

A l'attention de
Deux Fleuves Habitat

Date
Septembre 2025

Référence
REH2025N05603-RAM-RP-00001

PROJET DE CREATION D'UN EHPAD ET D'UNE RESIDENCE AUTONOMIE – CITE DES AINES (42) **MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR**



QSSE Temp015 Rev I



PROJET DE CREATION D'UN EHPAD ET D'UNE RESIDENCE AUTONOMIE – CITE DES AINES (42) MODELISATION DE LA QUALITE DE L'AIR

Référence **REH2025N05603-RAM-RP-00001**
Version **1**
Date **29/09/2025**
Rédacteur **Benoît Duval**
Approbateur **Frédéric Pradelle**

Rédacteur :



Vérificateur /
Approbateur :



Ramboll a rédigé ce document à la demande du client et pour répondre aux objectifs qui y sont précisés. Le présent document et ceux qui l'accompagnent ont pour seul destinataire le client. Ils ne peuvent être utilisés, ni divulgués à toute autre personne, en partie ou dans leur intégralité, sans l'autorisation écrite expresse préalable de Ramboll. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers et ne saurait être tenu responsable des pertes, dommages ou frais occasionnés de quelque nature que ce soit qui seraient dus à l'interprétation par ce tiers des informations contenues dans le présent document.

Révision du Document

Révision	Date	Rédacteur	Vérificateur / Approbateur	Description
1	29/09/2025	BDU	FPR	Version initiale
Contact client Directeur de projet		Benoît Duval bduval@ramboll.com Tél : 06 68 39 01 83		
Ramboll France SAS 155, rue Louis de Broglie, Immeuble le Cézanne 13100 AIX-EN-PROVENCE Tel : +33 (0)4 42 90 74 96 Fax : +33 (0)4 42 90 71 58			SAS au capital de 38 115 € Représentant Légal : Frédéric Hamilton RCS AIX-EN-PROVENCE 2002 B 1288 SIRET : 443 685 029 00094 APE : 7112B	

Etablissement émetteur :
Ramboll
Immeuble Le Cézanne
155 rue Louis de Broglie
13100 Aix-en-Provence
T +33 (0)4 42 90 74 96
F +33 (0)4 42 90 71 58
www.ramboll.com

SOMMAIRE

1.	CONTEXTE ET CONTENU DE L’ETUDE	1
1.1	Périmètre de l’étude	1
1.2	Contenu de l’étude	1
1.3	Cadre réglementaire	2
2.	MODELE DE DISPERSION ET DONNEES D’ENTREES	4
2.1	Description du modèle utilisé	4
2.2	Calcul des émissions	5
2.2.1	Emissions à l’échappement	5
2.2.2	Emissions de poussières liées à l’usure des équipements	6
2.2.3	Données trafic	7
2.3	Topographie, bâti et réseau routier	7
2.4	Données météorologiques	8
2.5	Pollution de fond	8
3.	MODELISATION DE LA SITUATION ACTUELLE	10
3.1	Calage du modèle sur les résultats de la campagne de mesures	10
3.1.1	Principe	10
3.1.2	Résultats du calage	10
3.2	Résultats de l’étude de modélisation pour la situation actuelle 2023 et comparaison aux valeurs réglementaires	12
3.2.1	Cartographie des concentrations moyennes annuelles de NO ₂	12
3.2.2	Cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5}	14
4.	MODELISATION DE LA SITUATION FUTURE AVEC PROJET EN 2030	15
4.1	Principe	15
4.2	Résultats de l’étude de modélisation pour la situation future avec projet et comparaison aux valeurs réglementaires	16
4.2.1	Cartographies des concentrations moyennes annuelles de NO ₂	16
4.2.2	Cartographies des concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5}	18
5.	CONCLUSIONS	19
	LIMITATIONS ET RESPONSABILITES	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du périmètre du projet de la Cité des Aînés à Firminy (en rose)	1
Figure 2 : Réseau routier pris en compte	5
Figure 3 : Paramètres utilisés dans la méthodologie COPERT pour le calcul des émissions liées au trafic routier	6
Figure 4 : Maquette numérique utilisée en entrée du modèle de dispersion pour la situation actuelle	7
Figure 5 : Rose des vents à la station de Saint-Etienne pendant la période 2021-2023	8
Figure 6 : Concentrations de NO ₂ modélisées sur la période du 4 au 18 septembre 2024	11
Figure 7 : Comparaison modèle/mesure des concentrations de NO ₂ (en µg/m ³) sur la période du 4 au 18 septembre 2024	11

Figure 8 : Concentrations moyennes annuelles de NO ₂ modélisées pour la situation actuelle 2023 (en µg/m ³).....	13
Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5} modélisées pour la situation actuelle 2023 (µg/m ³)	14
Figure 10 : Maquette numérique utilisée en entrée du modèle de dispersion pour la situation future intégrant le projet du bureau d'Architecte CRR	15
Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles de NO ₂ modélisées pour la situation avec projet (en µg/m ³).....	17
Figure 12 : Concentrations moyennes annuelles de PM _{2,5} modélisées pour la situation avec projet (en µg/m ³)	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Valeurs réglementaires applicables en France sur le long terme et recommandations OMS.....	3
Tableau 2 : Facteurs d’émission en PM ₁₀ et PM _{2,5} pour l'usure des pneus, des freins et des routes selon les catégories de véhicules	6
Tableau 3 : Niveaux de fond utilisé en entrée du modèle de dispersion	9

1. CONTEXTE ET CONTENU DE L’ETUDE

Ramboll France SAS (« Ramboll ») a réalisé cette évaluation conformément au cahier des charges défini dans notre proposition 234878, datée du 25 juin 2025.

1.1 Périmètre de l’étude

Porté par le groupe Deux Fleuves, un projet de création d’un EHPAD et d’une résidence autonomie, la Cité des Aînés, est envisagé à Firminy (42), près de Saint-Etienne. Situé entre le boulevard Fayol, la place Chanoine Chaussé et la nationale N88, ce projet s’intègre dans un environnement sensible en termes d’exposition à la pollution de l’air en raison de sa proximité immédiate avec la nationale N88 et sa tête de tunnel. Les émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier de cet axe posent des enjeux en termes de qualité de l’air.



Figure 1 : Localisation du périmètre du projet de la Cité des Aînés à Firminy (en rose)

1.2 Contenu de l’étude

La société Ramboll France (« Ramboll ») a été retenue par Deux Fleuves Habitat pour la réalisation d’une étude de modélisation 3D de la qualité de l’air à l’horizon de la livraison du projet d’EHPAD et de résidence Autonomie – La cité des Aînés. Cette étude intervient après la modélisation de l’état actuel de la qualité de l’air, qui a fait l’objet d’un rapport fourni début 2025 (rapport intégrant une campagne de mesure réalisée du 4 au 18 septembre 2024).

Ce rapport d’étude présente :

- Les résultats et conclusions de la modélisation 3D pour la situation actuelle, résultats ayant déjà fait l’objet d’un rapport et dont les éléments sont repris ici ;
- Les résultats et conclusions de la modélisation 3D pour la situation future intégrant le projet du bureau d’architecture CRR retenu par Deux Fleuves Habitat.

Ces études de modélisation ont été conduites en deux phases :

- Une première phase de modélisation de la situation actuelle réalisée en deux étapes :
 - La première étape a consisté à calibrer le modèle sur la période correspondant à la campagne de mesure, en comparant les résultats obtenus par le modèle avec les mesures de terrain ;
 - La seconde étape correspond à l'utilisation de ce modèle calibré pour le calcul des concentrations moyennes annuelles 2023 sur la zone, que l'on peut comparer aux valeurs réglementaires françaises en vigueur.
- Une deuxième phase de modélisation de la situation future à l'horizon 2030 une fois le projet réalisé. De la même manière, un calcul des concentrations moyennes annuelles et une comparaison aux valeurs réglementaires ont été réalisés.

Cette étude porte sur les principaux polluants réglementés émis par le trafic routier, à savoir le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines (PM_{2,5}). Une attention particulière a été portée sur le NO₂, qui reste l'un des polluants les plus préoccupants dans les agglomérations françaises et qui est un très bon « traceur » des émissions du trafic routier.

