



Projet de modification du plan local d'urbanisme de la ville d'Orange

ETUDE AIR ET SANTE



Projet de modification du plan local d'urbanisme de la ville d'Orange

Rapport d'étude

Commune de Orange (Vaucluse)

Etude air et santé

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
V0	Rapport d'étude	AEH	ERY		Mai 2022

Unité Risques Industriels & maritimes, Sanitaires et Chimiques
2 avenue Lacassagne, 69 425 Lyon Cedex 03 – TEL : 04 37 65 38 00

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. VALEURS REPÈRES	7
2.1. Réglementation française.....	7
2.2. Lignes directrices de l’OMS.....	9
3. CARACTÉRISATION DE L’ÉTAT INITIAL	11
3.1. Caractérisation des populations de l’aire d’étude.....	11
3.2. Outils de planification	12
3.3. Caractérisation de la qualité de l’air dans le domaine d’étude. 13	
3.3.1. Caractérisation de la qualité de l’air sur la région Provence-Alpes-Côte d’Azur	13
3.3.2. Caractérisation de la qualité de l’air pour le département du Vaucluse	13
3.3.3. Caractérisation de la qualité de l’air pour la ville de Orange	15
3.4. caractérisation de la situation actuelle par des mesures in-situ 16	
3.4.1. Méthodologie de mesure du NO ₂ par tubes passifs	16
3.4.2. Emplacement des sites de mesures.....	17
3.4.3. Résultats de la campagne	20
3.5. Caractérisation de la qualité de l’air par modélisation.....	23
3.5.1. Réseau d’étude et trafic	23
3.5.2. Inventaire des émissions polluantes routières	25
3.5.3. Modélisation des concentrations en polluants	27
4. IMPACTS ET MESURES	32
4.1. Rappel des effets de la pollution atmosphérique sur la santé..	32
4.2. Impacts des projets d’urbanisation sur le périmètre de l’OAP sur la qualité de l’air	33
4.3. Recommandations	33
5. CONCLUSION	35
ANNEXE 1 RÉSULTATS DÉTAILLÉS DES MESURES	36

TABLEAUX

Tableau 1 Seuils relatifs aux polluants atmosphériques.....	8
Tableau 2 Seuil relatifs aux particules PM _{2,5}	9
Tableau 3 Valeurs cibles au 31 décembre 2012 (métaux lourds et HAP)	9
Tableau 4 Niveaux de qualité de l'air recommandés et cibles intermédiaires - Lignes directrices de l'OMS, septembre 2021	10
Tableau 5 Zones résidentielles et zones industrielles.....	11
Tableau 6 - Données météorologiques pendant la campagne de mesures du 09 mars au 25 mars 2022 - Station Météo France d'Orange	18
Tableau 7 - Concentrations moyennes en NO ₂ pendant la campagne de mesure	21
Tableau 8 Facteurs d'émissions pour l'Arsenic et le Nickel en mg/kg de carburant	26
Tableau 9 Facteurs d'émission pour le benzo(a)pyrène en µg/km	26
Tableau 10 Emissions globales pour les différents scénarios étudiés dans l'aire d'étude en grammes par jour	26
Tableau 11 Concentration en NO ₂ du fait des sources modélisées aux points récepteurs pour l'état initial sans et avec prise en compte de la pollution de fond	30

FIGURES

Figure 1 Domaine de l'étude.....	11
Figure 2 Localisation des lieux sensibles.....	12
Figure 3 Tendances de l'évolution régionale des concentrations d'ozone (O ₃), de dioxydes d'azote (NO ₂), de particules fines (PM ₁₀), de dioxyde de soufre (SO ₂) et de monoxyde de carbone (CO) de 1990 à 2017	13
Figure 4 Niveaux de dioxyde d'azote dans le Vaucluse en 2018 (Source : AtmoSud)	14
Figure 5 Niveaux en particules PM ₁₀ dans le Vaucluse en 2018 (Source : AtmoSud)	15
Figure 6 Comparaison de la qualité de l'air pour la commune d'Orange en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite)	16
Figure 7 - Système de protection contre les intempéries	17
Figure 8 Localisation des points de mesure air Conditions météorologiques	18
Figure 9 - Rose des vents du 09/03 au 25/03/2022	19
Figure 10 Rose des vents de la station Orange sur la période 1981 à 2008 (Source : Météo France)	20
Figure 11 - Concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³) pendant la campagne de mesure	22
Figure 12 Concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³) pendant la campagne de mesures pour le transect situé à l'ouest de la RN7.....	23
Figure 13 Réseau d'étude	24
Figure 14 TMJO des différents tronçons	25
Figure 15 Rugosité de la zone d'étude.....	28
Figure 16 Rose des vents sur la station Météo France d'Orange - période 1991 - 2010.....	29
Figure 17 Contribution des sources modélisées aux concentrations moyennes dans l'air en NO ₂ (µg/m ³).....	30
Figure 18 Conséquences de la pollution atmosphérique, source : Programme de surveillance air et santé, InVS 2014	32

1. INTRODUCTION

L'entrée de ville nord d'Orange est marquée par son manque d'urbanité. L'espace y a été aménagé sans véritable cohérence, au gré des opportunités, créant des « coupures » urbaines.

Ainsi, on trouve sur ce secteur :

- Un ensemble de friches et de surfaces commerciales vieillissantes de type « périurbaines »,
- Une résidence de logements locatifs sociaux (résidence de l'Aygues), à l'état général très dégradé,
- Quelques parcelles agricoles résiduelles,
- Des habitations individuelles privées,
- La RN 7, d'aspect routier, rendant difficile voire impossible son franchissement par les piétons et les cyclistes.

Dans le cadre de la modification du plan local d'urbanisme de la ville d'Orange, une OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) sectorielle au sens de l'article R. 151-6 du code de l'urbanisme est créée pour permettre le renouvellement urbain du quartier de l'Aygues (projet du Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain) ainsi que l'évolution du secteur de la Violette. L'enjeu de l'OAP consiste à « recoudre » les différents espaces du secteur en entrée de ville nord pour créer un vrai quartier et apporter une image urbaine positive à ce secteur stratégique de la ville. Pour ce faire, les objectifs à atteindre portent sur :

- Le décloisonnement des différents espaces, et notamment de la résidence de l'Aygues, grâce à la démolition de bâtiments vétustes et/ou localisés sur des lieux stratégiques du secteur, ainsi que par le développement d'un maillage viaire hiérarchisé et cohérent.
- La transformation de la RN 7 en boulevard urbain, facilitant sa traversée par les piétons et les cyclistes et, ce faisant, permettant le développement d'une vie de quartier sur l'ensemble du secteur tout en mettant en scène l'entrée de ville nord.
- La constitution d'un véritable quartier urbain plus dense, intégrant les mixités sociale et fonctionnelle, par la réhabilitation des logements sociaux existants, la création de logements locatifs sociaux en reconstitution de l'offre sur le secteur de La Violette, la création de logements en accession aux franges du périmètre opérationnel de la résidence de l'Aygues. L'activité commerciale de La Violette, dont l'offre sera complémentaire à celle du centre-ville et des autres secteurs commerciaux de la ville tout en offrant des commerces et services de proximité, sera redéployée.
- L'intégration de l'environnement et du paysage au sein des projets, par la prise en compte des trames vertes et bleues ainsi que du risque inondation dans les aménagements, par le développement d'espaces végétalisés, par le rattachement aux réseaux de circulation douce et par le renforcement de la desserte en transport en commun.

Ce rapport illustre l'impact du projet de modification du plan local d'urbanisme de la ville d'Orange sur la qualité de l'air et la santé.

Le secteur de la modification du PLU est concerné par une population amenée à se densifier (création de 250 logements environ) et est traversée par la RN7, axe fortement circulé et source de pollution atmosphérique. Compte tenu de cette densité de population, de la création de logements et d'équipements associés, le projet est susceptible d'induire des effets sanitaires sur les résidents actuels et futurs. Il peut également avoir des effets sur la qualité de l'air existante par la modification des circulations autour et sur le site. Dès lors, une étude spécifique relative à la qualité de l'air et à la santé s'avère nécessaire.

Celle-ci sera réalisée suivant les recommandations de la note méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 qui définit des niveaux d'étude de complexité croissante en fonction du contexte (densité d'habitants, trafics, type de projet, présence de lieux sensibles, existence d'un PPA, ...). Elle consiste en :

- Une caractérisation de la qualité de l'air actuel sur la base de mesures du NO₂ à l'aide de tubes passifs et d'une modélisation.
- Une analyse qualitative des effets de l'intégration de l'OAP dans le PLU d'Orange sur la qualité de l'air en intégrant les modifications des circulations.
- Des préconisations générales pour la prise en compte de la qualité de l'air dans l'OAP.

2. VALEURS REPERES

2.1. REGLEMENTATION FRANÇAISE

Au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement, est considérée comme pollution atmosphérique « l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, ou la présence, dans l'atmosphère et les espaces clos, d'agents chimiques, biologiques ou physiques ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques, et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives. »

La réglementation française vis-à-vis de la qualité de l'air s'appuie principalement sur des directives européennes, conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé. Elle est transcrite dans le Code de l'Environnement aux articles L. 220-1 et suivants pour la partie législative et R. 221-2 et suivants pour la partie réglementaire.

Les normes de qualité retenues au niveau national par polluant sont précisées dans l'article R. 221-1 du Code de l'Environnement. Ces normes fixent des objectifs de qualité, des valeurs limites, des valeurs cibles, des seuils de recommandation et d'information et des seuils d'alerte :

- L'objectif de qualité correspond au « 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 ».
- La valeur cible correspond au « 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 ».
- La valeur limite correspond « au 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 ».
- Le seuil d'information et de recommandation correspond au « niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ».
- Le seuil d'alerte correspond « au niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence. »

Le seuil d'information et de recommandation et le seuil d'alerte sont définis pour l'ozone, le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et les particules PM10. Le dépassement des seuils précités implique la mise en œuvre d'une série d'actions et de mesures d'urgence, fonction des caractéristiques de pollution atmosphérique locale et applicable à des zones de taille adaptées à l'étendue de la pollution constatée ou attendue. La procédure d'information et d'alerte du public ainsi que les mesures à mettre en œuvre sont définies par arrêté préfectoral.

Les tableaux ci-dessous précisent les normes de qualité de l'air retenues au niveau national (article R. 221-1 du Code de l'Environnement).

Tableau 1 Seuils relatifs aux polluants atmosphériques

POLLUANTS	OBJECTIFS DE QUALITE	VALEURS LIMITES	SEUIL DE RECOMMANDATION ET D'INFORMATION	SEUIL D'ALERTE
Dioxyde d'azote (NO₂)	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	200 µg/m ³ en moyenne horaire	400 µg/m ³ dépassé sur 3 heures consécutives 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement de ce seuil le lendemain
Particules PM₁₀	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	40 µg/m ³ en moyenne annuelle 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50 µg/m ³ en moyenne journalière	80 µg/m ³ en moyenne journalière
Dioxyde de soufre (SO₂)	50 µg/m ³ en moyenne annuelle	350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	300 µg/m ³ en en moyenne horaire	500 µg/m ³ en en moyenne horaire sur 3 heures consécutives
Ozone (O₃)	Pour la protection de la santé humaine : 120 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile Pour la protection de la végétation : 6 000 µg/m ³ par heure en AOT40 ¹ calculée à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet	Pour l'ozone, la réglementation ne fixe pas de valeurs limites mais des valeurs cibles : Valeur cible pour la protection de la santé humaine : 120 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans Valeur cible pour la protection de la végétation : 18 000 µg/m ³ /h en AOT 40 calculées à partir des valeurs sur 1h de mai à juillet en moyenne calculée sur 5 ans.	180 µg/m ³ en moyenne horaire	Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population : 240 µg/m ³ en moyenne horaire Seuils d'alerte pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence : 1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives 2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives 3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³ en moyenne horaire
Plomb (Pb)	0.25 µg/m ³ en en moyenne annuelle	0.5 µg/m ³ en moyenne annuelle		
Monoxyde de carbone (CO)		10 000 µg/m ³ pour le maximum journalier en moyenne glissante sur 8 heures		
Benzène (C₆H₆)	2 µg/m ³ en en moyenne annuelle	5 µg/m ³ en moyenne annuelle		

¹ L'AOT 40, exprimé en µg/m³ par heure, est égale à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (soit 40 ppb) et 80 µg/m³ en utilisant uniquement les valeurs sur une heure, mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures, durant une période donnée.

Pour les particules fines PM_{2,5}, la réglementation fixe en plus d'un objectif de qualité, d'une valeur limite et d'une valeur cible, un objectif de réduction de l'exposition et une obligation en matière de concentration relative à l'exposition :

Tableau 2 Seuil relatifs aux particules PM_{2,5}

OBJECTIFS DE QUALITE	VALEUR LIMITE	VALEUR CIBLE	OBJECTIF DE REDUCTION DE L'EXPOSITION PAR RAPPORT A L'EIM 2011 ² QUI DEVRAIT ETRE ATTEINT EN 2020		OBLIGATION EN MATIERE DE CONCENTRATION RELATIVE A L'EXPOSITION QUI DOIT ETRE RESPECTEE EN 2015
			EIM 2011	Objectif de réduction en %	
10 µg/m ³ en moyenne annuelle	25 µg/m ³ en moyenne annuelle	20 µg/m ³ en moyenne annuelle	≤ 8.5	0%	20 µg/m ³
]8.5 ;13[10%	
			[13 ;18[15%	
			[18 ;22[20%	
			≥22	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m ³	

Enfin, pour les métaux lourds et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), la réglementation précise les valeurs cibles (calculées sur l'année civile du contenu total de la fraction PM10) qui devraient être respectées le 31 décembre 2012.

Tableau 3 Valeurs cibles au 31 décembre 2012 (métaux lourds et HAP)

	ARSENIC	CADMIUM	NICKEL	BENZO(A)PYRENE
Valeur cible calculée sur une année civile	6 ng/m ³	5 ng/m ³	20 ng/m ³	1 ng/m ³

Le Benzo(a)pyrène est utilisé comme traceur du risque cancérigène lié aux hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant.

2.2. LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS

Les lignes directrices de l'OMS traduisent l'état des connaissances scientifiques actuelles concernant l'impact de la pollution de l'air sur la santé.

Elles ne sont pas réglementaires, ni juridiquement contraignantes mais elles apportent une base factuelle aux décideurs dans la définition de normes et objectifs réglementaires (directives européennes, réglementation nationale). Elles ont été établies suivant une méthodologie rigoureusement définie et sont fondées sur des données factuelles.

