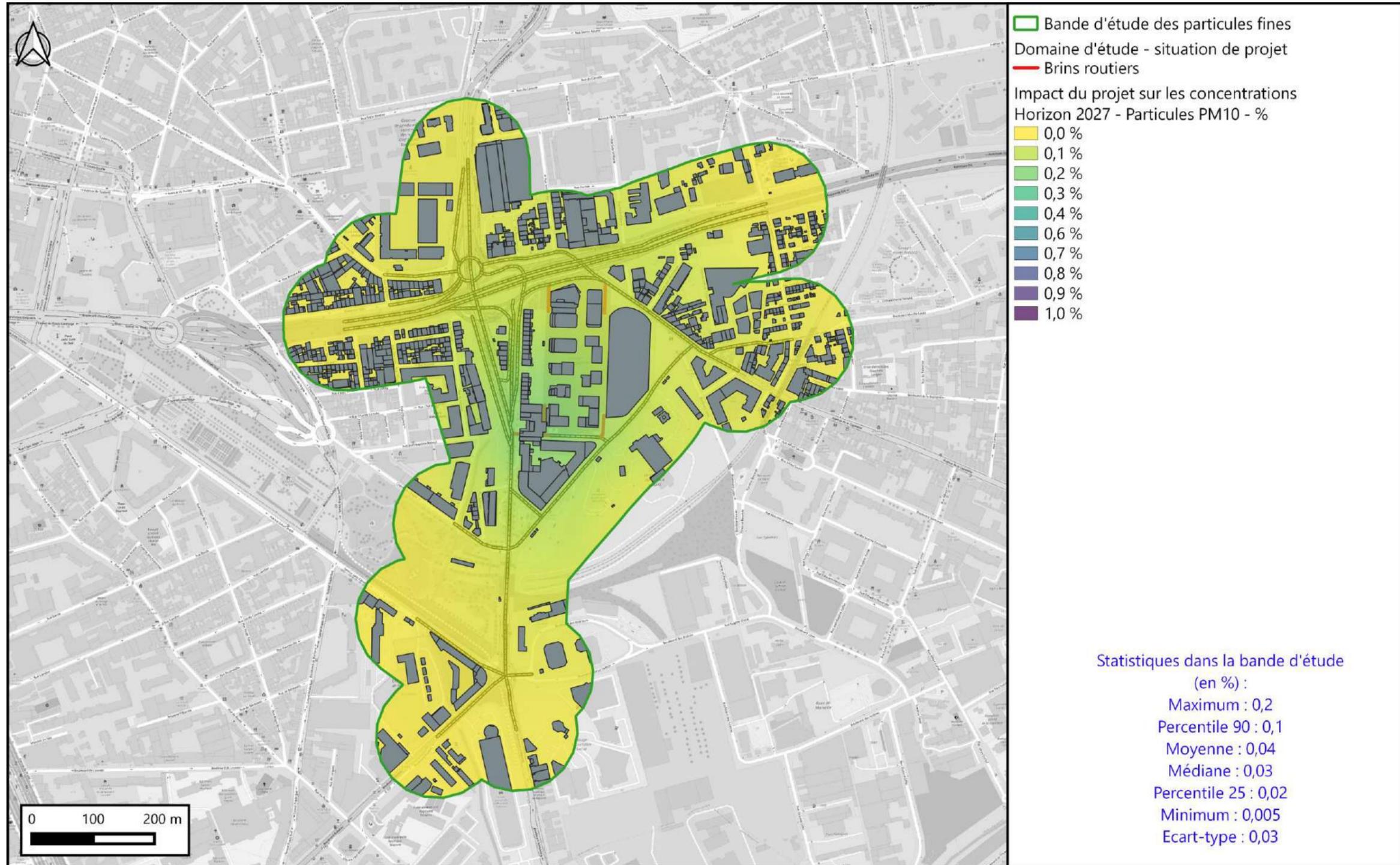


Figure 46 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence - Particules PM10- horizon 2027

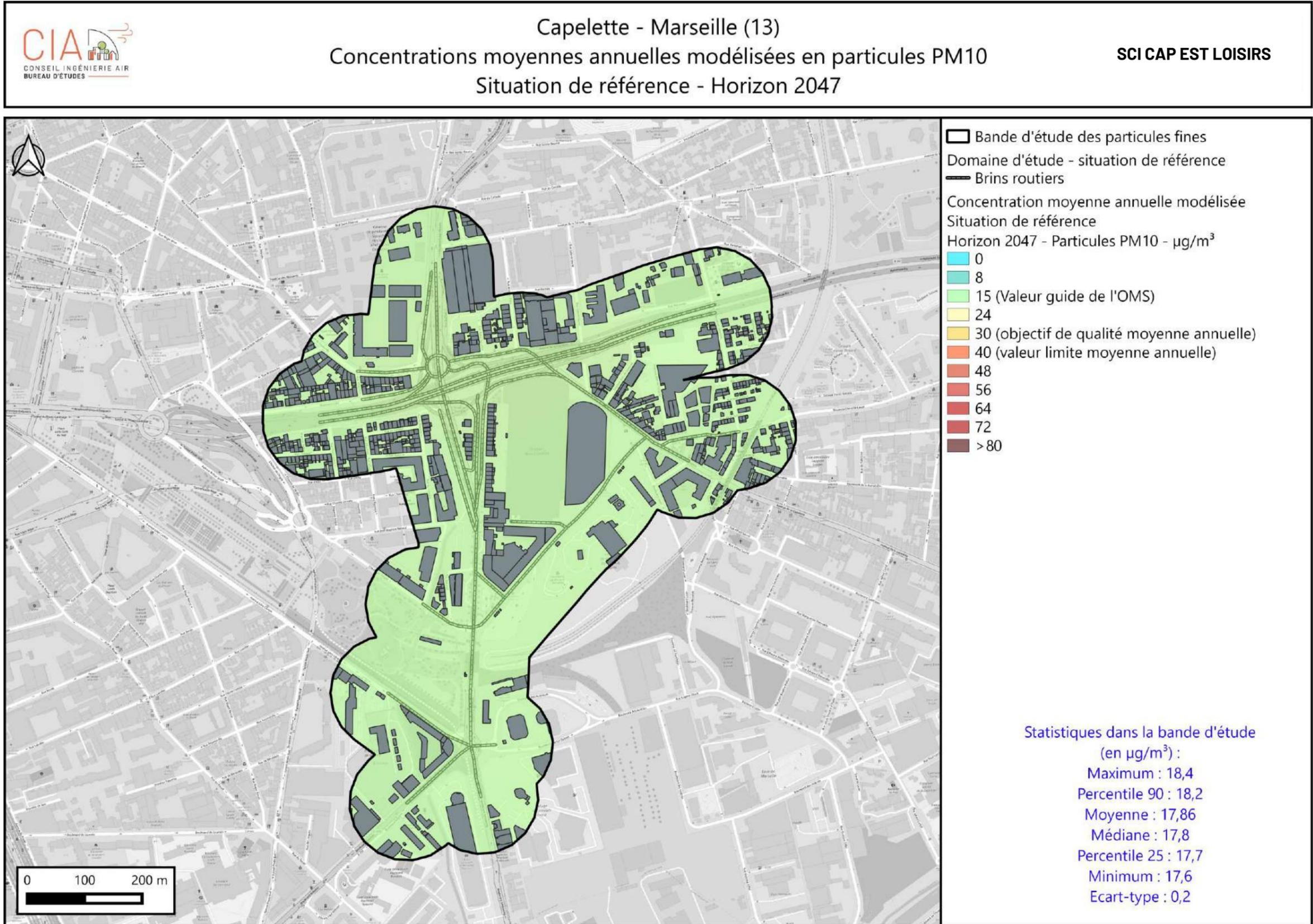


Figure 47 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10- Situation Référence- Horizon 2047

Capelette - Marseille (13) Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10 Situation de projet - Horizon 2047

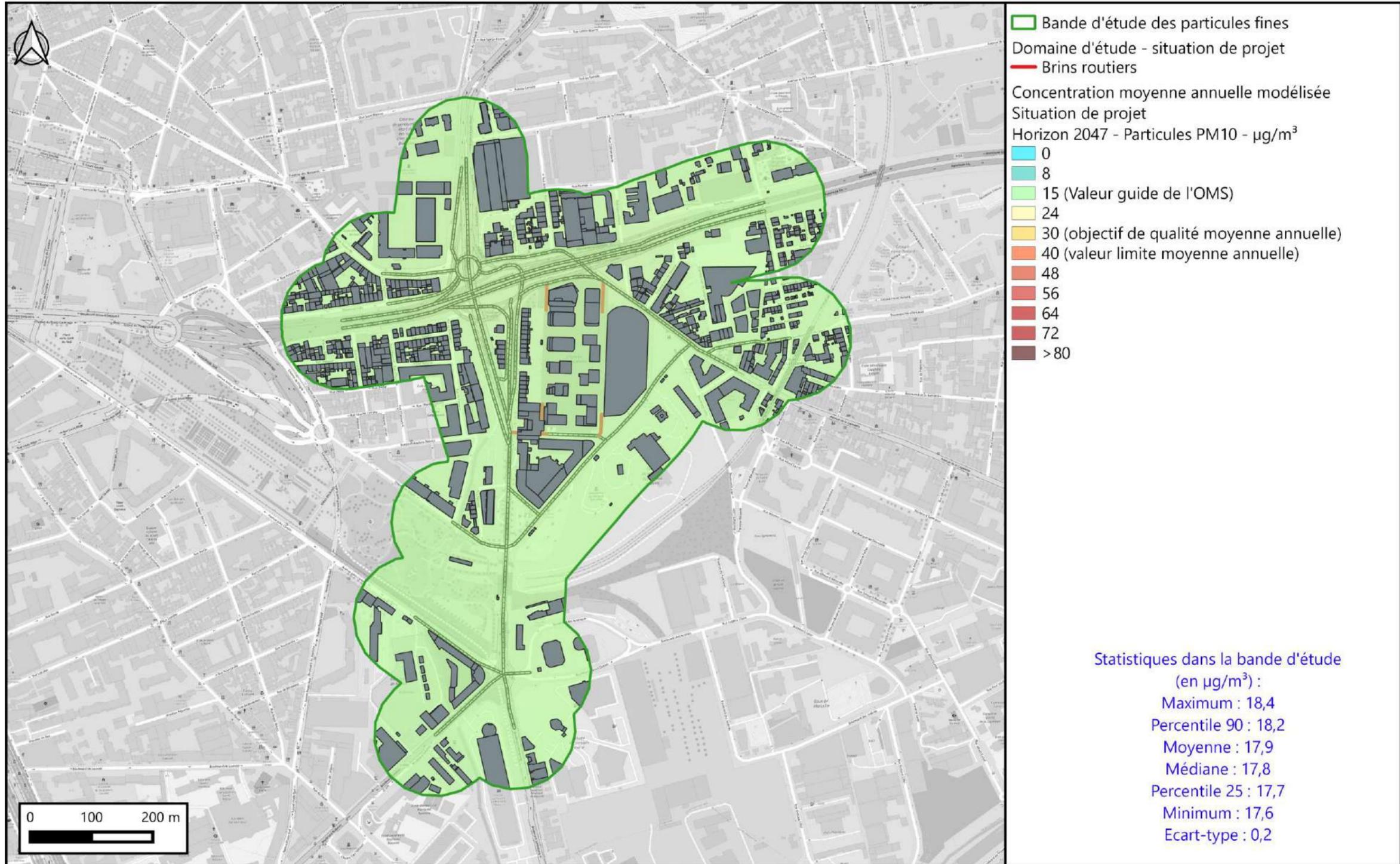


Figure 48 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM10- Situation Projet- Horizon 2047

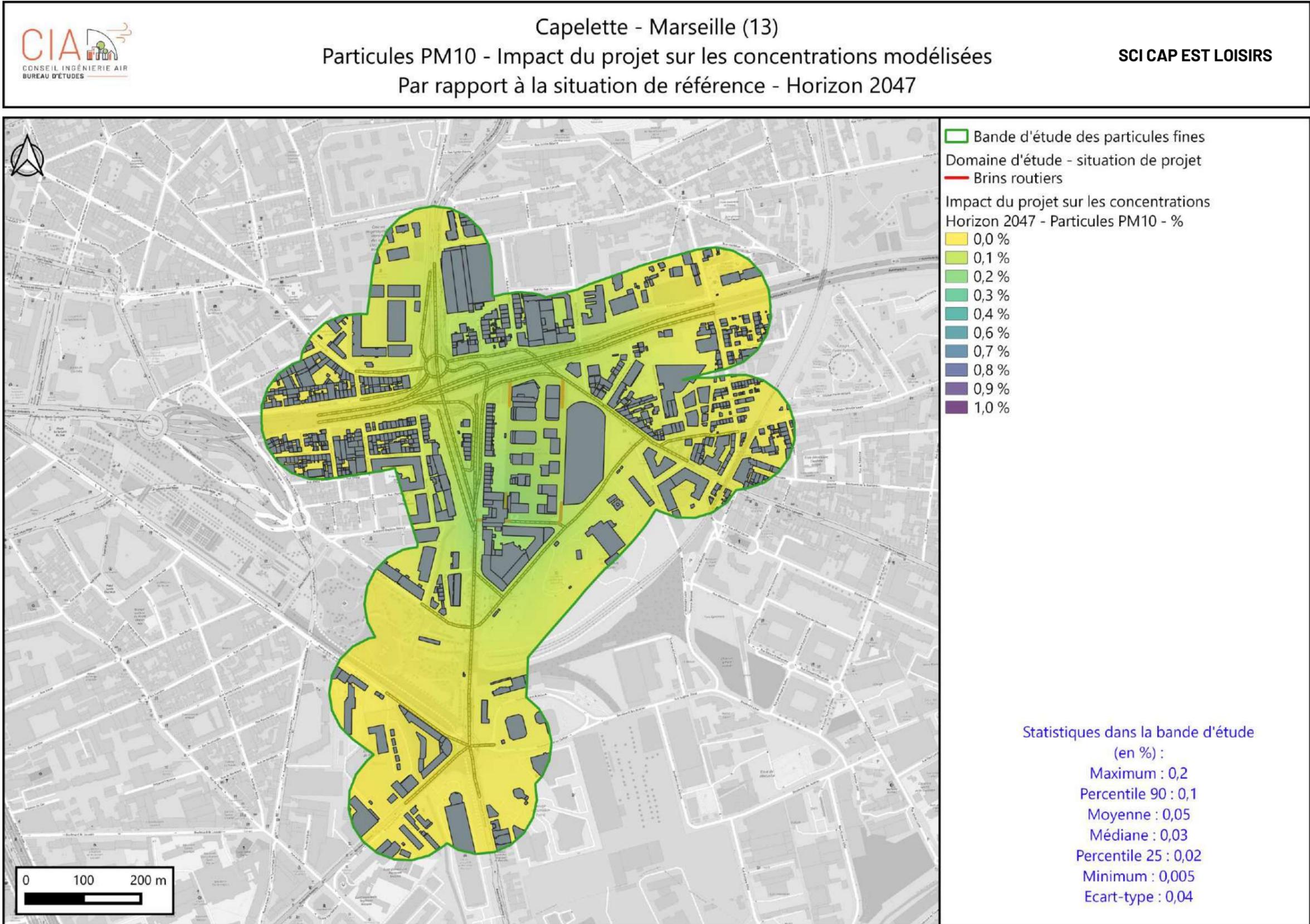


Figure 49 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence – Particules PM10- horizon 2047



10.2.3. Modélisation des particules PM2,5

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de référence 2027 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en projet.

