METROPOLE AIX-MARSEILLE PROVENCE
Le Pharo 58, boulevard Charles-Livon
13007 Marseille

MAITRE D' OUVRAGE

Réalisation d'un Pôle d'Echange Multimodal à « Camp de Sarlier » Commune d'Aubagne (13400)

Demande d'examen au cas par cas

Annexe volontaire n°4
Etude qualité de l'air et santé

TPF ingénierie
Dpt Environnement et Territoires

INGENIERIE

Etude qualité de l'air et santé

METROPOLE AIX-MARSEILLE-PROVENCE
Projet PEM Camp Sarlier (Aubagne)

Référence : 24098246-3/Rév. 0 – 20/01/2025

Interlocuteur Bureau Veritas

Votre contact	Coordonnées
Frédéric DELAGE Consultant HSE – Risques Industriels frederic.delage@bureauveritas.com	Bureau Veritas Exploitation Service Conseil QHSE & RSE ZA L'Enfant – 405 rue Emilien Gautier 13290 AIX-EN-PROVENCE

Interlocuteur client

Contact	Coordonnées
Sylvie PERICHON Chargée d'Opérations sylvie.perichon@ampmetropole.fr	METROPOLE AIX-MARSEILLE-PROVENCE Service Conduite de Projets Direction Equipements de Mobilité Pôle Infrastructures Mobilités Durables Infrastructures et Voirie BP 48014 13567 MARSEILLE CEDEX 02

❖ SOMMAIRE ❖

1. CONTEXTE 5
2. PRESENTATION DE L'ETUDE 6
2.1. DEMARCHE 6
2.2. COMPOSES RETENUS 6
3. CARACTERISATION DES SUBSTANCES 7
4. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION 9
4.1. CARACTERISATION DES POPULATIONS EXPOSEES 9
4.2. OCCUPATION ET USAGE DES SOLS 13
4.3. SYNTHESE 14
5. EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX 15
5.1. INVENTAIRE DES EMISSIONS 15
5.2. QUALITE DE L'AIR - DONNEES ATMOSUD 22
5.2.1. Station de mesure 22
5.2.2. Cartographies 24
5.3. CAMPAGNE DE MESURES 27
5.4. CONCLUSIONS 28
6. QUANTIFICATION DES EMISSIONS ET DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS 29
6.1. QUANTIFICATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC 29
6.2. EVALUATION DES EXPOSITIONS 32
6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique 32
6.2.2. Résultats des concentrations modélisées 36
7. MONETARISATION ET ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS 40
7.1. METHODOLOGIE 40
7.2. RESULTATS DE LA MONETARISATION 41
8. HYPOTHESES ET INCERTITUDES 42
8.1. CHOIX DES POLLUANTS 42
8.2. INCERTITUDES LIEES A LA QUALIFICATION DE LA QUALITE DE L'AIR 42
8.3. INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE 42
8.4. INCERTITUDES LIEES AUX DONNEES METEOROLOGIQUES 43
8.5. HYPOTHESES ET INCERTITUDES LIEES A LA CARACTERISATION DES EMISSIONS 43
8.6. HYPOTHESES ET INCERTITUDES SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS 43
8.7. HYPOTHESES ET INCERTITUDES SUR LA VARIABILITE DES ETRES HUMAINS AUX DIFFERENTS FACTEURS 43
9. SYNTHESE ET CONCLUSIONS 44
10. ANNEXES 46
10.1. ANNEXE 1 : CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR 46

❖ LISTE DES FIGURES ❖

Figure 1 : Localisation du parking relai 5
Figure 2 : Localisation du projet sur carte IGN 9
Figure 3 : Vue aérienne de l'environnement proche du projet 10
Figure 4 : Pyramides des âges de la commune d'Aubagne 11
Figure 5 : Pyramides des âges pour l'IRIS « Ceinture Est » d'Aubagne 11
Figure 6 : Cartographie des limites de l'Iris « Ceinture Est » 12
Figure 7 : Occupation des sols (Corine Land Cover 2018) 13
Figure 8 : Registre Parcellaire Graphique 2023 14
Figure 9 : Concentrations journalières en dioxyde d'azote – année 2024 22
Figure 10 : Concentrations horaires en dioxyde d'azote – année 2024 23
Figure 11 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote en 2023 24
Figure 12 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de PM_{10} en 2023 25
Figure 13 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de $PM_{2,5}$ en 2023 26
Figure 14 : Localisation des points de mesure 27
Figure 15 : Zone d'étude et tronçons considérés 30
Figure 16 : Rose générale des vents de la station d'Aubagne (période 2020-2023) 34
Figure 17 : Localisation des points récepteurs 35
Figure 18 : Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote – situation 2026 sans projet 37
Figure 19 : Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote – situation 2026 avec projet 37
Figure 20 : Différentiel de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote entre la situation 2026 avec projet et sans projet 38

❖ LISTE DES TABLEAUX ❖

Tableau 1 : Résultats des mesures de la qualité de l'air pour la station d'Aubagne Les Passons 22
Tableau 2 : Trafics moyens journaliers en 2026 avec et sans projets 29
Tableau 3 : Bilan des émissions – situation actuelle 2024 31
Tableau 4 : Bilan des émissions – situation 2026 sans projet 31
Tableau 5 : Bilan des émissions – situation 2026 avec projet 32
Tableau 6 : Concentrations modélisées en dioxyde d'azote en moyenne annuelle au niveau des points récepteurs 38
Tableau 7 : Coût unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2015 (en $€_{2015}$/100 véh.km) 40
Tableau 8 : Synthèse des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique et à leffet de serre 41

1. CONTEXTE

La présente étude s'inscrit dans le cadre du projet de création du Pôle d'Echanges Multimodal (PEM) de Camp de Sarlier, sur la commune d'Aubagne (13), et de la réalisation d'un examen cas par cas.

Le projet consiste en la construction d'un PEM sur une superficie d'environ 6900 m² comprenant parcelles, voiries et espaces publics, pour les usagers des lignes urbaines et interurbaines, le covoiturage et les modes doux de déplacement.

L'opération consiste en la réalisation au sein du pôle d'un parking-relais de 185 places de stationnement et 40 places de stationnement vélo en abris sécurisés, ainsi que les services associés au fonctionnement du parking-relais (barriérage, éclairage). Il comprend également un réaménagement des voiries d'accès et un traitement paysager des espaces publics. Le parking-relais sera implanté sur deux niveaux.

L'emplacement du PEM de Camp Sarlier est stratégique, situé au niveau de la station BHNS de Camp Sarlier, arrêt de la future ligne le bus+ et des futures lignes lecar+ Aubagne – Aix et La Ciotat – Aubagne, et de sa bonne accessibilité routière pour les bassins Nord et Est par sa proximité avec l'A52 ou de la D2.

Le site choisi pour l'implantation du P+R se trouve à la limite des zones urbaines et agricoles, qui marque un secteur d'entrée de ville sur la commune d'Aubagne tout en présentant une épaisseur végétale significative.

La figure ci-dessous localise l'emplacement du parking relais.

Figure 1 : Localisation du parking relai

(extrait du programme opérationnel PEM Camp Sarlier)

2. PRESENTATION DE L'ETUDE

2.1. DEMARCHE

Cette étude comporte les principaux éléments suivants :

- La caractérisation du dioxyde d'azote, substance de référence pour l'étude ;
- La caractérisation de la zone d'étude, des populations exposées ;
- L'évaluation de l'état des milieux au regard des données de qualités de l'air, études sanitaires existantes et campagne de mesures ;
- La quantification des émissions du trafic routier pour l'ensemble des polluants ;
- La modélisation de dispersion atmosphérique (situation sans projet et situation avec projet) pour le dioxyde d'azote ;
- L'impact du projet sur la qualité de l'air au regard des objectifs de qualité de l'air et valeurs de référence.

Le contenu de l'étude et le niveau d'approfondissement de l'étude se veut « proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine » (article R122-5.I. du code de l'environnement).

2.2. COMPOSES RETENUS

Les polluants retenus pour l'étude se basent sur le « Guide méthodologique sur le volet air et santé des études d'impact routières » (Cerema, 2019).

Les polluants pris en compte sont les suivants :

- Particules (PM_{10}, $PM_{2,5}$ et particules diesel),
- Dioxyde d'azote,
- Monoxyde de carbone,
- Dioxyde de soufre,
- Benzène comme traceur des COVNM,
- Benzo(a)pyrène (traceur des HAP),
- Nickel,
- Arsenic.

Nota : au regard du niveau d'étude défini dans le guide du Cerema :

- Trafic inférieur à 25 000 véhicules/j pour les axes au voisinage et impactés par le projet + bâti avec une densité inférieure à 2000 habitants/km² ;
  ➔ Etude de niveau II
- Présence d'un Plan de Protection de l'Atmosphère sur le secteur d'étude ;
  ➔ Etude à remonter d'un niveau
- Absence de lieu dit vulnérable
- Diminution du trafic sur certains axes (en dehors des voies créées par le projet, voies de longueur réduites).
  ➔ Etude pouvant être abaissée de 2 niveaux
- Qualité de l'air actuelle de la zone : dégradée (au regard de la valeur de 20 µg/m^3 pour le NO_2 - directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024).
  ➔ Tout abaissement possible est limité à un niveau d'étude

Au regard de ces différents éléments, le niveau d'étude retenu pour les polluants considérés est un **niveau II**.

3. CARACTERISATION DES SUBSTANCES

Au regard du niveau d'étude, **le polluant traceur retenu est le dioxyde d'azote**. Ses principales caractéristiques sont présentées ci-après.

Dioxyde d'azote

❖ **Comportement :**

- Se décomposent en acide nitrique dans l'eau et le sol,
- Contribuent au phénomène des pluies acides,
- Précurseurs de l'ozone troposphérique (basse atmosphère) ; la plus grande partie des oxydes d'azote atmosphérique est émise sous forme de monoxyde d'azote qui est rapidement oxydé par l'ozone en dioxyde d'azote. Le dioxyde d'azote réagit avec les radicaux hydroxyles dans l'atmosphère, et subit des réactions photochimiques conduisant à la formation d'ozone,
- Eutrophisation des cours d'eau et des lacs.

❖ **Effets sur la santé**

- Effets généraux
  - Altération des fonctions respiratoires,
  - Hyper réactivité bronchique chez les asthmatiques,
  - Sensibilisation des bronches aux infections microbiennes chez l'enfant,

- Pénétration et devenir dans l'organisme

  La principale voie de pénétration dans l'organisme est l'inhalation.

  Les oxydes d'azote sont principalement constitués de monoxyde (NO) et de dioxyde (NO_2) d'azote. Le monoxyde, rapidement oxydé en NO_2, est environ 5 fois moins toxique que le NO_2.

  Le facteur d'absorption du dioxyde d'azote est compris entre 0,81 et 0,92 pour une respiration normale.

  Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe en effet à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang et limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

  Après absorption, le monoxyde d'azote est transformé en acide nitrique puis en ions nitrites dans la circulation sanguine, induisant la formation de méthémoglobine pouvant conduire à différents symptômes (maux de tête…).

  Concernant le dioxyde d'azote, ce composé pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses.

- Effets systémiques

  Les principaux effets associés au dioxyde d'azote sont des symptômes respiratoires. Il provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

  Pour le monoxyde d'azote, outre les effets respiratoires, des effets toxiques sur les plaquettes (composantes du sang) sont rapportés.

  La principale cible des oxydes d'azote est l'appareil respiratoire et en particulier le parenchyme pulmonaire. Les organes cibles secondaires sont le foie et le système immunitaire.

- Effets cancérogènes / mutagènes / reprotoxiques

  Les oxydes d'azote ne sont pas classés pour provoquer de tels effets.

❖ **Classification et mentions de dangers**

- Mentions de dangers : H314: Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves - H330 : Mortel par inhalation

❖ **Valeurs de référence**

L'OMS (2005) propose une valeur guide de **40 µg/m³** en valeur annuelle pour le dioxyde d'azote.

Des études ont montré des effets néfastes sur la santé même lorsque la concentration en dioxyde d'azote respecte la valeur guide de 40 µg/m³. Des études sur l'air intérieur ont également montré des effets sur le système respiratoire parmi une population d'enfants à des concentrations inférieures à 40 µg/m³.

La valeur de 40 µg/m³ est associée à une augmentation de 20 % du risque de développer une pathologie respiratoire par rapport à un niveau de fond moyen dans l'air de 15 µg/m³.

La présence de dioxyde d'azote est majoritairement associée à la présence d'autres composés générés lors de toute combustion (comme les particules par exemple) et le lien direct entre la dose et l'effet n'est pas directement établi puisqu'il n'est pas possible de déterminer dans quelle mesure les effets observés sur la santé lors de ces études sont attribuables au seul dioxyde d'azote.

En 2021, l'OMS a révisé le niveau recommandé (valeur cible) en dioxyde d'azote à **10 µg/m³**.

L'article R.221-1 du code de l'environnement fixe pour le dioxyde d'azote un objectif de qualité et **valeur limite pour la protection de la santé humaine de 40 µg/m³** pour l'année civile.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de VTR associée au dioxyde d'azote pour une exposition chronique.

A noter que l'ANSES (2013) définit une valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI) de 20 µg/m³ avec comme effet critique la survenue de symptômes respiratoires chez des enfants. Les VGAI sont spécifiques à une exposition dans l'air intérieur des bâtiments, et cette valeur de 20 µg/m³ n'est pas reprise par l'ANSES comme VTR, valeurs utiles pour l'évaluation des risques.

Cette valeur de **20 µg/m³** est également la valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030, définie par la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024 (valeur limite en année civile).

Les différentes valeurs retenues par la suite pour l'appréciation de la qualité de l'air seront :

- L'actuelle **valeur limite pour la protection de la santé humaine du code de l'environnement (40 µg/m³)** définie par l'article R.221-1 du code de l'environnement ;
- La valeur de **20 µg/m³** définie par la récente **directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024** comme valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 ;
- A titre informatif la valeur cible de l'OMS de **10 µg/m³**. A noter que la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024 prévoit comme perspective un alignement sur les lignes directrices de l'OMS d'ici à 2050 au plus tard.

4. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

Ce paragraphe a pour but de caractériser la zone d'étude et les populations pouvant être exposées ainsi que les usages du milieu.

4.1. CARACTERISATION DES POPULATIONS EXPOSEES

Le projet est localisé sur la commune d'Aubagne.