² L'EIM 2011 est l'indicateur d'exposition moyenne de référence, correspondant à la concentration moyenne annuelle en µg/m³ en sur les années 2009, 2010 et 2011.

Les lignes directrices ont été mise à jour en septembre 2021. Les données accumulées montrent que la pollution atmosphérique a des effets néfastes sur la santé à des concentrations encore plus faibles que ce qui été admis jusqu'alors. Aussi, l'OMS a abaissé la quasi-totalité des seuils de référence (dont la dernière édition date de 2005) en signalant que le dépassement de ces nouveaux seuils relatifs à la qualité de l'air était associé à des risques importants pour la santé. Elles concernent six polluants, pour lesquels des données récentes quant à leurs effets sur la santé sont disponible. Par ailleurs, le fait de prendre des mesures contre ces polluants dits classique a également un impact sur d'autres polluants nocifs.

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 Niveaux de qualité de l'air recommandés et cibles intermédiaires - Lignes directrices de l'OMS, septembre 2021

Polluant	Durée retenue	Cible intermédiaire				Niveau recommandé
		1	2	3	4	
PM _{2,5}	Annuel	35	25	15	10	5
	24 h	75	50	37,5	25	15
PM ₁₀	Annuel	70	50	30	20	15
	24 h	150	100	75	50	45
Ozone	Saison de pointe	100	70	-	-	60
	8 h	160	120	-	-	100
NO ₂	Annuel	40	30	20	-	10
	24 h	120	50	-	-	25
SO ₂	24 h	125	50	-	-	40
CO	24 h	7	-	-	-	4

3. CARACTERISATION DE L'ETAT INITIAL

3.1. CARACTERISATION DES POPULATIONS DE L'AIRE D'ETUDE

Le périmètre de l'OAP, représenté sur la figure ci-dessous est caractérisé par la présence d'activités industrielles de part et d'autre de la RN7 mais également de zones résidentielles.

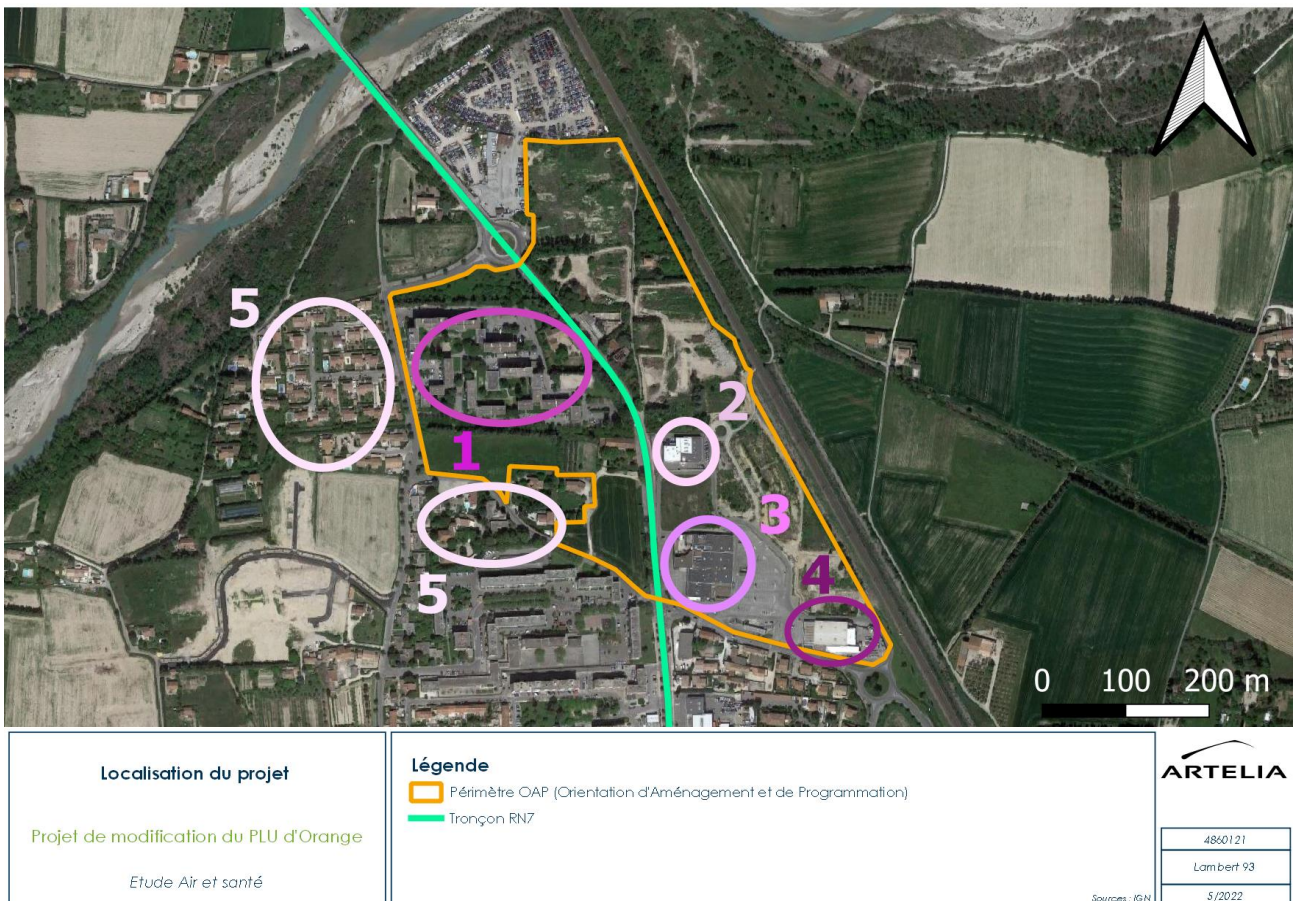


Figure 1 Domaine de l'étude

Les différentes zones sont déterminées dans le tableau suivant.

Tableau 5 Zones résidentielles et zones industrielles

IDENTIFICATION	LIEUX
1	Résidence de l'Aygues
2	Concessionnaire Honda
3	Intermarché SUPER Orange et Drive
4	Bricomarché Orange
5	Habitats individuels

Divers groupes de population sont qualifiés de sensible en raison de facteurs physiologiques (jeunes enfants, personnes âgées, femmes enceintes) ou pathologiques (asthmatiques, bronchitiques chroniques, sujets présentant des troubles cardiaques, ...).

Dans le périmètre de l'OAP (ou à proximité) les équipements sont limités à une école maternelle nommée Croix Rouge, elle est représentée sur la figure suivante.

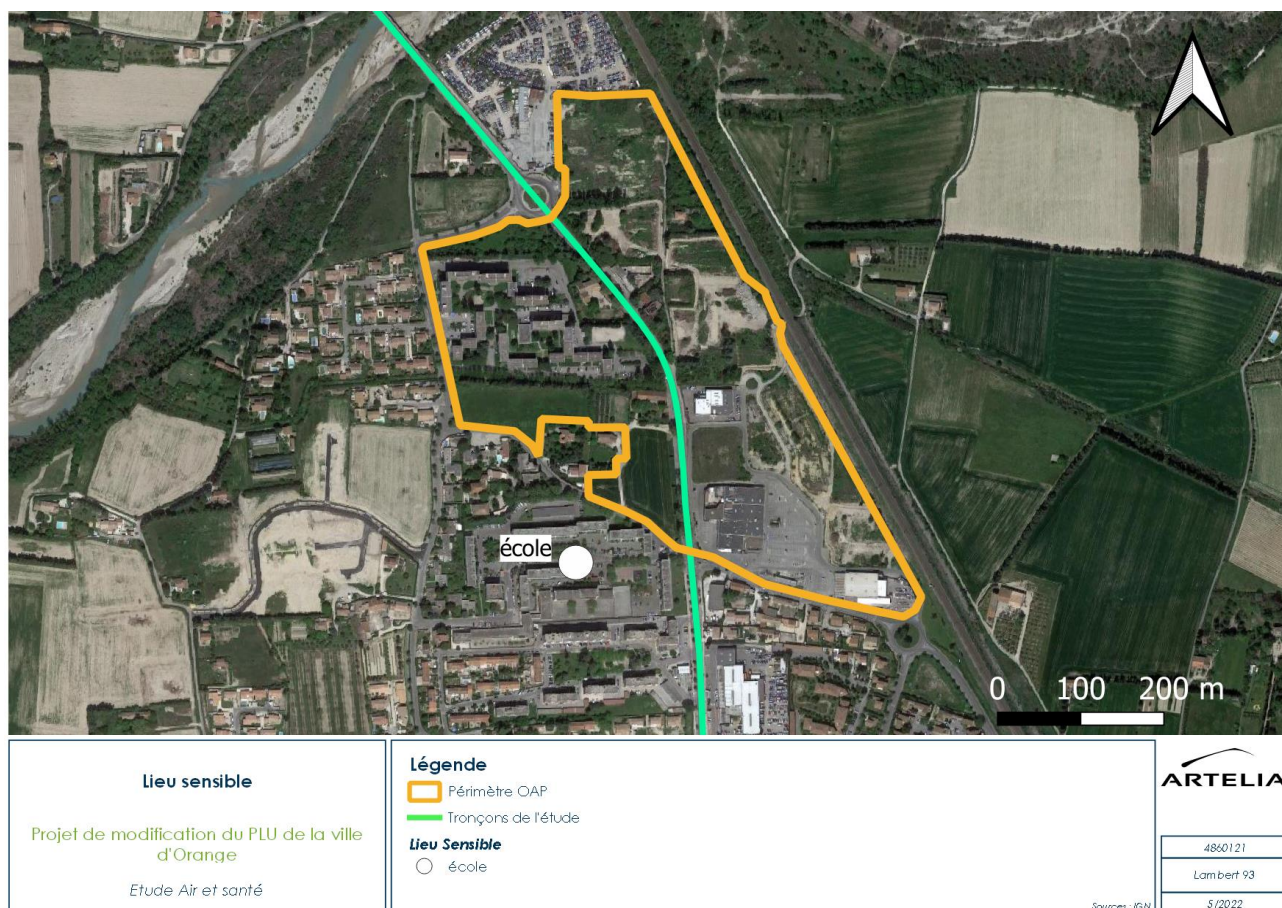


Figure 2 Localisation des lieux sensibles

3.2. OUTILS DE PLANIFICATION

Parmi les différents outils de planification relatifs à la qualité de l'air, la ville d'Orange n'est concernée que par le Schéma Régional d'Aménagement, de développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) de la région Sud Provence Alpes Côte d'Azur.

Créé par la loi NOTRe (Nouvelle Organisation Territoriale de la République) du 7 août 2015, ce document organise la stratégie régionale pour l'avenir des territoires à moyen et long terme (2030 et 2050).

Le 26 juin 2019, le SRADDET de la région Sud Provence Alpes Côte d'Azur a été voté par l'Assemblée régionale. Ce plan a ensuite été approuvé le 15 octobre 2019 par le préfet de Région. 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.

Concernant l'amélioration de la qualité de l'air, le SRADDET définit des objectifs quantifiés pour la diminution des émissions de polluants atmosphériques : une région neutre en carbone d'ici 2050, la rénovation thermique et énergétique de 50% du parc ancien, une offre de transport multimodale à l'horizon 2022, etc.) répartis par secteurs

d'activités. Il promeut également le développement des modes de transport propres, collectifs et durables (au détriment de l'usage de la voiture individuelle).

3.3. CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE DOMAINE D'ETUDE

3.3.1. Caractérisation de la qualité de l'air sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Atmo Sud et une association membre de la Fédération des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les AASQA sont des organismes français mesurant et étudiant la pollution atmosphérique au niveau de l'air ambiant. Elles sont agréées par le ministère de l'écologie pour communiquer officiellement leurs résultats. Atmo Sud dispose de plus de 60 stations réparties sur les 6 départements en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Ces stations permettent de mesurer en temps réel les polluants réglementés. D'autres polluants (comme les HAP) font l'objet de prélèvements et d'analyses différées en laboratoire.

La région Provence-Alpes-Côte d'Azur possède de nombreuses sources de pollution. En effet, elle est classée entre le 1^{er} et le 3^{ème} rang des émissions nationales de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre (GES). Le territoire est particulièrement concerné par les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}), les oxydes d'azote (NO₂) et l'ozone (O₃) notamment dans les grandes agglomérations. Bien que la région Provence-Alpes-Côte d'Azur observe une diminution des concentrations de ces polluants, les enjeux sanitaires et environnementaux de l'amélioration de la qualité de l'air restent de taille. Malgré les diminutions des concentrations en polluants, les seuils réglementaires des polluants ne sont pas tous respectés en 2019. Les zones les plus urbanisées du territoire (Aix-Marseille, Avignon, Toulon, Nice, Cannes), où les sources de pollution sont les plus nombreuses (transport routier, chauffage urbain) et dans lesquelles la dispersion des polluants est moins efficace, restent des zones à forts enjeux pour la qualité de l'air.

La figure ci-dessous montre la tendance de l'évolution des concentrations de divers polluants (Source : Atmo Sud) :

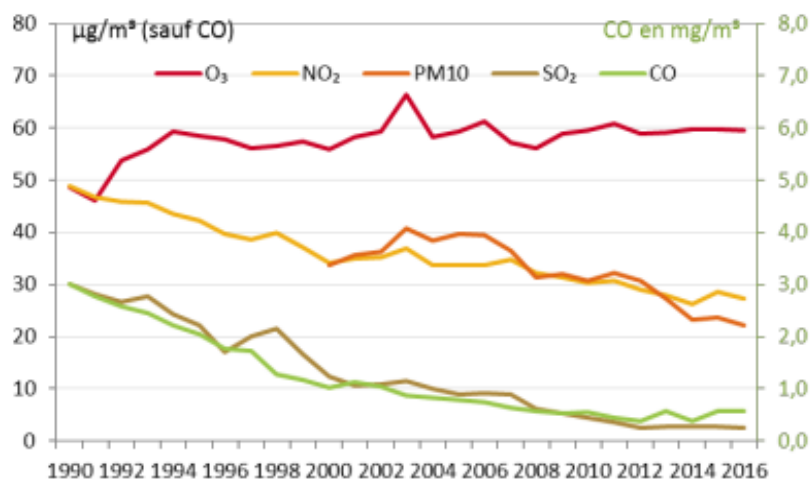


Figure 3 Tendance de l'évolution régionale des concentrations d'ozone (O₃), de dioxydes d'azote (NO₂), de particules fines (PM₁₀), de dioxyde de soufre (SO₂) et de monoxyde de carbone (CO) de 1990 à 2017

3.3.2. Caractérisation de la qualité de l'air pour le département du Vaucluse

Dans l'ouest du département, le transport et l'industrie sont les deux principales sources d'émission de polluants. Une accumulation des polluants dans les grandes agglomérations et de manière plus large le long du couloir Rhodanien est alors relevés. A l'est du département, le chauffage au bois et les brûlages de déchets verts du secteur résidentiel et le secteur agricole sont les principales sources de pollution de l'air.