1.3 Cadre réglementaire

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont précisées dans la directive européenne n°2008/50/CE du 21 mai 2008 et dans la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces textes ont été transposés par la France par le décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air, abrogé par l'arrêté du 19 avril 2017 relatif au dispositif de surveillance de la qualité de l'air ambiant. Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). La définition de ces différentes valeurs repères est rappelée ci-dessous :

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

Les résultats de cette étude sont comparés aux valeurs applicables à une exposition long terme, indicateur le plus pertinent pour évaluer l'impact de projets d'aménagement. Ces valeurs limites réglementaires sont présentées en gras dans le tableau ci-après. A titre indicatif, les valeurs cibles, les objectifs de qualité et les recommandations de l'OMS ont également été reportés, comme les futures valeurs limites européennes applicables dès 2030.

Tableau 1 : Valeurs réglementaires applicables en France sur le long terme et recommandations OMS

Dioxyde d'azote NO₂		
Valeur limite actuelle	40 µg/m³	en moyenne annuelle
Objectif de qualité français	40 µg/m ³	en moyenne annuelle
<i>Future valeur limite européenne applicable dès 2030</i>	<i>20 µg/m³</i>	<i>en moyenne annuelle</i>
Recommandation OMS 2021	10 µg/m ³	en moyenne annuelle
Particules PM_{2,5}		
Valeur limite actuelle	25 µg/m³	en moyenne annuelle
Valeur cible	20 µg/m ³	en moyenne annuelle
Objectif de qualité français <i>Future valeur limite européenne applicable dès 2030</i>	10 µg/m ³	en moyenne annuelle
Objectif de qualité OMS 2021	5 µg/m ³	en moyenne annuelle

2. MODELE DE DISPERSION ET DONNEES D'ENTREES

2.1 Description du modèle utilisé

Les calculs aérauliques et de dispersion ont été réalisés grâce à une approche de mécanique des fluides (Computational Fluid Dynamics ou CFD). Le modèle **HELYX 2.5**¹, basé sur la plateforme OpenFOAM, a été utilisé. Les simulations ont été réalisées sur un Cluster de calcul LINUX.

Les meilleures pratiques ont été suivies pour construire le modèle numérique et le maillage de la zone d'étude². Finalement, une grille de calculs composée de plus de 39 millions de mailles a été construite. Cela correspond à une résolution spatiale de l'ordre de 30 cm sur le terrain, le bâti et les sources d'émission.

L'approche consiste tout d'abord à calculer de façon détaillée, pour chaque direction de vent, l'écoulement d'air autour des structures et des obstacles, en tenant compte de la topographie et de l'occupation des sols. L'écoulement aéraulique est calculé sur la base d'une approche stationnaire. Les équations de Navier-Stokes (RANS) sont résolues en utilisant un schéma de turbulence $k-\epsilon$ ³, avec discrétisation des équations au second ordre. Les profils de vent aux limites ont été configurés selon Richards and Hoxey⁴. Dans un second temps, les sources d'émission correspondant au trafic sur les axes routiers sont intégrées au modèle, et ces émissions sont dispersées selon l'écoulement calculé en amont. Il s'agit de l'approche la plus avancée dans le domaine de la modélisation de la qualité de l'air à échelle locale, car elle permet de prendre en compte de façon très précise les effets d'obstacles, de la topographie et de calculer précisément les niveaux de concentration sur les façades des bâtiments.

Les concentrations moyennes annuelles des polluants ont été calculées en considérant les seize secteurs de vent de 22,5° composant la rose des vents annuelle. Pour chaque secteur de vent, la vitesse moyenne des vents a été considérée et utilisée pour réaliser un calcul d'écoulement et de dispersion des émissions. Sur cette base, un « scaling » des concentrations a été réalisé sur chacune des conditions météorologiques horaires sur la période 2021-2023, et la moyenne calculée sur l'ensemble de la période.

La conversion chimique des émissions de NO_x en NO_2 a été réalisée sur la base de la relation empirique de Derwent-Middleton⁵. Les émissions de NO_x comprennent effectivement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2), sachant qu'une fraction significative du NO va s'oxyder et se transformer en NO_2 dans l'atmosphère, et que seul le NO_2 fait l'objet de valeurs limites pour la protection de la santé en France et en Europe.

Les concentrations annuelles des différents polluants ont finalement été calculées :

- A 1,5 m au-dessus du sol ;
- En façade des bâtiments et des équipements.

La section suivante présente les données utilisées pour alimenter le modèle. Ces données concernent les émissions issues du trafic, la topographie, les bâtiments, les données météorologiques et la pollution de fond.

¹ <https://engys.com/products/helyx>

² Franke, J., Schlünzen, H., Carissimo, B., 2007. Best practice guideline for the CFD simulation of flows in the urban environment. COST Action 732 – quality assurance and improvement of microscale meteorological models. Distributed by University of Hamburg (Germany), Meteorological Institute, ISBN:3-00-018312-4.

³ Shih, T.H., Liou, W.W., Shabbir, A., Yang, Z., Zhu, J., A new $k-\epsilon$ eddy viscosity model for high Reynolds number turbulent flows. *Computers and Fluids*, 24(3):227-238, 1995.

⁴ Richards, P.J., Hoxey, R.P., Appropriate boundary conditions for computational wind engineering models using the $k-\epsilon$ turbulence model. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 46&47, 145-153, 1993.

⁵ Derwent, R.G. and Middleton, D.R., 1996, An empirical function for the ratio $\text{NO}_2:\text{NO}_x$, *Clean Air*, 26, 57-60.

2.2 Calcul des émissions

2.2.1 Emissions à l'échappement

La principale source de polluants dans la zone d'étude est le trafic routier local. La Figure 2 présente le réseau routier pris en compte pour le calcul d'émissions et la modélisation.