La zone d'étude est présentée sur la figure ci-dessous, avec la représentation des différentes constructions.

La zone du projet est desservie par la RD2, route reliant le centre d'Aubagne à Gémenos. La zone est par ailleurs accessible via l'A52 et ses bretelles d'accès.

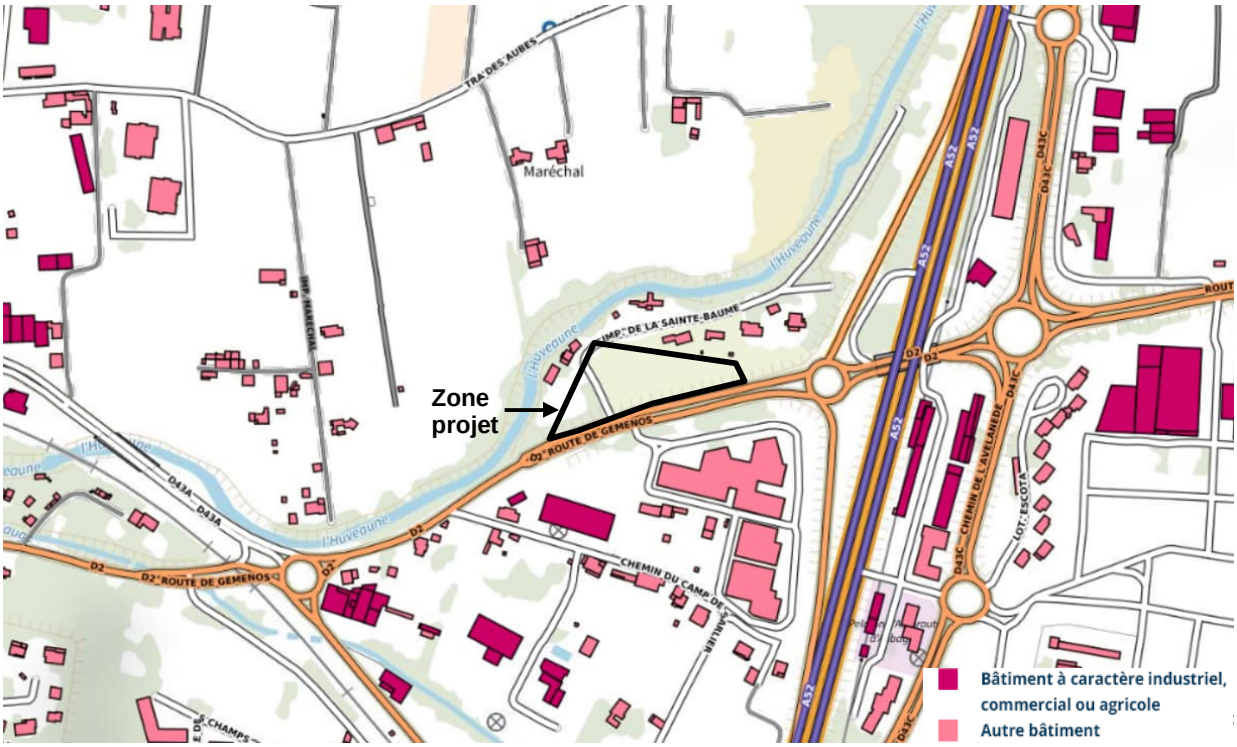


Figure 2 : Localisation du projet sur carte IGN
(*source : Geoportail*)

La vue aérienne ci-dessous permet de visualiser l'emplacement du projet et son environnement.

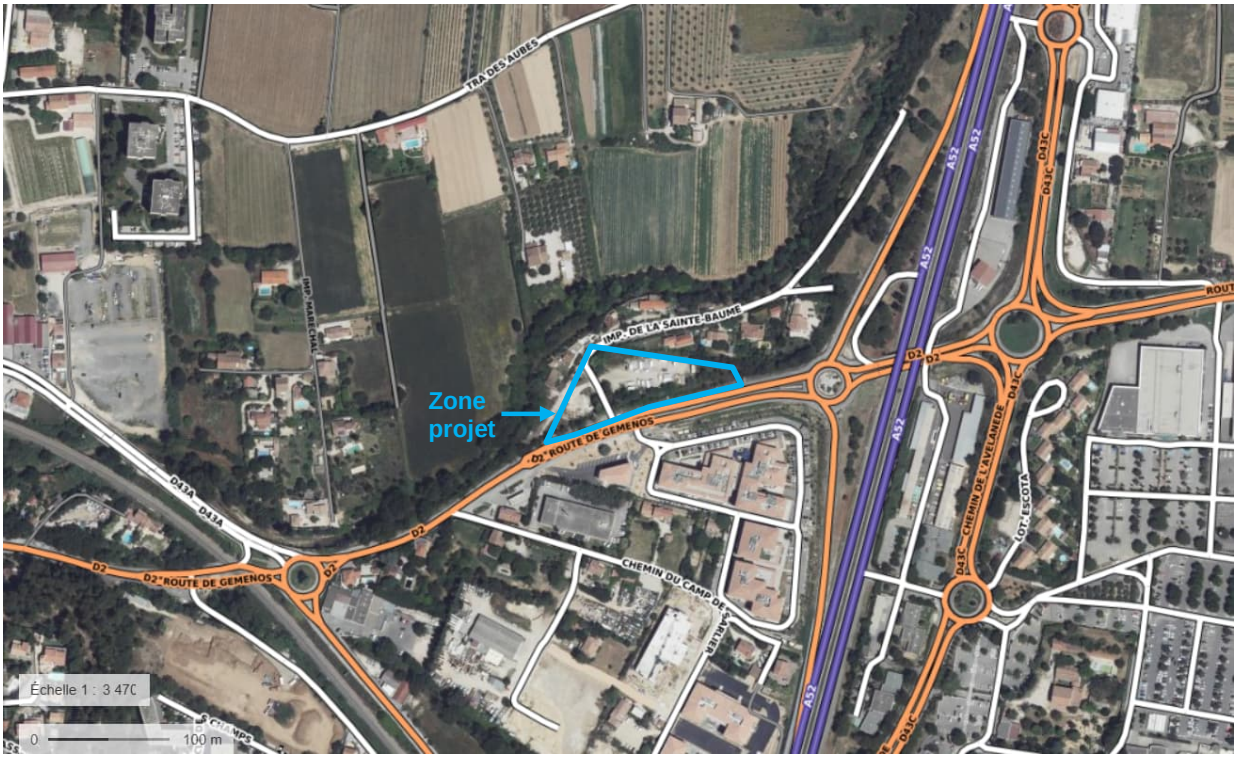


Figure 3 : Vue aérienne de l'environnement proche du projet

(source : geoportail)

L'environnement immédiat du projet est constitué par :

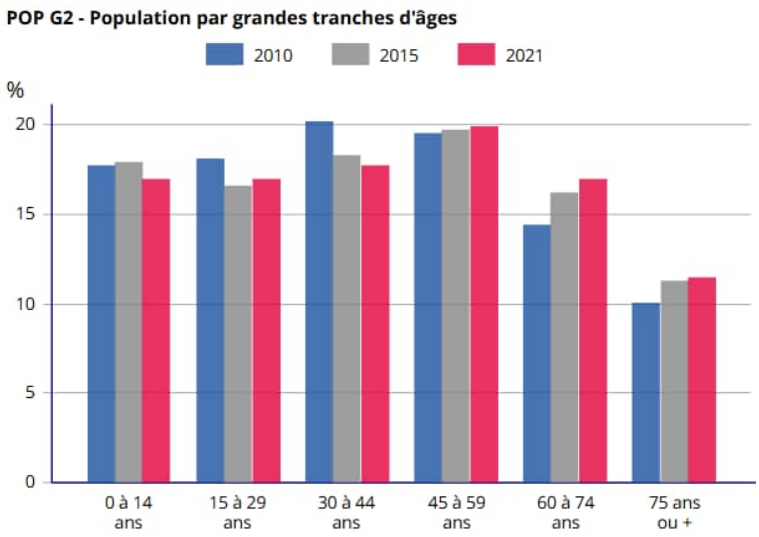
- Au nord, quelques habitations au voisinage direct du projet, au niveau de l'impasse de la Sainte-Baume
- Au sud, la D2 « route de Gémenos » et au-delà de la D2 un ensemble de commerces ;
- Quelques habitations situées au voisinage immédiat de la D2 (au sud-ouest du projet).

❑ Population

La population totale et la densité moyenne de la population sont indiquées dans le tableau ci-dessous pour la commune d'Aubagne.

Commune	Population 2015	Population 2021	Densité population 2021 (hab/km²)
Aubagne	45 410	47 342	862,3

La figure ci-dessous présente la répartition de la population par classes d'âge.



Sources : Insee, RP2010, RP2015 et RP2021, exploitations principales, géographie au 01/01/2024

Figure 4 : Pyramides des âges de la commune d'Aubagne

Le projet est localisé au sein de la zone IRIS 130050302 « Ceinture Est ». L'ensemble de cette zone est représenté sur la figure page suivante.

La population sur l'IRIS « Ceinture Est » s'élève à 1732 habitants (2020), et la densité de population est de 1005 habitants/km².

La population par tranches d'âges au sein de cet IRIS est représentée sur la figure ci-dessous.

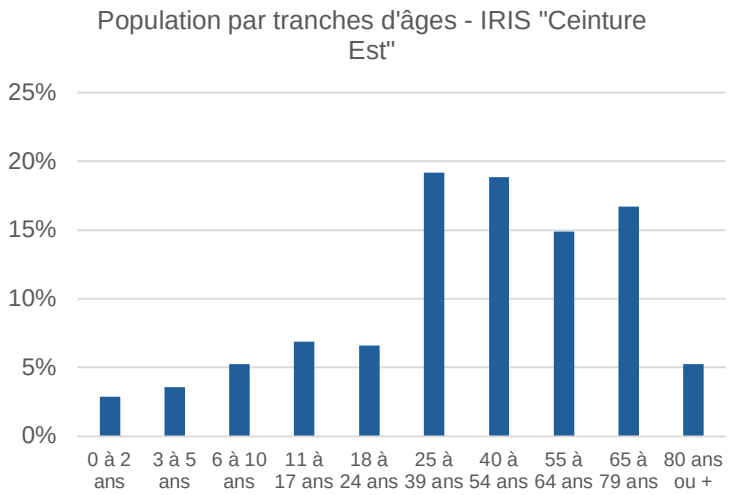


Figure 5 : Pyramides des âges pour l'IRIS « Ceinture Est » d'Aubagne

Figure 6 : Cartographie des limites de l'Iris « Ceinture Est »

(source : geoportail)

❑ Etablissements dits sensibles

- **Crèches**

  Il n'y a pas de crèches recensées dans le domaine d'étude.

- **Ecoles**

  Il n'y a pas d'écoles recensées dans la zone d'étude.

- **Santé et action sociale**

  Il n'y a pas de centre hospitalier ou clinique dans la zone d'étude, ni de résidence de retraite. Un centre médical est situé au sud, au-delà de la D2, au sein d'une zone d'immeubles regroupant un ensemble de commerces.

❑ Logements

Les logements proches de la zone du projet et de la D2 sont constitués par des maisons individuelles. La localisation de ces habitations est visualisable sur la vue aérienne présentée précédemment.

❑ Activités sportives

Il n'y a pas d'installations sportives présentes sur le domaine d'étude, à proximité des axes étudiés.

4.2. OCCUPATION ET USAGE DES SOLS

La cartographie ci-dessous présente l'occupation des sols.

Cette cartographie montre notamment l'absence d'urbanisation notable dans l'environnement du projet.

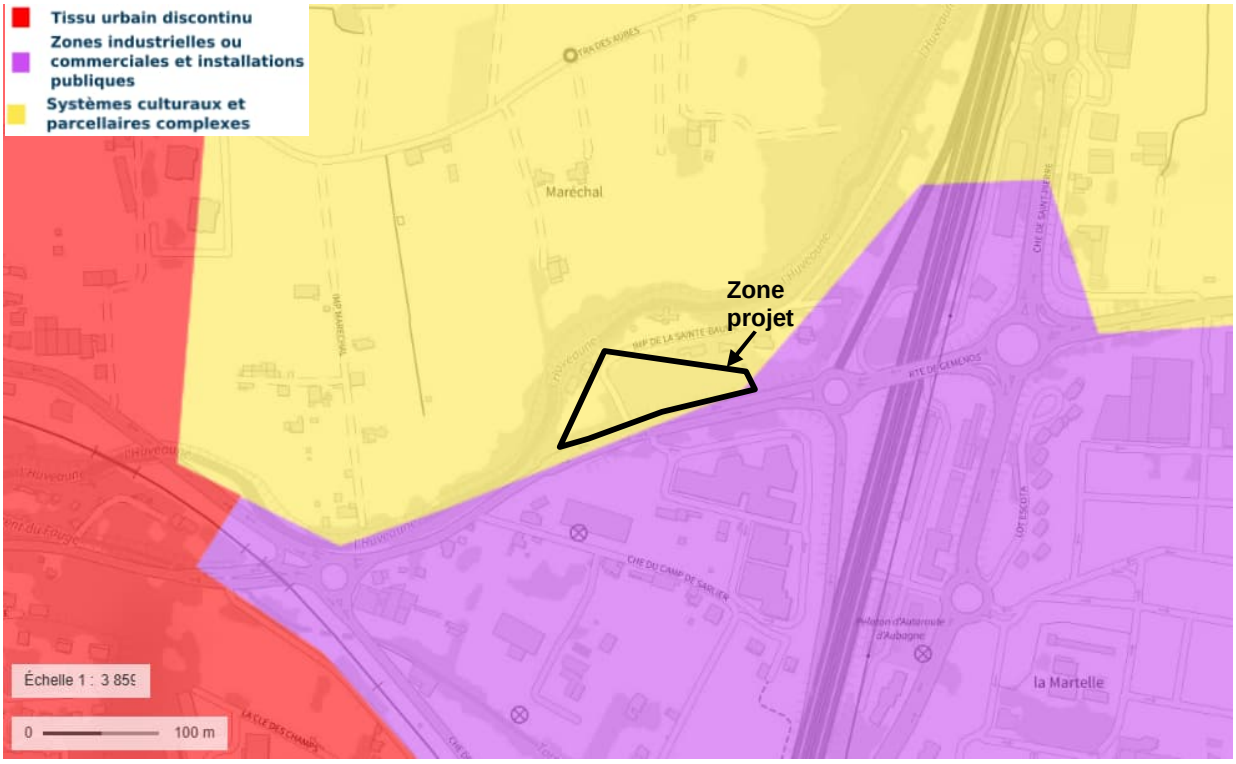


Figure 7 : Occupation des sols (Corine Land Cover 2018)
(source : Copernicus)

La cartographie ci-dessous présente le registre parcellaire graphique (zones de cultures déclarées par les exploitants en 2023). Les zones agricoles sont limitées et se résument à quelques champs de luzerne à l'ouest du projet.