Tableau 24 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2027	Situation de projet 2027	Impact du projet 2027	Situation de référence 2047	Situation de projet 2047	Impact du projet 2047
Unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Maximum	10,4	10,3	10,3	0,20	10,2	10,2	0,20
Percentile 90	10,2	10,1	10,1	0,10	10,0	10,1	0,10
Moyenne	10	9,91	9,9	0,05	9,9	9,9	0,05
Médiane	9,9	9,9	9,9	0,04	9,8	9,8	0,04
Percentile 25	9,8	9,8	9,8	0,02	9,8	9,8	0,02
Minimum	9,7	9,7	9,7	0,01	9,7	9,7	0,01
Ecart-type	0,2	0,1	0,2	0,04	0,1	0,1	0,04

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à la valeur cible (respectivement de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

Il faut noter que les concentrations maximales modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi qu'à l'objectif de qualité annuel ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs est très proche de l'objectif de qualité annuel :

Il faut noter qu'aucun de ces dépassements n'est généré par le projet.

En 2027 et 2047 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,05 % correspondant à une variation moyenne de $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,01 % (soit $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % ($0,023 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2027 et $0,019 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2047.

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en particules PM2,5. Les statistiques dans la bande d'étude sont également rappelées sur chacune des cartographies.

Peu de différence est observé dans les concentrations de la bande d'étude : avec un écart-type maximum de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ seulement de différence entre la concentration maximale et la concentration minimale, les différences ne sont pas visibles sur les cartographies.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en particules PM2,5), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en particules PM2,5 dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.

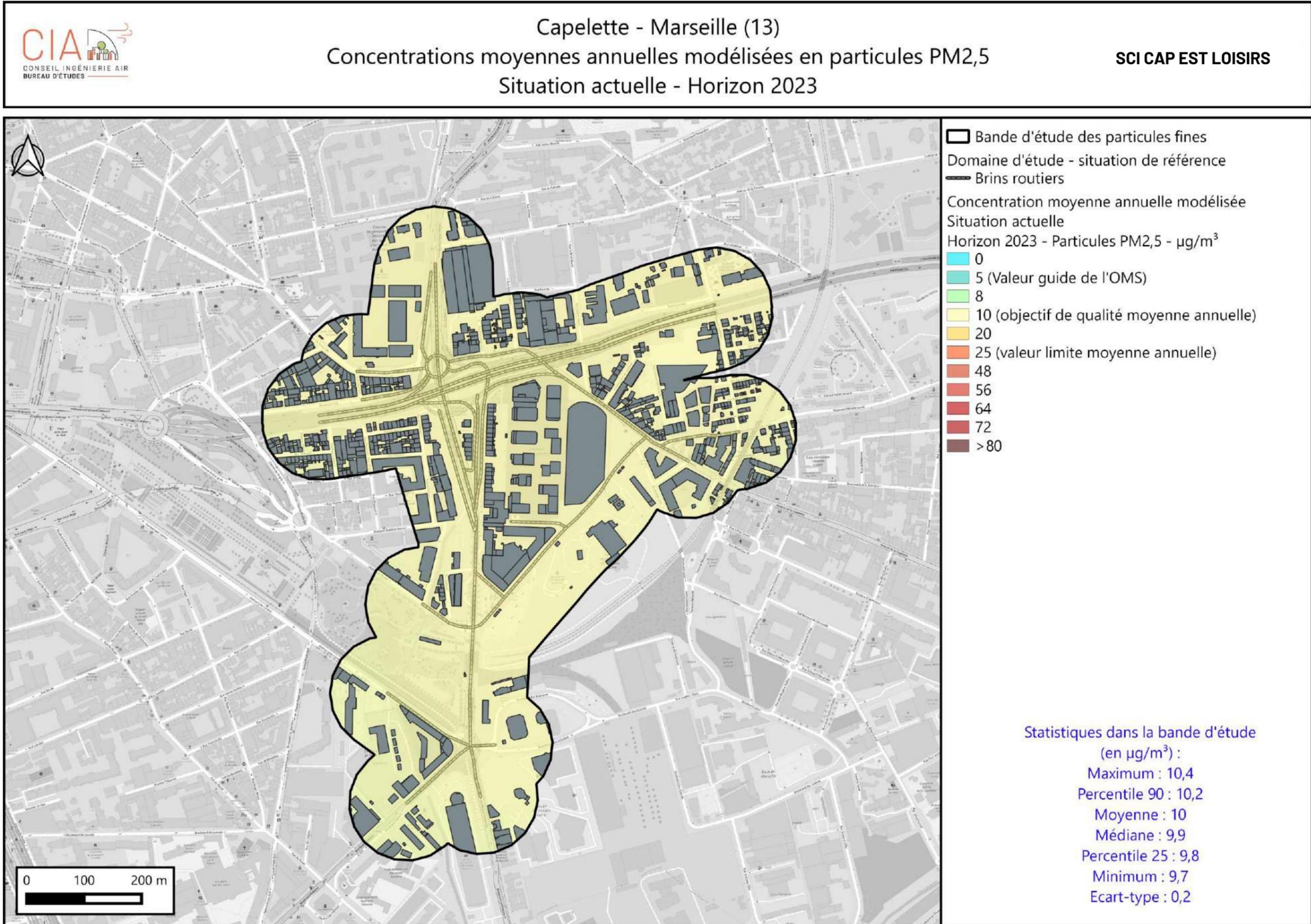


Figure 50 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5 - Situation Actuelle 2023

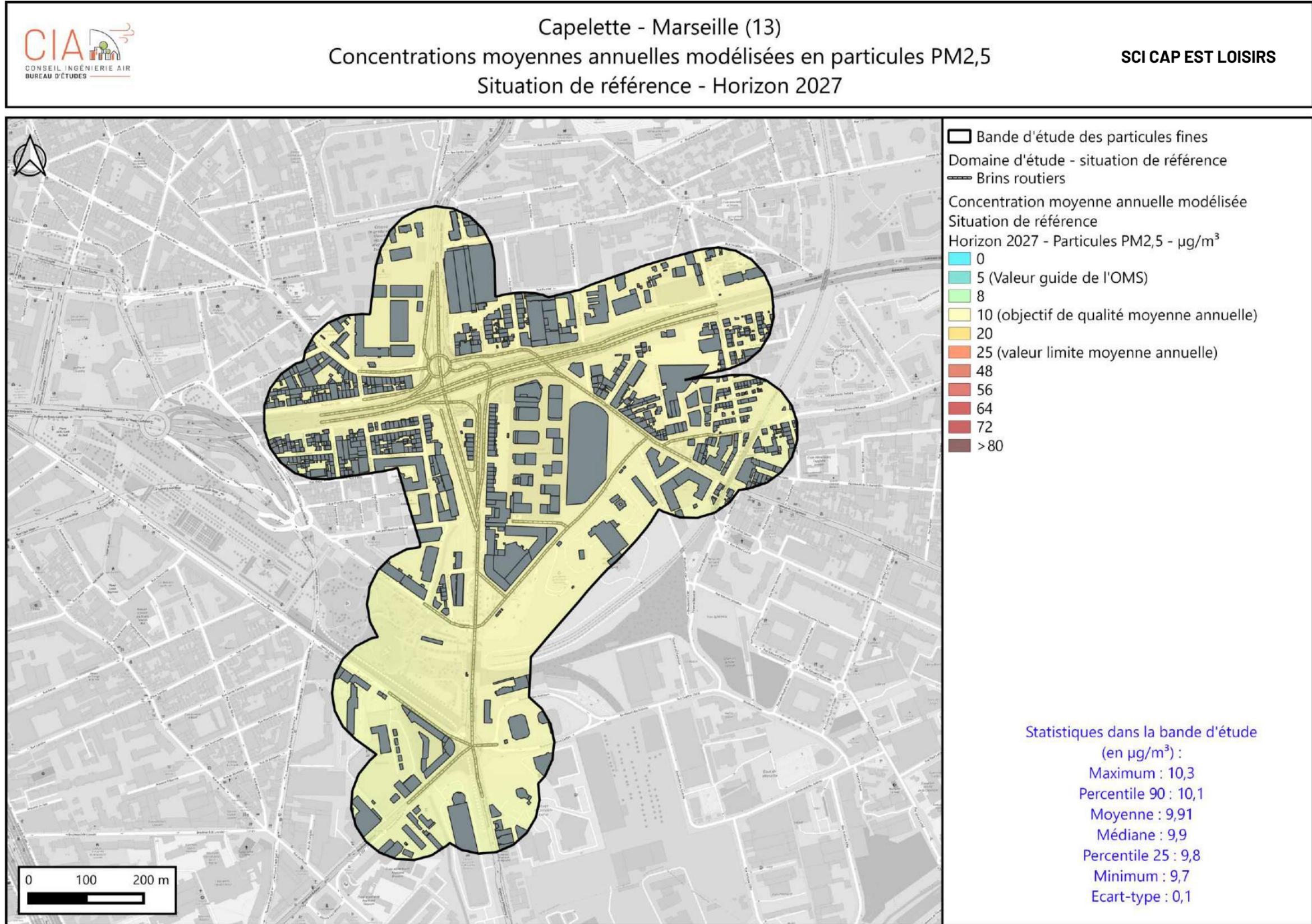


Figure 51 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5- Situation Référence- Horizon 2027

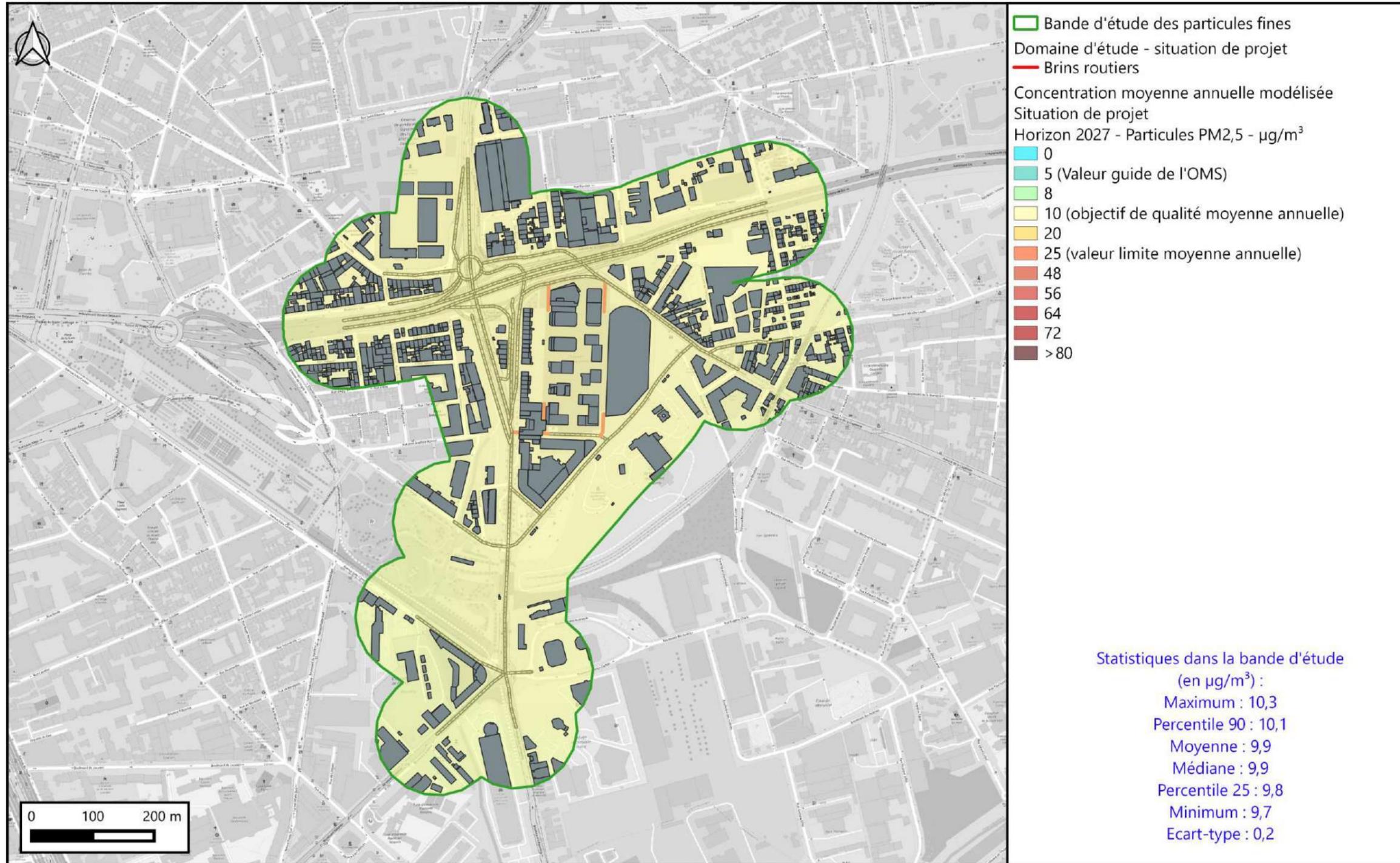


Figure 52 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5- Situation Avec Projet – Horizon 2027