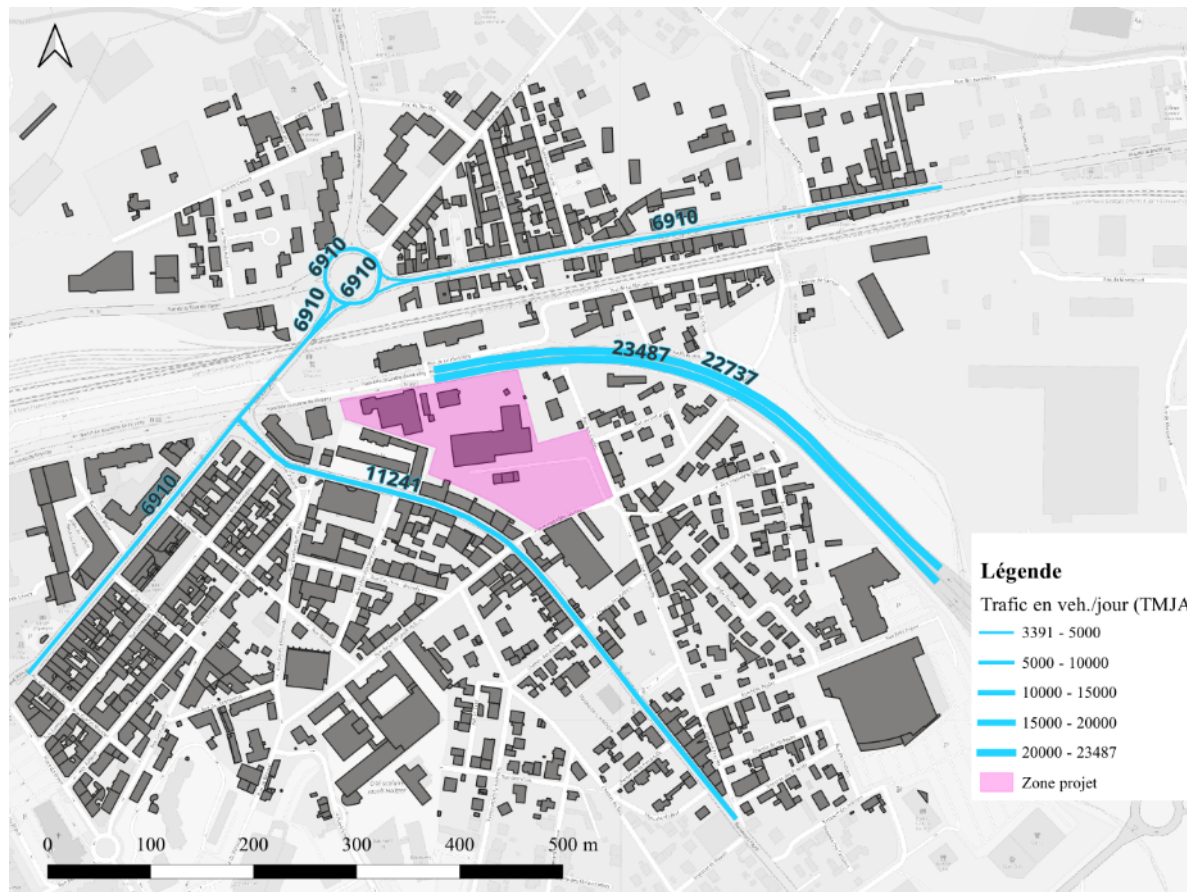


Figure 2 : Réseau routier pris en compte

Le calcul d'une émission résulte du produit d'un facteur d'émission par une activité. Ainsi, pour un axe routier défini par son trafic et sa vitesse de circulation, l'émission d'un polluant donné (en g/km/s) sera obtenue en multipliant des données de trafic (typiquement des Trafics Moyens Journaliers Annuels, ou TMJA) par un facteur d'émission (émission unitaire par véhicule).

Les facteurs d'émission utilisés pour caractériser les émissions à l'échappement des véhicules proviennent de l'outil COPERT 5.

COPERT 5 est l'outil de référence pour le calcul des émissions routières. Il est développé dans le cadre de plusieurs projets européens par le JRC (Joint Research Center, Centre de recherche de la Commission Européenne) d'Ispra en Italie et ce développement est coordonné par l'Agence Européenne pour l'Environnement EEA. La méthodologie employée dans cet outil est l'approche la plus sophistiquée disponible pour le calcul des émissions routières (EMEP 2023)⁶. Plus précisément, COPERT 5 produit des facteurs d'émission qui intègrent de nombreux paramètres tels que :

- Le trafic des différentes catégories de véhicules (répartition par catégorie) ;
- Le parc de véhicules en circulation (répartition par norme Euro, motorisation, cylindrée, ...) ;
- Les caractéristiques des axes (nombre de voies, capacité, pente, ...) ;
- Des paramètres complémentaires (météorologie, conditions de circulation, ...).

⁶ EMEP/routes (2023). EMEP/EEA Report No 13/2023. Air Pollutant Emission inventory guidebook. 1.A.3.b.i-iv Road transport 2023, 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear 2023



Figure 3 : Paramètres utilisés dans la méthodologie COPERT pour le calcul des émissions liées au trafic routier

Le parc roulant considéré dans cette étude correspond au parc automobile français compilé par l'IFSTAR⁷.

2.2.2 Emissions de poussières liées à l'usure des équipements

Les émissions de particules liées à l'usure des pneus, des freins et des routes ont également été prises en compte. Ces émissions, non calculées par la méthodologie COPERT, ont été déterminées selon la méthodologie EMEP/routes (2023), et sont reportées dans le Tableau 2 suivant.

Tableau 2 : Facteurs d'émission en PM₁₀ et PM_{2,5} pour l'usure des pneus, des freins et des routes selon les catégories de véhicules

Type de véhicule	Facteur d'émission (g/km/véhicule)			
	PM ₁₀		PM _{2,5}	
	Usure des pneus et des freins	Usure des routes	Usure des pneus et des freins	Usure des routes
Deux-roues	0,0064	0,0030	0,0034	0,0016
VL <i>Véhicules Légers</i>	0,0138	0,0075	0,0074	0,0041
VUL <i>Véhicules utilitaires Légers</i>	0,0216	0,0075	0,0117	0,0041
PL <i>Poids Lourds</i>	0,0590	0,0380	0,0316	0,0205

⁷ Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux

2.2.3 Données trafic

Comme expliqué précédemment, le volume de trafic est l'une des données clefs pour évaluer les émissions des polluants sur un axe donné. Les émissions ont été calculées à partir de trafics moyens journaliers annuels (TMJA) issus :

- De la Direction interdépartementale des routes Centre-Est (DIRCE) en ce qui concerne la route nationale RN88 (année 2023) ;
- Du diagnostic circulation CPEV à partir de comptages réalisés entre le 13 et 19 septembre 2024 pour les autres axes de la zone d'étude et définies comme valeurs moyennes de trafic (TMJA).

Ces données ont été utilisées et intégrées à la modélisation pour la situation initiale.

2.3 Topographie, bâti et réseau routier

La topographie et le bâti sont respectivement issus des bases de données LIDAR® et BD TOPO® de l'IGN⁸. Afin de bien prendre en compte l'effet aérodynamique de l'environnement du domaine d'étude et d'obtenir de bonnes conditions aux limites, les bâtiments compris dans un rayon d'environ 500 m autour du projet ont été modélisés explicitement et intégrés dans les calculs. Au-delà et jusque dans un rayon de 2 500 m autour de la zone d'étude, l'occupation des sols a été simplifiée et représentée par un paramètre de rugosité correspondant à un sol bâti de type périurbain ($z_0 = 0,5$ m). Les données relatives au réseau routier sont issues de la base BD TOPO®.

La maquette numérique finalement construite est présentée sur la Figure 3 ci-dessous. Les axes routiers modélisés sont représentés en couleur sur la figure.

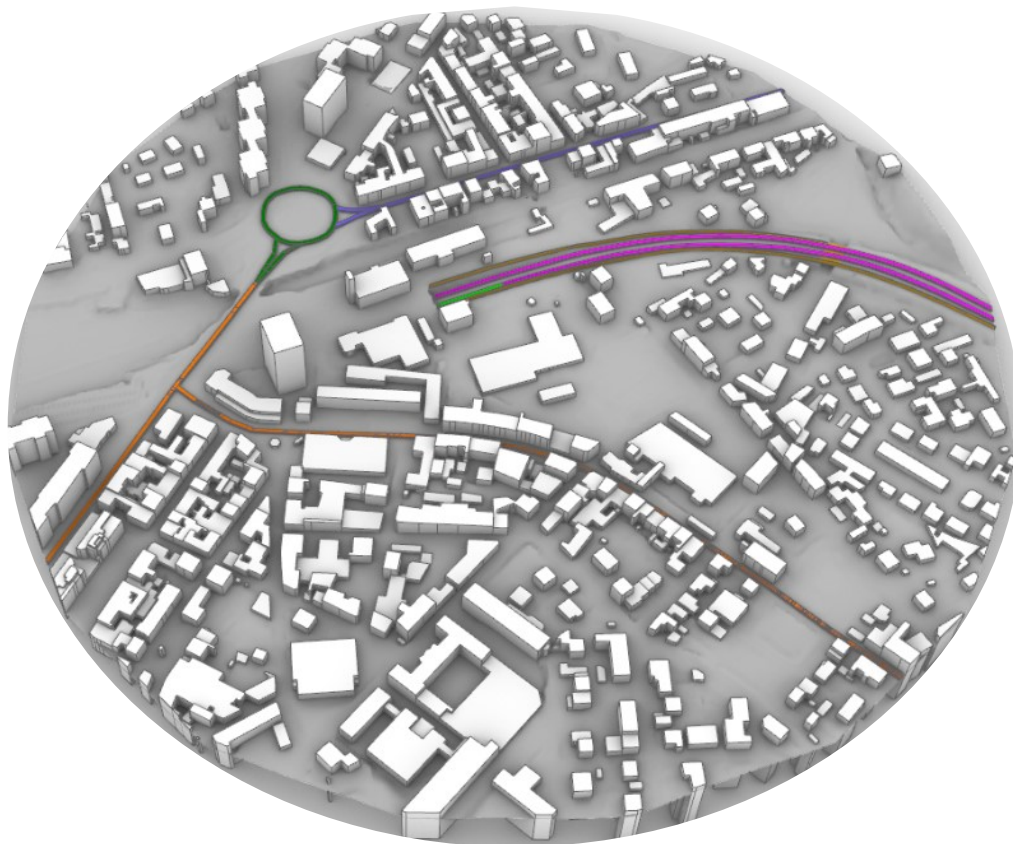


Figure 4 : Maquette numérique utilisée en entrée du modèle de dispersion pour la situation actuelle

⁸ <https://geoservices.ign.fr/documentation/donnees/vecteur/bdtopo>

2.4 Données météorologiques

Les données météorologiques retenues pour les calculs sont celles observées à la station Météo France de Saint-Etienne. Comme on l'a vu et afin d'évaluer des concentrations moyennes de polluants représentatives, les calculs de concentration ont été réalisés sur une période de trois années météorologique complètes (2021-2023). La rose des vents correspondante est présentée sur la Figure 5 ci-après. Elle montre des vents faibles à moyens provenant principalement d'un secteur allant du sud-ouest au nord/nord-ouest.