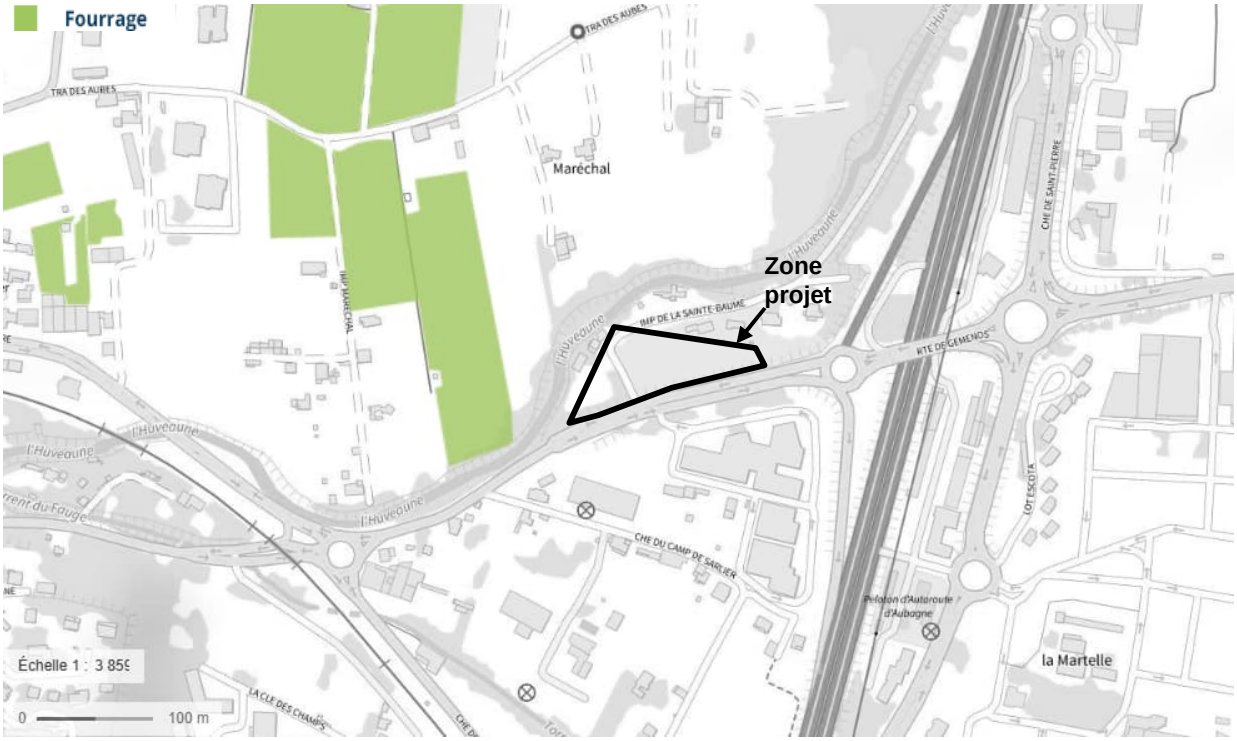


Figure 8 : Registre Parcellaire Graphique 2023

(source : Geoportail)

4.3. SYNTHESE

L'occupation et l'usage des sols dans le domaine d'étude montrent en particulier :

- La présence d'habitations au voisinage immédiat du projet ;
- La présence très limitée d'habitations le long des axes routiers immédiats au projet.

5. EVALUATION DE L'ETAT DES MILIEUX

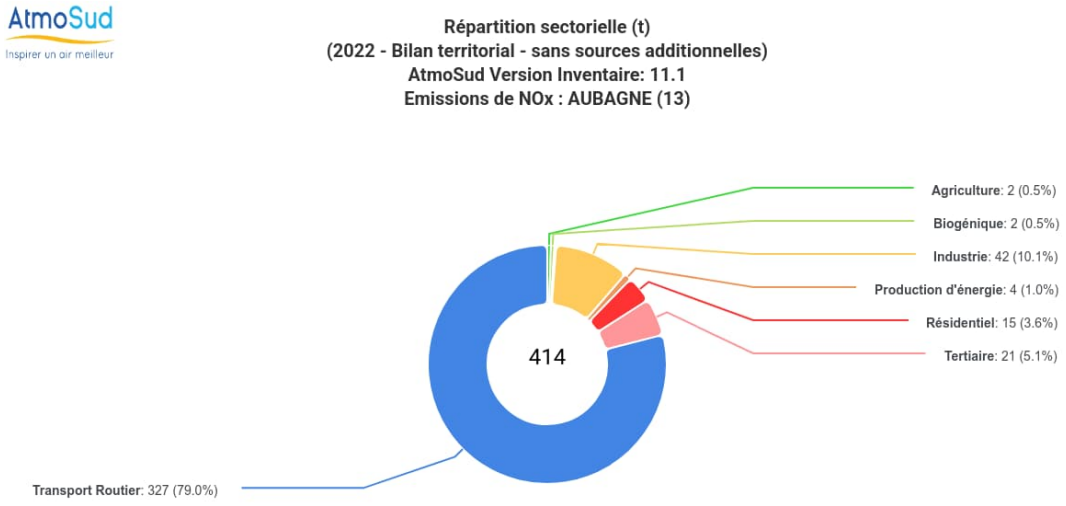
5.1. INVENTAIRE DES EMISSIONS

L'inventaire des émissions sur le territoire de la commune d'Aubagne montre les émissions suivantes (source : Base de données Cigale – inventaire AtmoSud) :

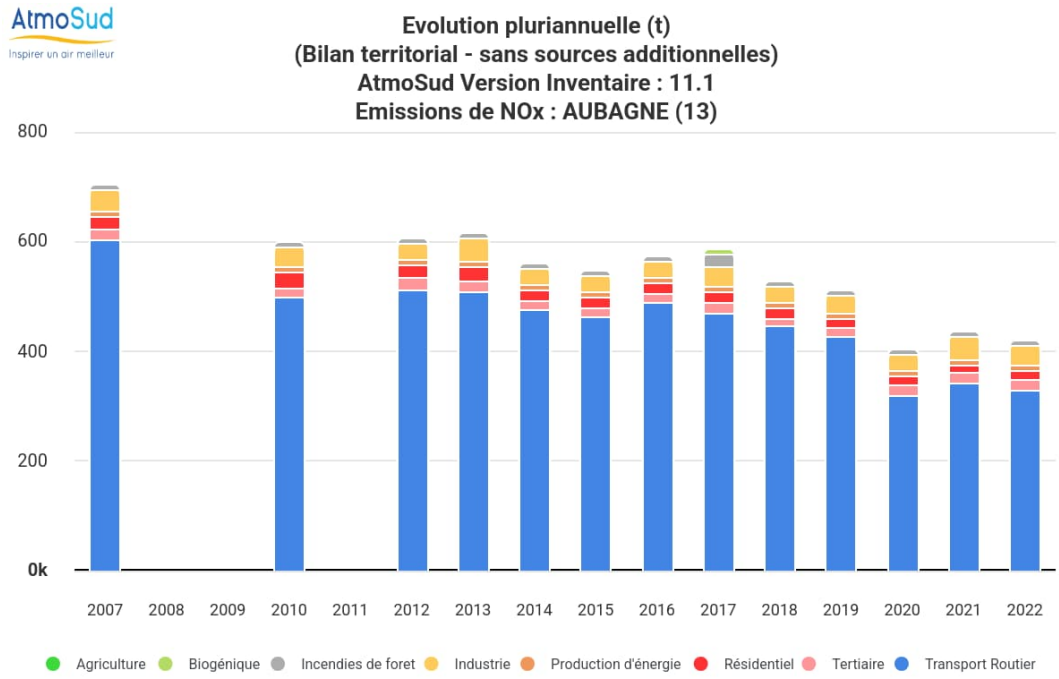
- **Oxydes d'azote**

  Les données ci-dessous montrent la prépondérance du trafic routier (79% des émissions), ainsi que la baisse des émissions au cours des dernières années.

  - Répartition sectorielle



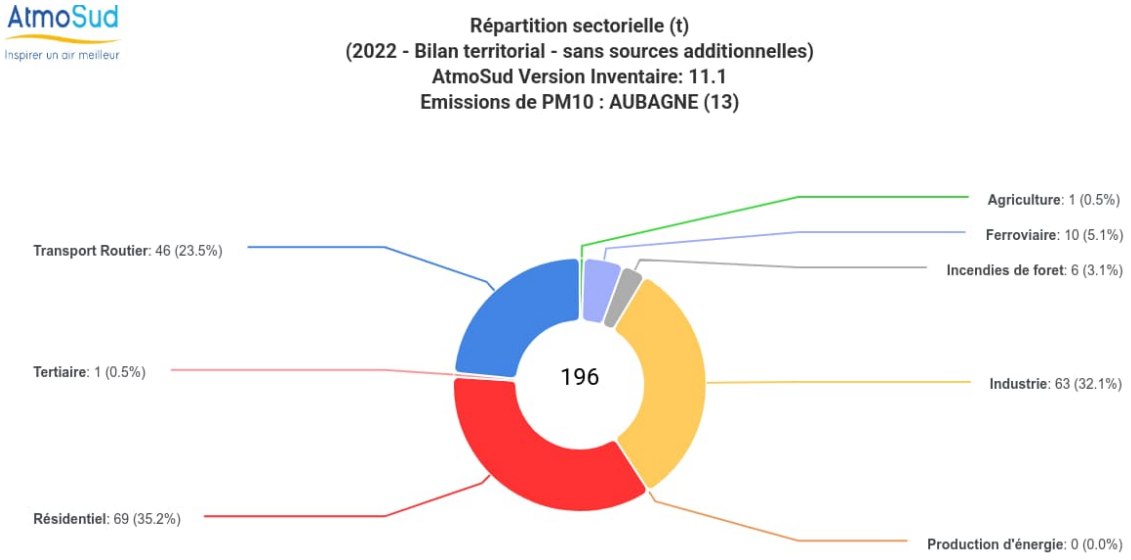
  - Evolution pluriannuelle



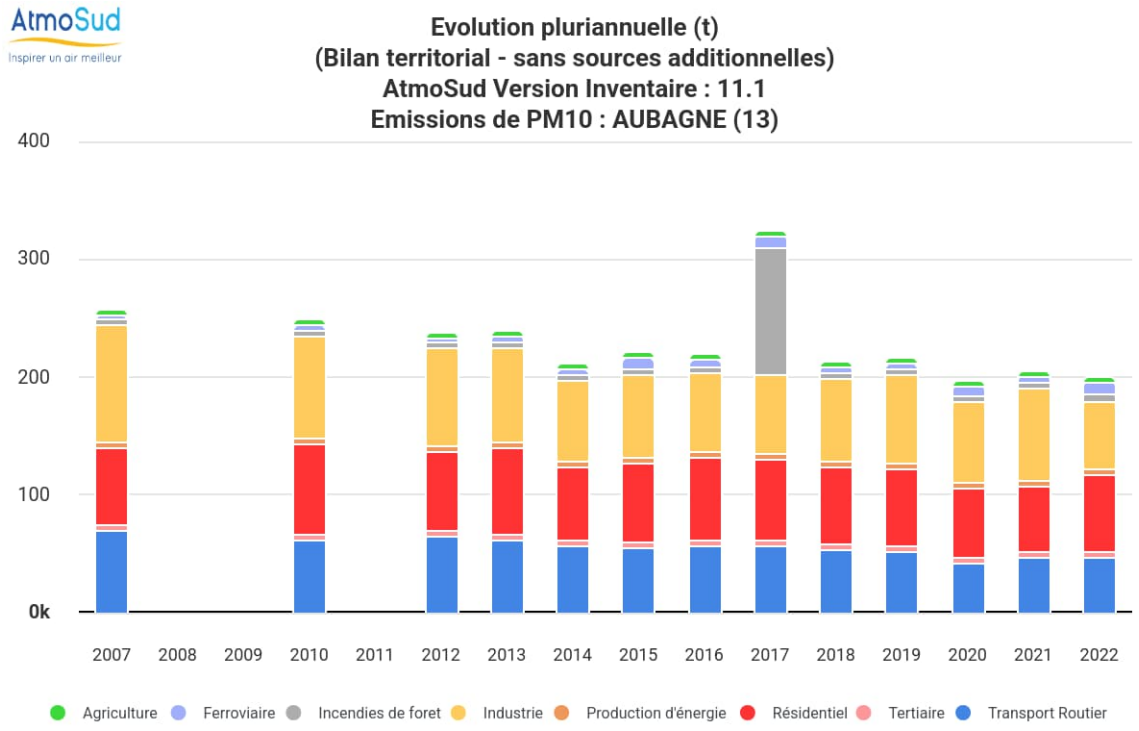
- **PM_{10}**

Les données ci-dessous montrent la prépondérance du secteur résidentiel (35,2%) et industriel (32,1%) et dans une moindre mesure le transport routier (23,5%). Globalement, les émissions au cours des dernières années sont relativement stables.