Capelette - Marseille (13) Particules PM2,5 - Impact du projet sur les concentrations modélisées Par rapport à la situation de référence - Horizon 2027

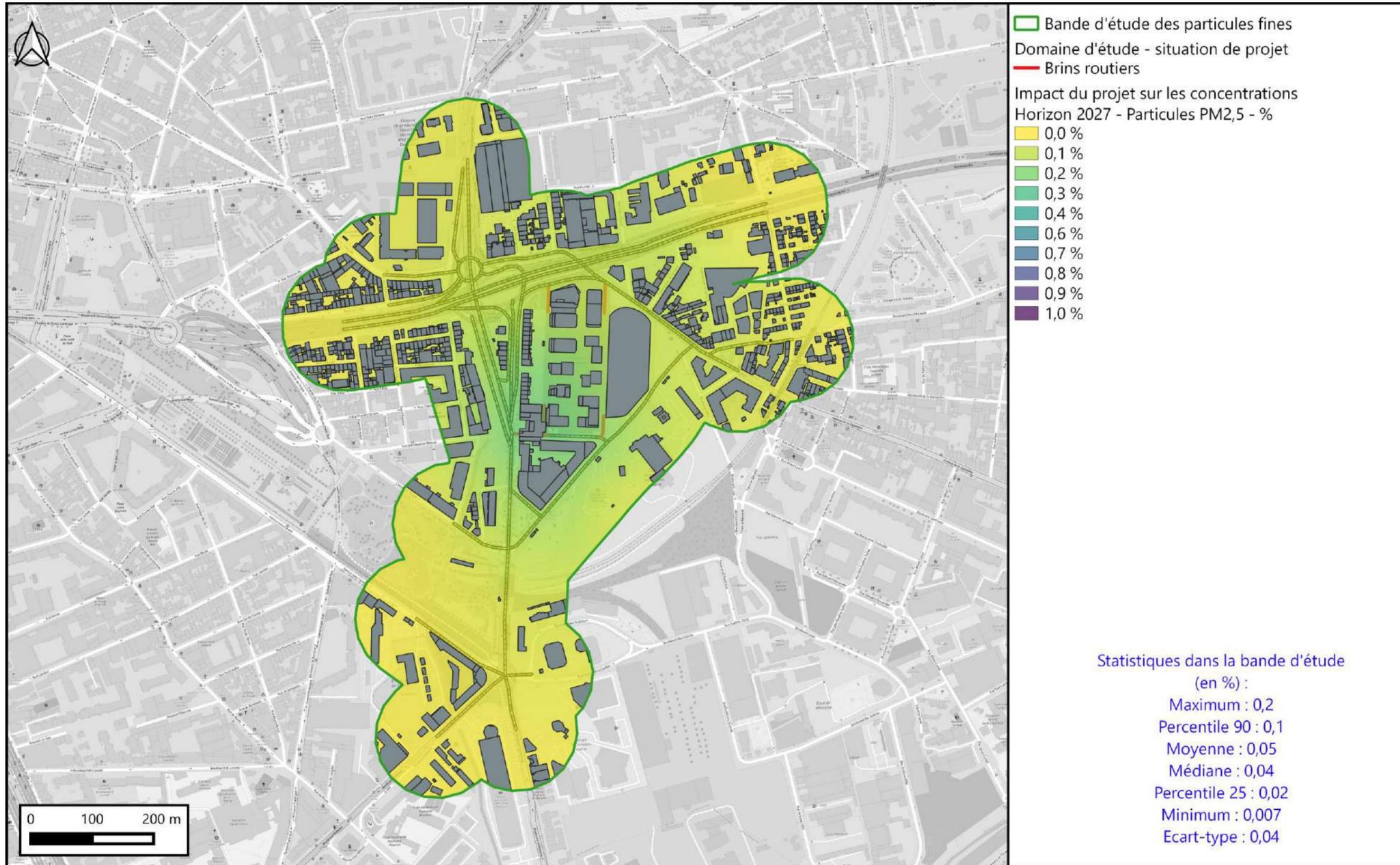


Figure 53 : Impact du projet sur les concentrations moyennes annuelles modélisées par rapport à la situation de référence - Particules PM2,5- horizon 2027

Capelette - Marseille (13)
Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5
Situation de référence - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

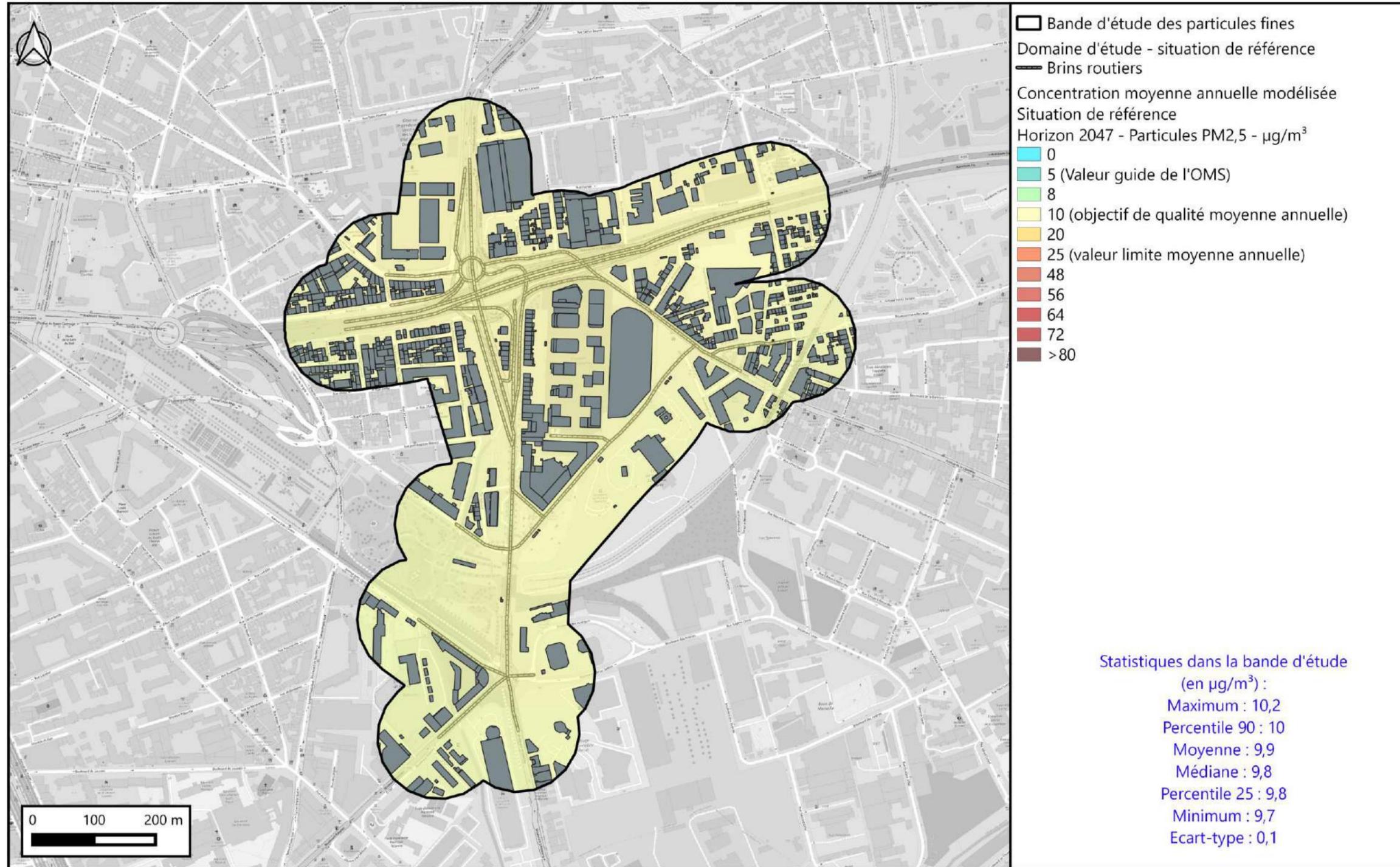


Figure 54 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5- Situation Référence- Horizon 2047

Capelette - Marseille (13)
 Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5
 Situation de projet - Horizon 2047

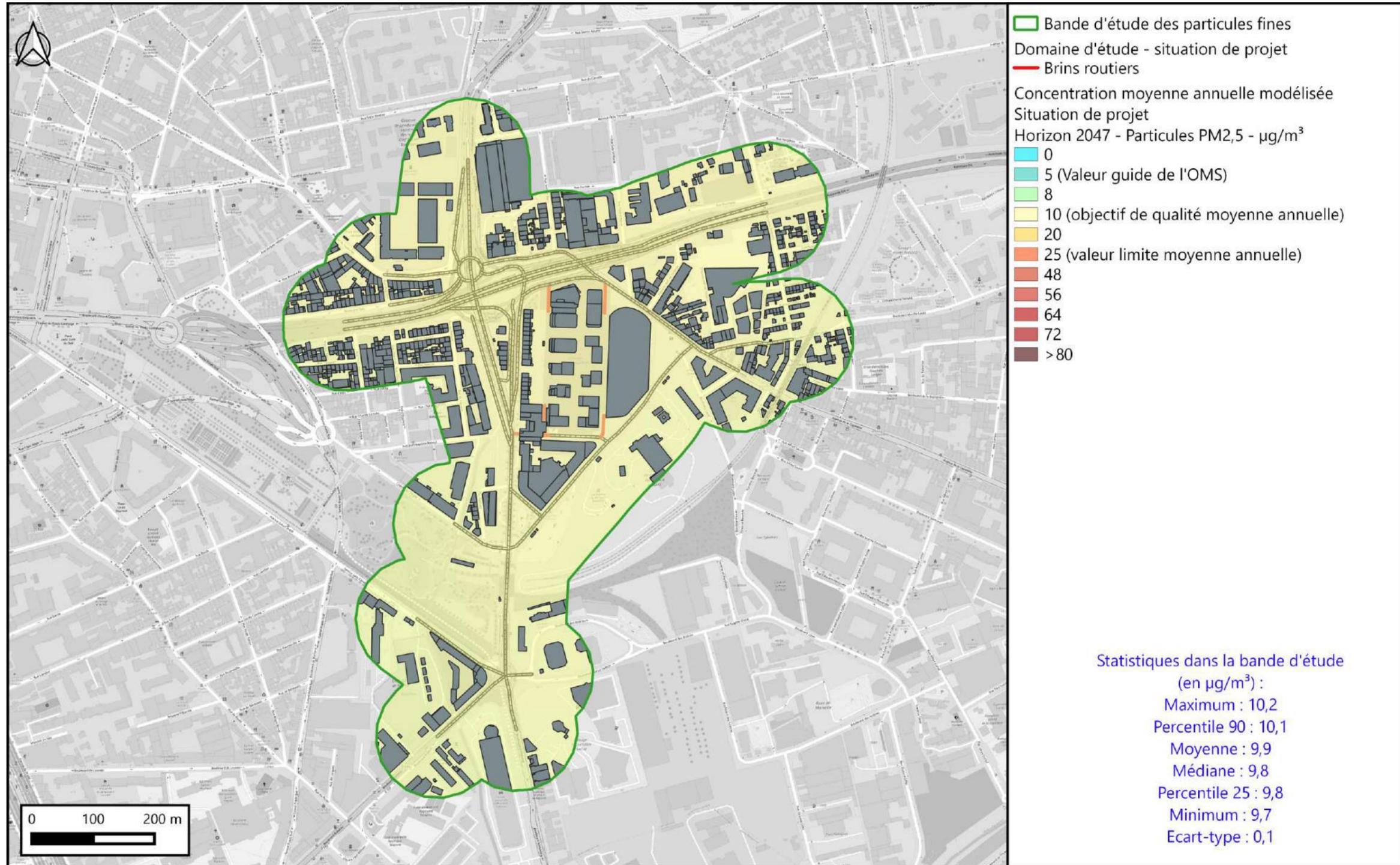


Figure 55 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5- Situation Référence- Horizon 2047

Capelette - Marseille (13)
Particules PM2,5 - Impact du projet sur les concentrations modélisées
Par rapport à la situation de référence - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

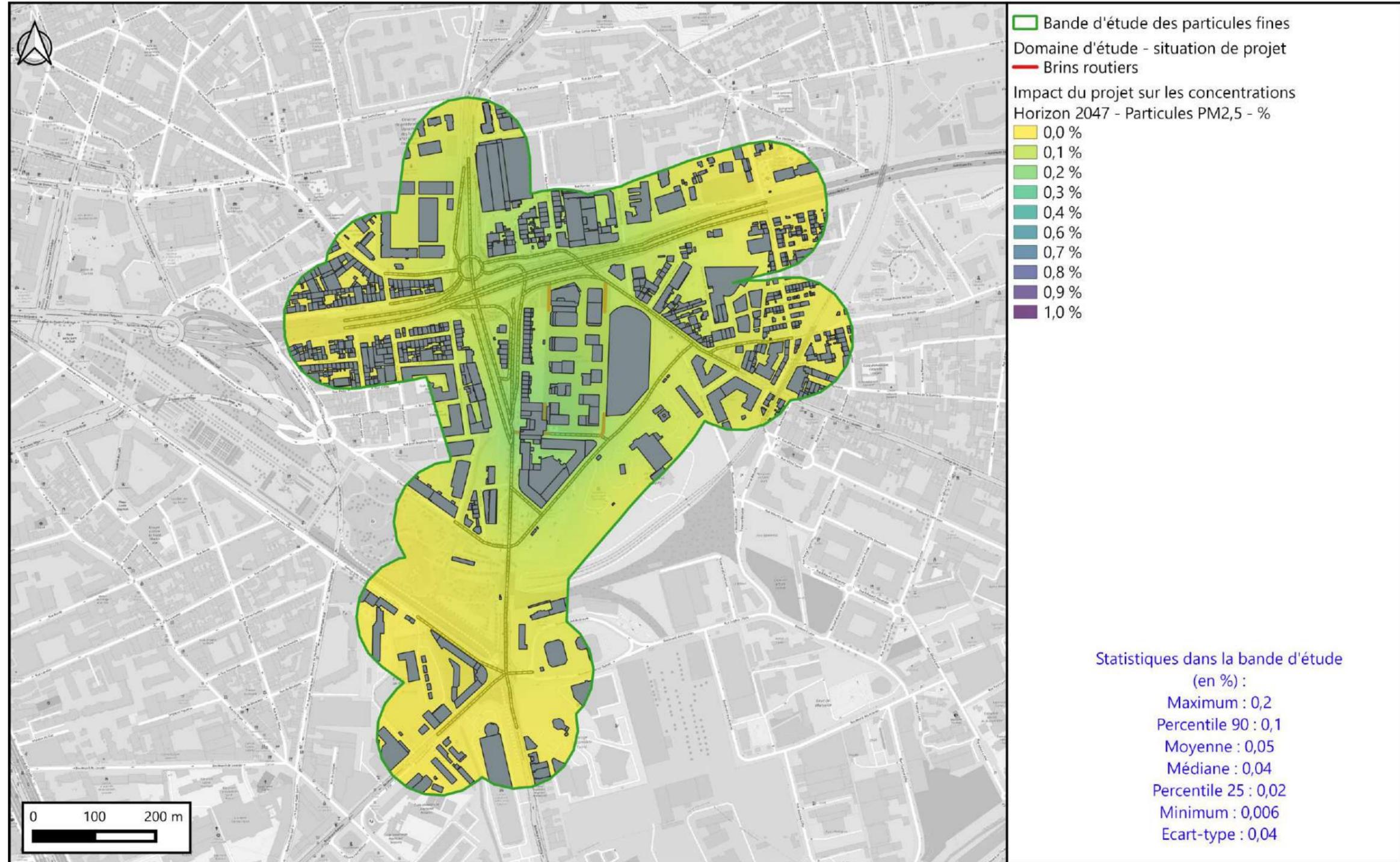


Figure 56 : Concentrations moyennes annuelles modélisées en particules PM2,5- Situation Référence- Horizon 2047

11. Evaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP

Afin d'évaluer l'impact des infrastructures sur la population, la méthode de l'indice IPP (Indice d'exposition de la Population à la Pollution) a été appliquée. Elle consiste à croiser les concentrations calculées aux données de population sur le domaine étudié.

11.1. Objectif 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 concentrations, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation.

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

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019 préconise de calculer l'IPP sur le traceur NO₂. Ainsi, sont présentés dans cette étude les résultats des calculs de l'IPP à l'horizon 2022 et 2031.

11.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP

11.2.1. Population

Les données du Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux Filosofi de 2017 ont été utilisées, celles-ci permettent d'obtenir un nombre d'individu dans des mailles d'une résolution de 200 mètres.

La population a été considérée comme étant constante au fil de l'eau en ajoutant toutefois les nouveaux résidents dans la zone d'étude en situation projet, en considérant les données suivantes :

- Logements familiaux libres : 364 avec un taux d'occupation de 2,15 hab/logement
- Logements familiaux sociaux : 46 avec un taux d'occupation de 2,15 hab/logement
- Résidence sociale jeunes actifs + étudiants : 181 avec un taux d'occupation de 1 hab/logement
- Résidence étudiante / coliving : 171 avec un taux d'occupation de 1,2 hab/logement

11.2.2. Concentration en dioxyde d'azote

Pour chaque scénario et horizon, les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la partie 10.2.1 ont été utilisées. Ces données étant maillées avec une résolution de 75 mètres, il a été choisi de les relier aux mailles Filosofi (maillage de 200 mètres) en gardant la concentration maximale (hypothèse majorante).

11.3. Présentation des résultats de L'IPP du NO₂

11.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude

Afin d'obtenir l'IPP cumulé, la somme de tous les IPP calculés dans la bande d'étude est réalisée. Le tableau suivant, présente les résultats des IPP cumulés du dioxyde d'azote, sur des mailles de 200 mètres (carroyage Filosofi) dans la bande d'étude.

Tableau 25 : IPP cumulé du NO₂ dans la bande d'étude

Scénario	Année	Indice Pollution Population Cumulés	Impact	
Situation Actuelle	2023	514 001	-	
Situation de référence Sans projet	2027	508 850	-1,0 %	/ Actuel
Situation avec projet		545 311	7,2 %	/ Référence
Situation de référence Sans projet	2047	496 805	-3,3 %	/ Actuel
Situation avec projet		531 208	6,9 %	/ Référence

L'IPP cumulé varie au fil de l'eau par rapport à la situation actuelle. En effet en situation de référence en 2027 et 2047, suite aux améliorations technologiques qui entraînent la diminution des émissions et donc des concentrations maximales, l'IPP diminue de -1,0 % en 2027 et -3,3% en 2047.

Le projet entraîne dans la bande d'étude une augmentation de l'IPP cumulé de 7,2% en 2027 et 6,9% en 2047.

Afin d'étudier plus précisément l'impact sur la population, les gammes de concentration en dioxyde d'azote auxquelles les habitants sont exposés sont étudiées pour chaque scénario et sont présentées la partie suivante.

11.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée

Le tableau et le graphique ci-contre présentent le nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations, pour chaque scénario et horizon.

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée.

En effet, en situation actuelle, 425 personnes sont exposées à des concentrations entre 30 et 31 µg/m³. En référence 2027, aucune personne n'est exposée à des concentrations supérieures à 30 µg/m³.

L'hypothèse étant émise que la population reste constante au fil du temps, ces variations sont dues aux diminutions des concentrations en dioxyde d'azote suite aux améliorations technologiques du parc roulant.

En situation projet, on rappelle que les nouveaux résidents dans la zone de projet ont été intégrés dans les calculs. On se retrouve ainsi avec 1 268 personnes supplémentaires dans la zone du projet.

On constate alors, en 2027, que :

- les nouveaux habitants seront exposés à des concentrations allant de 28 à 29 µg/m³.
- 485 personnes sont exposées à des concentrations situées en 29 et 30 µg/m³ alors qu'en situation de référence elles étaient exposées à des concentrations situées en 27 et 28 µg/m³.
- 5 personnes passent d'une exposition à des concentrations entre 27-28 µg/m³ à une exposition à des concentrations entre 28-29 µg/m³.

En 2047, on constate que :

- La population déjà installée ne subit pas de modifications quant à leurs expositions aux différentes gammes de concentration.
- Les nouveaux habitants sont quant à eux exposés à des concentrations entre 26 et 28 µg/m³.

Dans tous les cas, la population n'est pas exposée à des concentrations supérieures aux seuils réglementaires et l'exposition de la population varie peu entre les situations de référence et projet.

Tableau 26 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations

Gamme de concentration µg/m³	2023 situation actuelle	Nombre d'habitants			
		Référence 2027	Projet 2027	Référence 2027	Projet 2027
26-27	5 990	9 979	9 979	18 138	18 921
27-28	9 761	7 176	6 686	650	1 135
28-29	2 387	1 209	2 481	0	0
29-30	225	425	910	0	0
30-31	425	0	0	0	0

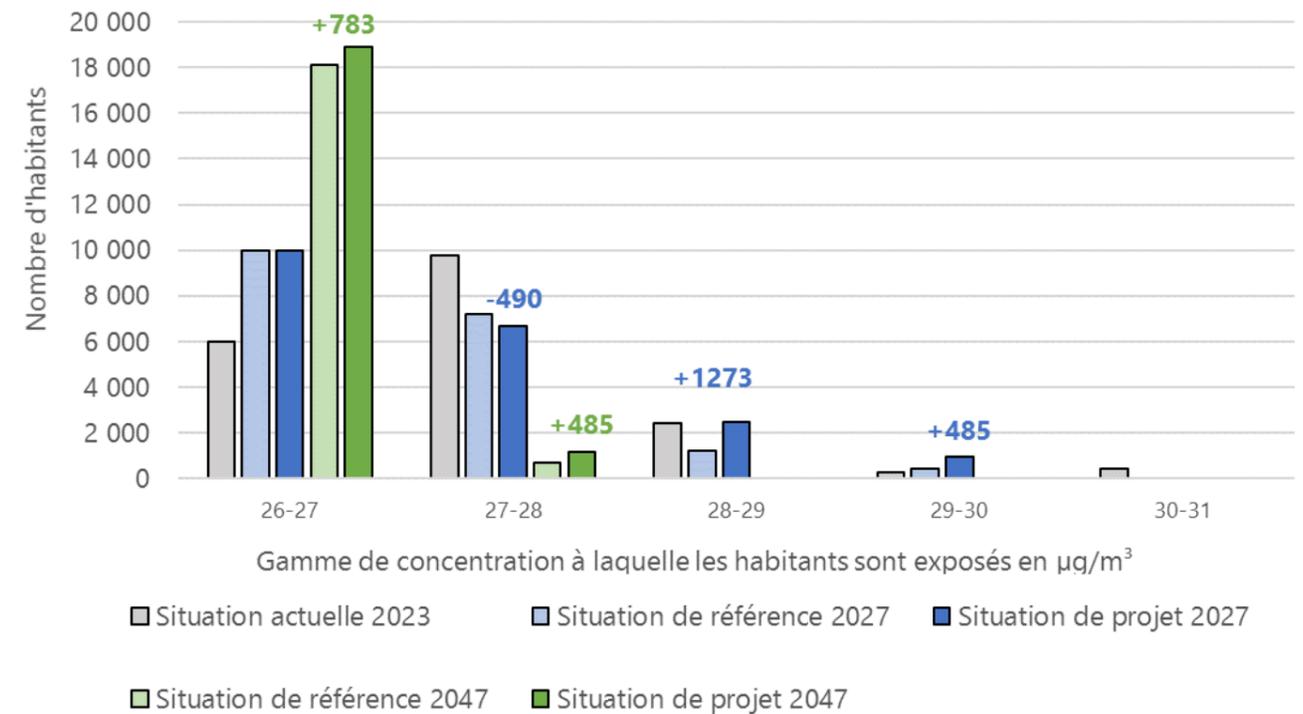


Figure 57 : Nombre d'habitants exposés aux différentes gammes de concentrations en NO₂ pour tous les horizons et scénarios étudiés



11.3.3. Etude de la répartition spatiale des Indices Pollution Population dans la bande d'étude

Les cartes présentant les IPP du NO₂ calculées dans chaque maille de 200m de côté, pour chaque scénario modélisé ont été réalisées afin de présenter plus précisément la répartition spatiale des IPP. Celles-ci sont présentées ci-après.

Les statistiques des IPP dans la bande d'étude sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 27 : Statistiques des IPP du dioxyde d'azote calculés dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2027	Situation de projet 2027	Impact du projet 2027	Situation de référence 2047	Situation de projet 2047	Impact du projet 2047
Unité	-	-	-	%	-	-	%
Maximum	29853	29502	35655	811,4	28709	34115	809,7
Percentile 90	26762	26559	27541	0,2	26158	27069	0,1
Moyenne	14686	14539	15580	27,8	14194	15177	27,7
Médiane	13417	13264	14601	0,1	13117	14267	0,03
Percentile 25	5933	5800	7438	0,0	5484	7156	0,0
Minimum	422	413	414	0,0	399	399	0,01
Ecart-type	9608	9529	9906	139,0	9348	9667	138,7

L'impact médian du projet sur l'IPP est de 0,1%, ce qui montre que la variation de l'IPP est faible dans la bande d'étude. On constate un impact maximum de 811% en 2027 et 810% en 2047, lié à l'arrivée des nouveaux habitants liée au projet dans une zone où la population était faible. Cela a donc localement des répercussions étant donné qu'il s'agit également de l'endroit où la variation de la concentration est la plus forte, liée à l'ouverture à la circulation de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Localement l'impact du projet sur l'IPP reste très marqué : Les IPP varient entre -0,0 % et +810 % en 2027 et 2047.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les IPP de la bande d'étude par rapport à la situation de référence, il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation de l'IPP), localisées majoritairement au cœur même du projet, car la population augmente dans cette maille et la concentration varie également de manière plus marquée entre la situation de référence et la situation projet ;



Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Situation actuelle - Horizon 2023

SCI CAP EST LOISIRS

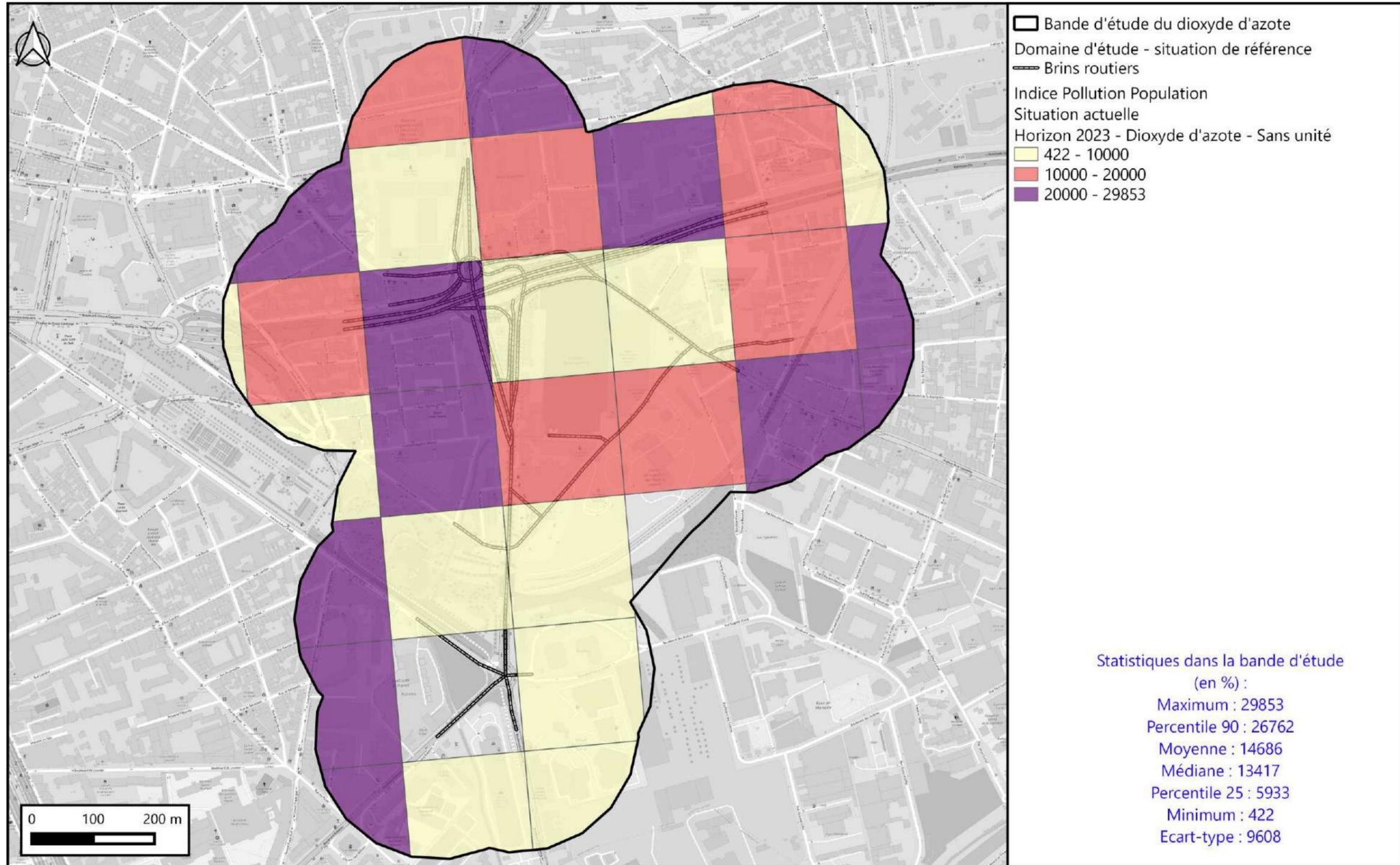


Figure 58 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote - Situation actuelle - Horizon 2023

Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Situation de référence - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

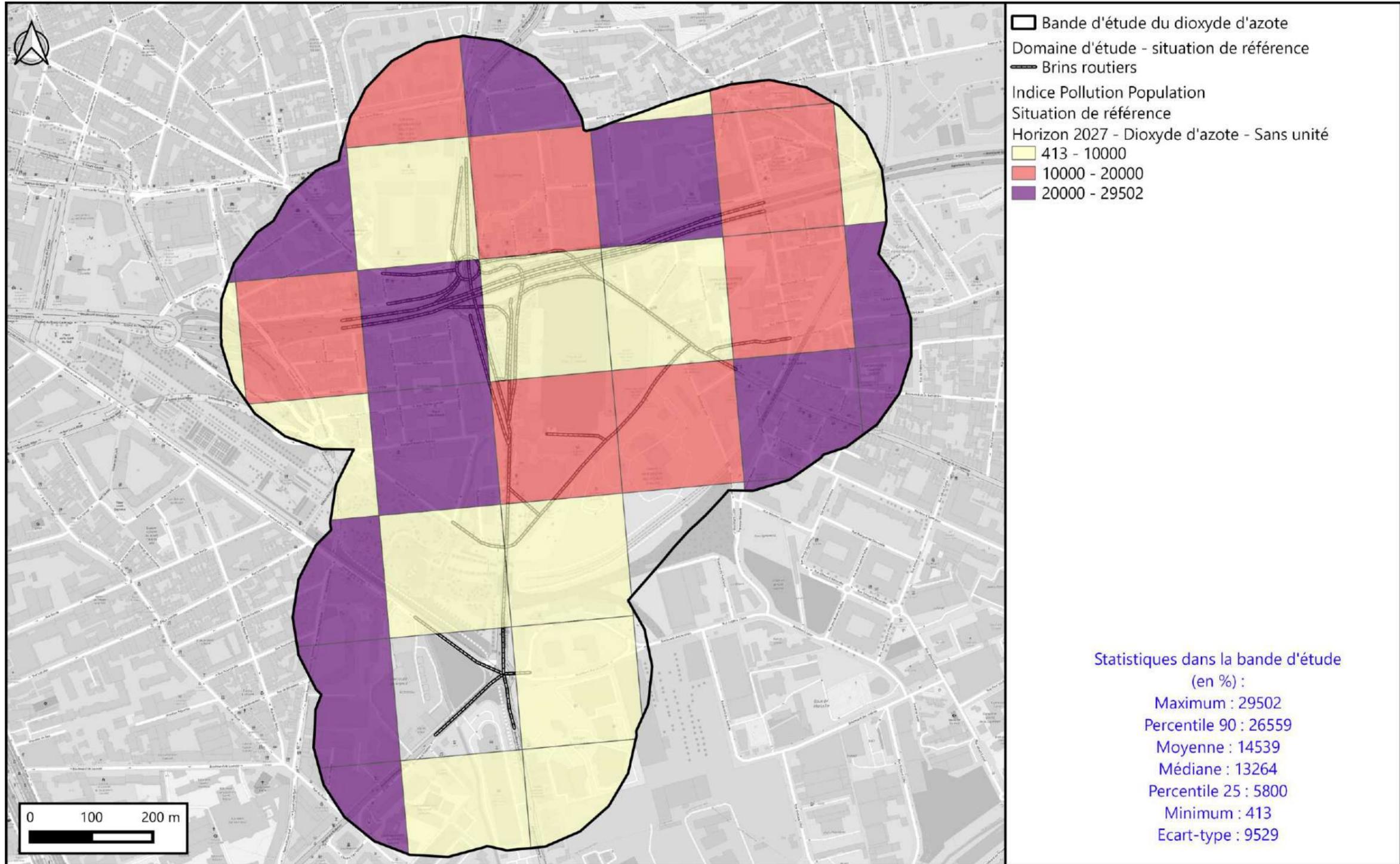


Figure 59 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote - Situation de référence - Horizon 2027

Capelette - Marseille (13)
Indice Pollution Population du dioxyde d'azote
Situation de projet - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

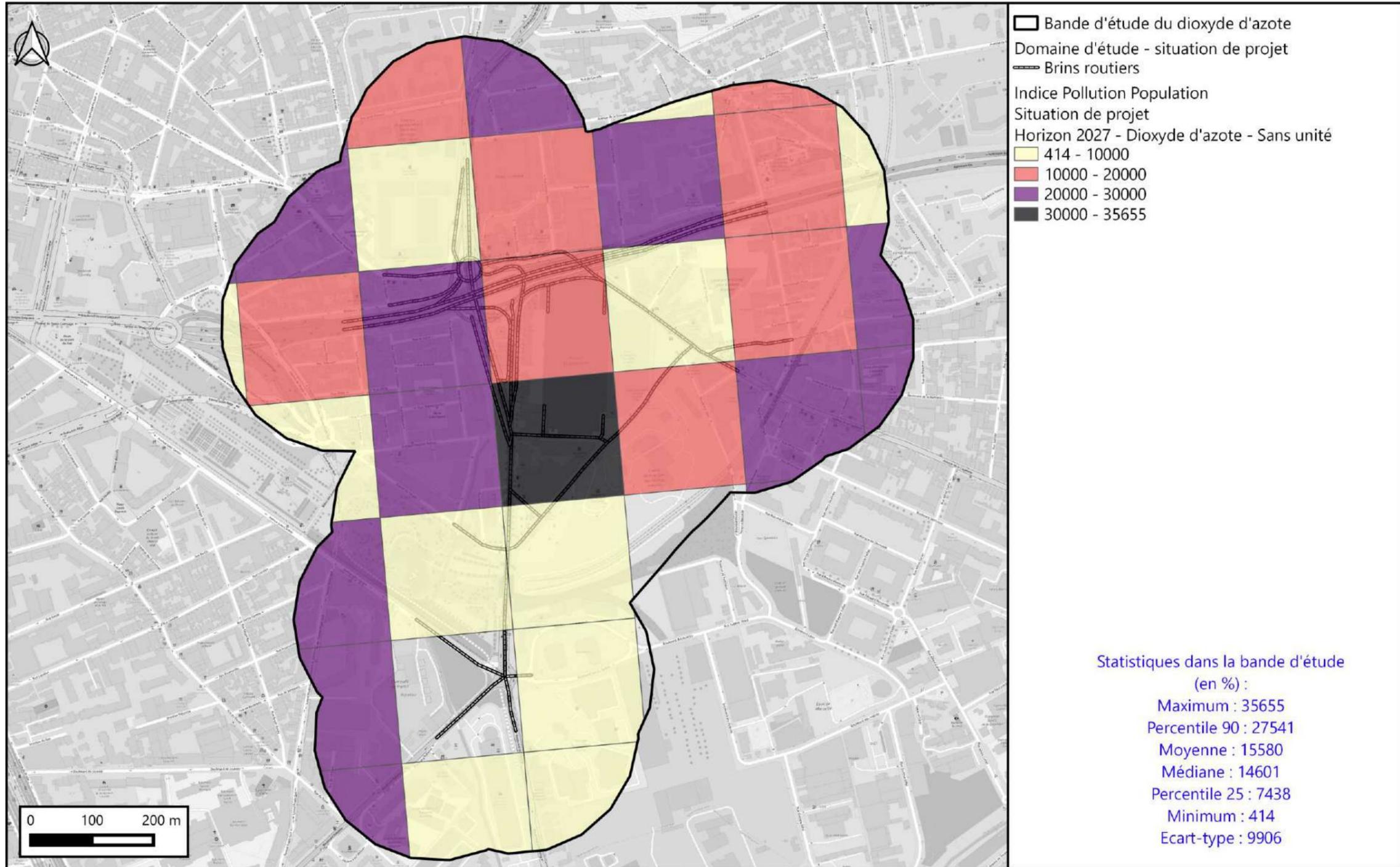


Figure 60 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote - Situation de projet - Horizon 2027

Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Par rapport à la situation de référence - Horizon 2027

SCI CAP EST LOISIRS

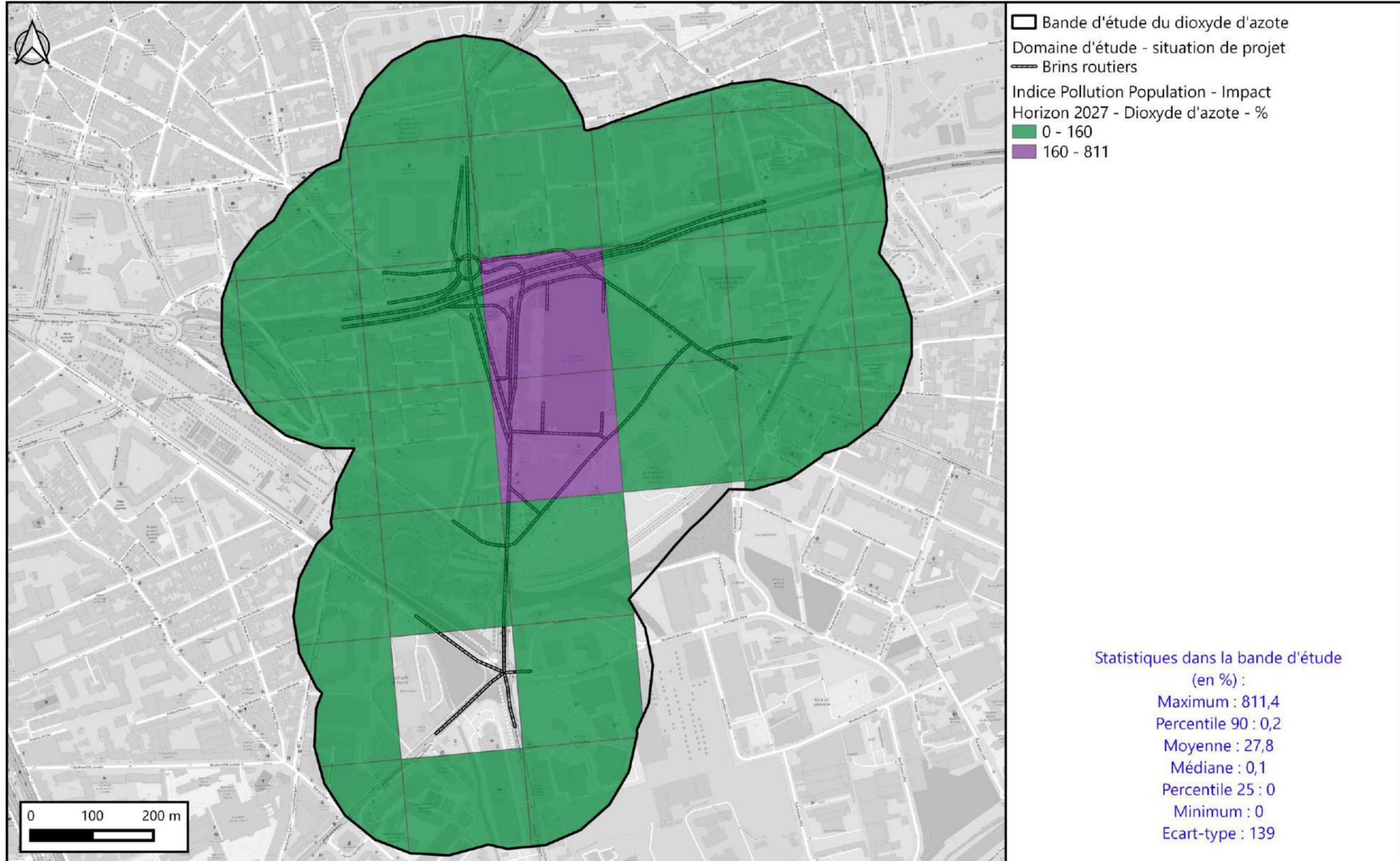


Figure 61 : Impact du projet sur l'Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote par rapport à la situation de référence-Horizon 2027

Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Situation de référence - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