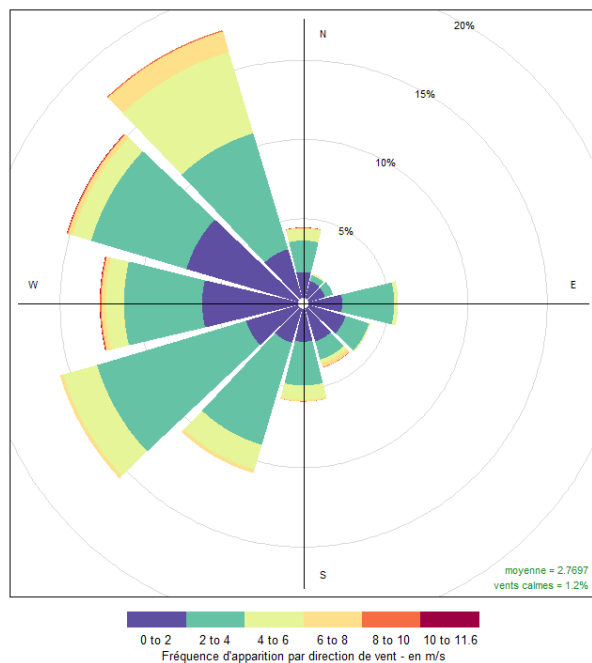


Figure 5 : Rose des vents à la station de Saint-Etienne pendant la période 2021-2023

Dans la mesure où l'on travaille à des échelles où les effets d'obstacle et de rugosité conditionnent en très grande majorité le niveau de turbulence, le choix a été fait de travailler en condition de stabilité thermique neutre. Les effets de stabilité thermique, qui peuvent jouer un rôle important à l'échelle de l'agglomération (par exemple les épisodes de forte stabilité en période hivernale), sont pris en compte dans le niveau de pollution de fond qui est une donnée d'entrée du modèle.

2.5 Pollution de fond

Les axes routiers pris en compte ne sont pas les seules sources de pollution pouvant contribuer aux concentrations observées sur la zone d'étude. Lorsque l'on s'éloigne de quelques centaines de mètres de ces axes, les niveaux de concentration ne sont pas nuls et correspondent à ceux observés dans les zones de l'agglomération moins exposées aux sources de pollution (zones à faible trafic, parcs, etc...). Les différentes sources de pollution de l'agglomération vont contribuer à ce niveau de fond qu'il va falloir intégrer au modèle pour que les concentrations finales (contribution des axes routiers + pollution de fond) soient réalistes.

Pour les calculs sur une année complète (au cours de laquelle la pollution de fond est a priori différente de celle rencontrée pendant les quinze jours de campagne), les niveaux de fond en NO_x et $\text{PM}_{2.5}$ ont été déterminés à partir de la station de mesure Saint-Etienne Sud et des cartographies disponibles en ligne sur le site d'Atmo Auvergne Rhône Alpes (ATMO AURA) en situation de fond urbain ([Site internet ATMO AURA – Cartographies annuelles 2023](#)).

Tableau 3 : Niveaux de fond utilisé en entrée du modèle de dispersion

Polluant	Niveau de fond annuel estimé (d'après cartes de pollution Atmo AURA pour l'année 2023)
NO ₂	12,0 µg/m ³
PM _{2.5}	8,0 µg/m ³

3. MODELISATION DE LA SITUATION ACTUELLE

3.1 Calage du modèle sur les résultats de la campagne de mesures

3.1.1 Principe

Comme évoqué plus haut, le principe du calage est d'ajuster le modèle pour que ses résultats durant la campagne de mesures soient conformes aux mesures de terrain. Une fois calé, le modèle est considéré comme validé et peut être utilisé pour modéliser des plus longues périodes (trois années météorologiques dans notre cas) afin de pouvoir comparer les résultats aux valeurs réglementaires annuelles.

3.1.2 Résultats du calage

La Figure 6 ci-dessous présente les niveaux de concentration de NO₂ modélisés sur la période de la campagne avec des points de mesures notés de P1 à P13. Pour cette modélisation, la pollution de fond retenue est la valeur minimale mesurée lors de la campagne, à savoir 10,8 µg/m³.

La Figure 7 présente la comparaison des concentrations modélisées pour le NO₂ à celles mesurées du 4 au 18 septembre 2024.

L'écart modèle/mesure est globalement inférieur à 19%, ce qui montre une bonne corrélation entre les deux séries de valeurs. Les écarts les plus importants entre la mesure et le modèle se situent sur les points de proximité automobile. Cela peut s'expliquer par des écarts entre les deux périodes de mesure trafic (relevés point de comptage) et qualité de l'air (campagne de mesure), et un très fort gradient des concentrations à proximité des voies (très forte décroissance) qu'il est parfois difficile de reproduire précisément. Ces résultats sont d'autant plus positifs que le NO₂ est le polluant traceur du trafic automobile.

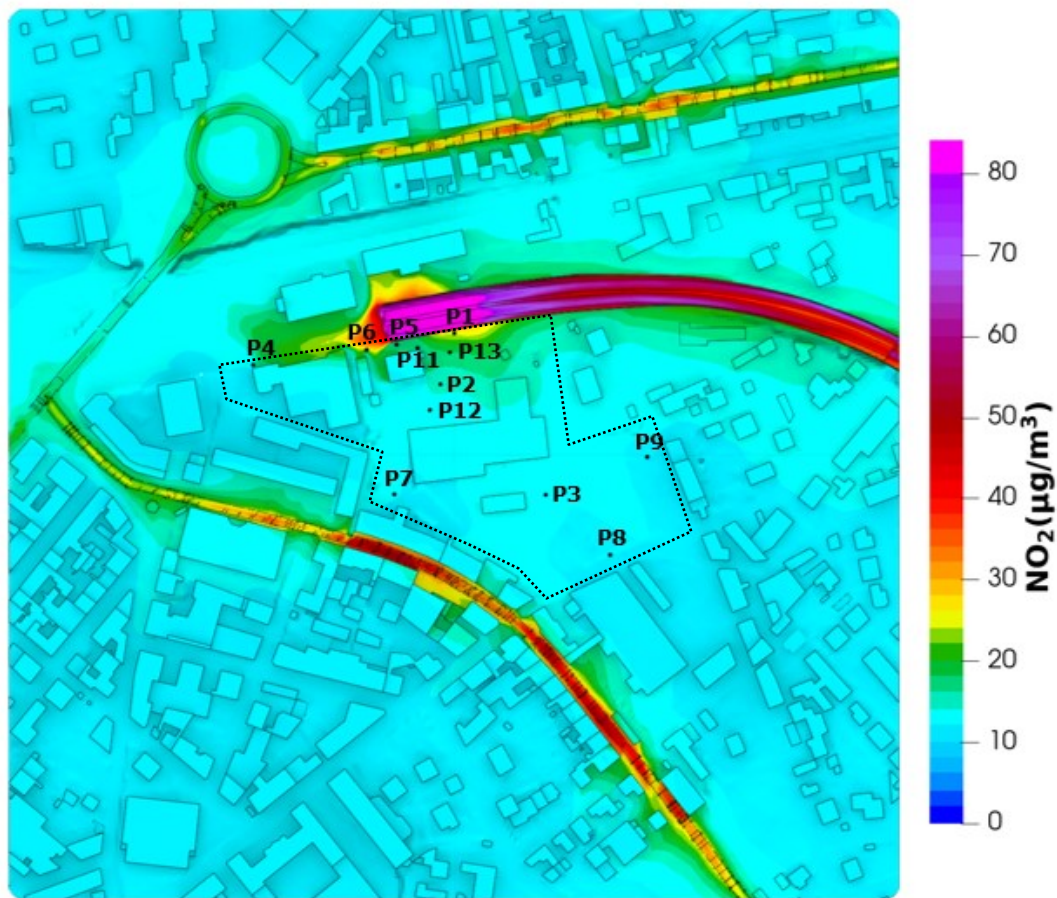


Figure 6 : Concentrations de NO₂ modélisées sur la période du 4 au 18 septembre 2024