La qualité de l'air s'améliore pour la plupart des polluants dans le Vaucluse, comme au niveau régional et national en lien avec la diminution des émissions notamment dans le secteur des transports (amélioration technologique des véhicules), de l'industrie et de l'énergie.

■ Le dioxyde d'azote (NO₂)

La carte ci-après présente les niveaux en dioxyde d'azote dans le département du Vaucluse en 2018. La zone du projet est présentée dans un encadré noir :

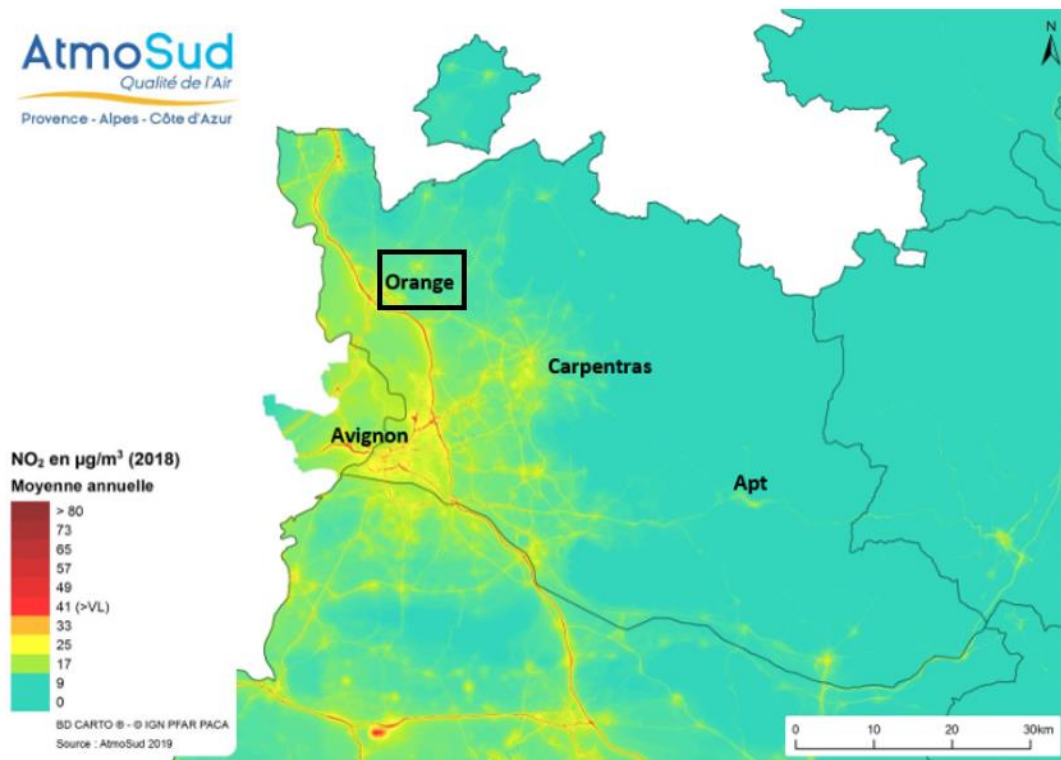


Figure 4 Niveaux de dioxyde d'azote dans le Vaucluse en 2018 (Source : AtmoSud)

La concentration moyenne annuelle en NO₂ est beaucoup plus importante le long des grands axes routiers et notamment au niveau d'Orange à proximité des autoroutes A7 et A9. La population exposée à un dépassement de la valeur limite réglementaire est en forte diminution avec 1 899 habitants en 2018 et 952 habitants en 2019..

■ Particules fines PM₁₀

La carte ci-après présente les niveaux en particules PM₁₀ dans le département du Vaucluse en 2018.

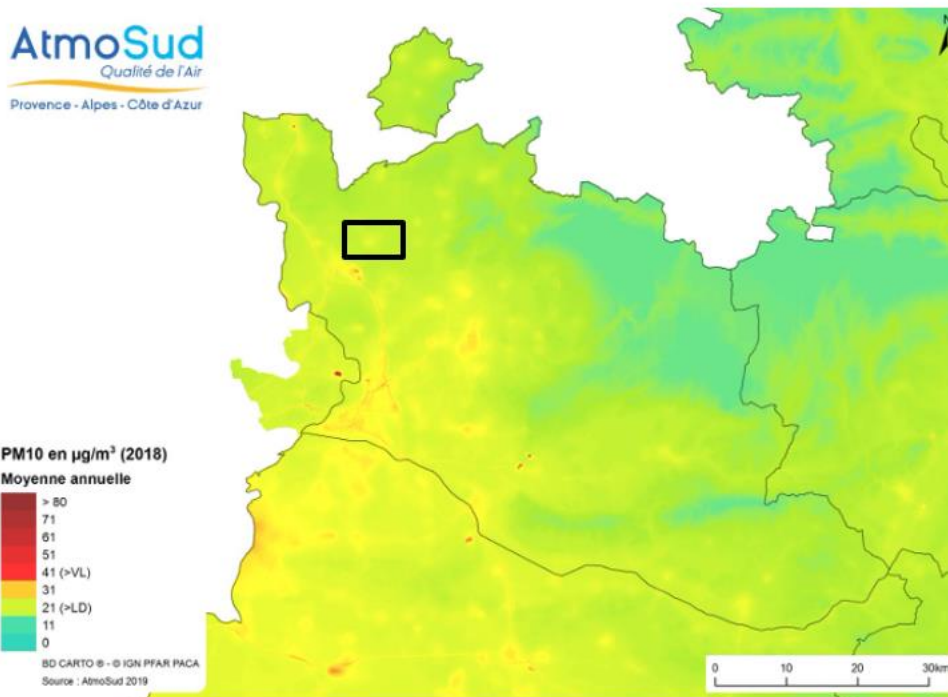


Figure 5 Niveaux en particules PM₁₀ dans le Vaucluse en 2018 (Source : AtmoSud)

Dans le département du Vaucluse, les niveaux en particules fines (PM₁₀) respectent les valeurs limites européennes depuis 2013. Toutefois, ces niveaux restaient en 2018 supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) principalement dans l'ouest du département. Près de 60 000 personnes résidaient dans une zone où l'ancien seuil OMS est dépassé pour les PM₁₀ (11% du département, contre 99% en 2010). En ce qui concerne les particules fines d'un diamètre inférieur à 2,5µm (PM_{2,5}), plus impactantes pour la santé, le nombre d'habitants exposé est d'environ 390 000 habitants (70% du département). Selon les nouveaux seuils relatifs à la qualité de l'air, et malgré l'amélioration de la qualité de l'air ces dernières années, toute la population du département est concernée par le dépassement de la ligne directrice de l'OMS pour les particules PM_{2,5}.

■ Ozone

L'ozone est un polluant secondaire, résultant de la transformation chimique de l'oxygène au contact d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures, en présence de rayonnement ultra-violet solaire et d'une température élevée. L'ozone est le seul polluant qui montre une stagnation de ses niveaux de pollution. Si pour le dioxyde d'azote et les particules, les populations sont globalement moins exposées, le nombre d'habitants exposés à un dépassement de la valeur cible pour l'ozone est variable selon les années, en fonction de l'ampleur des épisodes de pollutions (en lien avec les épisodes de canicules).

3.3.3. Caractérisation de la qualité de l'air pour la ville de Orange

Les cartes suivantes présentent l'Indice Synthétique Air. Cette indice annuel permet d'évaluer le niveau de pollution annuelle global, sur une échelle de 0 (très bon) à 100 (très mauvais) sur l'ensemble de la région. La valeur cartographiée correspond, en chaque point du territoire, à un indice cumulant les concentrations annuelles de trois polluants réglementés, bons indicateurs de la pollution atmosphérique à laquelle la population est exposée, en milieu urbain, périurbain ou rural (le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines (PM₁₀) et l'ozone (O₃)).

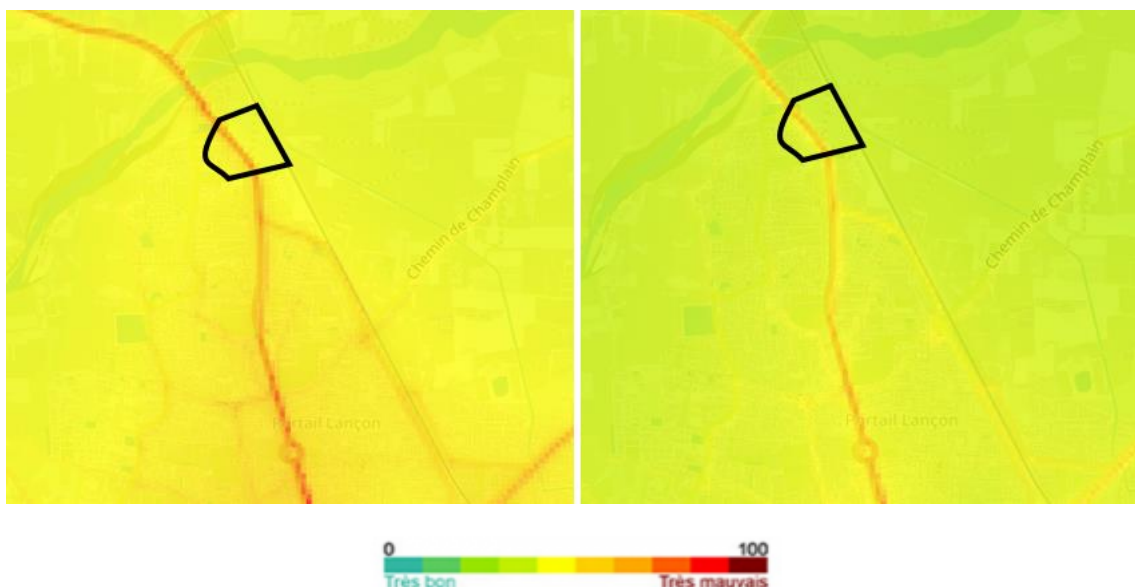


Figure 6 Comparaison de la qualité de l'air pour la commune d'Orange en 2019 (à gauche) et 2020 (à droite)

Remarque : Le périmètre de l'OAP est représenté par un polygone noir.

Il convient de souligner que l'année 2020 reste une année particulière en termes de qualité de l'air, du fait de la crise sanitaire. Celle-ci a entraîné une réduction des activités et du trafic qui a favorisé une amélioration de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire national.

La ville d'Orange ne dispose pas de station de mesures fixe. A ce jour, deux campagnes de mesures temporaires ont été réalisées dans le département dont des échantillonneurs ont été placés à Orange. La première a été effectuée du 10 septembre au 6 octobre 1999. Cette étude avait conclu à une pollution modérée sur le site de mesure d'Orange, représentative d'une situation périurbaine. La deuxième a été réalisée en 2016 à l'aide d'échantillonneurs passifs sur l'ensemble du département du Vaucluse dont l'objectif est d'acquérir des mesures complémentaires et actualisées afin de développer les outils de suivi et d'aide à la décision sur le territoire. 5 sites ont été échantillonnés sur Orange, 2 en situation urbaine et 3 en situation trafic. Les concentrations moyennes mesurées étaient de 8 à 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de fond urbain et de 23 à 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation trafic.

3.4. CARACTERISATION DE LA SITUATION ACTUELLE PAR DES MESURES IN-SITU

Afin de mieux rendre compte de la qualité de l'air sur le secteur d'étude, une campagne de mesures in-situ a été réalisée à l'aide d'échantillonneurs passifs du NO_2 , ce polluant étant le plus représentatif de la pollution atmosphérique liée à la circulation routière. La campagne s'est déroulée entre le mercredi 09 et le vendredi 25 mars 2022, soit pendant 16 jours.

3.4.1. Méthodologie de mesure du NO_2 par tubes passifs

L'échantillonnage par tubes à diffusion passive est basé sur le principe de convection naturelle de l'air à travers un tube contenant un adsorbant ou un support solide imprégné de réactif chimique adapté à l'adsorption spécifique du polluant gazeux. Les tubes utilisés dans cette campagne sont préparés et analysés par le laboratoire PASSAM AG (Suisse).

Pendant l'échantillonnage, les polluants gazeux sont piégés par la source diffuse contenant l'adsorbant. Les polluants sont ensuite récupérés par désorption, puis analysés par un laboratoire spécialisé qui quantifie les polluants absorbés et en déduit les concentrations moyennes. La concentration atmosphérique moyenne sur la période d'échantillonnage est calculée à partir de la masse piégée pendant l'exposition.

L'exposition est limitée à deux semaines afin de limiter le lessivage par les intempéries. Les tubes sont disposés à une hauteur de 2 à 2,5 m environ, d'une part pour être représentatifs de l'exposition de la population et d'autre part afin de limiter les actes de vandalismes. De plus, afin de limiter les effets des conditions météorologiques sur la qualité de l'échantillonnage, les tubes sont généralement placés dans des abris cylindriques pendant toute la durée d'exposition.