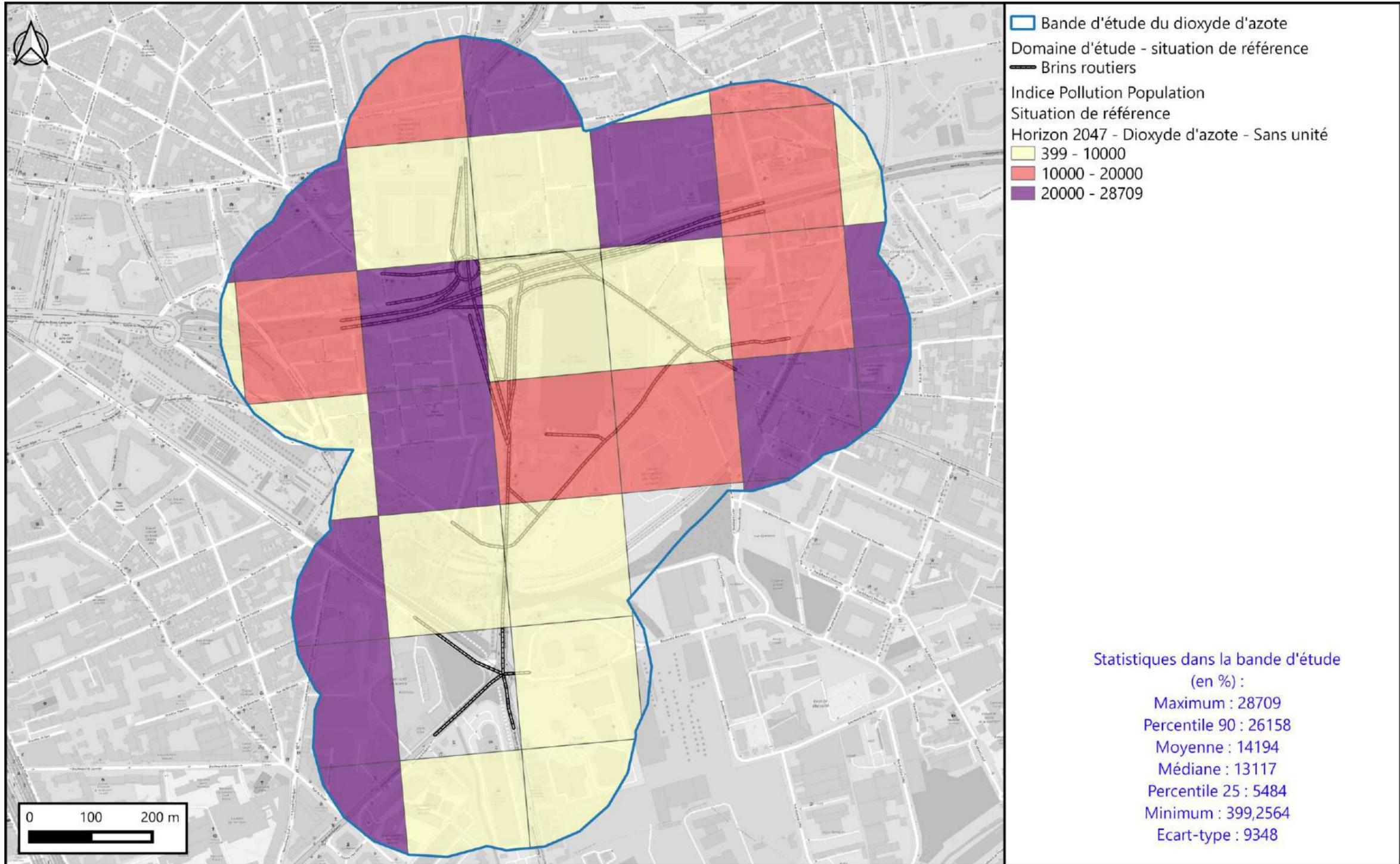


Figure 62 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote - Situation de référence - Horizon 2047

Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Situation de projet - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

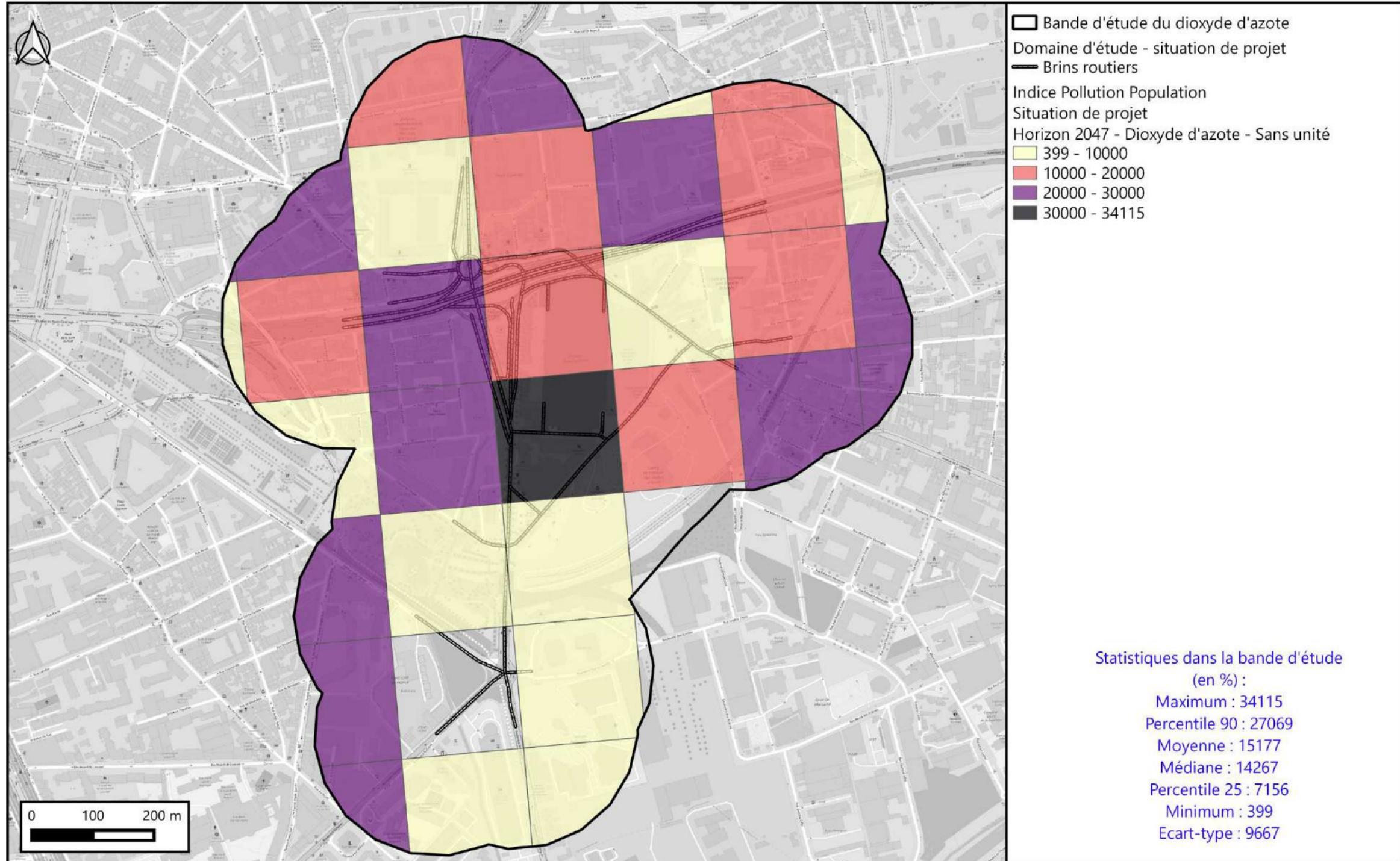


Figure 63 : Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote – Situation de projet– Horizon 2047

Capelette - Marseille (13) Indice Pollution Population du dioxyde d'azote Par rapport à la situation de référence - Horizon 2047

SCI CAP EST LOISIRS

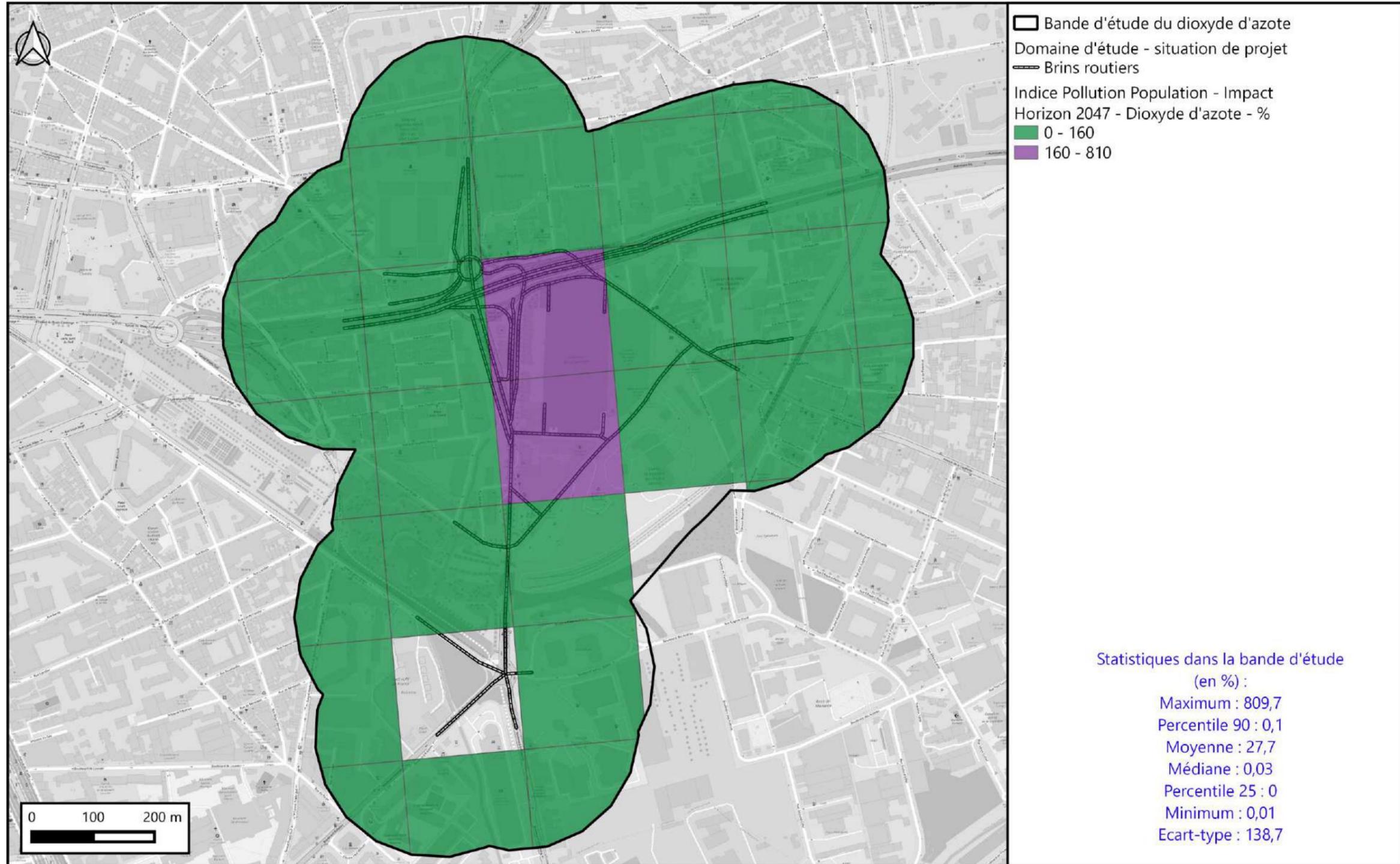


Figure 64 : Impact du projet sur l'Indice Pollution Population (IPP) du dioxyde d'azote par rapport à la situation de référence-Horizon 2047



12. Conclusion de l'impact du projet

Données d'entrée

Les entrants indispensables à la réalisation de l'étude prévisionnelle sont les données issues de modélisations de trafic réalisées dans la zone d'étude du projet. Il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel, de la vitesse réglementaire des véhicules, ainsi que de la part de poids-lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés. Les différents scénarios ont été étudiés aux horizons suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2027 :
 - Mise en service ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2047 :
 - Mise en service + 20 ans ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

Les données sont issues de l'étude de trafic réalisée par le bureau d'études PCR.

La version 2022 du parc automobile français simulé par l'UGE-IFSTTAR (jusqu'à 2050), basé sur le scénario AMS (Avec Mesures Supplémentaires) est utilisée pour le calcul des émissions (logiciel Trefic version 5.2.1).

Evolution du trafic routier dans le domaine d'étude

Au fil de l'eau, le trafic routier du domaine d'étude diminue par rapport à la situation actuelle 2023 de -4,6 % en 2031 ; il augmente en 2047 de 4% par rapport à la situation actuelle.

L'impact global du projet sur le nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude est de 1,7 % par rapport à la situation de référence en 2027 et +2% en 2047. Le projet génère globalement une augmentation du trafic routier dans le domaine d'étude.

L'augmentation du trafic routier en situation de projet est due à l'apport de nouveaux trafics liés à la nature du projet, logements, étudiants, hôtel, commerces, bureaux...

Bilan de la consommation énergétique

Au fil de l'eau, la consommation énergétique (TEP/jour) diminue par rapport à la situation actuelle de -5,9% en 2027 Ceci est dû à la diminution du trafic routier au fil de l'eau à cet horizon, En 2047, on constate une baisse de la consommation énergétique journalière de 9,4% par rapport à la situation actuelle, malgré une augmentation du trafic de 4%. Cela s'explique par une nette amélioration technologique du parc roulant.

Le projet génère une augmentation de 1,7 % en 2027 de la consommation énergétique totale du domaine d'étude, par rapport à la situation de référence et une augmentation de 2% en 2047. Cet impact est en cohérence avec l'évolution du nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude, présentée précédemment.

Bilan des émissions en polluants

En 2027, au fil de l'eau, la diminution du trafic routier, entraîne une diminution de l'ensemble des émissions de polluants par rapport à la situation actuelle 2023. Cela est lié à l'amélioration technologique du parc roulant au fil du temps. Le nickel et l'arsenic font globalement exception : étant davantage émis par les surémissions (usure, entretien des voies), ceux-ci sont peu concernés par l'évolution du parc roulant au fil de l'eau.

En 2047 au fil de l'eau, les émissions de polluants diminuent pour la plupart (CO, NOx, PM10 et PM2.5, benzène, B(a)P) malgré l'augmentation du trafic au fil de l'eau de 4%. Cela s'explique par l'évolution du parc roulant dans le temps, qui tend vers une nette amélioration des technologies et un parc roulant beaucoup moins émissif.

En situation de projet par rapport à la situation de référence, les émissions des polluants principaux augmentent d'environ 2% en 2027 et 2047, en cohérence avec l'augmentation du trafic routier généré par le projet.