o Répartition sectorielle



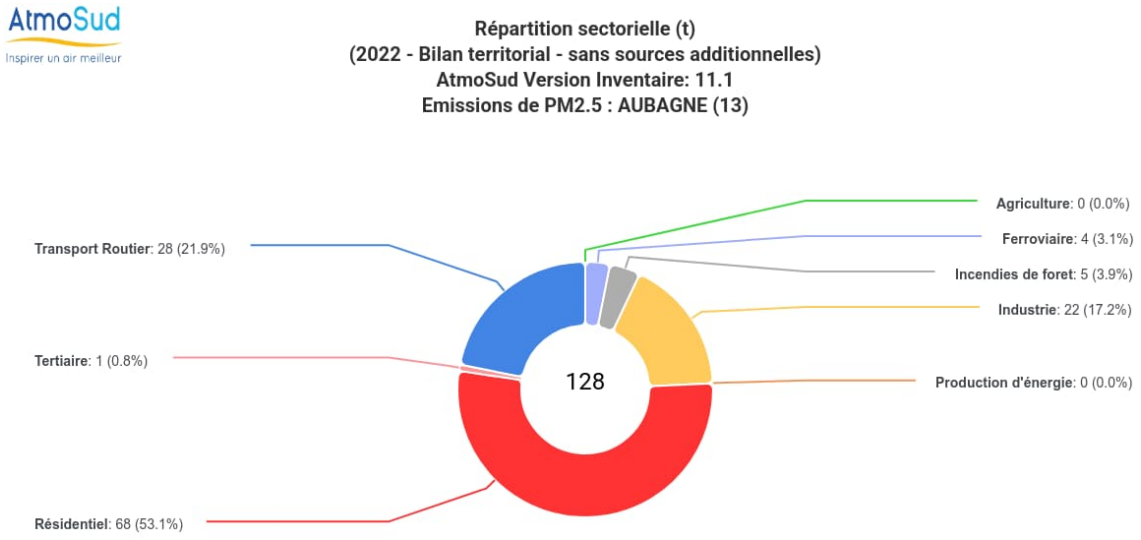
o Evolution pluriannuelle



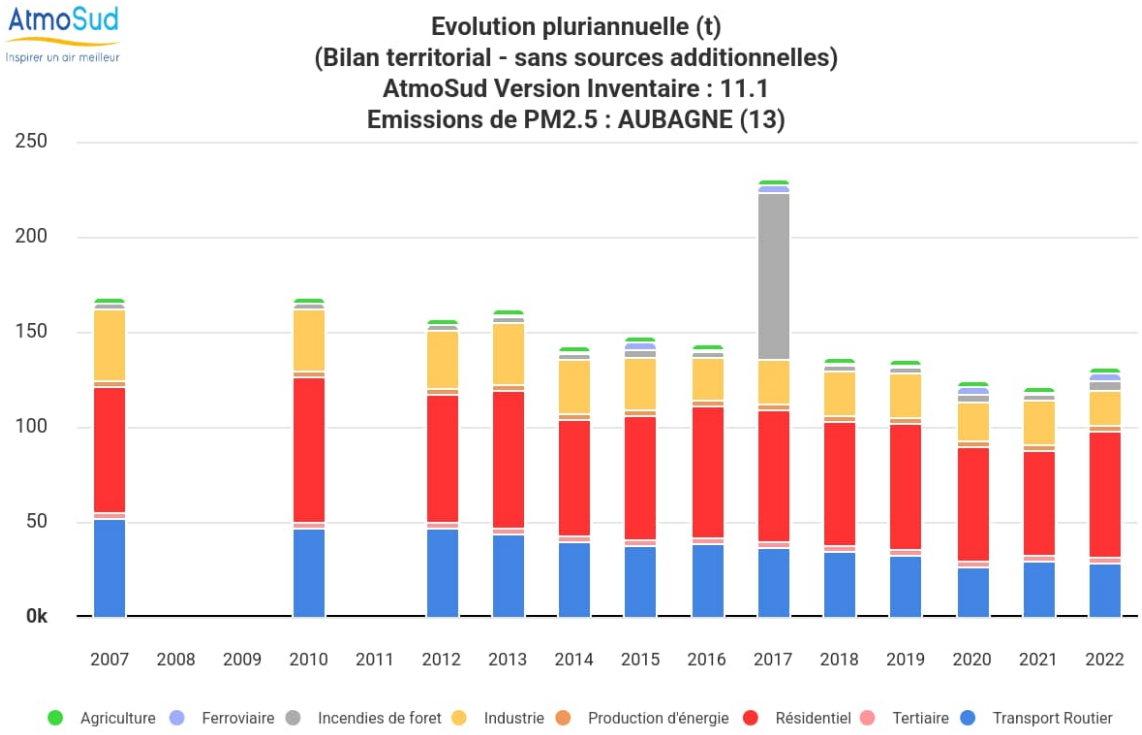
- **$PM_{2,5}$**

Les données ci-dessous montrent la prépondérance du secteur résidentiel (53,1%). Le transport routier constitue la seconde contribution (21,9%) devant l'industrie (17,2%). Globalement, les émissions au cours des dernières années sont relativement stables.

o Répartition sectorielle



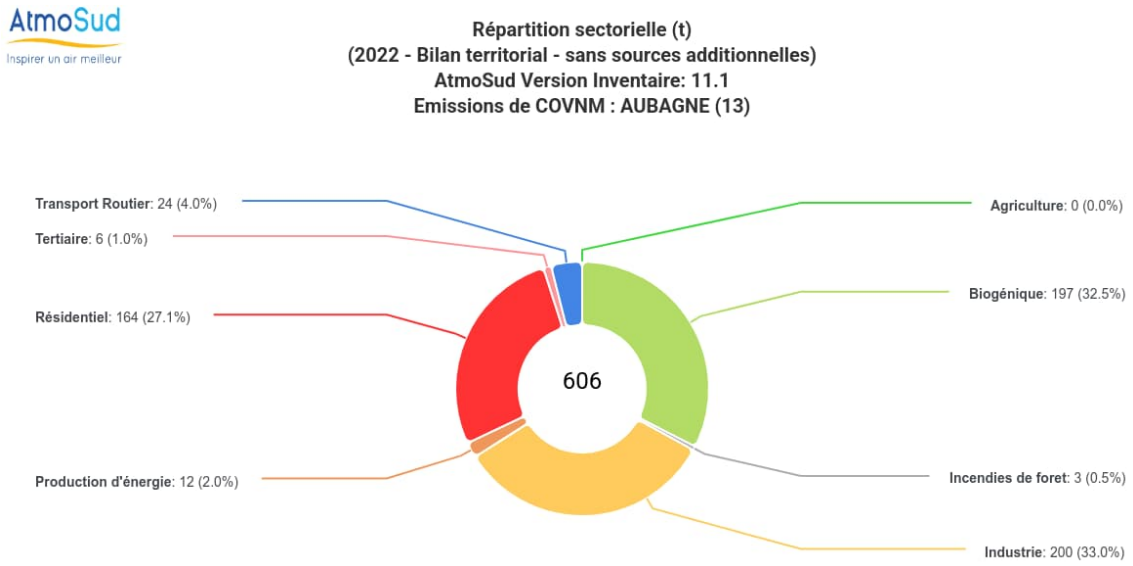
o Evolution pluriannuelle



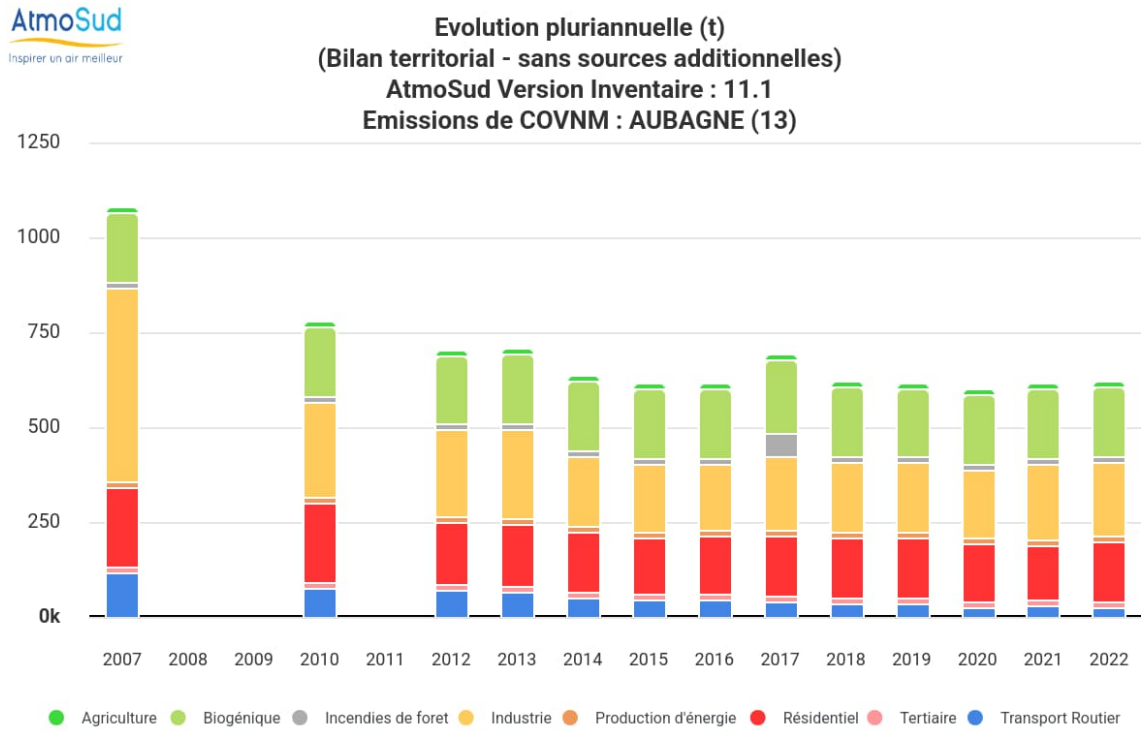
- **COVNM**

Les données ci-dessous montrent la contribution limitée du transport routier (4%). Globalement, les émissions au cours des dernières années sont relativement stables.

o Répartition sectorielle



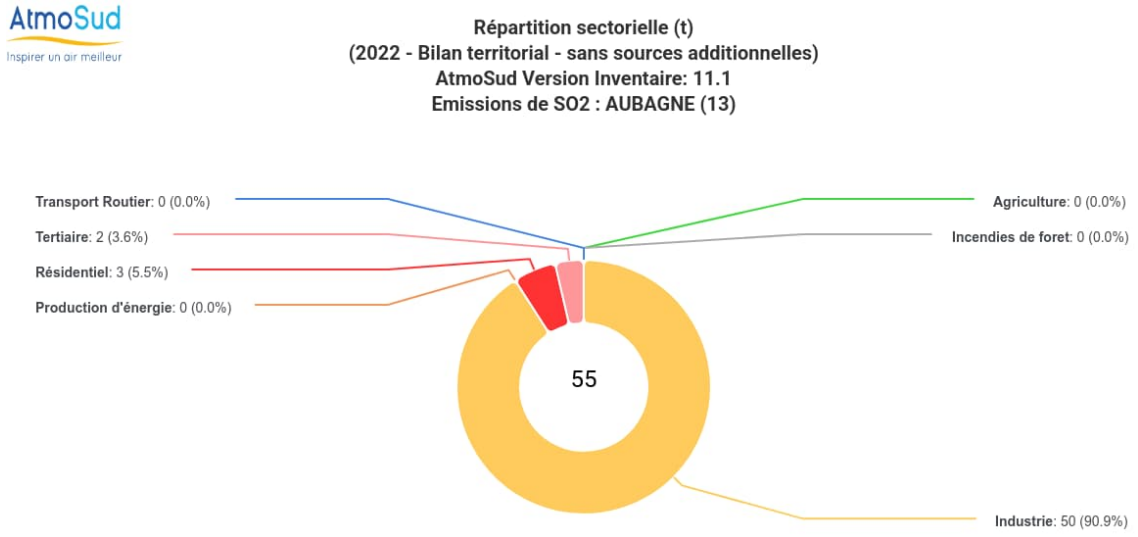
o Evolution pluriannuelle



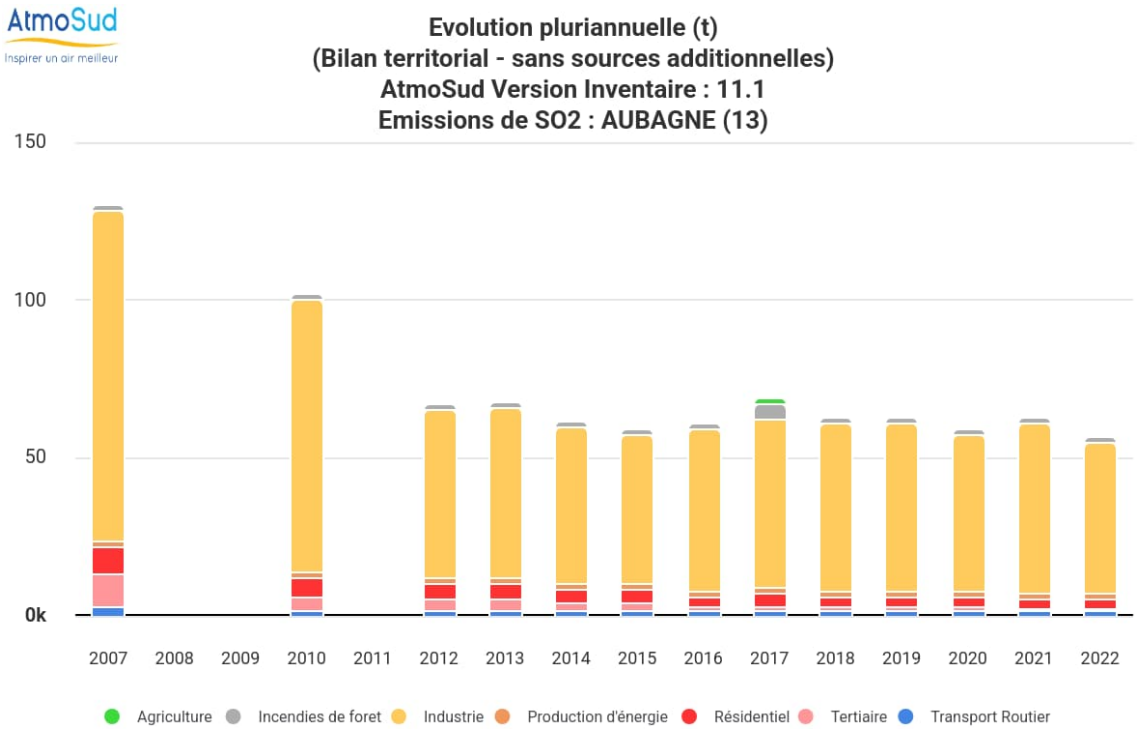
- **SO_2**

  Les données ci-dessous montrent la prépondérance du secteur industriel (90,9%). Le transport routier représente une contribution non significative. Globalement, les émissions au cours des dernières années sont relativement stables.