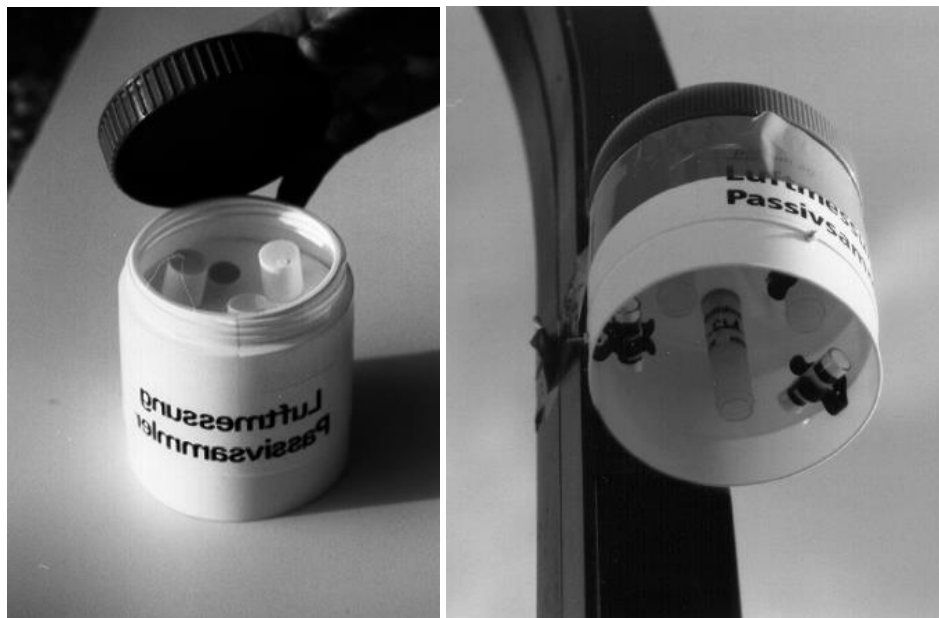
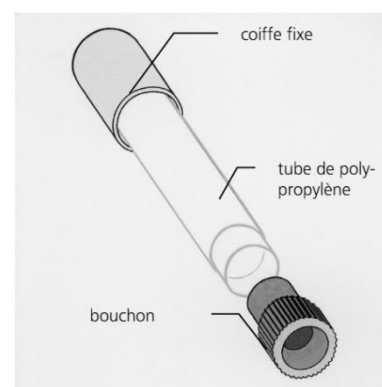


Figure 7 - Système de protection contre les intempéries

L'échantillonneur passif du dioxyde d'azote est basé sur le principe de la diffusion passive de molécules de dioxyde d'azote sur un absorbant, le triéthanolamine, permettant le piégeage du NO₂ pendant la période d'exposition. Les échantillonneurs utilisés consistent en un tube de polypropylène de 7.4 cm de long et de 9.5 mm de diamètre (voir figure ci-contre). Pour la protection de l'échantillonneur contre les intempéries de même que pour diminuer l'influence du vent, un dispositif spécifique de protection est conseillé (voir Figure 7). Les tubes sont disposés en position verticale à l'intérieur du dispositif de protection.



A l'issue de l'exposition, les tubes sont renvoyés au laboratoire PASSAM AG en vue de leur analyse. La quantité de dioxyde d'azote absorbée par l'absorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après une exposition donnée (1 jour à 2 semaines) la quantité totale de dioxyde d'azote est extraite et déterminée par colorimétrie à 540 nm selon la réaction de Saltzmann.

Le résultat obtenu est une concentration s'exprimant en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et représentant la quantité de NO₂ échantillonnée pendant la durée d'exposition (soit généralement 15 jours). Une comparaison des valeurs réglementaires annuelles avec les concentrations obtenues revient à faire l'hypothèse que la période d'exposition des tubes est représentative de l'ensemble de l'année.

3.4.2. Emplacement des sites de mesures

Le choix des stations de mesures a été effectué de manière à obtenir des valeurs représentatives de la qualité de l'air du site. Le positionnement tient compte des aspects environnementaux du site (habitations à proximité, direction des vents dominants, etc.).

Le secteur d'étude a été instrumenté de 15 stations de mesure du NO₂ (voir Figure 8).

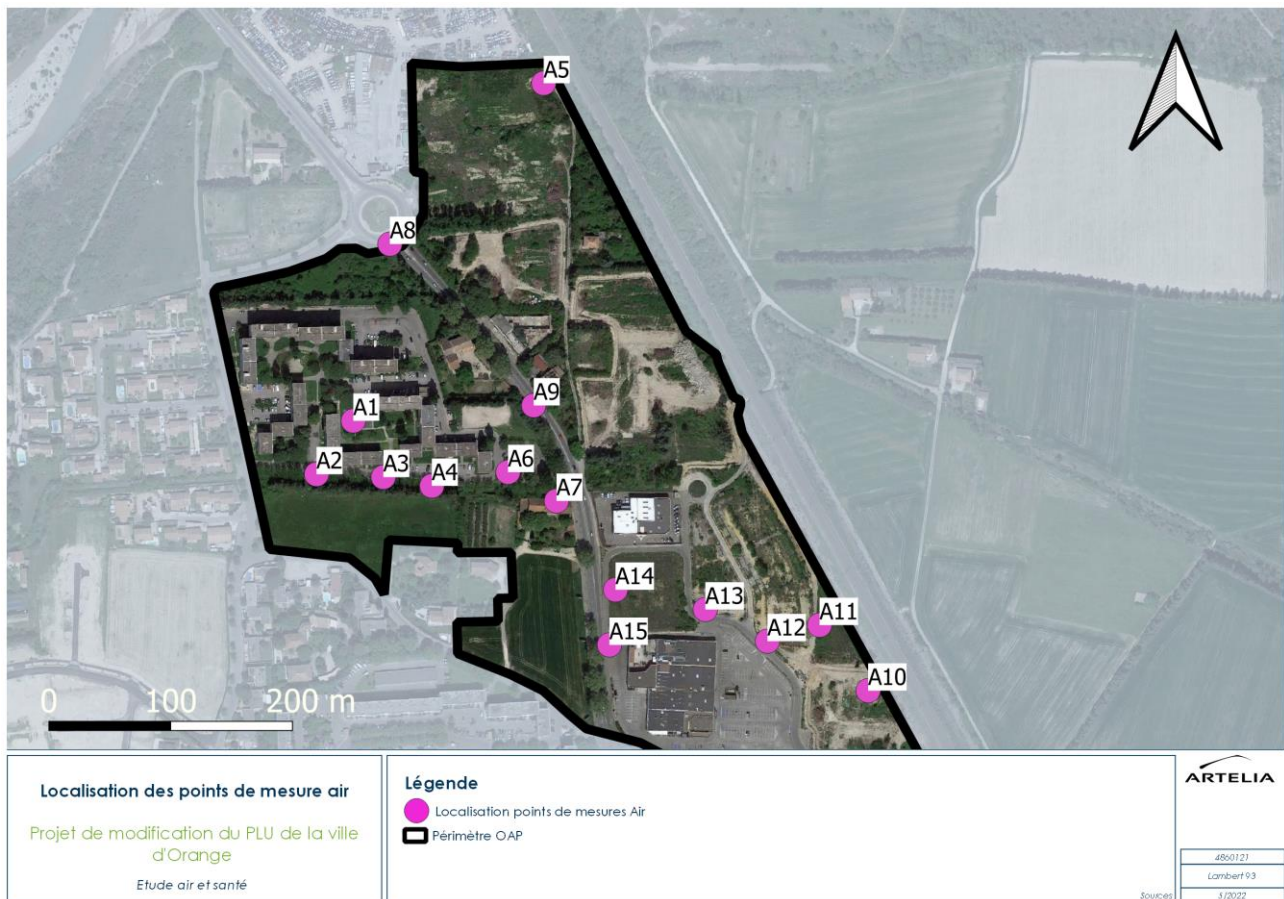


Figure 8 Localisation des points de mesure air Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques influencent le transport, la transformation et la dispersion des polluants, notamment par la direction et la force du vent. L'analyse des conditions météorologiques permet alors de mieux apprécier l'influence de celles-ci sur les teneurs mesurées.

Les conditions météorologiques pendant la période de mesures s'appuient sur les observations (vitesse et direction du vent, hauteur des précipitations, températures) de la station Météo France de Orange située à 5 km à l'est du périmètre de l'OAP.

Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 - Données météorologiques pendant la campagne de mesures du 09 mars au 25 mars 2022 - Station Météo France d'Orange

JOUR	PRECIPITATIONS (MM)	TEMPERATURES MOYENNES (°C)	VITESSE DU VENT MOYENNE (M/S)
09-mars	0	8,2	1,1
10-mars	0	8,5	2,3
11-mars	0	11,6	5,1
12-mars	0,4	12,6	6,4
13-mars	7,9	10,8	7,9
14-mars	0,4	10,5	1,7
15-mars	0	12,8	2,1
16-mars	0	11,1	0,8

JOUR	PRECIPITATIONS (MM)	TEMPERATURES MOYENNES (°C)	VITESSE DU VENT MOYENNE (M/S)
17-mars	0	11,6	4,4
18-mars	1,8	11,8	6,5
19-mars	0	10,7	1,4
20-mars	0	10,1	1,7
21-mars	0	11,2	2,6
22-mars	0	7,9	2,9
23-mars	0	8,6	1,7
24-mars	0	10,1	1,5
25-mars	0	10,3	1,3

Pour information, il tombe en moyenne 31 mm pour un mois de mars classique (Source : Meteoblue), pour cette étude et pour une période de 16 jours il est tombé au total 10,5 mm de précipitations. Un épisode pluvieux modéré a été recensé le 13 mars à hauteur de 7,9 mm de précipitations.

Concernant les températures, sur la campagne de mesure, la température moyenne était de 10,5 °C, soit +0,5°C par rapport aux normales saisonnières (Source : Weatherspark).

La figure ci-dessous illustre pour l'ensemble de la campagne de mesure, la fréquence et la vitesse des régimes de vent. Les secteurs en jaune indiquent les vents les plus faibles, favorables à l'accumulation de la pollution atmosphérique (vitesse du vent < 1,5 m/s) et en bleu les régimes de vents les plus dispersifs (vitesse supérieure à 8 m/s).

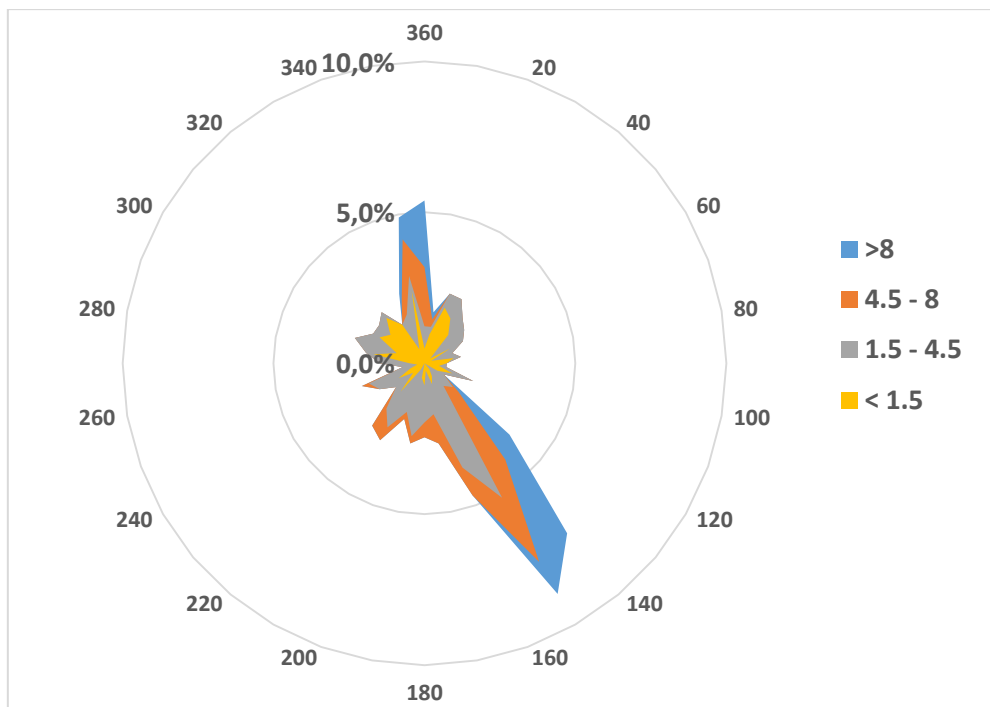
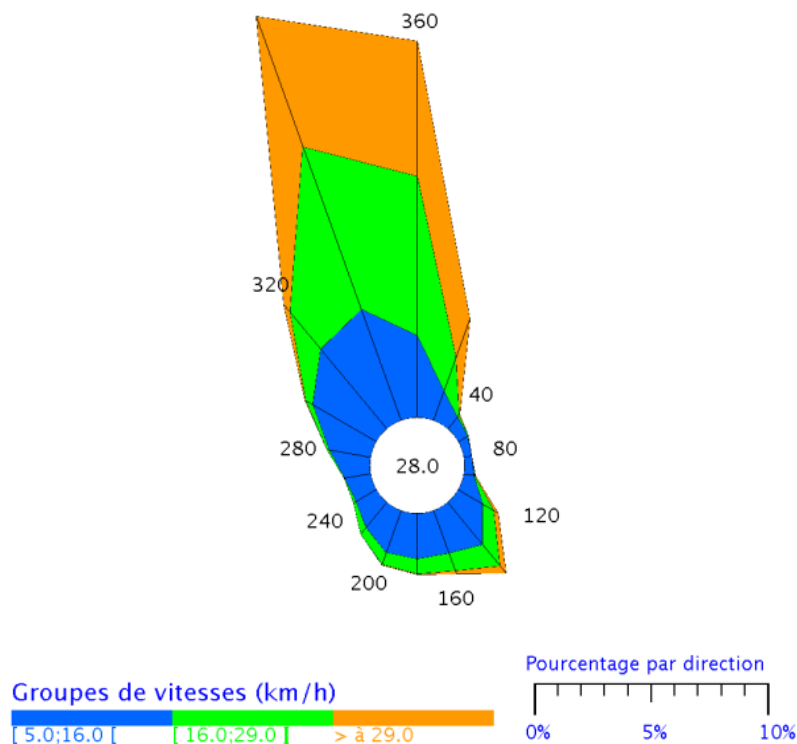


Figure 9 - Rose des vents du 09/03 au 25/03/2022

La rose des vents présente des vents dominants de secteur principalement Sud-Est (30%), puis de secteur Nord (5%). Il s'agit majoritairement de vents moyens.

A noter que des vents forts (vents supérieurs à 8 m/s) ont été recensés en provenance de ces deux secteurs, vents favorables à la dispersion des polluants.

A titre de comparaison, la rose des vents moyenné sur 27 ans est présentée sur la figure suivante ;



Les secteurs principaux (Nord et Sud-est) sont plus ou moins bien représentés sur la campagne de mesure. Cependant, le secteur Nord-ouest (Mistral) est présenté avec une plus faible proportion pendant la campagne de mesure. Pendant cette campagne, les vents provenant du secteur Sud-est ont été largement majoritaires contrairement à la rose des vents moyenné.

3.4.3. Résultats de la campagne

Les résultats de la campagne de mesures sont représentatifs de la période d'exposition (soit plus d'une quinzaine de jours). Les concentrations mesurées correspondent à la moyenne des concentrations sur cette période avec des conditions météorologiques diverses. Les valeurs obtenues ne sont pas lissées sur l'année et peuvent laisser apparaître des pics de concentrations en cas de conditions météorologiques défavorables pendant la période de mesures (exemple d'un vent orienté vers le capteur).

D'autre part, cette période d'observation ne peut prétendre à une grande représentativité par rapport à la période de référence des seuils examinés (l'année) et tend à relativiser les conclusions.

Le tableau ci-après présente les moyennes de concentration relevées sur chaque site pour le dioxyde d'azote.