Le même constat est effectué concernant les gaz à effet de serre (GES) : Le projet entraîne une augmentation des émissions de GES en 2031 (jusqu'à 2,8 %).

Analyse des coûts collectifs

En situation de projet, les coûts collectifs globaux du domaine d'étude augmentent de 1,7% et 1,9% en 2027 et 2047, en cohérence avec l'évolution du trafic routier liée au projet.

Le projet entraîne une augmentation des coûts collectifs globaux, suite à l'augmentation du trafic routier du domaine d'étude en situation de projet.



Modélisation de la dispersion atmosphérique : calcul des concentrations

A. Concentrations en dioxyde d'azote

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel ARIA Impact. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet également de tenir compte des concentrations de fond de la zone d'étude.

Les concentrations des polluants d'intérêt ont été modélisées aux horizons et scénarios suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2027 :
 - Mise en service du projet ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2047 :
 - Mise en service du projet + 20 ans ;
 - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

Il faut noter que les concentrations de fond en dioxyde d'azote et en particules (PM10 et PM2,5) utilisées sont supérieures aux nouveaux seuils de recommandation de l'OMS et que la concentration de fond en PM2,5 est supérieure à l'objectif de qualité (10 µg/m³).

Pour chaque polluant, les résultats sont présentés et interprétés dans l'ensemble de la bande d'étude.

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à l'objectif de qualité (tous deux de 40 µg/m³ en moyenne annuelle).

Ainsi toutes les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet à tous les horizons étudiés, respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS (10 µg/m³), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2027 et 2047 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2027 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,1 % correspondant une différence moyenne de 0,02µg/m³: les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,02% et 0,8 % en 2027, correspondant à une différence minimale de 0,00µg/m³ et maximale de 0,23 µg/m³.

En 2047 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,1 % correspondant une différence moyenne de 0,01µg/m³: les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,02% et 0,01 % en 2047, correspondant à une différence minimale de 0,00µg/m³ et maximale de 0,09 µg/m³.

Les concentrations les plus élevées en situation actuelle sont observées au niveau de l'autoroute A50 (>30 µg/m³).

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en dioxyde d'azote), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en dioxyde d'azote dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de 0,02µg/m³ en 2027 et 0,01µg/m³ en 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.



B. Concentrations en particules PM10

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et à l'objectif de qualité (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

Ainsi toutes les concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet, en 2027 et 2047 respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2027 et 2047 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2027, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,04 % correspondant à une différence moyenne dans la bande d'étude de 0,007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,03 % (soit 0,006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % (soit 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2027.

En 2047, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,05 % correspondant à une différence moyenne dans la bande d'étude de 0,008 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,04 % (soit 0,007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % (soit 0,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2047.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en particules PM10), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en particules PM10 dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de 0,007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et 0,008 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.

C. Concentrations en particules PM2.5

Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à la valeur cible (respectivement de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle).

Il faut noter que les concentrations maximales modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ainsi qu'à l'objectif de qualité annuel (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs est très proche de l'objectif de qualité annuel : Il faut noter qu'aucun de ces dépassements n'est généré par le projet.

En 2027 et 2047 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,05 % correspondant à une variation moyenne de 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: les concentrations varient peu voire pas du tout dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,01 % (soit 0,001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et +0,2 % (0,023 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2027 et 0,019 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2047.

Peu de différence est observé dans les concentrations de la bande d'étude : avec un écart-type maximum de 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ seulement de différence entre la concentration maximale et la concentration minimale, les différences ne sont pas visibles sur les cartographies.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation des concentrations en particules PM2.5), localisées dans l'ensemble de la bande d'étude avec des impacts plus élevés au sud de la zone du projet, notamment liée à l'ouverture de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Le projet entraîne majoritairement une légère augmentation des concentrations en particules PM2.5 dans la bande d'étude. On rappelle que dans la bande d'étude l'impact moyen du projet est de 0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et 2047.

Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.



Evaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP

Afin d'évaluer l'impact des infrastructures sur la population, la méthode de l'indice IPP (Indice d'exposition de la Population à la Pollution) a été appliquée. Elle consiste à croiser les concentrations calculées aux données de population sur le domaine étudié.

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

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

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019 préconise de calculer l'IPP sur le traceur NO₂. Ainsi, sont présentés dans cette étude les résultats des calculs de l'IPP à l'horizon 2023, 2027 et 2047.

Les données du Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux Filosofi de 2017 ont été utilisées, celles-ci permettent d'obtenir un nombre d'individu dans des mailles d'une résolution de 200 mètres.

La population a été considérée comme étant constante au fil de l'eau en ajoutant toutefois les nouveaux résidents dans la zone d'étude en situation projet

Pour chaque scénario et horizon, les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans cette étude ont été utilisées. Ces données étant maillées avec une résolution de 75 mètres, il a été choisi de les relier aux mailles Filosofi (maillage de 200 mètres) en gardant la concentration maximale (hypothèse majorante).

A. IPP cumulé

Afin d'obtenir l'IPP cumulé, la somme de tous les IPP calculés dans la bande d'étude est réalisée.

L'IPP cumulé varie au fil de l'eau par rapport à la situation actuelle. En effet en situation de référence en 2031, suite aux améliorations technologiques qui entraînent la diminution des émissions et donc des concentrations maximales, l'IPP diminue de -4,6 %.

Le projet entraîne dans la bande d'étude une diminution de l'IPP cumulé avec -0,1 %.

B. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée

Afin d'étudier plus précisément l'impact sur la population, les gammes de concentration en dioxyde d'azote auxquelles les habitants sont exposés sont étudiées pour chaque scénario.

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée. En effet, en situation actuelle, 425 personnes sont exposées à des concentrations entre 30 et 31 µg/m³. En référence 2027, aucune personne n'est exposée à des concentrations supérieures à 30 µg/m³.

L'hypothèse étant émise que la population reste constante au fil du temps, ces variations sont dues aux diminutions des concentrations en dioxyde d'azote suite aux améliorations technologiques du parc roulant.

En situation projet, on rappelle que les nouveaux résidents dans la zone de projet ont été intégrés dans les calculs. On se retrouve ainsi avec 1 268 personnes supplémentaires dans la zone du projet.

On constate alors, en 2027, que :

- les nouveaux habitants seront exposés à des concentrations allant de 28 à 29 µg/m³.
- 485 personnes sont exposées à des concentrations situées en 29 et 30 µg/m³ alors qu'en situation de référence elles étaient exposées à des concentrations situées en 27 et 28 µg/m³.
- 5 personnes passent d'une exposition à des concentrations entre 27-28 µg/m³ à une exposition à des concentrations entre 28-29 µg/m³.

En 2047, on constate que :

- La population déjà installée ne subit pas de modifications quant à leurs expositions aux différentes gammes de concentration.
- Les nouveaux habitants sont quant à eux exposés à des concentrations entre 26 et 28 µg/m³.

Dans tous les cas, la population n'est pas exposée à des concentrations supérieures aux seuils réglementaires et l'exposition de la population varie peu entre les situations de référence et projet.



C. Etude de la répartition spatiale des IPP dans la bande d'étude

L'impact médian du projet sur l'IPP est de 0,1%, ce qui montre que la variation de l'IPP est faible dans la bande d'étude. On constate un impact maximum de 811% en 2027 et 810% en 2047, lié à l'arrivée des nouveaux habitants liée au projet dans une zone où la population était faible. Cela a donc localement des répercussions étant donné qu'il s'agit également de l'endroit où la variation de la concentration est la plus forte, liée à l'ouverture à la circulation de l'impasse Ferdinand Arnodin.

Localement l'impact du projet sur l'IPP reste très marqué : Les IPP varient entre -0,0 % et +810 % en 2027 et 2047.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les IPP de la bande d'étude par rapport à la situation de référence, il est observé que :

- Le projet entraîne des détériorations (augmentation de l'IPP), localisées majoritairement au cœur même du projet, car la population augmente dans ces mailles et la concentration varie également de manière plus marquée entre la situation de référence et la situation projet ;



Partie 5. Mesures Eviter Réduire Compenser (ERC)



13. Mesures ERC

13.1. Mesures envisageables pour réduire l'impact sur la qualité de l'air

La pollution atmosphérique liée à la circulation routière peut être limitée de deux manières :

- Réduction des émissions de polluants à la source,
- Intervention au niveau de la propagation des polluants.

Les émissions polluantes dépendent de l'intensité des trafics, de la proportion des poids lourds, de la vitesse des véhicules et des émissions spécifiques aux véhicules. Ainsi, outre par une modification technique sur les véhicules (par ailleurs en évolution permanentes), on peut limiter les émissions en modifiant les conditions de circulation (limitation des vitesses, restrictions pour certains véhicules...). Dans le cas du présent projet, ces aspects semblent difficilement applicables.

Par ailleurs, plusieurs mesures peuvent être mises en place, dans les projets routiers, pour jouer un rôle dans la limitation de la pollution atmosphérique à proximité d'une voie. Les remblais, la végétalisation des talus et les protections phoniques limitent la dispersion des polluants en facilitant leur dilution et leur déviation. De plus, la diffusion de la pollution particulaire peut quant à elle être piégée par ces écrans physiques (protection phonique) et végétaux (plantation). Les protections phoniques, en plus de limiter l'impact sonore, entraînent ainsi une diminution des concentrations induites par la voie de l'ordre de 10 à 30% à une distance de 70 à 100 m du mur ou du merlon, c'est à dire là où l'impact de la voie est significatif. La plantation d'écran végétaux, peut également conduire à une diminution sensible des concentrations (10, voire 20 ou 40% suivant les conditions de vent).

Enfin, en cas d'épisode de pic de pollution régional, des mesures réglementaires sont définies par l'arrêté du 7 avril 2016 et peuvent être déclenchées sur décision préfectorale.

13.2. Mesures envisagées pour réduire les impacts en phase chantier

Durant la phase chantier, la pollution émise par les matériels roulants, compresseurs et groupes électrogènes... ne peut être considérée comme négligeable en termes d'émissions de polluants et de consommation énergétique.

Cependant, il n'est pas possible de quantifier cet apport qui dépend des stratégies qui seront mises en œuvre par les entreprises au moment des travaux (nombre d'engins, circulations, etc.).

D'autres effets inhérents aux travaux, sont à attendre. Il s'agit des émissions de poussières pendant les terrassements, des nuisances olfactives causées par les centrales à bitumes et la réalisation des chaussées et du risque d'une dispersion accidentelle de produit chimique.

Les émissions de poussières peuvent être de deux types :

- Les poussières produites lors de la circulation des engins de terrassement et des mouvements de terre. Ces poussières issues des sols sont susceptibles de se déposer sur les végétaux et les bâtiments à proximité de l'infrastructure. En nombre important, elles peuvent être à l'origine d'une perturbation de la photosynthèse des végétaux et de salissures sur les bâtiments ;
- Les poussières issues des opérations d'épandage de liants hydrauliques. Lorsqu'un liant hydraulique est nécessaire, les opérations d'épandage peuvent générer des poussières corrosives. A haute dose, ces poussières induisent un risque sanitaire. Elles concourent par ailleurs au dépérissement des plantations proches de l'axe.

Les mesures à prendre pour limiter les impacts liés aux poussières sont les suivantes :

- Réduire la dispersion des poussières en arrosant de manière préventive en cas de conditions météorologiques défavorables ;
- Choisir opportunément le lieu d'implantation des équipements ou zones de stockage de matériaux en tenant compte des vents dominants et de la sensibilité du voisinage ;
- Interdire les opérations de traitement à la chaux ou aux liants hydrauliques les jours de grands vents ;
- Éviter les opérations de chargement et de déchargement des matériaux par vent fort ;
- Imposer le bâchage des camions, et mettre en place des dispositifs particuliers (bâches par exemple) au niveau des aires de stockage provisoire des matériaux susceptibles de générer des envols de poussières ;
- Interdire les brûlages de matériaux (emballages, plastiques, caoutchouc, etc.) conformément à la réglementation en vigueur.

Les rejets des centrales à bitume issus de la combustion du fuel se composent, pour l'essentiel, de vapeur d'eau, de dioxyde de carbone, d'anhydride sulfureux, de composés organiques volatils et d'hydrocarbures. Elles font donc l'objet d'une procédure d'autorisation ou de déclaration.

Lors de la réalisation des chaussées, des composés organiques volatiles se dégagent des enrobés à chaud. Cela se traduit par une forte odeur qui persiste quelques heures.

Les nuisances engendrées par la centrale pourront être réduites en éloignant, autant que possible, cette dernière des habitations et en veillant au bon fonctionnement des différents équipements qui la composent.

Concernant le risque de dispersion accidentelle d'un produit chimique, ce dernier peut être limité en protégeant la zone de stockage, en surveillant les conditions de stockage (identification et intégrité des contenants) et en respectant les consignes de sécurité lors des transvasements.