Points	Mesures	Modèle	%
P1	26,70	24,71	-7%
P2	16,10	14,38	-11%
P3	11,70	23,33	4%
P4	13,00	13,78	6%
P5	20,90	16,86	-19%
P6	19,60	22,93	17%
P7	12,40	12,04	-3%
P8	10,80	11,63	8%
P9	12,30	11,85	-4%
P11	21,20	17,53	-17%
P12	15,60	13,45	-14%
P13	NA	17,94	NA

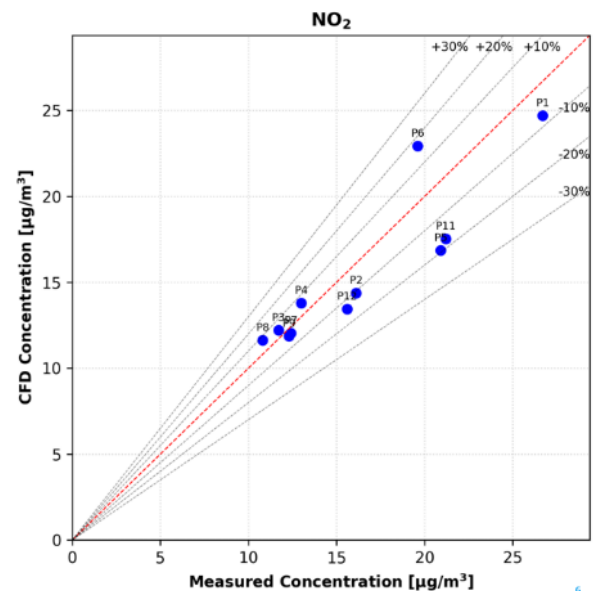


Figure 7 : Comparaison modèle/mesure des concentrations de NO₂ (en µg/m³) sur la période du 4 au 18 septembre 2024

3.2 Résultats de l'étude de modélisation pour la situation actuelle 2023 et comparaison aux valeurs réglementaires

3.2.1 Cartographie des concentrations moyennes annuelles de NO₂

La Figure 8 ci-après présente les résultats des concentrations moyennes de NO₂ sur le domaine d'étude. Il s'agit de concentrations moyennes annuelles, directement comparables aux standards réglementaires long termes relatifs à la qualité de l'air.

Les valeurs calculées au niveau des points de mesure sont reportées dans le tableau accompagnant la figure. On retiendra que les valeurs de concentration dépassent la valeur limite de 40 µg/m³ en moyenne annuelle sur les voies de circulation et au niveau de la sortie du tunnel et sur la place Chanoine Chaussé. Si les concentrations dépassent cette valeur limite sur les voies de circulation, elles décroissent rapidement lorsque l'on s'éloigne du trafic. On peut observer que les concentrations sont inférieures à 40 µg/m³ sur tous les points. Les points situés à l'intérieur du périmètre d'étude et à proximité des axes à faible trafic révèlent des concentrations inférieures à 27 µg/m³. En s'éloignant de ces axes routiers, les niveaux baissent pour se rapprocher progressivement des niveaux de fond à 10 µg/m³. On retiendra que les zones les plus exposées du projet se situent dans la partie nord, et plus particulièrement en bordure de la RN88 à proximité du tunnel.

L'ensemble des concentrations modélisées dépasse en revanche les valeurs de recommandation publiées par l'OMS (2021), valeurs par ailleurs dépassées sur l'intégralité de la commune.

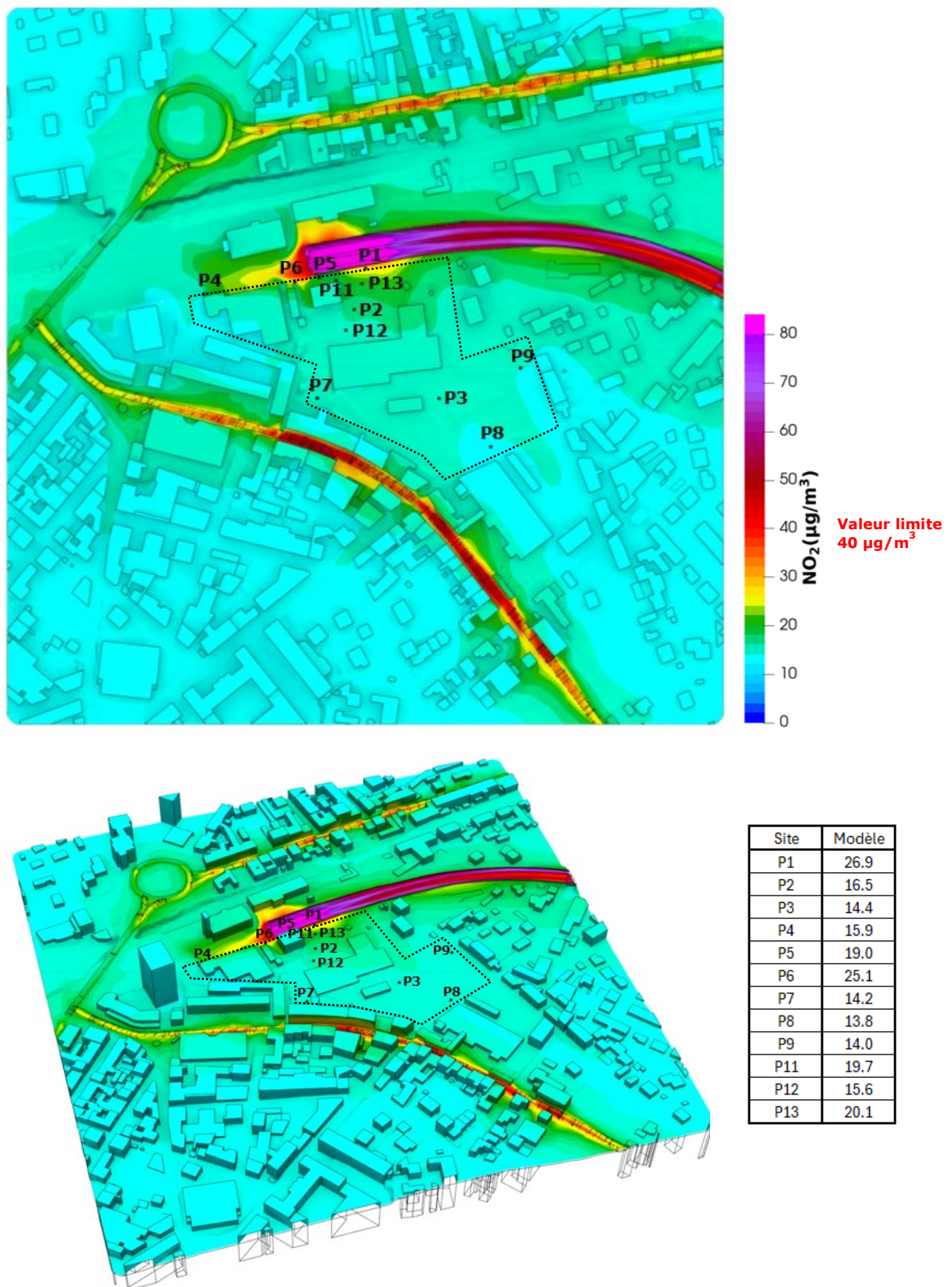


Figure 8 : Concentrations moyennes annuelles de NO₂ modélisées pour la situation actuelle 2023 (en µg/m³)