Tableau 7 - Concentrations moyennes en NO₂ pendant la campagne de mesure

Point de mesure	Type de station	Concentrations moyenne en NO ₂ (µg/m ³)
A1	Fond urbain	14,4
A2	Fond urbain - Transect	14,6
A3	Fond urbain - Transect	13,6
A4	Fond urbain - Transect	13,9
A5	Fond urbain	9,8
A6	Proximité routière - Transect	16,2
A7	Proximité routière - Transect	19,7
A8	Proximité routière	31,6
A9	Proximité routière	23,3
A10	Fond urbain	13,4
A11	Fond urbain	11,8
A12	Fond urbain	15,0
A13	Fond urbain	15,0
A14	Proximité routière	24,7
A15	Proximité routière	35,8

La carte ci-après représente les concentrations mesurées en NO₂.

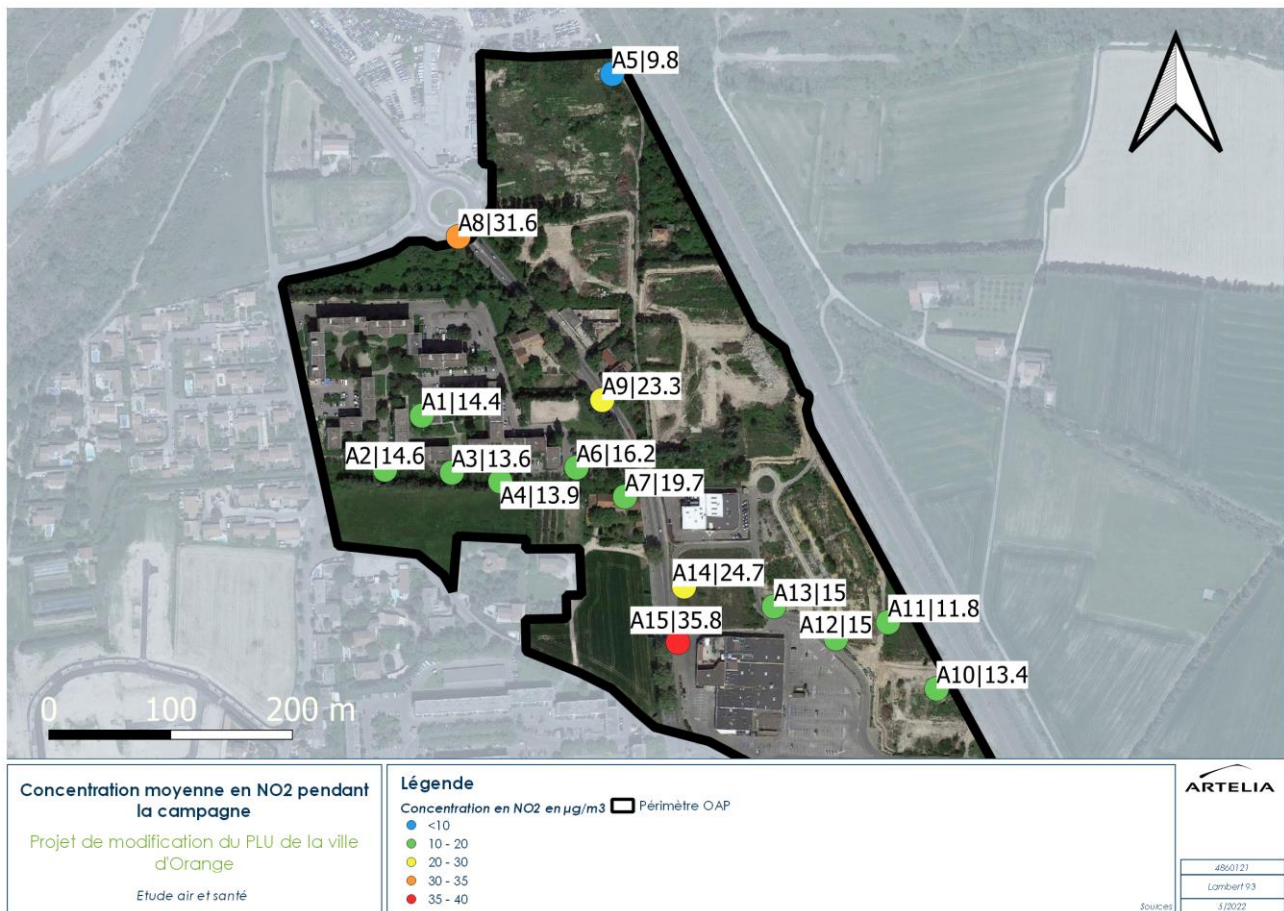


Figure 11 - Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) pendant la campagne de mesure

Le niveau le plus élevé relevé se trouve au niveau de la station 15 (35,8 µg/m³). Les concentrations les plus hautes sont observées à proximité de la nationale : stations A8, A9, A14 et A15. A l'inverse, les points les plus éloignés de l'infrastructure affichent des concentrations plus faibles, comme les stations A1, A2, A3, A4, A5, A10 et A11, où l'implication de la voirie sur la qualité de l'air semble faible à ces distances.

Le niveau le plus faible est observé au niveau de la station 5 (9,8 µg/m³).

Par ailleurs, pendant la période de la campagne les niveaux en polluants restent en dessous de la valeur limite des 40 µg/m³ définie dans la réglementation. Ils restent toutefois supérieurs aux nouvelles lignes directrices de l'OMS qui recommande de ne pas dépasser 10 µg/m³ en moyenne annuelle.

Afin d'étudier la décroissance des niveaux avec la distance à la voie, un transect a été réalisé à l'ouest de la RN7 au niveau de la résidence de l'Aygues. Les résultats sont présentés sur le graphique ci-dessous.

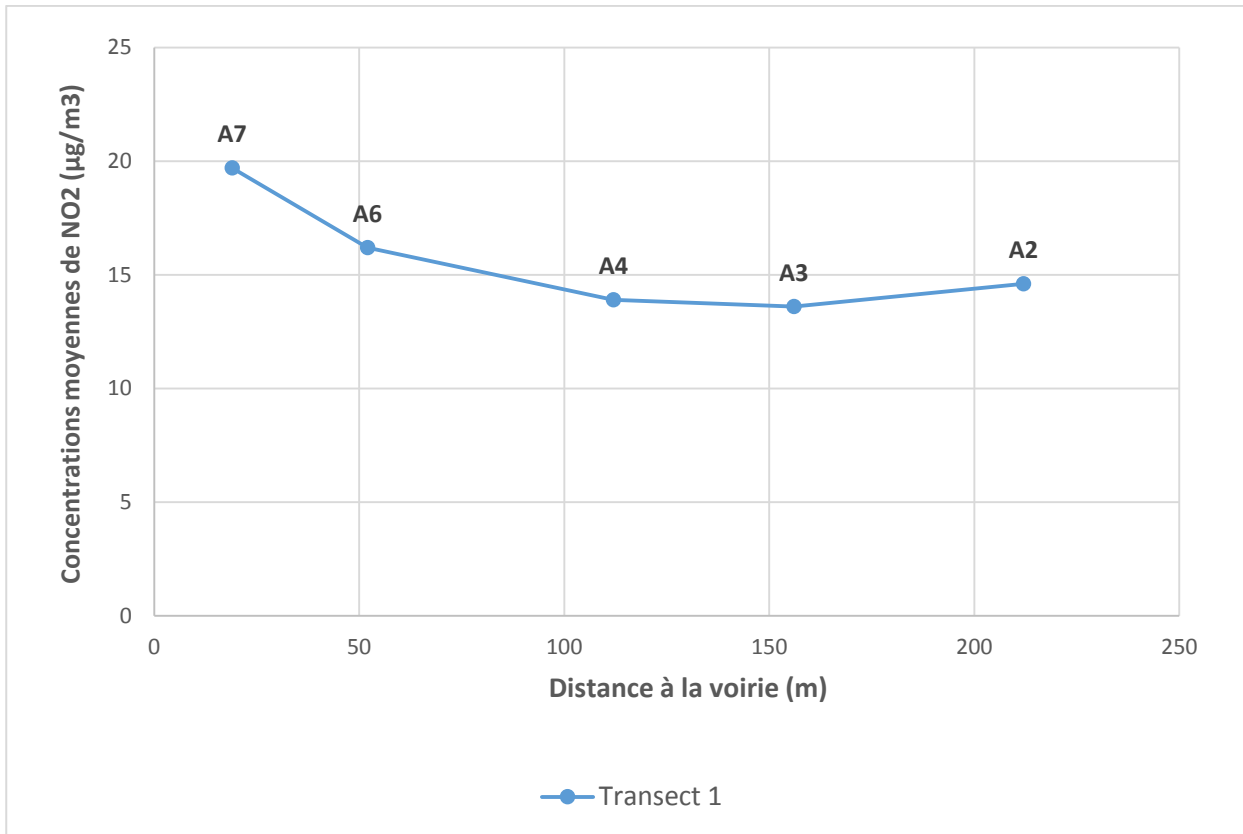


Figure 12 Concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) pendant la campagne de mesures pour le transect situé à l'ouest de la RN7

Globalement, il est constaté une diminution de la concentration en NO₂ à une distance de 150 mètres de la RN7. Une augmentation de la concentration est toutefois observée pour le point A2 du fait de la présence d'autres infrastructures routières. En effet, le point A2 est également influencé par la rue des Bartavelles, située à une cinquantaine de mètres à l'ouest du point.

3.5. CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR PAR MODELISATION

3.5.1. Réseau d'étude et trafic

Le réseau d'étude pris en compte pour la modélisation est composé des axes routiers compris dans le périmètre de l'OAP, soit un total de six routes :

- RN7 - Tronçon entre giratoire et zone des Pradines.
- Rue Guillaume d'Orange.
- RN7 - Tronçon entre giratoire et Intermarché.
- RN7 - Tronçon entre Intermarché et Arc de Triomphe.
- Avenue de la Violette.
- Rue du commandant Goumin.

La figure suivante répertorie et localise ces six routes.

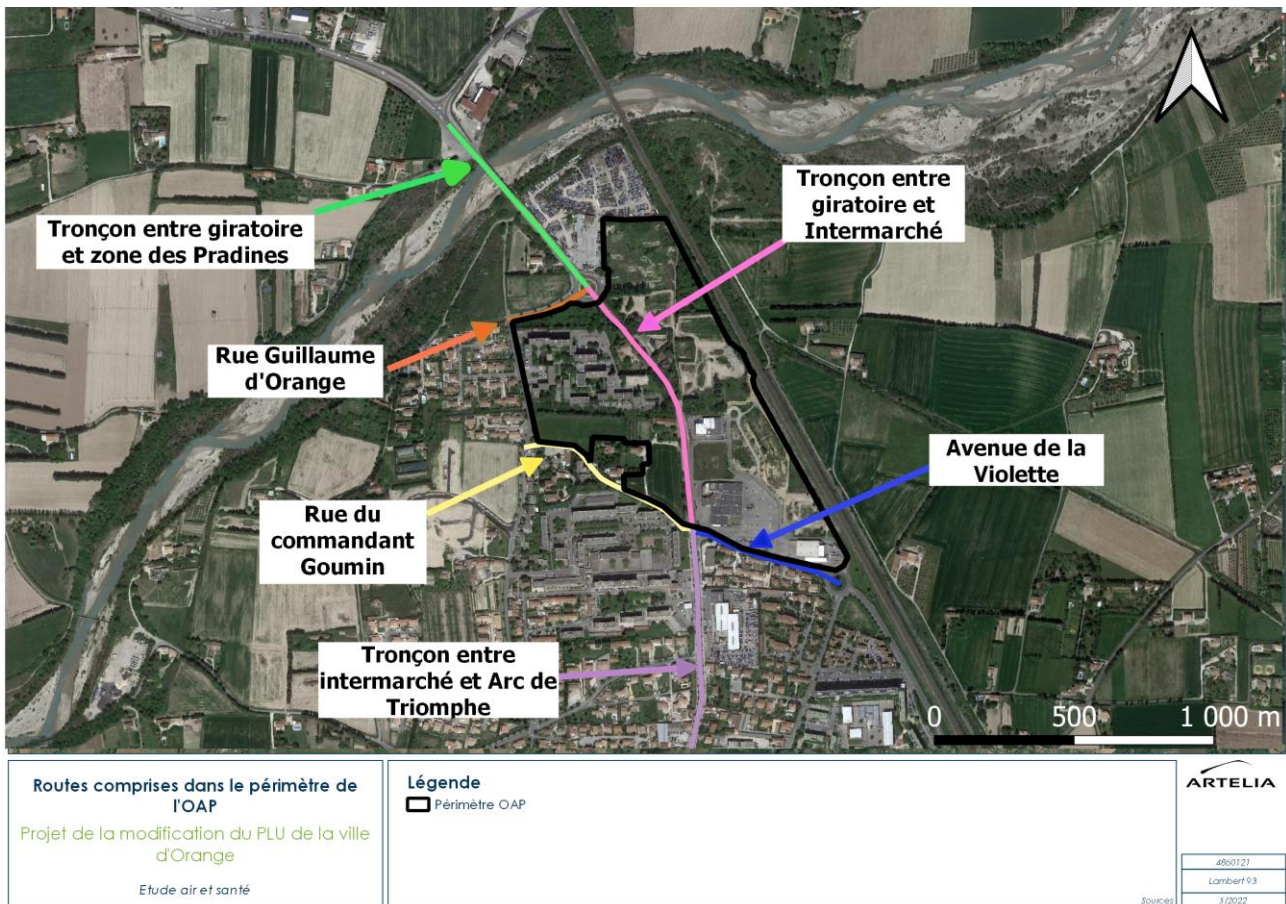


Figure 13 Réseau d'étude

Autour de chaque tronçon considéré est ensuite définie une bande d'étude. Il s'agit d'une zone située autour d'un axe routier dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie. Par exemple pour les composés gazeux, pour un trafic moyen journalier annuel (TMJA) compris entre 10 000 et 25 000 veh/j la largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie est de 300m. Elle est de 200m si le TMJA est inférieur à 10 000 veh/j.

Les données de trafic (flux de véhicules et conditions de trafic) proviennent de l'étude de trafic du projet de développement d'une zone commerciale autour de l'intermarché d'Orange réalisée par la société EMTIS en février 2022. Les trafics ont été modélisés à l'heure de pointe du matin et du soir (HPM et HPS) et ont été convertis en trafics moyens jours ouvrés (moyenne des 5 jours du lundi au vendredi). Le TMJO se base sur les trafics du lundi au vendredi contrairement au TMJA (trafics moyens journaliers annuels se basant sur les trafics du lundi au dimanche). Dans la zone d'étude les deux jours du week-end sont caractérisés par une baisse du trafic engendrant donc un TMJA plus faible que le TMJO. Ainsi, l'approche se veut majorante étant donné que le TMJA a été assimilé au TMJO. La figure ci-dessous présente les hypothèses de trafics utilisées pour l'étude (état actuel).