Partie 6. Annexes

Annexe 1 Résultats du laboratoire PASSAM

Rapport d'essai de mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

NO₂ Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

informations client

client: CIA
ID client: FCH
contact: P. Jausserand, F. Chagnet
projet: capelette
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 26.08.2022
type: tube (Palms)
polluant: NO₂
limite de détection: 0.6 ug/m³ (14 jours)
aux d'échantillonnage: 0,8536 [ml/min]
filtre de protection: non

analyse

méthode: SP01 photomètre, Salzm ann
analyte: NO₂
date: 30.08.2022
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 31.08.2022
créé par: S. Huber
vérifié le: 02.09.2022
vérifié par: C. Panier
nom de fichier: FCH012225
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; les résultats inférieurs à la limite de détection sont indiqués par "<" et la valeur associée; cette méthode est accréditée selon ISO/IEC 17025
incertitude des mesures <25%; taux d'échantillonnage basé sur 9 °C; plus d'informations sur www.passam.ch

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse	
	ID	lot no.	début date	début heure	fin date	fin heure		blanc [ABS]	échantillon dilution	échantillon valeur [ABS]	m analyte/sam pler [ug]		C NO ₂ [ug/m ³]
5	FCH-59	44684	16/06/2022	10:54	13/07/2022	10:23	647,5	0,002	1	0,337	0,74	22,4	
1	622	44523	16/06/2022	11:02	13/07/2022	10:10	647,1	0,002	1	0,491	1,09	32,8	
2	663	44523	16/06/2022	11:07	13/07/2022	10:07	647,0	0,002	1	0,399	0,88	26,6	
3	648	44523	16/06/2022	11:11	13/07/2022	10:03	646,9	0,002	1	0,304	0,67	20,3	
7	85		16/06/2022	11:20	13/07/2022	-	648,0						échantillonneur non reçu
8	662		16/06/2022	11:32	13/07/2022	-	648,0						échantillonneur non reçu
6	658	44523	16/06/2022	11:44	13/07/2022	10:26	646,7	0,002	1	0,422	0,93	28,2	
6	627	44523	16/06/2022	11:44	13/07/2022	10:26	646,7	0,002	1	0,424	0,94	28,3	
6	631	44523	16/06/2022	11:44	13/07/2022	10:26	646,7	0,002	1	0,004	< 0.01	< 0.3	
4	650	44523	16/06/2022	11:51	13/07/2022	10:35	646,7	0,002	1:2	0,391	1,73	52,4	

passam ag, Schellenstrasse 44, 8708 Männedorf, Switzerland, accredited laboratory for air analysis by diffusive samplers according to ISO/IEC 17025

page 1

Figure 65 : Résultats bruts de l'analyse du dioxyde d'azote (avant correction) - Laboratoire PASSAM - Campagne en période chaude

Rapport d'essai de mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

NO2 Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

informations client

client: CIA
 ID client: FCH
 contact: P. Jausserand, F. Chagnet
 projet: capelette 2eme camp
 référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 04.04.2023
 type: tube (Palms)
 polluant: NO2
 limite de détection: 0.6 ug/m3 (14 jours)
 :aux d'échantillonnage: 0,8536 [ml/min]
 filtre de protection: non

analyse

méthode: SP01 photomètre, Salzmann
 analyte: NO2
 date: 04.04.2023
 lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 06.04.2023
 créé par: K. Bodei
 vérifié le: 11.04.2023
 vérifié par: T. Hangartner
 nom de fichier: FCH012310
 pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; les résultats inférieurs à la limite de détection sont indiqués par "<" et la valeur associée; cette méthode est accréditée selon ISO/IEC 17025
 incertitude des mesures <25%; taux d'échantillonnage basé sur 9 °C; plus d'informations sur www.passam.ch

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo.	blanc	échantillon		m analyte/sampler	C NO2	
			date	heure	date	heure	[h]	[ABS]	dilution	valeur [ABS]	[ug]	[ug/m3]	
5	FCH-444	44832	02/03/2023	09:59	30/03/2023	11:01	673,0	0,002	1:2	0,228	1,01	29,3	
1	454	44832	02/03/2023	10:22	30/03/2023	11:12	672,8	0,002	1:2	0,295	1,31	37,9	
2	421	44832	02/03/2023	10:27	30/03/2023	11:09	672,7	0,002	1:2	0,228	1,01	29,3	échantillonneur contaminé (araignée)
3	437	44832	02/03/2023	10:33	30/03/2023	11:06	672,6	0,002	1:2	0,229	1,01	29,4	
7	427	44832	02/03/2023	11:24	30/03/2023	10:43	671,3	0,002	1:2	0,384	1,70	49,5	
8	419	44832	02/03/2023	10:15	30/03/2023	11:19	673,1	0,002	1:2	0,231	1,02	29,7	
6	417	44832	02/03/2023	10:04	30/03/2023	10:57	672,9	0,002	1:2	0,285	1,26	36,6	
6	453	44832	02/03/2023	10:04	30/03/2023	10:57	672,9	0,002	1:2	0,291	1,29	37,4	
6	449	44832						0,002	1	0,005	< 0,01		
4	410	44832	02/03/2023	10:48	30/03/2023	10:35	671,8	0,002	1:2	0,373	1,65	48,1	

Figure 66 : Résultats bruts de l'analyse du dioxyde d'azote (avant correction) – Laboratoire PASSAM – Campagne en période froide

Annexe 2 Fiches de mesures

Point de mesures 1			Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position			Composé	NO ₂	NO ₂
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.400366	Moyen de mesures	Passif PASSAM	Passif PASSAM
	Y	43.283188	Code capteur**	454	622
Adresse 222 bd rabatau 13010 Marseille Parcelle : 855 / 0R / 0084			Début de la mesure	02/03/2023 10:22	16/06/2022 11:02
			Fin de la mesure	30/03/2023 11:12	13/07/2022 10:10
Type de site et influence Urbain Trafic			Durée de la mesure (heures)	672,8	647,1
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM
Polluants mesurés			Concentration en µg/m ³ **	37,9	32,8
Transects distance à l'autoroute A50 (m)			Observations	-	-

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

Point de mesures 2			Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position			Composé	NO ₂	NO ₂
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.40022	Moyen de mesures	Passif PASSAM	Passif PASSAM
	Y	43.282801	Code capteur**	421	663
Adresse 218 bd rabatau 13010 Marseille Parcelle : 855 / 0R / 0083			Début de la mesure	02/03/2023 10:27	16/06/2022 11:07
			Fin de la mesure	30/03/2023 11:09	13/07/2022 10:07
Type de site et influence Urbain Trafic			Durée de la mesure (heures)	672,7	647,0
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM
Polluants mesurés			Concentration en µg/m ³ **	29,3	26,6
Transects distance à l'autoroute A50 (m)			Observations	échantillonneur contaminé (araignée)	-

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

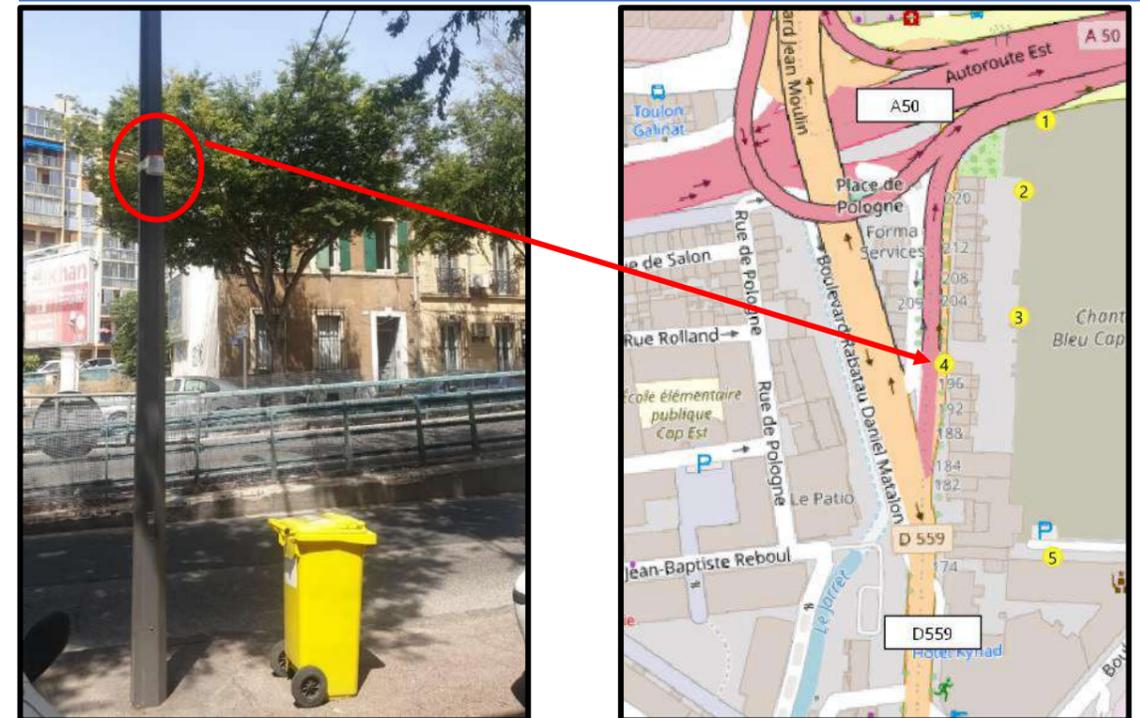


Point de mesures			3	
Position			Résultats	
			Campagne période froide	Campagne période chaude
			Composé	NO ₂
			Moyen de mesures	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.400158	Code capteur**	437
	Y	43.282175	Début de la mesure	02/03/2023 10:33
Adresse	202 bd rabatau 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0077		Fin de la mesure	16/06/2022 11:11
			Durée de la mesure (heures)	30/03/2023 11:06
			Laboratoire d'analyse*	13/07/2022 10:03
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	29,4
Polluants mesurés	NO ₂		Observations	-
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	112,3			

Point de mesures			4	
Position			Résultats	
			Campagne période froide	Campagne période chaude
			Composé	NO ₂
			Moyen de mesures	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.399638	Code capteur**	410
	Y	43.281945	Début de la mesure	02/03/2023 10:48
Adresse	198 bd rabatau 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0012		Fin de la mesure	16/06/2022 11:51
			Durée de la mesure (heures)	30/03/2023 10:35
			Laboratoire d'analyse*	13/07/2022 10:35
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	48,1
Polluants mesurés	NO ₂		Observations	-
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	-			

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

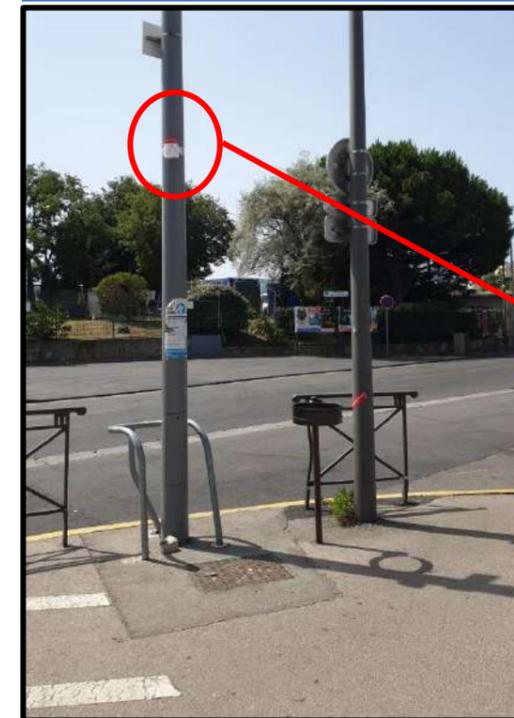
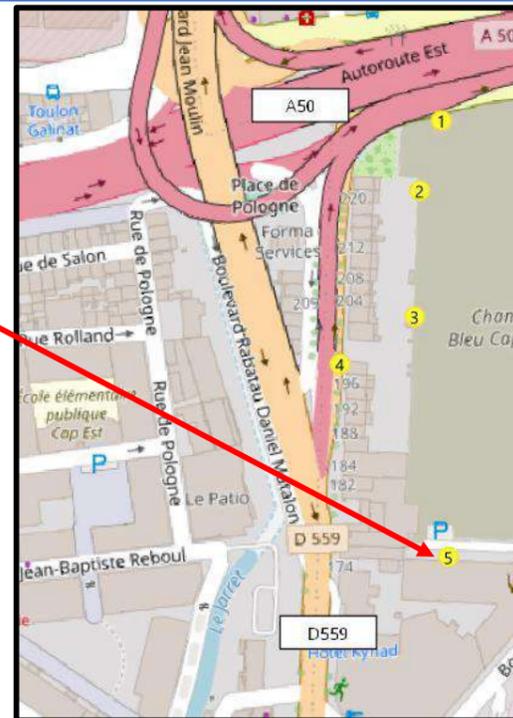


Point de mesures		5		Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position				Composé	NO ₂	NO ₂
				Moyen de mesures	Passif PASSAM	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.400339		Code capteur**	FCH-444	FCH-59
	Y	43.280969		Début de la mesure	02/03/2023 09:59	16/06/2022 10:54
Adresse	9 imp ferdinand arnodin 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0080		Fin de la mesure	30/03/2023 11:01	13/07/2022 10:23	
			Durée de la mesure (heures)	673,0	647,5	
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM	
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	29,3	22,4	
Polluants mesurés	NO2		Observations	-	-	
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	-					

Point de mesures		6		Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position				Composé	NO ₂	NO ₂
				Moyen de mesures	Passif PASSAM	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.401432		Code capteur**	417/453//449	658/627//631
	Y	43.281048		Début de la mesure	02/03/2023 10:04	16/06/2022 11:44
Adresse	1 imp ferdinand arnodin 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0080		Fin de la mesure	30/03/2023 10:57	13/07/2022 10:26	
			Durée de la mesure (heures)	672,9	646,7	
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM	
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	36,6/37,4//<0,3	28,2/28,3//< 0,3	
Polluants mesurés	NO2		Observations	-	-	
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	-					

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote



Point de mesures 7			Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position			Composé	NO ₂	NO ₂
Moyen de mesures				Passif PASSAM	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.402163	Code capteur**	427	85
	Y	43.282766	Début de la mesure	02/03/2023 11:24	16/06/2022 11:20
Adresse	67 av de la capelette 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0068		Fin de la mesure	30/03/2023 10:43	13/07/2022 11:20
			Durée de la mesure (heures)	671,3	648,0
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	49,5	-
Polluants mesurés	NO ₂		Observations	-	Volé
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	-				

Point de mesures 8			Résultats	Campagne période froide	Campagne période chaude
Position			Composé	NO ₂	NO ₂
Moyen de mesures				Passif PASSAM	Passif PASSAM
Coordonnées (EPSG : 4326)	X	5.401363	Code capteur**	419	662
	Y	43.282353	Début de la mesure	02/03/2023 10:15	16/06/2022 11:32
Adresse	12 bd fernand bonnefoy 13010 Marseille Parcelle : 855 / OR / 0075		Fin de la mesure	30/03/2023 11:19	13/07/2022 11:32
			Durée de la mesure (heures)	673,1	648,0
			Laboratoire d'analyse*	PASSAM	PASSAM
Type de site et influence	Urbain Trafic		Concentration en µg/m ³ **	29,7	-
Polluants mesurés	NO ₂		Observations	-	Volé
Transects distance à l'autoroute A50 (m)	-				

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

* Adresse(s) laboratoire(s) d'analyses : PASSAM : Passam AG ; Schellenstrasse 44, CH-8708 Männedorf - SUISSE
 ** "/": Tubes différents ; "/": Blanc - Concentrations brutes : Avant correction pour le dioxyde d'azote