  - Répartition sectorielle



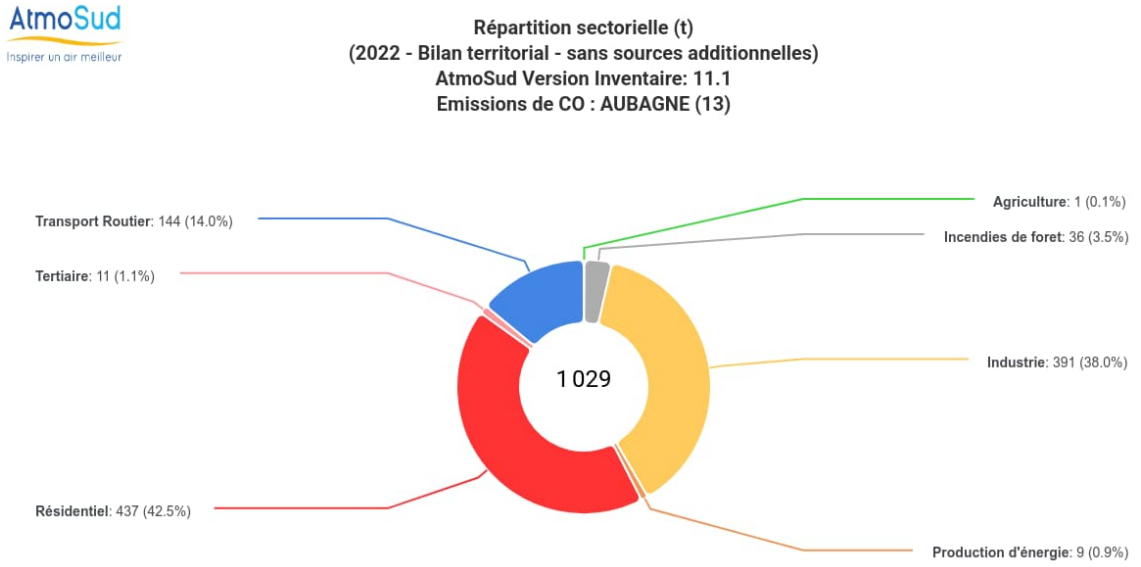
  - Evolution pluriannuelle



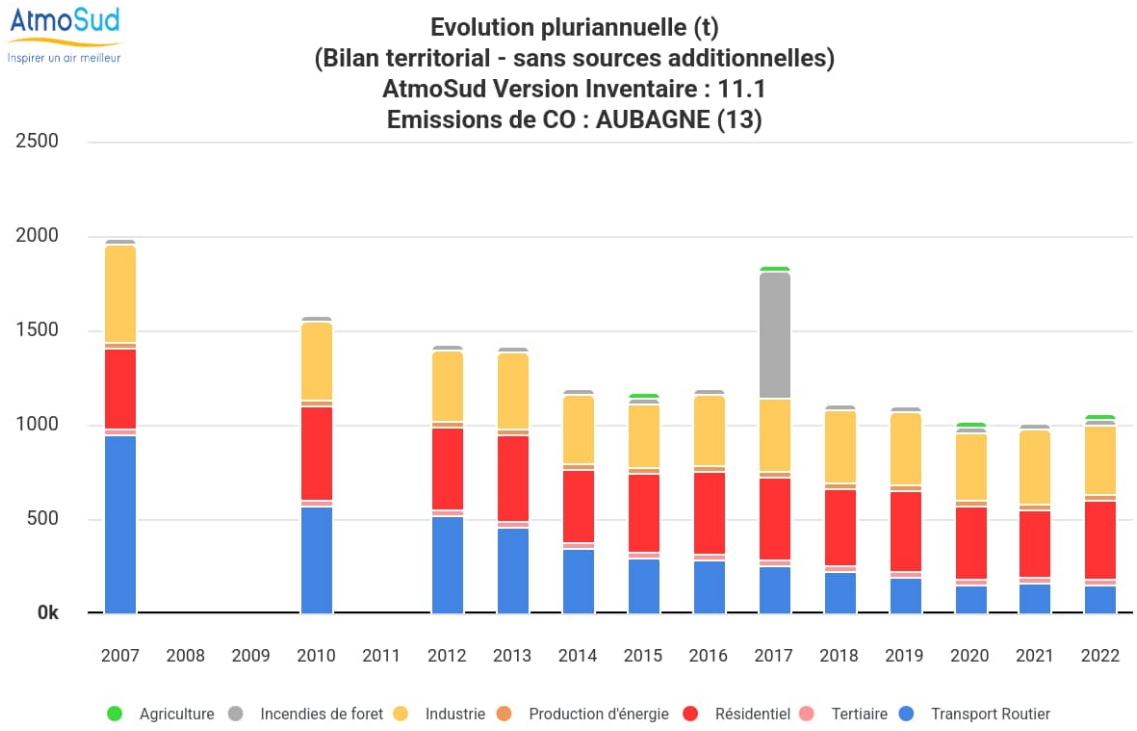
- **CO**

Les données ci-dessous montrent la prépondérance du secteur résidentiel (42,5%) et du secteur industriel (38%). Le transport routier constitue une contribution secondaire (14%). Globalement, les émissions totales au cours des dernières années sont relativement stables ; les émissions dues au transport routier sont sur une tendance décroissante.

o Répartition sectorielle



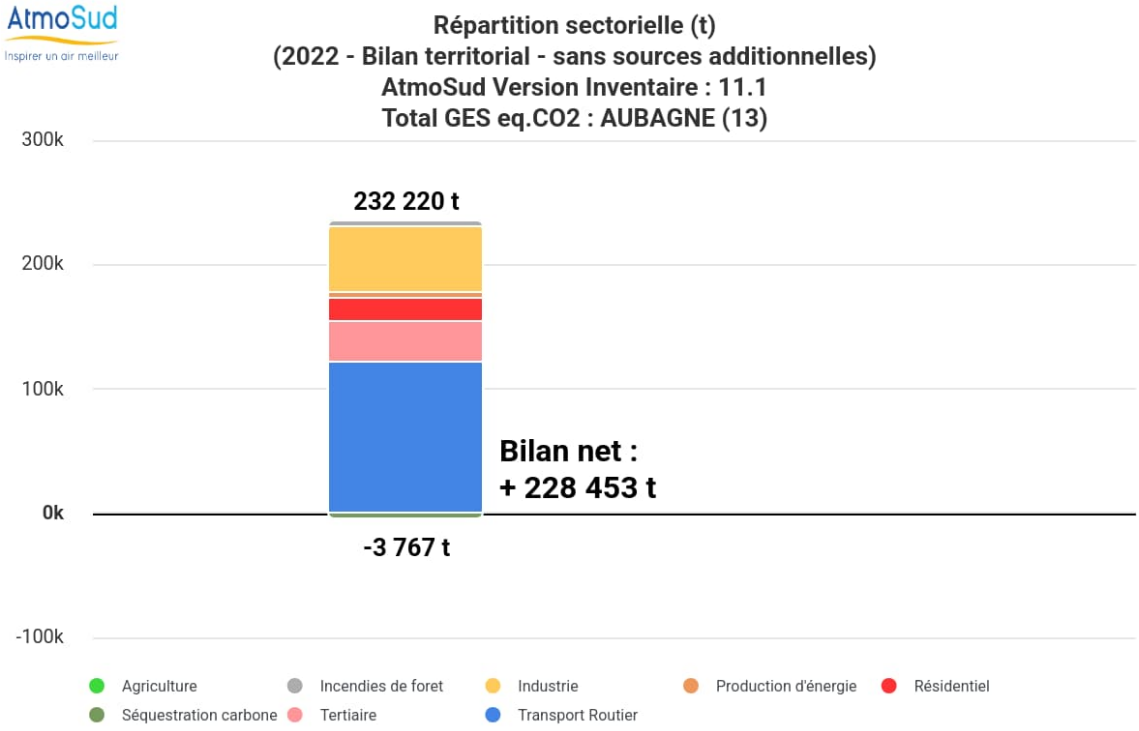
o Evolution pluriannuelle



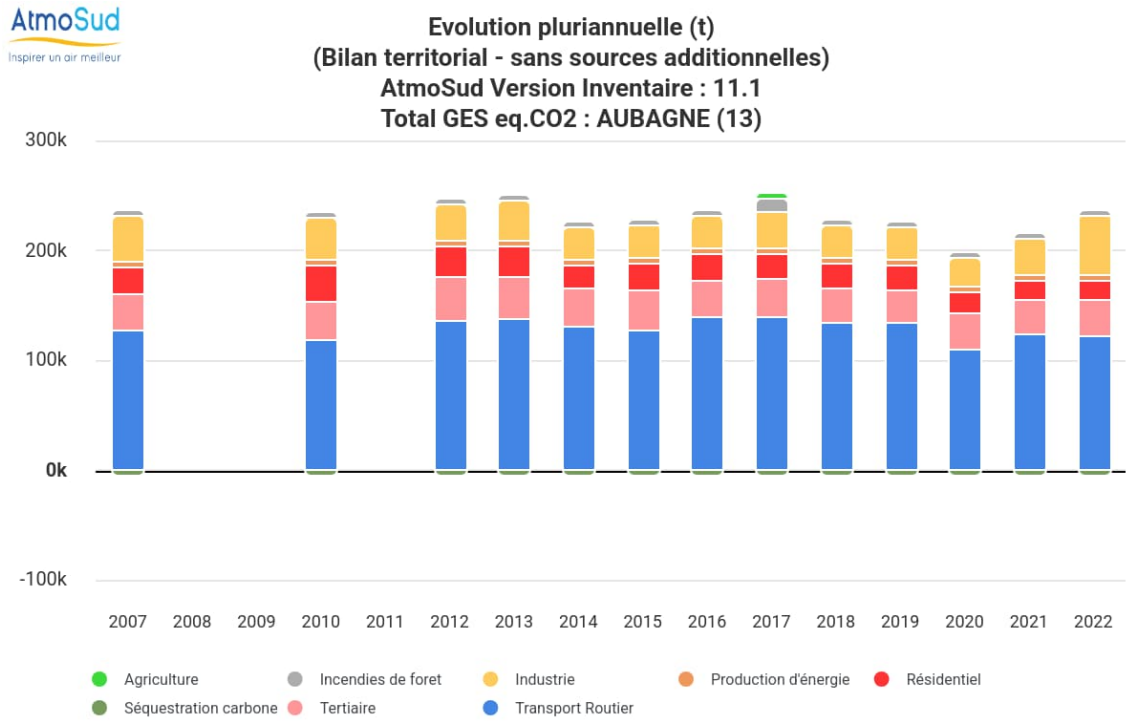
- **Gaz à effet de serre**

  Les données ci-dessous montrent la prépondérance du transport routier (53%) devant le secteur industriel (24%) et tertiaire (14%). Les émissions au cours des dernières années sont globalement relativement stables (déduction faite de l'année 2020 spécifique liée au covid) ; les émissions dues au transport routier sont sur une tendance décroissante (-18% par rapport à 2018).

  - Répartition sectorielle



  - Evolution pluriannuelle



5.2. QUALITE DE L'AIR - DONNEES ATMOSUD

5.2.1. Station de mesure

La station de mesure de la qualité de l'air la plus proche est celle d'Aubagne Les Passons, située à 1,1 km au sud-ouest du projet

Cette station, de type urbain, située à proximité du centre d'Aubagne, mesure le dioxyde d'azote et l'ozone.

- **Concentrations en moyenne annuelle**

Les résultats de mesure pour les trois dernières années sont donnés dans le tableau ci-dessous, en moyenne annuelle.

Polluants	Mesure 2022 (µg/m³)	Mesure 2023 (µg/m³)	Mesure 2024 (µg/m³)	Valeurs de référence (art. R221-1 code de l'environnement)
Dioxyde d'azote	19,1	16,9	15,7	40 µg/m³ (art. R.221-1 code environnement) 20 µg/m³ (échéance 2030 - directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024)

Tableau 1 : Résultats des mesures de la qualité de l'air pour la station d'Aubagne Les Passons

(source : Atmo Auvergne – Rhône-Alpes)

Les concentrations mesurées sont inférieures à la valeur de **20 µg/m³** définie récemment par la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024 comme valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030.

La concentration moyenne annuelle est en diminution ces 3 dernières années.

- **Concentrations journalières**

Les concentrations journalières pour l'année 2024 pour la station d'Aubagne Les Passons sont reportées sur la figure ci-dessous.

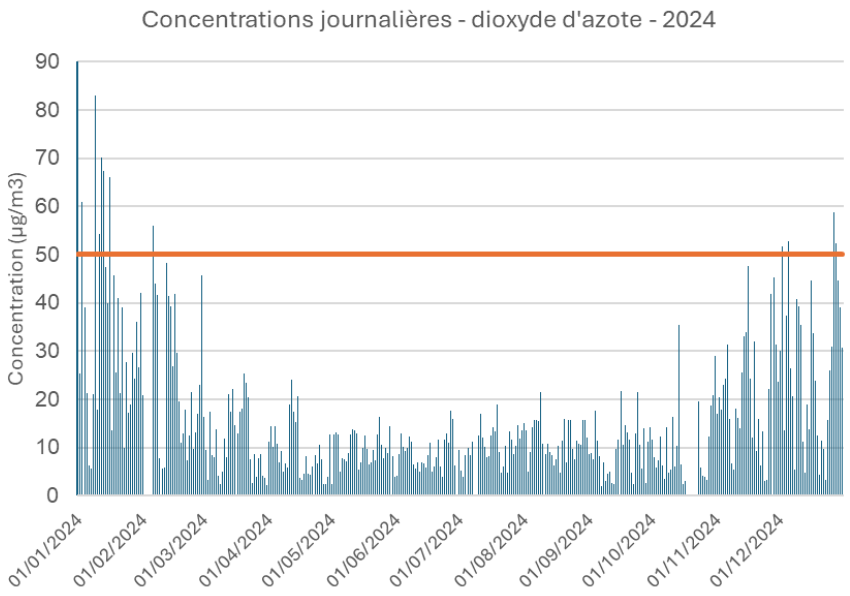


Figure 9 : Concentrations journalières en dioxyde d'azote – année 2024

(station Aubagne Les Passons - source : AtmoSud)

Les concentrations mesurées sont comparées à la valeur de 50 µg/m^3 définie par la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024, valeur à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile (valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030).

Au cours de l'année 2024, sur la station d'Aubagne Les Passons, 11 dépassements de cette valeur de 50 µg/m^3 se sont produits, soit un nombre de dépassements inférieur à 18 fois.

- **Concentrations horaires en dioxyde d'azote**

Les concentrations horaires en dioxyde d'azote pour l'année 2024 pour la station d'Aubagne Les Passons sont reportées sur la figure ci-dessous.