3.2.2 Cartographie des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$

De la même façon, les niveaux de concentration en $PM_{2,5}$ sont relativement faibles à l'intérieur du périmètre d'étude et respectent à la fois la valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et la valeur cible de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'exception de la sortie du tunnel sur la nationale N88 et le boulevard Fayol. Les concentrations dépassent la valeur recommandée par l'OMS ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur l'ensemble de la zone d'étude en raison d'un niveau de fond retenu de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

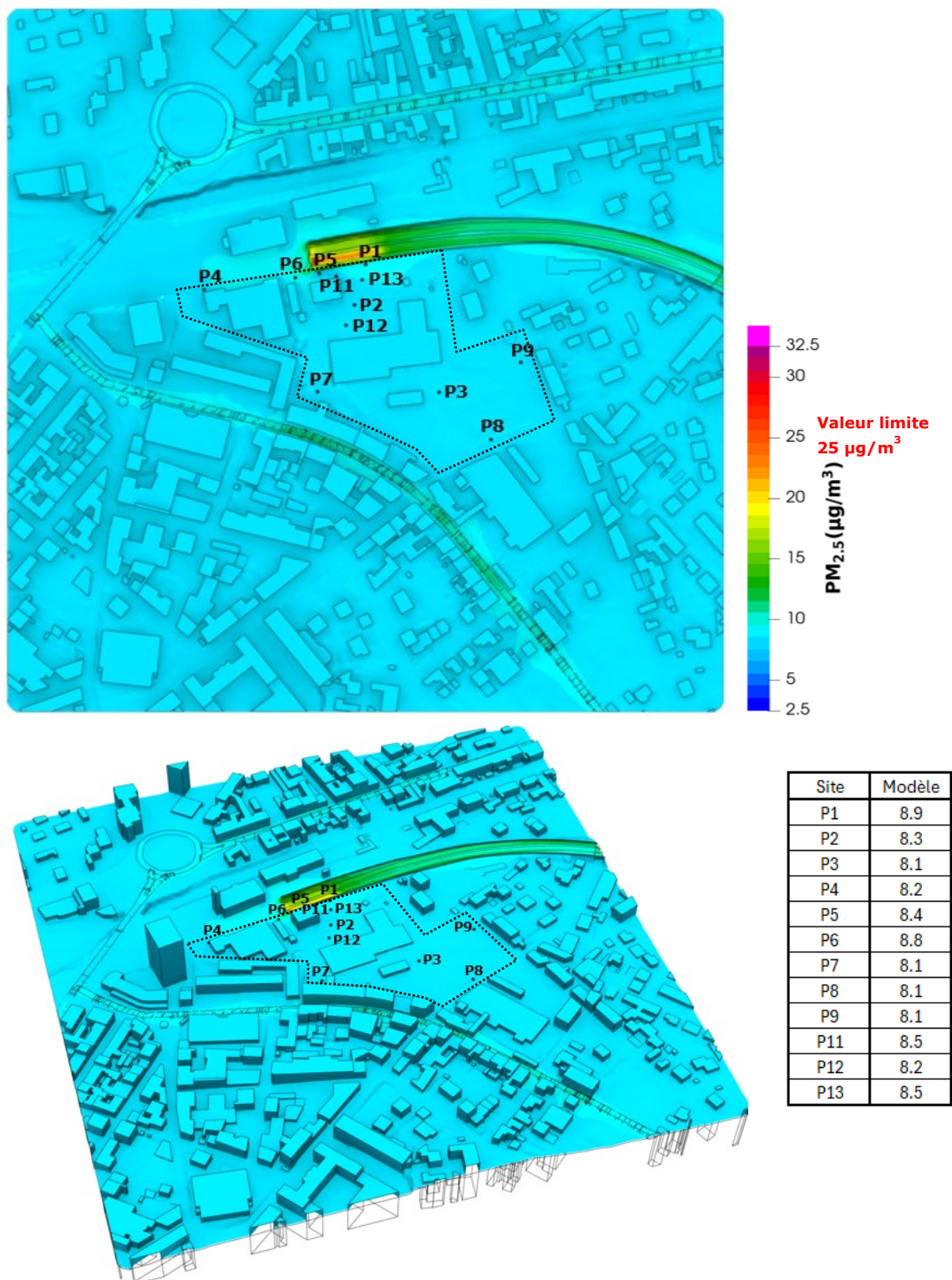


Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ modélisées pour la situation actuelle 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4. MODELISATION DE LA SITUATION FUTURE AVEC PROJET EN 2030

4.1 Principe

Pour l'évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2030 lorsque le projet sera réalisé, la même méthodologie que celle présentée au paragraphe 2 pour la modélisation de la situation actuelle a été mise en œuvre.

Seules les modifications suivantes ont été apportées :

- L'évolution du parc automobile français à l'horizon 2030 a été prise en compte dans le calcul des émissions de polluants sur l'ensemble du réseau routier considéré.
- La maquette 3D de la zone d'étude a été modifiée en conséquence afin de prendre en compte le projet d'aménagement de la Cité des Aînés proposé par le bureau d'architecte. La maquette numérique finalement construite pour la situation future est présentée sur la Figure 10 ci-dessous.



Figure 10 : Maquette numérique utilisée en entrée du modèle de dispersion pour la situation future intégrant le projet du bureau d'Architecte CRR

Les autres paramètres ont été considérés constants entre la modélisation de la situation actuelle et celle de la modélisation future, à savoir :

- L'intégration d'une pollution de fond 2023 pour les deux situations, hypothèse majorante étant donné que cette pollution de fond devrait baisser d'ici 2030 ;
- Les mêmes données météorologiques basées sur la période 2021-2023 ;
- Une stagnation du trafic de véhicules sur les axes routiers.

4.2 Résultats de l'étude de modélisation pour la situation future avec projet et comparaison aux valeurs réglementaires

4.2.1 Cartographies des concentrations moyennes annuelles de NO₂

La Figure 11 ci-après présente les résultats des concentrations moyennes de NO₂ sur le domaine d'étude pour la situation future avec projet à l'horizon 2030. De la même façon que pour la situation actuelle, il s'agit de concentrations moyennes annuelles, directement comparables aux standards réglementaires long termes relatifs à la qualité de l'air. Les valeurs calculées au niveau des points de mesure sont reportées dans le tableau accompagnant la figure, à l'exception du point P3, exclu de l'analyse car désormais situé au niveau d'un bâtiment du projet.

Les résultats de la modélisation apportent les informations suivantes :