Figure 14 TMJO des différents tronçons

3.5.2. Inventaire des émissions polluantes routières

Les émissions ont été calculées sur le réseau d'étude pour les polluants indicateurs majeurs de la pollution d'origine routière, c'est-à-dire pour les oxydes d'azote (NOx) et le dioxyde d'azote (NO₂), les hydrocarbures totaux, le benzène, les particules PM₁₀ et PM_{2,5} (émises à l'échappement et hors échappement), le dioxyde de soufre (SO₂) et le benzo(a)pyrène.

La quantification des émissions polluantes à l'échappement est réalisée à l'aide du logiciel HBEFA (Handbook Emission Factors for Road Transport), initialement développé par les agences de l'environnement suisse, allemande et autrichienne et rejointes par les agences suédoise, norvégienne et française. La dernière version de janvier 2022 intègre le parc automobile français (conçu par l'IFSTTAR) dont la dernière mise à jour a été réalisée en 2019.

Ce logiciel fournit en sortie les facteurs d'émissions des polluants indicateurs majeurs de la pollution routière ainsi que la consommation de chaque catégorie de véhicules formant le parc automobile pour différentes configurations (types de voie) et conditions de trafic. Les émissions d'une voie donnée sont donc obtenues en multipliant le facteur d'émission par le trafic considéré et la longueur de la voie.

HBEFA ne fournit pas directement les émissions pour le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Les émissions en polluants métalliques peuvent toutefois être calculées en fonction de la consommation de carburant à partir des facteurs d'émissions fournis par le GuideBook 2019 de l'EMEP / EAA (agence environnementale européenne) et récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 Facteurs d'émissions pour l'Arsenic et le Nickel en mg/kg de carburant

CARBURANT	ARSENIC	NICKEL
Essence	0,0003	0,0023
Diesel	0,0001	0,0002

Quant au benzo(a)pyrène, le GuideBook 2019 fournit des facteurs d'émissions globaux, rappelés ci-dessous.

Tableau 9 Facteurs d'émission pour le benzo(a)pyrène en µg/km

VEHICULES LEGERS - ESSENCE CONVENTIONNEL	VEHICULES LEGERS - ESSENCE EURO I & ON	VEHICULES LEGERS - DIESEL	POIDS LOURDS - DIESEL
0,48	0,32	1,74	0,9

Les données utilisées pour le calcul des émissions sont :

- Les données des facteurs d'émissions pour l'année 2021 (état actuel)
- Le flux de véhicules par catégorie (véhicules légers particuliers et poids lourds)
- La vitesse des véhicules : celle-ci a été prise égale à la vitesse réglementaire en ville, soit 50 km/h.
- La distance parcourue.

Le tableau ci-dessous présente le bilan des émissions en grammes par jour des différents polluants émis sur le réseau d'étude pour l'état actuel.

Remarque : les taux d'émissions ne peuvent pas être directement comparés à la concentration de polluants résultante dans l'air ambiant. Les émissions polluantes correspondent à la quantité de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les véhicules en circulation. Elles sont exprimées en gramme par jour. Les concentrations représentent la quantité de polluants dans un volume ambiant et sont exprimées en microgramme par mètre cube (µg/m³). Elles caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

Tableau 10 Emissions globales pour les différents scénarios étudiés dans l'aire d'étude en grammes par jour

Polluants	2021 Etat initial
Benzène	5
CO	4 118
NMHC	163
NO ₂	4 521
NO _x	13 189
PM _{2,5} totaux	587
PM ₁₀ totaux	933
SO ₂	22
B(a)P	4,0E-02
As	2,1E-04
Ni	9,7E-02

3.5.3. Modélisation des concentrations en polluants

Les teneurs en dioxyde d'azote ont été modélisées en tout point des bandes du réseau d'étude pour l'état actuel à l'aide du logiciel ADMS Roads, qui a été développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants). Ce logiciel permet de simuler la dispersion atmosphérique d'un grand nombre de polluants de façon simple, grâce à un modèle gaussien.

Le trafic est modélisé à l'aide de sources linéaires, en spécifiant des données sur les caractéristiques de l'axe routier (tel que la largeur de la voie ou son élévation) ainsi que sur le taux d'émission de chaque polluant. Le logiciel simule par la suite la dispersion atmosphérique des polluants émis en prenant en compte l'effet d'un certain nombre de paramètres physiques tel que météorologie, le relief et la pollution de fond.

Les taux de concentration sont ensuite calculés sur une grille de calcul (en spécifiant une largeur de domaine de calcul et un espacement horizontal). Une option de maillage « intelligent » permet d'optimiser les résultats de sortie en affinant le maillage près des sources. Les concentrations peuvent être également calculées sur des points récepteurs choisis par l'utilisateur.

3.5.3.1. Hypothèses de modélisation des concentrations

■ Domaine d'étude

Le modèle de dispersion ADMS calcule les concentrations à la fois sur un maillage de points (avec un espacement horizontal régulier ou variable) et en des points spécifiques.

La grille de calcul retenue pour la modélisation se compose d'un maillage régulier de 10 201 points, soit une résolution de 15 m en X et 22 m en Y sur l'ensemble de l'aire d'étude.

Des points additionnels sont également intégrés au modèle (au nombre de 1 015) afin d'affiner les résultats autour des voies routières (maillage intelligent autour des axes routiers). Les points supplémentaires sont placés près des sources d'émissions (les routes) où les gradients de concentration sont plus forts.

Au total, la grille de calcul retenue compte 11 216 points.

Par ailleurs, les calculs ont été réalisés en des points spécifiques, correspondant à la localisation des sites instrumentés de tubes passifs pendant la campagne de mesures.

■ Topographie et occupation du sol

La prise en compte du relief et de la rugosité est effectuée sur une aire 50 % plus large que la zone d'étude. En effet, il s'agit de prendre en compte la déformation des champs de vent en amont de la zone où la dispersion des émissions des axes routiers est étudiée, afin d'intégrer les directions préférentielles de vents en limite de l'aire d'étude.

Pour se faire, le module de « terrain complexe » qui utilise le préprocesseur météorologique d'ADMS (Flowstar) a été activé. Dans ce cas les champs d'écoulement et de turbulence sont modélisés par le modèle FLOWSTAR. Il modélise la circulation et la dispersion atmosphérique en tenant compte du relief et des changements de rugosité. Il prend également en compte les régions d'écoulement inverse, c'est-à-dire les régions où la vitesse du flux est dirigée dans la direction opposée à la vitesse moyenne du vent.

Etant donné l'absence de relief marqué sur la zone d'étude, la topographie n'a pas été prise en compte.

La rugosité a été spécifiée grâce aux données issues de Corine Land Cover, base de données européenne d'occupation biophysique des sols. La rugosité (voir figure ci-dessous) dans la zone d'étude est variable, allant de 0,01 (prairies, rivières) à 1 (tissu urbain).

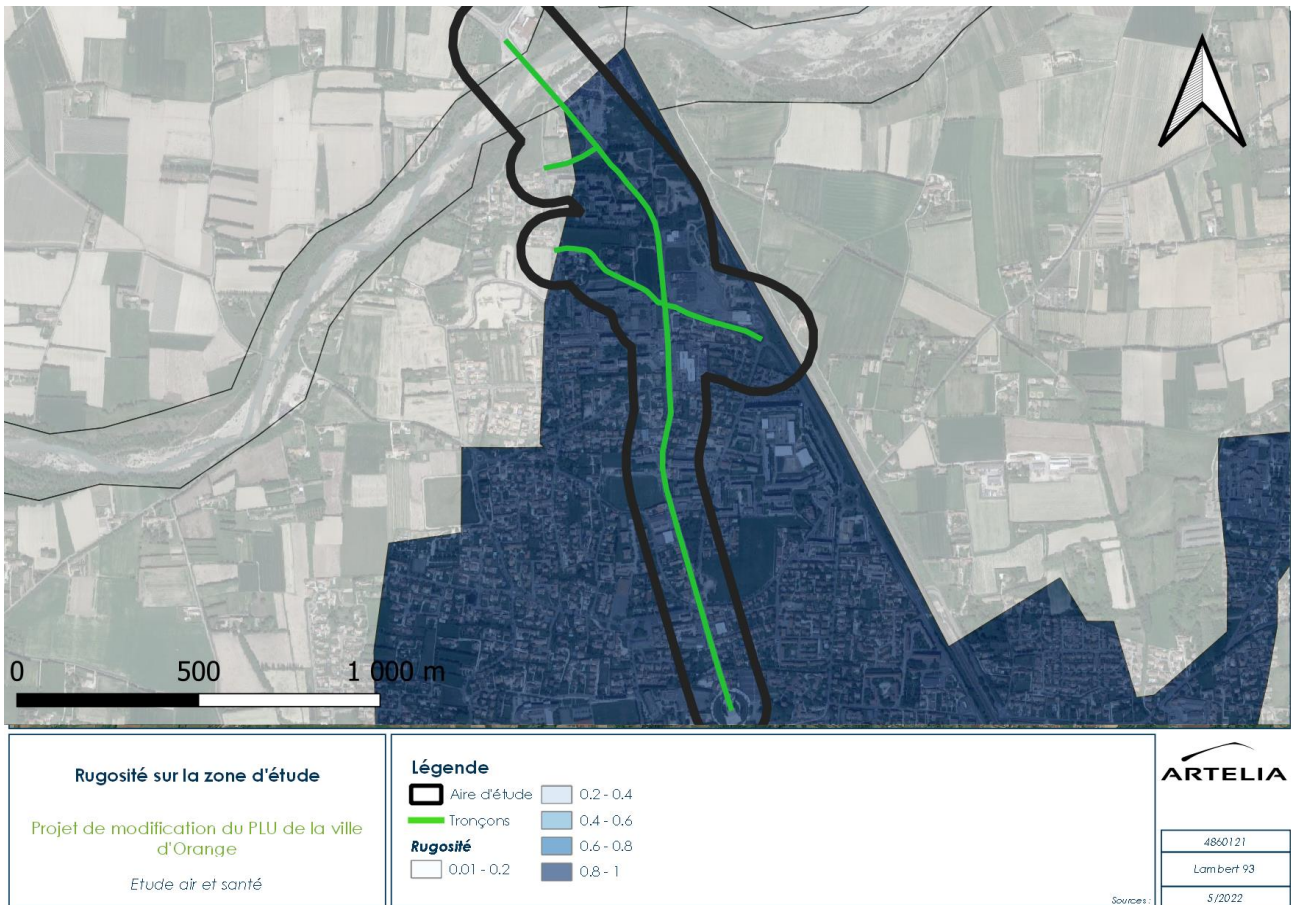


Figure 15 Rugosité de la zone d'étude

■ Données Météorologiques

Les conditions météorologiques influencent en partie les différents états de la couche limite (conditions stables, neutres ou instables) favorisant ou limitant les phénomènes de dispersion. Par ailleurs, la direction et la force du vent sont des paramètres influents : ils déterminent la trajectoire des panaches et la dilution. En effet plus la vitesse du vent est faible et plus les polluants risquent de s'accumuler. A l'inverse, un vent fort et de direction clairement définie peut diriger un panache vers une zone spécifique et y concentrer ainsi la pollution.

Les données météorologiques ont été intégrées au modèle sous la forme d'un fichier « rose des vents » en spécifiant la fréquence des vents en fonction de leur provenance et de leur vitesse. Ces données ont été recueillies auprès de Météo France. La rose des vents couvre une période de 19 ans et est issue de la station de référence disposant des données sur cette période la plus proche de la zone d'étude, c'est-à-dire la station d'Orange.

La figure ci-dessous présente la rose des vents de la station.

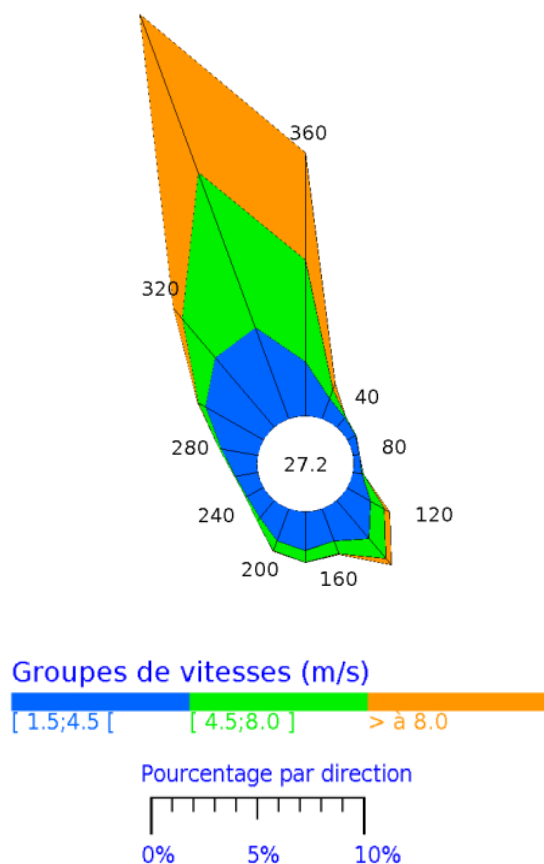


Figure 16 Rose des vents sur la station Météo France d'Orange - période 1991 - 2010

Les vents dominants proviennent du Nord-Ouest et du Sud-Est. Ce sont principalement des vents forts (plus de 5 m/s).

Le modèle permet aussi de simuler différentes configurations de l'état de la couche atmosphérique (stable, instable ou neutre). La classe de stabilité associée est la classe D de Pasquill qui correspond à un état neutre (conditions les plus représentées en France).

■ Pollution de fond

La pollution de fond peut être renseignée pour tous les polluants modélisés, afin de tenir compte notamment d'autres sources d'émissions loin de la zone routière.

Les valeurs de la pollution de fond sont prises constantes dans le temps (pas de variation avec l'horizon d'étude).

Elles sont fixées en fonction des données d'ARTELIA et en particuliers des valeurs relevées par les différents capteurs positionnés en situation de fond urbain lors de la campagne en mars 2022, soit 13,5 µg/m³ pour le dioxyde d'azote (NO₂).

3.5.3.2. Résultats de la Modélisation

La modélisation des axes routiers du secteur d'étude conduit à la définition en chaque point du domaine d'étude de la concentration moyenne annuelle en NO₂.