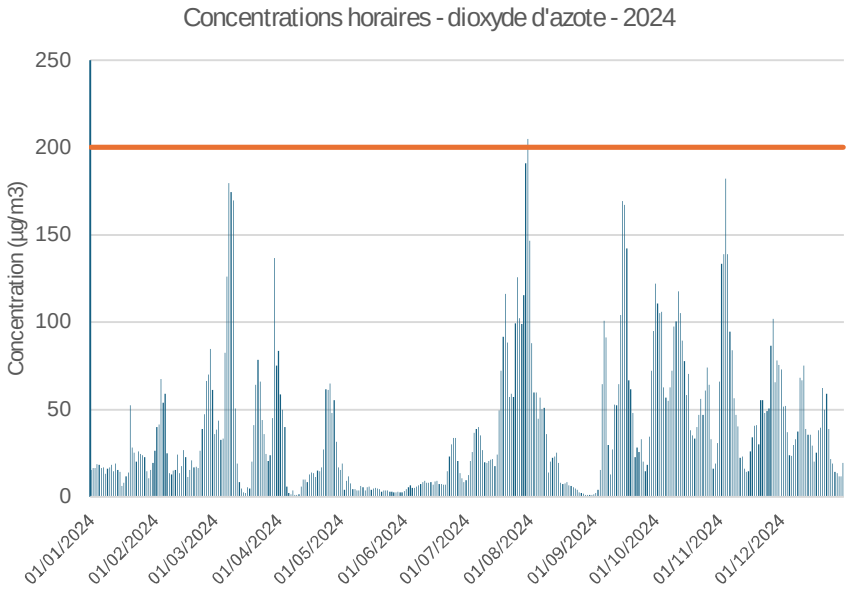


Figure 10 : Concentrations horaires en dioxyde d'azote – année 2024

(station Aubagne Les Passons - source : AtmoSud)

Les concentrations mesurées sont comparées à la valeur de 200 µg/m^3 définie par la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024, valeur à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile (valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030).

A noter que l'actuel article R.221-1 du code de l'environnement définit pour ce seuil de 200 µg/m^3 un nombre de dépassements maximum de 18 fois par année civile.

Au cours de l'année 2024, sur la station d'Aubagne Les Passons, 6 dépassements de cette valeur de 200 µg/m^3 se sont produits, soit un nombre de dépassements inférieur au seuil actuel défini par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement, mais supérieur au seuil à atteindre au 1 janvier 2030.

5.2.2. Cartographies

Les cartographies annuelles de la qualité de l'air en 2023, établies par modélisations par AtmoSud sont présentées ci-dessous.

- **Dioxyde d'azote**

Les niveaux 2023 en concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote sont présentés sur la figure ci-après.

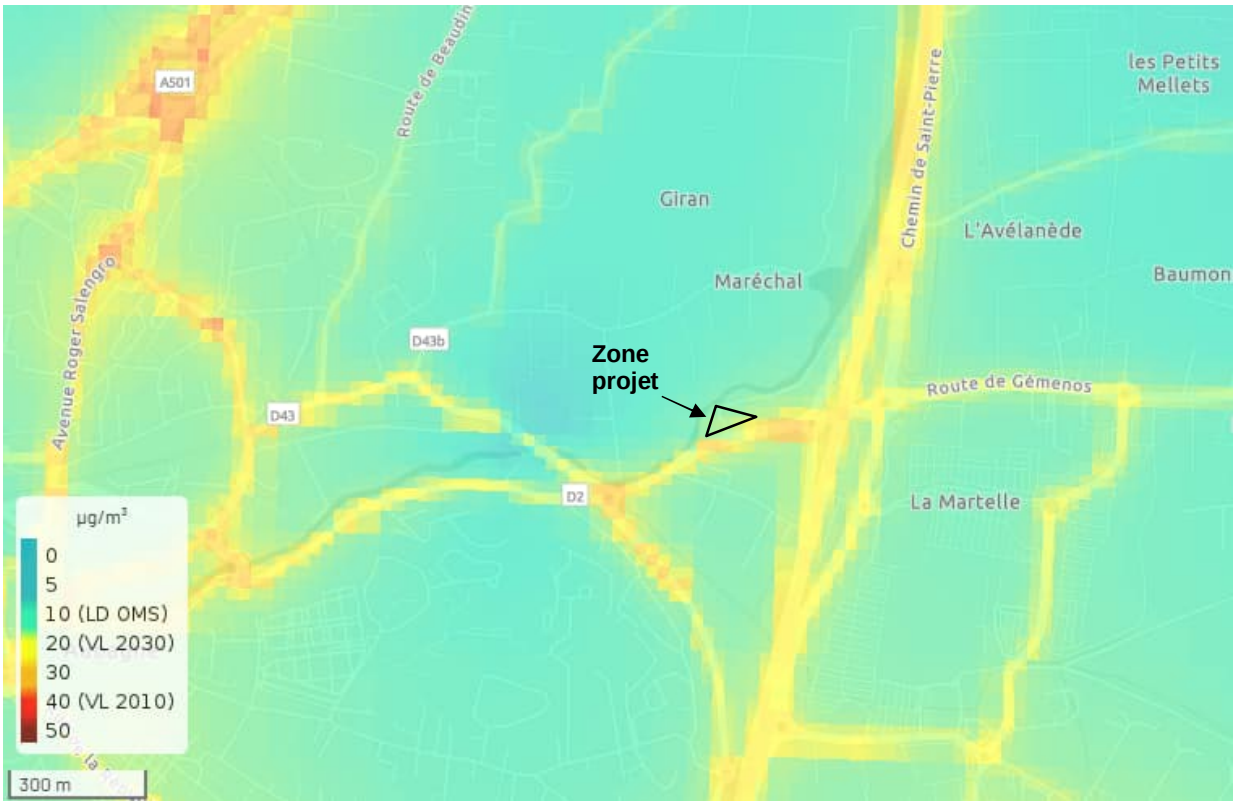


Figure 11 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote en 2023

(source : AtmoSud)

La cartographie ci-dessus montre des niveaux de concentration en dioxyde d'azote les plus importants sur l'emprise même des axes de circulation, avec une décroissance rapide de la concentration en s'éloignant de l'axe de circulation.
Les concentrations sur l'emprise même des axes routiers peuvent être estimées de l'ordre de 20 à 25 µg/m^3 ; en dehors de ces axes routiers, les concentrations sont de l'ordre de 10 à 15 µg/m^3.

Les niveaux 2023 en concentration moyenne annuelle en PM_{10} sont présentés sur la figure ci-après.

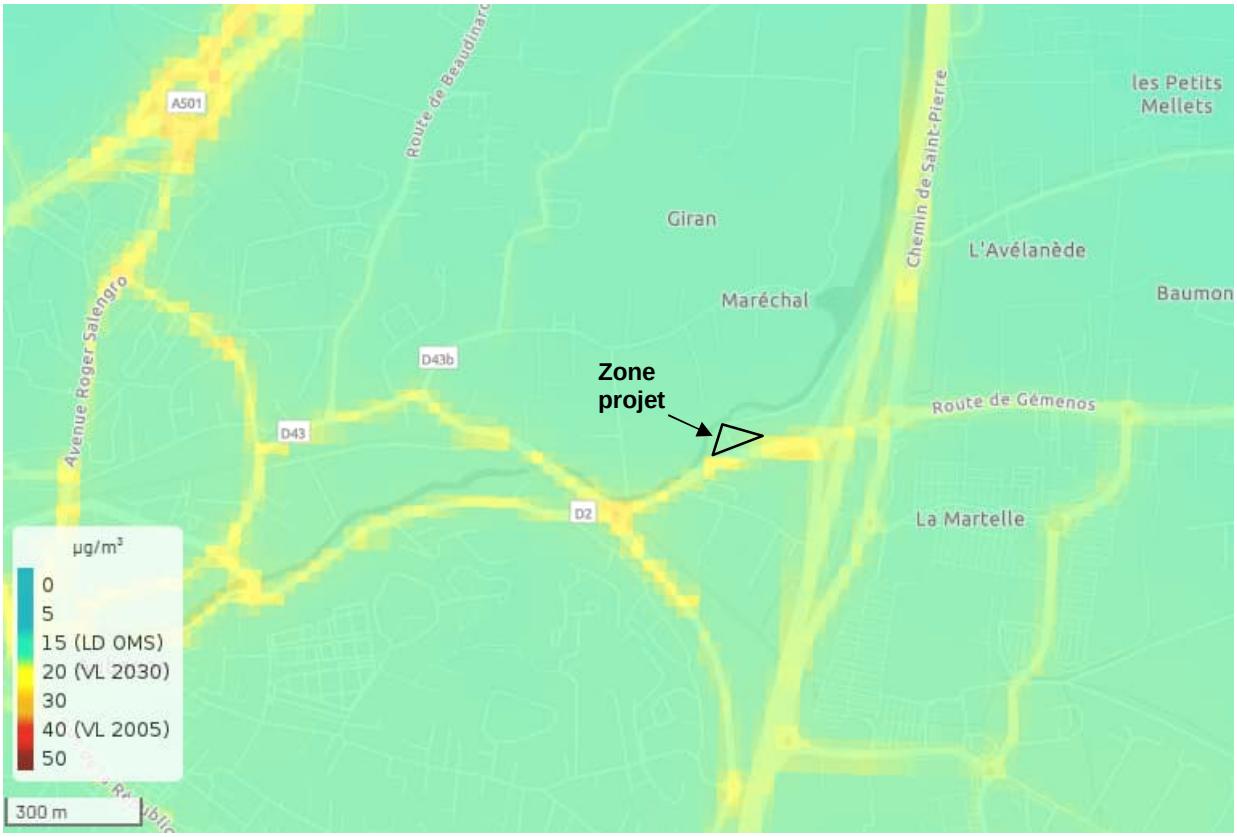


Figure 12 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de PM_{10} en 2023

(source : AtmoSud)

L'échelle de la cartographie ne permet pas d'avoir des concentrations précises sur le domaine d'étude. Toutefois, il apparaît, comme pour le dioxyde d'azote, que les concentrations sont les plus importantes sur l'emprise même des axes routiers, avec des concentrations de l'ordre de 20 µg/m³.

Ce niveau de 20 µg/m³ est équivalent à la valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030, définie récemment par la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024.

Les niveaux 2023 en concentration moyenne annuelle en $PM_{2,5}$ sont présentés sur la figure ci-après.

Figure 13 : Cartographie de la concentration moyenne annuelle de $PM_{2,5}$ en 2023

(source : AtmoSud)

L'échelle de la cartographie ne permet pas d'avoir des concentrations précises sur le domaine d'étude.

Les niveaux de concentration apparaissent de l'ordre de 10 µg/m³, soit un niveau équivalent à la valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030, définie récemment par la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024.
Localement les niveaux de concentration peuvent être supérieurs, de l'ordre de 10 à 15 µg/m³.

5.3. CAMPAGNE DE MESURES

Afin de compléter les données disponibles auprès d'AtmoSud et de disposer de données dans l'environnement immédiat du projet, une campagne de mesure a été réalisée pour la dioxyde d'azote, avec 6 points de mesure.

La campagne de mesures s'est déroulée du 4 au 12 novembre 2024.

☞ *le rapport de mesures est joint en annexe.*

Ces points de mesure sont localisés sur la figure ci-dessous.

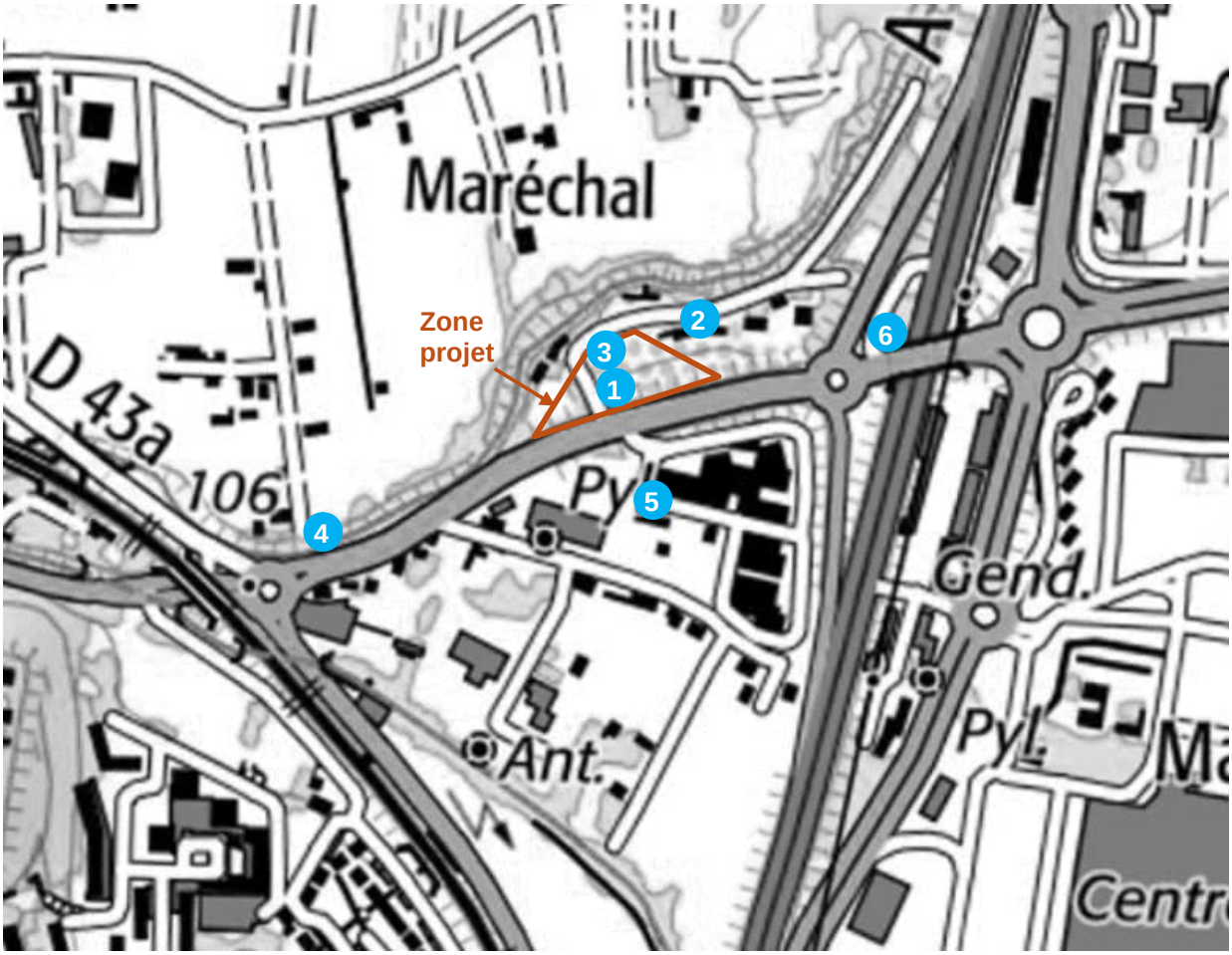


Figure 14 : Localisation des points de mesure

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote sont :

- Point 1 : 14,1 µg/m^3 ;
- Point 2 : 8,4 µg/m^3 ;
- Point 3 : 12,3 µg/m^3 ;
- Point 4 : 16,2 µg/m^3 ;
- Point 5 : 16,5 µg/m^3 ;
- Point 6 : 18,6 µg/m$^{3.}$

Pour rappel, la valeur limite pour la protection de la santé humaine définie actuellement par l'article R.221-1 du code de l'environnement est de 40 µg/m^3, et la valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 est de 20 µg/m^3 (directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024).