- Dans l'ensemble, entre la situation 2023 et la situation 2030 avec projet, une baisse des concentrations modélisées en dioxyde d'azote NO₂ est attendue sur la zone modélisée en lien avec la baisse des émissions de NO_x. En effet, l'amélioration technologique du parc routier prévue pendant cette période aura un impact significatif sur les niveaux de polluants rencontrés à proximité des axes routiers ;
- A l'extérieur du périmètre du projet de la Cité des Aînés, et malgré la baisse des concentrations attendue, les concentrations au niveau des voies de circulation, de la sortie du tunnel et de la place Chanoine Chaussé devraient continuer de dépasser la valeur limite actuelle de 40 µg/m³ en moyenne annuelle ;
- Sur le périmètre du projet de la Cité des Aînés, on observe que :
 - comme pour la situation 2023, les concentrations devraient rester inférieures à la valeur limite annuelle actuelle de 40 µg/m³ pour l'ensemble des points. En effet, les niveaux en NO₂ à proximité des axes routiers seront inférieures à 23 µg/m³ en situation 2030 avec projet contre 27 µg/m³ en situation 2023. On notera qu'une modification des concentrations en NO₂ à proximité immédiate de la RN88 est observée à la suite de la suppression d'un bâtiment situé entre les points P4 et P6. Cette suppression entraîne une hausse locale et confinée des concentrations de NO₂ en limite de propriété jusqu'à une concentration de l'ordre de 30 µg/m³ du fait de la modification de l'écoulement d'air dans la zone ;
 - La nouvelle valeur limite européenne fixée à 20 µg/m³ en moyenne annuelle à l'horizon 2030 serait uniquement dépassée au nord de l'emprise des bâtiments du projet entre la N88 et la façade nord du bâtiment existant proche des points P11 et P5, sur une distance de quelques mètres seulement alors que cette future valeur limite était dépassée sur une trentaine de mètres dans la situation 2023 ;
 - Les concentrations modélisées resteront en dessous de la valeur de 15 µg/m³ sur la façade nord du bâtiment projet (proche des points P2 et P12) montrant ainsi l'efficacité de la mise à distance des bâtiments du projet, alors situés à 30 mètres environ de la nationale N88 ;
- L'ensemble des concentrations modélisées dépasse en revanche les valeurs de recommandation récemment publiées par l'OMS (2021), valeurs par ailleurs dépassées par la valeur de pollution de fond retenue pour la situation initiale 2023 et l'horizon 2030.

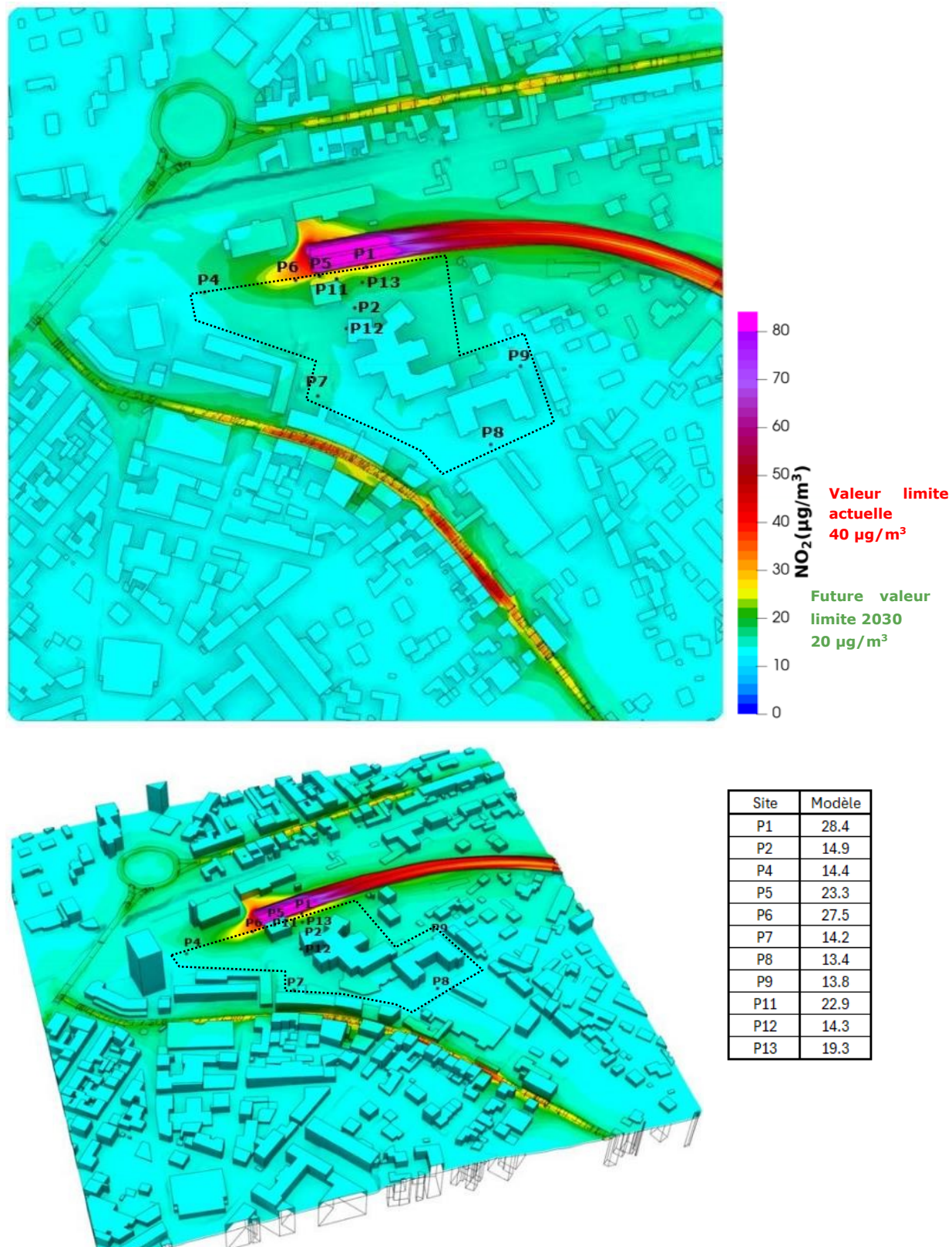


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles de NO₂ modélisées pour la situation avec projet (en µg/m³)

4.2.2 Cartographies des concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$

Comme pour la situation initiale, les niveaux de concentration en $PM_{2,5}$ sont relativement faibles sur la zone d'étude et respectent à la fois la valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et la valeur cible de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'exception de la sortie du tunnel sur la nationale N88 et le boulevard Fayol. Les concentrations dépassent la valeur recommandée par l'OMS ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur l'ensemble de la zone d'étude en raison d'un niveau de fond retenu de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, l'amélioration technologique restant relativement peu impactante sur les résultats en situation future. Les valeurs sont comprises entre 8 et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'intérieur du périmètre du projet.