Les résultats sont présentés :

- Sous forme de cartographie des concentrations moyennes dans l'aire d'étude;
- Sous forme de tableaux indiquant les concentrations moyennes annuelles au droit des récepteurs spécifiques.

La carte des concentrations moyennes annuelles en NO₂ est présentée sur la figure ci-dessous. Elle représente uniquement l'effet des émissions des brins considérés sans prise en compte de la pollution de fond.

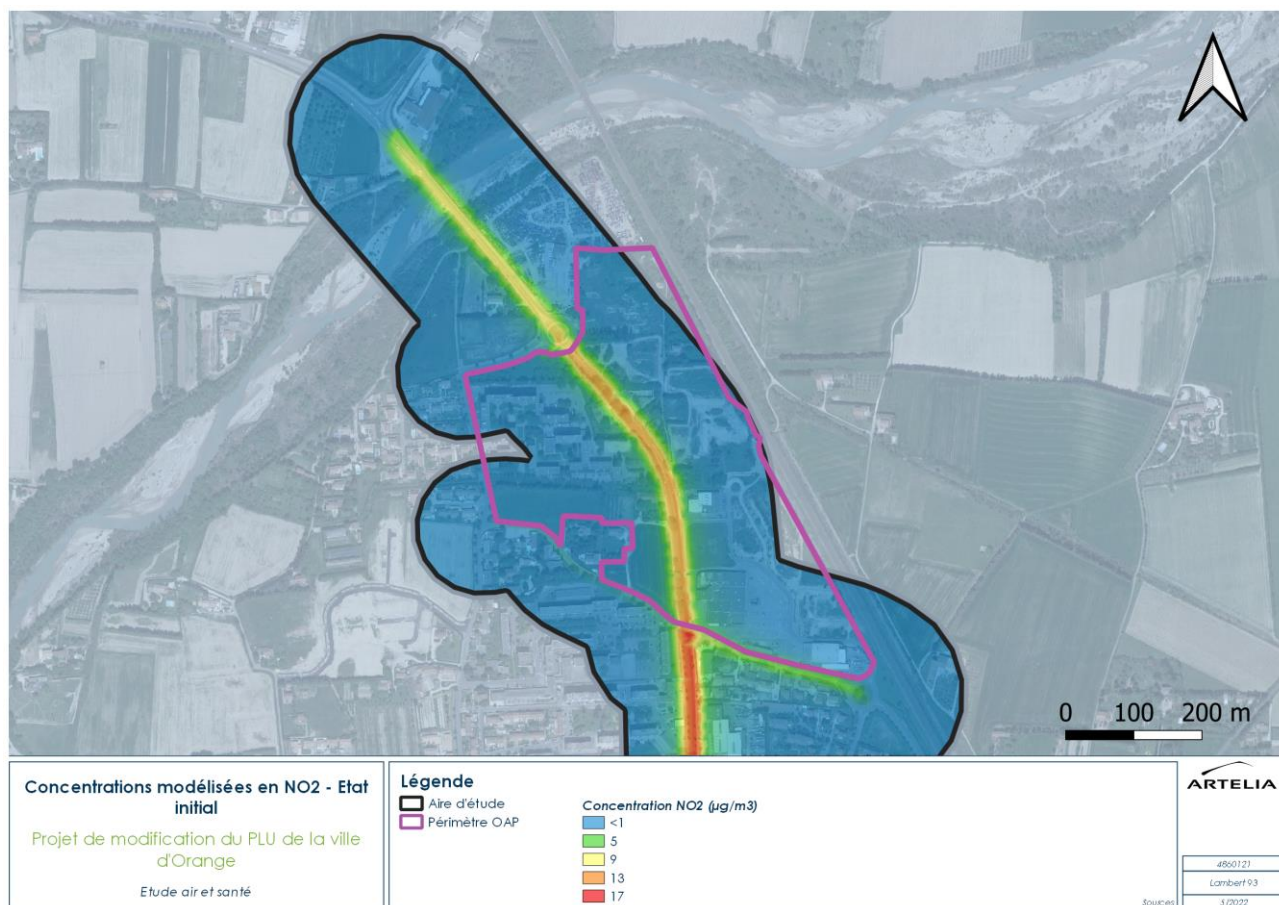


Figure 17 Contribution des sources modélisées aux concentrations moyennes dans l'air en NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

La cartographie montre que les concentrations sont maximales le long de l'axe routier de la RN7. Les concentrations diminuent rapidement avec la distance à la source.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles pour le NO₂ sur chaque récepteur du fait des axes modélisés de l'aire d'étude, sans et avec prise en compte de la pollution de fond. Les points récepteurs correspondent aux points de mesures réalisés pendant la campagne.

Tableau 11 Concentration en NO₂ du fait des sources modélisées aux points récepteurs pour l'état initial sans et avec prise en compte de la pollution de fond

Point	Concentration en NO ₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Objectif de qualité : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Sans	Avec
A1	0,58	14,1
A2	0,44	13,9
A3	0,60	14,1
A4	0,76	14,3
A5	0,28	13,8

Point Rappel réglementation Valeurs guides OMS Prise en compte de la pollution de fond	Concentration en NO ₂ en µg/m ³	
	Objectif de qualité : 40 µg/m ³ Valeur limite : 40 µg/m ³ 10 µg/m ³	
	Sans	Avec
A6	1,52	15
A7	3,09	16,6
A8	6,5	20,0
A9	11,42	24,9
A10	0,42	13,9
A11	0,43	13,9
A12	0,60	14,1
A13	0,87	14,4
A14	3,45	17,0
A15	5,92	19,4

Les points situés près de l'axe de la RN7 (circulation à fort trafic) présentent des niveaux de pollution élevés, comme les points A9 et A15. Le point A8 proche du giratoire au Nord de l'étude présente une concentration de NO₂ de 20,0 µg/m³ (avec pollution de fond), soit la deuxième valeur de concentrations en NO₂ la plus élevée des points récepteurs.

Les concentrations moyennes en NO₂ sur chaque point récepteur sont tous inférieures à l'objectif de qualité de 40 µg/m³ en prenant en compte la pollution de fond. Par ailleurs, du fait de la concentration de fond en NO₂ de 13,5 µg/m³, l'ensemble des concentrations modélisées est supérieure à la valeur guide de l'OMS. Par ailleurs, un seul point (A9) présente une concentration en NO₂ sans la pollution de fond supérieure à cette valeur guide.

4. IMPACTS ET MESURES

4.1. RAPPEL DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE

De fortes concentrations de polluant dans l'air ambiant sont susceptibles d'engendrer des répercussions sensibles sur la santé humaine. Plusieurs centaines de travaux menés dans de nombreux pays sur des populations et avec des méthodologies différentes ont produit un ensemble de résultats convergents. Ils montrent que l'exposition aux polluants, notamment les particules en suspension et l'ozone, est associée à un impact à court terme sur la santé (notamment sur la mortalité et sur les hospitalisations). Durant les épisodes de pollution atmosphérique aiguë et pendant les quelques jours qui suivent, il est constaté une augmentation des taux d'hospitalisation, de mortalité, de crises cardiaques et de troubles pulmonaires, une aggravation des maladies chroniques existantes cardiaques ou respiratoires et l'apparition d'irritations oculaires et d'inflammation des muqueuses des voies respiratoires et des bronches.

Parallèlement, à la mise en évidence d'effets aigus de la pollution atmosphérique urbaine, le suivi à long terme de cohortes a permis de documenter de manière convaincante les effets de l'exposition chronique aux polluants, notamment l'effet des particules fines sur la mortalité totale et cardiovasculaire. L'OMS estime ainsi à 7 millions environs le nombre de personnes qui meurent chaque année à cause de l'exposition aux particules fines contenues dans l'air pollué. En France, ce sont 48 000 morts prématurées par an qui sont attribuées à la pollution aux particules fines PM_{2,5}. Par ailleurs, en termes d'impacts sanitaires, du fait de la durée d'exposition, c'est bien la pollution chronique qui cause globalement le plus d'impacts sanitaires.

La pollution atmosphérique a donc des effets avérés : maladies respiratoires, maladies cardio-vasculaire mais aussi infertilité, cancer, morbidité, effets reprotoxiques et neurotoxiques. La figure ci-dessous présente les principaux mécanismes d'action des particules fines sur la santé.

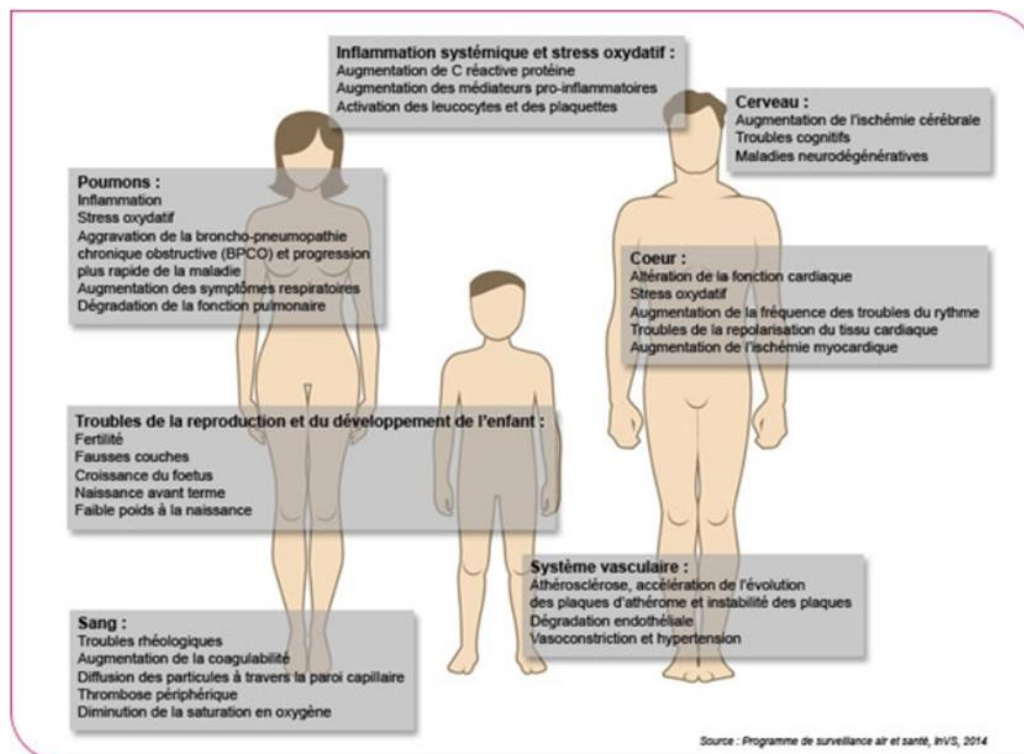


Figure 18 Conséquences de la pollution atmosphérique, source : Programme de surveillance air et santé, InVS 2014

Enfin, concernant la pollution due au trafic routier, un certain nombre de travaux a mis en évidence un effet spécifique sur la genèse et la survenue de crises d'asthmes chez l'enfant et la mortalité et morbidité pour causes cardiovasculaires. Notamment, une évaluation réalisée dans le cadre de l'étude Aphekom (programme européen coordonné par l'InVS) portant sur 10 villes européennes estime que le fait de résider à proximité (moins de 150 m) d'un axe de grande circulation (trafic supérieur à 10 000 véh/jour) est responsable de 9 à 25% des nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, et de 10 à 35% des cas de broncho-pneumopathie chroniques obstructives et de maladies coronarienne chez les adultes de plus de 65 ans.

4.2. IMPACTS DES PROJETS D'URBANISATION SUR LE PERIMETRE DE L'OAP SUR LA QUALITE DE L'AIR

Un des objectifs à atteindre de l'OAP (Orientation aménagement et de programmation) est la constitution d'un véritable quartier urbain plus dense, intégrant les mixités sociales et fonctionnelles, par la réhabilitation des logements sociaux existants, la création de logements locatifs sociaux sur le secteur de La Violette et la création de logements en accession aux franges du périmètre opérationnel de la résidence de l'Aygues.

De ce fait, l'aire d'étude accueillera de nouveaux logements et donc de nouvelles populations. La densification du quartier peut avoir comme conséquence une augmentation des circulations sur le secteur du fait du trafic généré par les nouveaux usages. Les études de trafics propres à chaque projet urbain permettront de quantifier précisément cet impact. Le projet de requalification du quartier de la Violette, dans la partie ouest de l'OAP a déjà fait l'objet d'une étude de trafic en février 2022 par EMTIS. L'analyse de la variation des trafics permet alors d'appréhender une partie de l'impact de l'OAP sur les circulations.

Sur la base de l'étude de trafic de EMTIS, le kilométrage parcouru, qui correspond au produit du TMJA et de la distance parcourue pour chaque tronçon a été calculé pour l'état actuel et un scénario projet. Il augmente sur le secteur avec la réalisation du projet urbain, de l'ordre de 11%. Les évolutions restent variables selon les axes du périmètre de l'OAP avec notamment une diminution sur la RN7 entre le giratoire Nord et l'Intermarché actuel et sur l'avenue de la Violette.

Les concentrations à proximité des axes routiers subissant une augmentation du trafic et donc des émissions polluantes devraient alors augmenter. Toutefois, au vu des concentrations mesurées et modélisées dans l'analyse de l'état initial, celles-ci devraient restées acceptables. En effet, l'état initial a montré une qualité de l'air correcte sur le secteur avec des teneurs en NO₂ maximales à proximité immédiate de la RN7 inférieures aux valeurs réglementaires. Les concentrations diminuent ensuite rapidement avec la distance à la voie et sont inférieures à 15 µg/m³ à une centaine de mètre de celle-ci.

Par ailleurs, au vu de l'augmentation de trafic à prévoir, les concentrations en polluant à distance de la voirie (plus d'une centaine de mètres) seront sensiblement les mêmes.

Aussi, le projet de modification du plan local d'urbanisme en entrée Nord d'Orange est peu susceptible d'exposer de nouvelles populations à des pollutions susceptibles d'occasionner des troubles de la santé dès lors que ces populations se trouvent à distance de la RN7.

4.3. RECOMMANDATIONS

Les émissions polluantes dans le périmètre de l'OAP proviennent du trafic des différents axes routiers et en particulier de la RN7. La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Toutefois, plusieurs types d'actions générales peuvent être envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée la pollution :

- La réduction ou la préservation de la matière grise qui consiste à étudier les mesures constructives pour éviter au maximum les situations où les populations seraient trop exposées : en particulier, les sites sensibles

(équipements liés à la petite enfance, groupes scolaires, hôpitaux, maisons de retraite) ou les sites à forte densité de population pour les projets neufs sont à éloigner des axes fortement circulés.