Les concentrations mesurées sont donc inférieures à ces valeurs limites, pour chaque point de mesure, dont les points de mesure les plus exposés au trafic routier (en particulier le point 6), ainsi que les points de mesure de la zone du projet.

Il convient de noter que cette comparaison est indicative, puisque les valeurs limites sont établies pour une concentration en moyenne annuelle, et que la campagne de mesure ne représente qu'une période restreinte de l'année. Les concentrations mesurées peuvent en effet être sujettes à des incertitudes en termes de représentativité du fait d'une seule campagne de mesure. Toutefois, le trafic pendant la période de mesure peut être considéré comme représentatif du trafic annuel (pas de mesure pendant une période de vacances scolaires, ou avec des jours fériés), ce qui permet de considérer les concentrations mesurées comme cohérentes. Les concentrations mesurées sont par ailleurs comparables avec les concentrations de la cartographie AtmoSud.

A noter que les concentrations mesurées sont supérieures à la valeur cible de l'OMS est de 10 µg/m^3 (valeur cible également en moyenne annuelle). Toutefois, ce dépassement n'est pas spécifique à la zone étudiée mais est général à l'ensemble des zones urbanisées. Cette ligne directrice de l'OMS constitue une valeur sur laquelle la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024 prévoit d'être aligné d'ici à 2050 au plus tard.

5.4. CONCLUSIONS

L'ensemble des données présentées précédemment montre :

- Pour le dioxyde d'azote : des concentrations moyennes proches de la valeur de 20 µg/m^3, valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030. Les concentrations mesurées sont inférieures à cette valeur, à proximité des axes avec le trafic le plus important. La cartographie AtmoSud montrent des concentrations globalement du même ordre de grandeur sur l'emprise même des axes de circulation, et des concentrations inférieures à 20 µg/m^3 à l'écart des axes de circulation.

  Ces concentrations sont bien inférieures à la valeur limites actuellement définie par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement.

  Par ailleurs, les concentrations journalières et horaires, au niveau de la station AtmoSud la plus proche (station de type urbain) sont inférieures aux valeurs limites pour la protection de la santé humaine devant être atteintes au plus tard le 1 janvier 2030, définies par la directive 2022/0347 du 23 octobre 2024.
- Pour les PM_{10} : des concentrations de l'ordre de 20 µg/m^3 sur l'emprise même des axes routiers, soit un niveau équivalent à la valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030, définie récemment par la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024 (et un niveau bien inférieure à l'actuelle valeur limite pour la protection de la santé définie par l'article R.221-1 du code de l'environnement). A l'écart des axes routiers, les concentrations sont inférieures à cette valeur limite de 20 µg/m^3.

6. QUANTIFICATION DES EMISSIONS ET DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS

6.1. QUANTIFICATION DES EMISSIONS LIEES AU TRAFIC

L'évaluation des émissions du trafic est effectuée à partir du logiciel Copert v.5.6.5 (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport).

Ce logiciel permet de quantifier les émissions à partir :

- De données sur la composition du parc routier ;
- De données de consommations pour chaque catégorie de véhicules et des émissions unitaires.

Les données de trafic sont issues de l'étude trafic réalisée par la société Trans Mobilités (rapport n°2063 du 18/06/2024, complément du 26/08/2024 et échange mail), et des données de Vinci Autoroutes pour l'A52.

Les émissions sont quantifiées sur la base des trafics moyens journaliers, sur les bases suivantes :

- Des trafics moyens journaliers mentionnés dans l'étude trafic ;
- Pour les axes pour lesquels aucun trafic moyen journalier n'est disponible dans l'étude trafic, les trafics moyens journaliers annuels sont estimés sur la base des trafic en heure de pointe (TMJA = 11 x (hpm + hps)/2) ;
- Pour l'axe 11 (cf. localisation sur carte ci-après), aucun trafic n'est comptabilisé dans un sens de circulation du fait de travaux ; le trafic sera supposé égal à celui qui a été comptabilisé dans l'autre sens de circulation.

Les situations prises en compte sont :

- Scénario 1 : horizon 2026 sans parking relai ;
- Scénario 2 : horizon 2026 avec réalisation du parking relai.

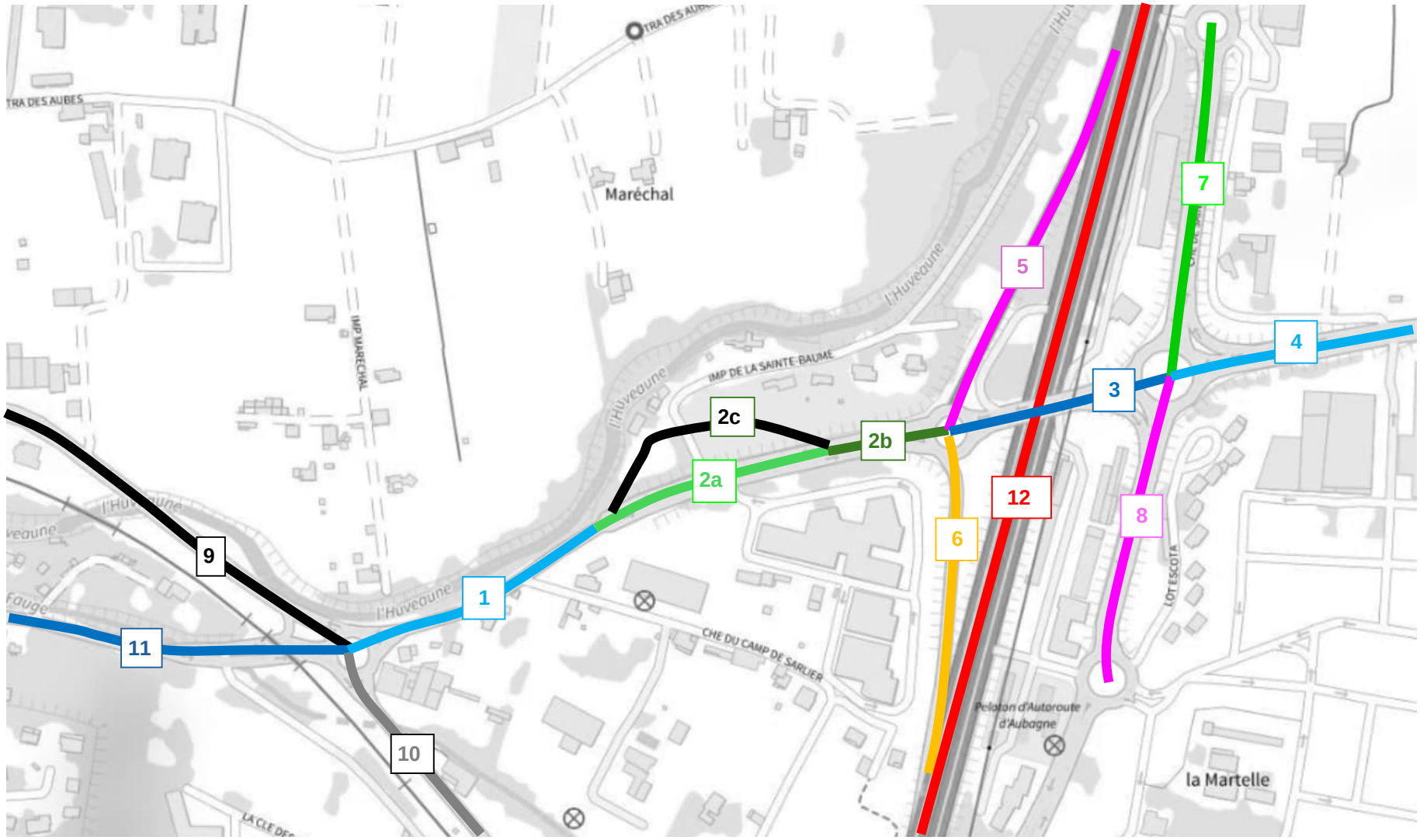
Les émissions pour la situation actuelle 2024 sont également considérées selon les hypothèses de l'étude trafic, les variations étant peu significatives entre 2024 et 2026, avec une légère diminution en 2026 du fait de la réalisation de la ligne de bus à haut niveau de service (BHNS).

La zone d'étude est présentée sur la figure page suivante.

Les données de trafic et caractéristiques de chaque axe considéré sont précisées dans le tableau ci-dessous pour les 2 situations à l'horizon 2026.

Tronçon n°	Longueur (m)	V. moyenne (km/h)	Situation 2026 sans projet		Situation 2026 avec projet	
			total (TMJA)	%PL	total (TMJA)	%PL
1	220	40	23500	3,8	23380	3,8
2a	150	40	23500	3,8	23380	3,8
2b	85	40	23500	3,8	23500	3,8
2c	200	30		-	120	-
3	160	40	25850	2,3	25850	2,3
4	170	40	13245	2,3	13245	2,3
5	270	40	4000	7,4	4000	7,4
6	240	50	3960	7,4	3960	7,4
7	260	40	20040	2,3	20040	2,3
8	220	40	18640	2,3	18640	2,3
9	300	45	11360	3,8	11360	3,8
10	160	40	14835	3,8	14835	3,8
11	250	40	9240	3,8	9000	3,8
12	625	120	40000	5	40000	5

Tableau 2 : Trafics moyens journaliers en 2026 avec et sans projets



Nota : les couleurs différentes pour les différents tronçons ont pour unique but de distinguer visuellement les tronçons les uns des autres

Figure 15 : Zone d'étude et tronçons considérés

Les émissions calculées pour la situation actuelle 2024 sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Situation actuelle 2024 – émissions en kg/an											
Tronçon N°	**CO_2 (en t/an)**	**CO**	**NOx**	**SO_2**	**Benzène**	**PM_{10}**	**$PM_{2,5}$**	**Particules diesel**	**Nickel**	**Arsenic**	**Benzo(a) pyrène**
1	348,8	406,1	1099,6	2,2	6,4	93,1	65,4	37,7	9,0E-03	1,4E-05	2,5E-03
2a	237,8	276,9	749,8	1,5	4,4	63,5	44,6	25,7	6,1E-03	9,8E-06	1,7E-03
2b	134,8	156,9	424,9	0,8	2,5	36,0	25,3	14,6	3,5E-03	5,5E-06	9,8E-04
2c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	261,9	309,2	817,8	1,6	5,2	71,8	50,6	27,8	7,2E-03	1,2E-05	2,0E-03
4	142,6	168,3	445,2	0,9	2,8	39,1	27,5	15,2	3,9E-03	6,3E-06	1,1E-03
5	83,6	94,6	268,5	0,5	1,3	21,2	14,8	9,3	1,9E-03	2,9E-06	5,2E-04
6	73,6	83,3	236,3	0,5	1,1	18,6	13,0	8,2	1,7E-03	2,5E-06	4,6E-04
7	329,9	389,6	1030,2	2,1	6,6	90,4	63,7	35,1	9,0E-03	1,5E-05	2,6E-03
8	259,6	306,6	810,8	1,6	5,2	71,2	50,1	27,6	7,1E-03	1,2E-05	2,0E-03
9	229,9	399,7	1106,0	2,2	5,9	90,6	63,6	56,1	8,4E-03	1,3E-05	2,4E-03
10	160,1	278,4	770,3	1,5	4,1	63,1	44,3	39,1	5,9E-03	9,2E-06	1,6E-03
11	155,8	270,9	749,6	1,5	4,0	61,4	43,1	38,1	5,7E-03	9,0E-06	1,6E-03
12	1769,7	3140,8	6568,5	13,1	30,1	424,0	356,3	181,6	4,7E-02	6,7E-05	1,2E-02

Tableau 3 : Bilan des émissions – situation actuelle 2024

Les émissions calculées, pour la situation 2026 sans projet et avec projet, sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

Situation 2026 sans projet – émissions en kg/an											
Tronçon N°	**CO_2 (en t/an)**	**CO**	**NOx**	**SO_2**	**Benzène**	**PM_{10}**	**$PM_{2,5}$**	**Particules diesel**	**Nickel**	**Arsenic**	**Benzo(a) pyrène**
1	344,3	400,7	1085,9	2,2	6,3	91,9	64,5	37,3	8,8E-03	1,4E-05	2,5E-03
2a	234,8	273,2	740,4	1,5	4,3	62,6	44,0	25,4	6,0E-03	9,6E-06	1,7E-03
2b	133,0	154,8	419,6	0,8	2,4	35,5	24,9	14,4	3,4E-03	5,5E-06	9,6E-04
2c	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	258,5	304,8	806,6	1,6	5,1	70,7	49,8	27,5	7,1E-03	1,1E-05	2,0E-03
4	140,7	166,0	439,1	0,9	2,8	38,5	27,1	15,0	3,8E-03	6,2E-06	1,1E-03
5	82,6	93,6	265,8	0,5	1,3	20,9	14,6	9,2	1,8E-03	2,8E-06	5,1E-04
6	72,6	82,3	233,9	0,5	1,1	18,4	12,9	8,1	1,6E-03	2,5E-06	4,5E-04
7	325,6	384,0	1016,2	2,0	6,4	89,1	62,8	34,6	8,9E-03	1,4E-05	2,5E-03
8	256,3	302,3	799,8	1,6	5,1	70,1	49,4	27,2	7,0E-03	1,1E-05	2,0E-03
9	227,0	394,7	1093,4	2,2	5,8	89,5	62,7	55,4	8,3E-03	1,3E-05	2,3E-03
10	158,1	274,9	761,5	1,5	4,0	62,3	43,7	38,6	5,8E-03	9,1E-06	1,6E-03
11	153,8	267,6	741,1	1,5	3,9	60,6	42,5	37,6	5,6E-03	8,8E-06	1,6E-03
12	1747,0	3140,8	6568,5	13,1	30,1	424,0	356,3	181,6	4,7E-02	6,7E-05	1,2E-02