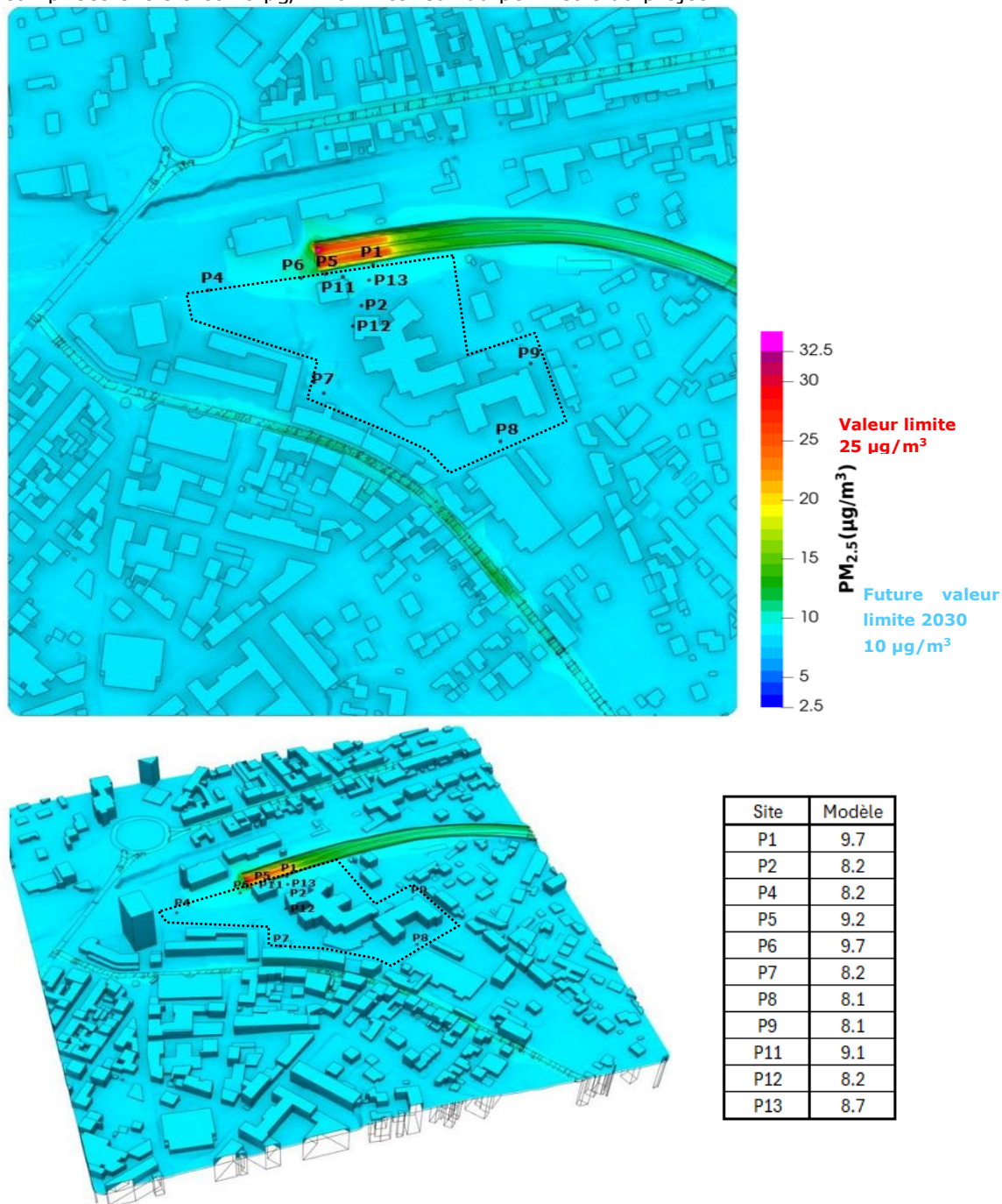


Figure 12 : Concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ modélisées pour la situation avec projet (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

5. CONCLUSIONS

Porté par le groupe Deux Fleuves, le projet de création d'un EHPAD et d'une résidence autonomie, la Cité des Aînés, est envisagé à Firminy (42). Situé entre le boulevard Fayol, la place Chanoine Chaussé et la nationale N88, ce projet s'intègre dans un environnement sensible en termes d'exposition à la pollution de l'air en raison de sa proximité immédiate avec la nationale N88 et sa tête de tunnel.

Deux Fleuves Habitat a souhaité disposer d'éléments permettant de qualifier l'état de la qualité de l'air dans le cadre de la création du projet d'EHPAD et de la résidence autonomie La Cité des Aînés à Firminy (42), et a sollicité Ramboll/Ispira pour réaliser cette évaluation qui a été effectuée en deux temps :

- un premier temps de caractérisation de la qualité de l'air en situation actuelle afin de disposer d'informations suffisantes sur les niveaux de pollution rencontrés sur l'emprise du projet et ainsi prendre les dispositions adéquates en termes de conception de projet,
- un deuxième temps d'évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2030 en intégrant le projet d'aménagement retenu.

Basée sur de la modélisation en 3D de la dispersion des polluants atmosphériques, cette étude a porté sur les principaux polluants réglementés émis par le trafic routier, à savoir le dioxyde d'azote (NO_2) et les particules fines ($\text{PM}_{2,5}$). Une attention particulière a été portée sur le NO_2 , qui reste l'un des polluants les plus préoccupants dans les agglomérations françaises et qui est un très bon « traceur » des émissions du trafic routier.

Les conclusions de cette étude sont les suivantes.

Situation actuelle

Les résultats montrent que sur le périmètre du projet de la Cité des Aînés, les valeurs limites applicables aux concentrations moyennes annuelles sont respectées pour les deux polluants étudiés. Pour le NO_2 , les valeurs évoluent entre environ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ jusqu'à un maximum de $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au nord de la parcelle, à proximité immédiate de la nationale N88, en lien avec le trafic routier associé. Cette valeur maximale modélisée correspond à 68 % de la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Sur la partie sud de l'emprise du projet, les concentrations moyennes annuelles de NO_2 sont de l'ordre de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En ce qui concerne les $\text{PM}_{2,5}$, les concentrations modélisées sur la zone d'étude respectent également les valeurs réglementaires françaises (valeur limite de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et la valeur cible de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), et ne dépassent pas $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le périmètre du projet.

Situation future avec projet, horizon 2030

Entre 2023 et 2030, une baisse des concentrations de NO_2 est attendue dans la zone modélisée, en lien avec l'amélioration technologique des véhicules et la baisse des émissions de NO_x associée. Malgré cette baisse généralisée, les concentrations de NO_2 sur les voies de circulation, la sortie du tunnel et la place Chanoine Chaussé devraient continuer à dépasser la limite actuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour la situation future avec projet en 2030.

Sur le périmètre du projet de la Cité des Aînés, les résultats montrent qu'en 2030 :

- Les concentrations resteront inférieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour tous les points avec des niveaux autour de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ près des axes routiers (contre $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023). Cette valeur maximale modélisée correspond à 58 % de la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. On notera

qu'une modification des concentrations en NO₂ à proximité immédiate de la RN88 est observée à la suite de la suppression d'un bâtiment situé entre les points P4 et P6. Cette suppression entraîne une hausse locale et confinée des concentrations de NO₂ en limite de propriété jusqu'à une concentration de l'ordre de 30 µg/m³ du fait de la modification de l'écoulement d'air dans la zone.

- La nouvelle limite européenne de 20 µg/m³ en moyenne annuelle serait seulement dépassée sur quelques mètres au nord des bâtiments du projet, contrairement à 2023 où cette valeur était dépassée sur environ trente mètres.
- Les concentrations modélisées sur la façade nord du bâtiment projet resteront en dessous de 15 µg/m³, démontrant l'efficacité de la mise à distance des bâtiments du projet, situés à 30 mètres de la RN88.

En ce qui concerne les PM_{2,5}, les concentrations modélisées respectent les valeurs réglementaires françaises actuelles (valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle et la valeur cible de 20 µg/m³) et la valeur réglementaire applicable en 2030 (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

On retiendra par ailleurs que cette étude a été conduite sur la base d'hypothèses majorantes, en particulier la prise en compte d'une pollution de fond constante jusqu'en 2030 qui ne prend pas en compte l'amélioration générale de la qualité de l'air observée dans les villes françaises en raison des politiques publiques mises en œuvre à échelle nationale et européenne. On peut donc s'attendre à ce que les niveaux modélisés en 2030 surestiment les concentrations qui seront réellement observées. La valeur guide de 5 µg/m³ recommandée par l'OMS pour les PM_{2,5} devrait néanmoins être encore dépassée en 2030 sur l'ensemble de l'agglomération.

En conclusion, cette étude montre que le projet de création de la Cité des Aînés à Firminy n'aura pas d'impact direct sur la qualité de l'air, et que seule l'extrême nord de la parcelle du projet pourrait être concernée par un dépassement de la valeur limite des concentrations moyennes de NO₂ applicable en 2030.

LIMITATIONS ET RESPONSABILITES

Ramboll France SAS ("Ramboll") a rédigé ce document à l'usage exclusif du client selon l'accord entre Ramboll et le client qui établit, entre autres, l'objectif, le cadre et les termes et conditions de la mission. Aucune autre garantie, exprimée ou implicite, n'est donnée quant aux jugements professionnels inclus dans ce document, ou concernant tout sujet qui n'entrerait pas dans le cadre de la mission convenue avec le client ou qui ne répondrait pas aux objectifs visés par le document et le cahier des charges associé, ou concernant tout autre service fourni par Ramboll.

Afin de mener à bien sa mission et rédiger ce document, Ramboll s'est appuyé sur les données publiques disponibles et sur les informations fournies par le client et par des tiers. En conséquence, les conclusions présentées dans ce document ne sont valides que dans la mesure où les informations fournies à Ramboll étaient correctes, complètes et disponibles à la date d'émission du document.

La mission de Ramboll ne peut être considérée comme un conseil juridique, et ne représente pas une revue exhaustive des conditions ou de la conformité réglementaire des sites considérés. Le présent document et ceux qui l'accompagnent ont pour seul destinataire le client. Ils ne peuvent être utilisés ni divulgués à toute autre personne, en partie ou dans leur intégralité, sans l'autorisation écrite expresse préalable de Ramboll. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers, à moins d'un accord formel préalable, à la seule discrétion de Ramboll.