Au sein de l'OAP, les constructions nouvelles sont à éloigner de la RN7. Les mesures et la modélisation ont montré une décroissance des niveaux avec la distance à la voie. Dès 30 m la décroissance est importante et les niveaux en polluants se rapprochent des niveaux de fond. A une centaine de mètres de celle-ci les niveaux observés ou modélisés sont les niveaux de fond.

Par ailleurs, certains bâtiments peuvent être utilisés comme écran protecteur d'autres bâtiments plus sensibles en aval de la source.

Enfin, une réflexion sur les aménagements extérieurs des logements (balcons, loggias, terrasses...) concernant leur emplacement par rapport aux sources de nuisances est à mener. Ces aménagements sont à privilégier sur les façades arrières des bâtiments, non directement exposées à la source de pollution et même protégées de celle-ci par le bâtiment lui-même.

Cette mesure rejoint les dispositions constructives relatives à la protection contre le bruit.

- La réduction des émissions polluantes à la source par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules, fluidité du trafic, etc...) et par la valorisation des transports publics et des modes doux dans la conception du projet afin d'inciter les usagers à les utiliser et délaisser l'automobile.

La requalification de la RN7 en boulevard urbain pourrait être l'occasion de jouer sur les émissions polluantes à la source. La modification des conditions de circulation doit permettre d'améliorer la fluidité du trafic.

Par ailleurs, il convient d'encourager les mobilités douces et penser les aménagements avant tout pour les piétons et les vélos. L'OAP intègre notamment des dessertes dédiées aux modes doux au sein de son périmètre. Les transports publics sont à valoriser.

- La végétation : celle-ci peut avoir un effet sur le climat en ville (elle contribue à diminuer l'îlot de chaleur urbain) mais également sur la pollution. En effet, certaines études montrent qu'elle serait en mesure de capter certains polluants. Toutefois, ces études se basent souvent sur la modélisation et sont difficilement transposables. Ces études montrent également que c'est la diversité de la végétation qui offre le plus de bénéfices environnementaux et sanitaires. Les effets sont différents pour les polluants gazeux qui pénètrent au sein des feuilles via les stomates, des particules qui sont préférentiellement déposées à la surface des feuilles. La contribution de la végétation à la diminution des concentrations de polluants atmosphériques peut être directe (absorption / adsorption des polluants) et indirecte (rôle des végétaux sur le climat urbain). Les polluants gazeux pénètrent au sein des feuilles via les stomates alors que les polluants particuliers sont préférentiellement déposés à la surface des feuilles et sont ensuite remis en suspension dans l'air, lessivés par la pluie ou tombent au sol avec la chute des feuilles. Toutefois, les effets de la végétation vis-à-vis de la pollution atmosphérique restent actuellement difficiles à quantifier et les différentes études montrent que ceux-ci restent incertains.

5. CONCLUSION

La présente étude a été réalisée dans le cadre de l'étude d'impact relative à la modification du plan local d'urbanisme de la ville d'Orange.

Une campagne de mesures a été réalisée au sein du périmètre de l'OAP afin de caractériser la qualité de l'air du secteur. Elle a porté sur le dioxyde d'azote, polluant principalement émis par le trafic routier. Les valeurs les plus élevées sont relevées à proximité de la voirie. Toutefois, les concentrations diminuent rapidement avec la distance à la voie et les concentrations mesurées sont inférieures aux valeurs réglementaires. Par ailleurs, elles restent supérieures aux lignes directrices de l'OMS (excepté pour le capteur A5). La pollution de fond dans le secteur a pu être évaluée à $13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La modélisation de l'état initial confirme les résultats de la campagne de mesure. Les concentrations maximales sont observées à proximité de la RN7 mais décroissent rapidement avec la distance à la voie.

L'OAP a pour objectif de densifier la zone, avec comme conséquence une possible augmentation des trafics dans le secteur tout comme une augmentation des populations. Toutefois, au vu de l'état initial, l'OAP est peu susceptible d'entraîner l'exposition de nouvelles populations à des pollutions susceptibles d'occasionner des troubles de la santé dès lors que ces populations se trouvent à distance de la RN7. D'autres mesures générales peuvent avoir un effet positif comme certaines dispositions constructives, la réduction des émissions à la source ou la végétation.



ANNEXE 1

RESULTATS DETAILLES DES MESURES

Station n°1

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'17,1936"N
Longitude 4°48'1,2348"E



Date et durée de la mesure

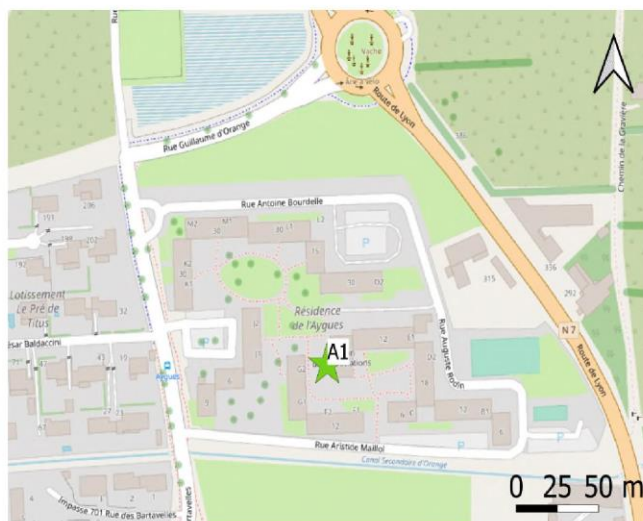
Début mesure 09/03/2022 10:41
Fin mesure 25/03/2022 13:37
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Grille, 2 m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond Urbain
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	14.353 µg/m3	N/A



Station n°2

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'15,786"N
Longitude 4°47'59,8308"E



Date et durée de la mesure

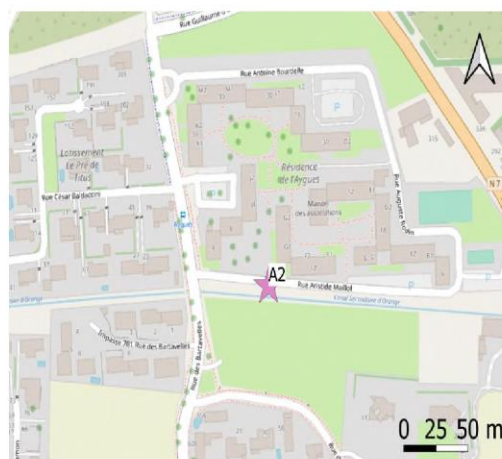
Début mesure 09/03/2022 10:46
Fin mesure 25/03/2022 13:42
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	fond urbain -transect
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	14.578 µg/m3	N/A



Station n°3

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'15,6672"N
Longitude 4°48'2,2968"E



Date et durée de la mesure

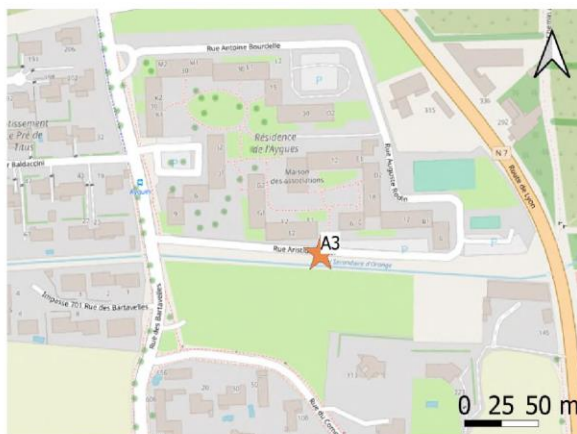
Début mesure 09/03/2022 10:49
Fin mesure 25/03/2022 13:43
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond urbain - transect
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	13.570 µg/m3	N/A



Station n°4

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'15,4044"N
Longitude 4°48'4,0824"E



Date et durée de la mesure

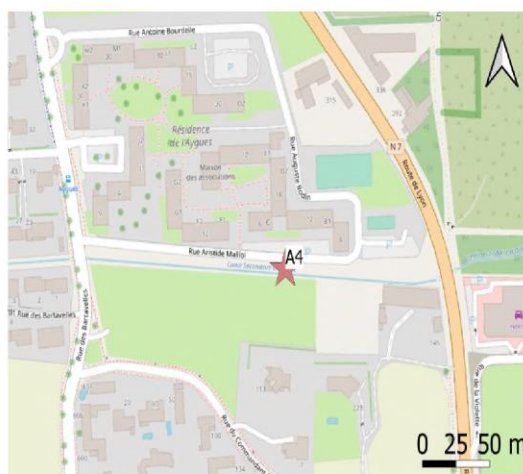
Début mesure 09/03/2022 10:53
Fin mesure 25/03/2022 13:45
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond urbain - transect
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	13.908 µg/m3	N/A



Station n°5

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'26,118"N
Longitude 4°48'8,5572"E



Date et durée de la mesure

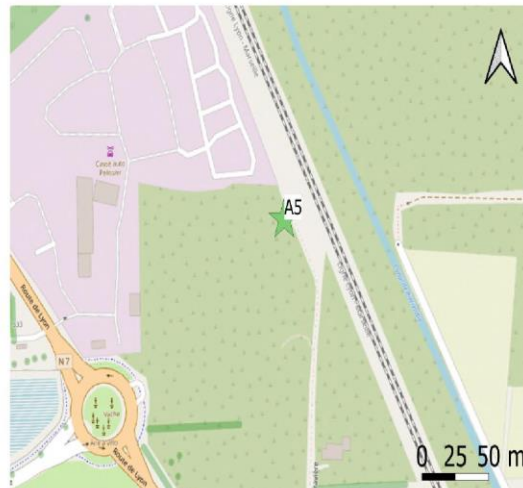
Début mesure 09/03/2022 11:30
Fin mesure 25/03/2022 14:06
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond Urbain
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	9.764 µg/m3	N/A



Station n°6

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'15,7248"N
Longitude 4°48'6,9084"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 13:11
Fin mesure 25/03/2022 13:47
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic - transect
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	16.246 µg/m3	N/A



Station n°7

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'14,9256"N
Longitude 4°48'8,676"E



Date et durée de la mesure

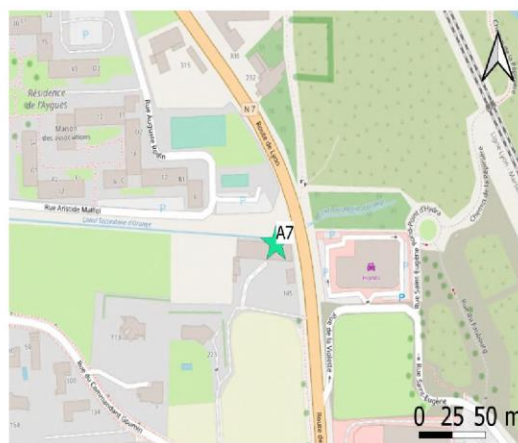
Début mesure 09/03/2022 13:16
Fin mesure 25/03/2022 13:50
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic - transect
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	19.745 µg/m3	N/A



Station n°8

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'21,906"N
Longitude 4°48'2,736"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 10:44
Fin mesure 25/03/2022 10:19
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	31.594 µg/m3	N/A



Station n°9

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'17,496"N
Longitude 4°48'7,9164"E



Date et durée de la mesure

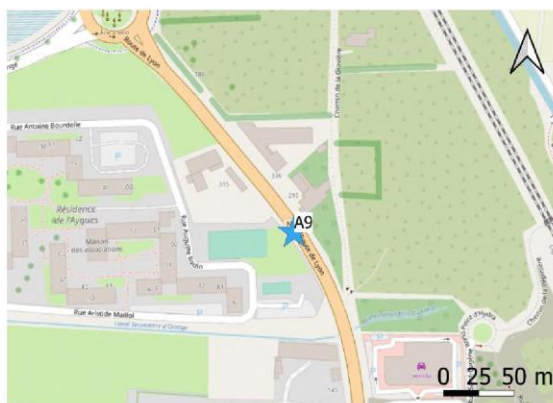
Début mesure 09/03/2022 13:29
Fin mesure 25/03/2022 13:53
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	23.252 µg/m3	N/A



Station n°10

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'9,6552"N
Longitude 4°48'20,0324"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 13:42
Fin mesure 25/03/2022 14:20
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond urbain
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	13.424 µg/m3	N/A



Station n°11

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'11,4408"N
Longitude 4°48'18,2916"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 13:47
Fin mesure 25/03/2022 14:18
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond urbain
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	11.848 µg/m ³	N/A



Station n°12

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'11,0412"N
Longitude 4°48'16,3512"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 13:49
Fin mesure 25/03/2022 14:17
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	15.010 µg/m3	N/A



Station n°13

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'11,9268"N
Longitude 4°48'14,0832"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 13:53
Fin mesure 25/03/2022 14:16
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Arbre, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Fond urbain
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	15.013 µg/m3	N/A



Station n°14

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'12,51"N
Longitude 4°48'10,782"E



Date et durée de la mesure

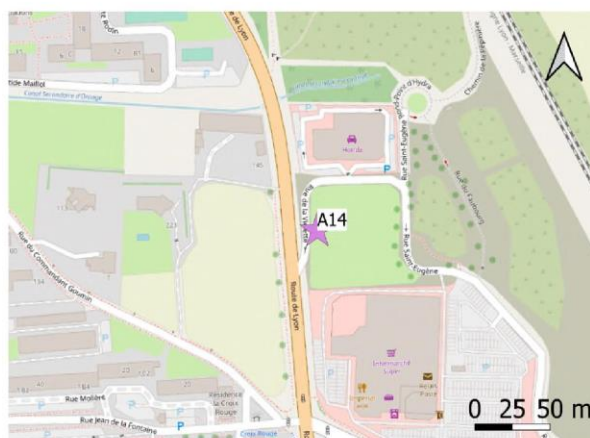
Début mesure 09/03/2022 13:56
Fin mesure 25/03/2022 14:12
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	24.728 µg/m3	N/A



Station n°15

Localisation du point de mesure

Latitude 44°9'11,0376"N
Longitude 4°48'10,5084"E



Date et durée de la mesure

Début mesure 09/03/2022 14:00
Fin mesure 25/03/2022 14:29
Durée mesure 16 jours

Identification du point de mesure

Support et Hauteur	Poteau, 2m
Méthode de prise d'échantillon	Tubes passifs PASSAM
Polluants étudiés	NO2
Ambiance	Trafic
Etablissement / Lieu vulnérable	

Résultats NO2

	Concentration moyenne	Remarque
1ère campagne	35.773 µg/m3	N/A