Tableau 4 : Bilan des émissions – situation 2026 sans projet

Situation 2026 avec projet – émissions en kg/an											
Tronçon N°	**CO_2 (en t/an)**	**CO**	**NOx**	**SO_2**	**Benzène**	**PM_{10}**	**$PM_{2,5}$**	**Particules diesel**	**Nickel**	**Arsenic**	**Benzo(a) pyrène**
1	342,6	398,7	1080,4	2,2	6,3	91,4	64,2	37,1	8,8E-03	1,4E-05	2,5E-03
2a	233,6	271,8	736,6	1,5	4,3	62,3	43,8	25,3	6,0E-03	9,6E-06	1,7E-03
2b	133,0	154,8	419,6	0,8	2,4	35,5	24,9	14,4	3,4E-03	5,5E-06	9,6E-04
2c	1,3	1,7	4,3	0,01	0,03	0,4	0,3	0,1	4,3E-05	7,2E-08	1,2E-05
3	258,5	304,8	806,6	1,6	5,1	70,7	49,8	27,5	7,1E-03	1,1E-05	2,0E-03
4	140,7	166,0	439,1	0,9	2,8	38,5	27,1	15,0	3,8E-03	6,2E-06	1,1E-03
5	82,6	93,6	265,8	0,5	1,3	20,9	14,6	9,2	1,8E-03	2,8E-06	5,1E-04
6	72,6	82,3	233,9	0,5	1,1	18,4	12,9	8,1	1,6E-03	2,5E-06	4,5E-04
7	325,6	384,0	1016,2	2,0	6,4	89,1	62,8	34,6	8,9E-03	1,4E-05	2,5E-03
8	256,3	302,3	799,8	1,6	5,1	70,1	49,4	27,2	7,0E-03	1,1E-05	2,0E-03
9	227,0	394,7	1093,4	2,2	5,8	89,5	62,7	55,4	8,3E-03	1,3E-05	2,3E-03
10	158,1	274,9	761,5	1,5	4,0	62,3	43,7	38,6	5,8E-03	9,1E-06	1,6E-03
11	149,8	260,6	721,8	1,4	3,8	59,1	41,4	36,6	5,5E-03	8,6E-06	1,5E-03
12	1747,0	3140,8	6568,5	13,1	30,1	424,0	356,3	181,6	4,7E-02	6,7E-05	1,2E-02

Tableau 5 : Bilan des émissions – situation 2026 avec projet

6.2. EVALUATION DES EXPOSITIONS

6.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique

6.2.1.1. Logiciel de modélisation

La concentration en polluant dans l'air est calculée à partir d'une modélisation de la dispersion pour les rejets atmosphériques.

Le modèle utilisé est le logiciel ARIA-IMPACT v1.8.2 qui permet d'obtenir des cartes d'isoconcentration en moyenne annuelle.

Sans être un modèle tridimensionnel, le logiciel ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée. Etant donné la topographie du terrain, le modèle numérique de terrain n'a pas été intégré au calcul. Le logiciel ARIA Impact permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

D'une façon générale, les données nécessaires pour l'utilisation de ce logiciel sont les suivantes :

- Données météorologiques,
- Température de l'air ambiant,
- Flux des sources d'émission,
- Localisation des sources d'émission,
- Périodes d'émissions.

6.2.1.2. Données météorologiques

❖ **Généralités**

La propagation du panache d'émission est supposée s'effectuer dans une couche de l'atmosphère homogène, débutant du sol et suffisamment haute pour ne pas gêner l'expansion verticale du panache. La turbulence atmosphérique joue un rôle important dans la dispersion atmosphérique ; elle est représentée par une classe de stabilité de l'atmosphère qui permet de traduire mathématiquement l'expansion verticale et horizontale du panache.

La turbulence a 2 origines, l'une mécanique, l'autre thermique :

- la turbulence d'origine mécanique est évaluée par une mesure de vent,
- la turbulence d'origine thermique est appréciée par des informations concernant le rayonnement : position astronomique du soleil (heure dans l'année) et couverture nuageuse (nébulosité en 1/8).

La turbulence mécanique est prépondérante par vent fort et a tendance à rendre l'atmosphère thermiquement neutre. La turbulence thermique conduit à de fortes instabilités lorsque le sol est surchauffé et que le vent laisse s'établir la convection naturelle.

Les conditions météorologiques les plus importantes pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la température extérieure,
- la stabilité de l'atmosphère,
- les précipitations.

La stabilité de l'atmosphère est le paramètre le plus complexe à connaître car, dans la majorité des cas, elle n'est pas mesurée. Ce paramètre destiné à quantifier les propriétés diffusives de l'air dans les basses couches, conduit à distinguer 6 catégories de stabilité de l'atmosphère.

Classe A : Très fortement instable	Dans de telles situations, la dispersion des polluants est facilitée. Ces situations apparaissent par fort réchauffement du sol. Elles se retrouvent principalement le jour en absence de vent fort.
Classe B : Très instable	
Classe C : Instable	
Classe D : Neutre	Ces situations permettent la dispersion des polluants. Elles correspondent aux situations de vents modérés ou à des situations de ciel couvert. Il s'agit de la situation la plus fréquente en zone tempérée.
Classe E : Stable	De telles situations freinent le déplacement des masses d'air. Elles sont induites par des inversions thermiques près du sol, ce qui limite la dispersion des polluants. Ces situations se retrouvent principalement la nuit par vent faible.
Classe F : Très stable	

Une atmosphère est qualifiée de stable si une parcelle d'air, écartée de sa position, tend à revenir à sa position de départ. L'atmosphère est instable dans le cas contraire. Toute particule gazeuse qui s'élève (suite à des mécanismes thermiques et/ou mécanique) subit une détente et se refroidit, ce qui accroît sa densité. Tant que cette particule rencontre de l'air plus froid et plus dense, elle poursuit son ascension. Dans ce cas l'air est "instable" et ceci favorise la dispersion verticale de polluants. Inversement, lorsque la couche est plus chaude que la particule gazeuse qui vient de se soulever, cette particule gazeuse est plus dense et va redescendre vers son niveau de départ. L'atmosphère est alors stable et freine la dispersion verticale des polluants. Lorsque les couches d'air sont plus chaudes en altitude que près du sol (inversions de température), l'air est stable et les risques de pollution sont importants.

La stabilité atmosphérique peut être caractérisée par le gradient de température adiabatique (sans échange de chaleur avec l'extérieur), avec par définition :

- si le gradient est égal à – 1°C, l'atmosphère est dite neutre,
- si le gradient est inférieur à – 1°C, l'atmosphère est instable,
- si le gradient est supérieur à – 1°C, l'atmosphère est stable.

Ces classes de stabilité sont déterminées à partir de la vitesse du vent et de la nébulosité.

Ces paramètres, variables dans le temps et dans l'espace, résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie).

C'est pourquoi, il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques suffisamment longues et complètes, et représentatives de la climatologie du site.

Les données proviennent de la station météorologique Météo-France d'Aubagne, située à 1,5 km au nord-est (et de Marignane pour les données de nébulosité).

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires couvrant une période de 4 années : du 1er janvier 2020 au 31 décembre 2023.

❖ Classes de stabilité retenues

Les modélisations sont effectuées en considérant les classes de stabilité de Pasquill, qui sont la formulation standard des classes de stabilité.

❖ Données statistiques des conditions météorologiques

Les données météorologiques relatives à la période du 01/01/2020 au 31/12/2023 sont présentées ci-après, avec la rose des vents par classes de vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'iso-fréquence fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de leur direction.

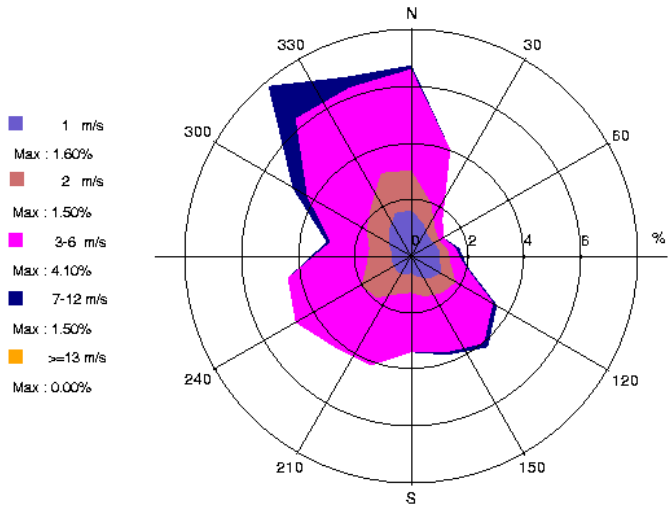


Figure 16 : Rose générale des vents de la station d'Aubagne (période 2020-2023)

Les principaux résultats de l'analyse des vents sont les suivants :

- ✓ Une prédominance des vents de secteur nord-ouest, et des dominances secondaires de secteur sud-ouest et sud-est ;
- ✓ Une prédominance des vents de vitesse entre 3 et 6 m/s (près de 40% des vents) ;
- ✓ La vitesse moyenne du vent (toutes classes confondues) est de 2,3 m/s ; cette vitesse du vent est proche de la vitesse moyenne du vent sur une période plus longue de 1991 à 2020 (2,5 m/s) ;

La température moyenne sur la période est de 15,4°C sur la période considérée ; cette température moyenne est proche de la température moyenne sur une période plus longue (15,1°C) (période de 1991 à 2020).

Les précipitations en moyenne annuelle sont de 516 mm sur la période considérée ; cette valeur est inférieure à la moyenne de 648 mm sur une période plus longue (1991-2020), et est représentative des dernières années marquées globalement par une sécheresse à l'échelle régionale.

6.2.1.3. Domaine considéré

La zone considérée correspond à la figure présentée précédemment pour l'identification des différents tronçons (cf. § 6.1). La zone d'étude correspond à un domaine d'environ 1 km x 0,61 km.

6.2.1.4. Données topographiques

Du fait des faibles variations altimétriques dans le domaine d'étude, aucun modèle numérique de terrain n'est intégré.

6.2.1.5. Composés modélisés

Le composé modélisé est le dioxyde d'azote, polluant traceur.

La concentration en moyenne annuelle en chaque maille du domaine d'étude est modélisée pour :

- La situation 2026 sans projet ;
- La situation 2026 avec projet.

6.2.1.6. Zones d'exposition

Au regard de l'environnement du projet, plusieurs points d'exposition sont retenus afin de faire un focus sur le niveau de qualité de l'air en ces points.

Ces points correspondent aux populations riveraines les plus proches des axes routiers étudiés (et donc les plus exposées).

Le point P6 est le point le plus proche des axes routiers étudiés ; il se situe le long de la route de Gémenos.

Ces points sont représentés sur la figure ci-après.

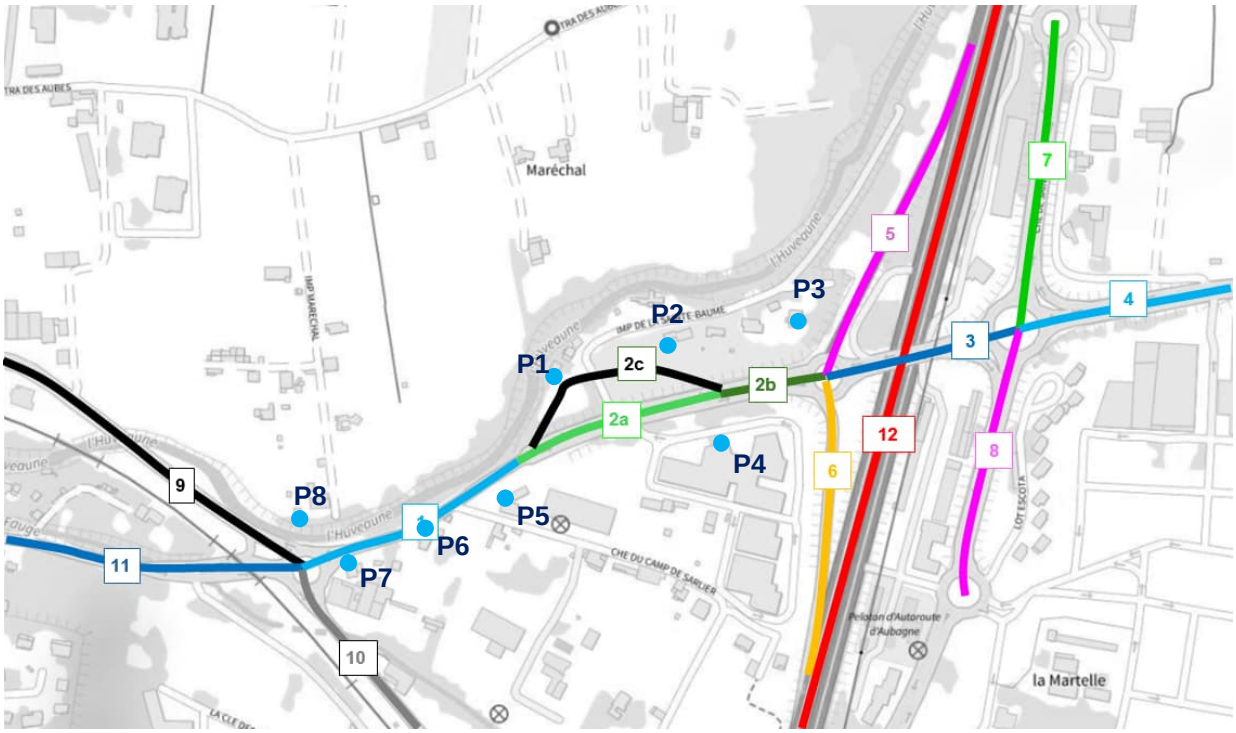


Figure 17 : Localisation des points récepteurs

6.2.2. Résultats des concentrations modélisées

Les cartographies des concentration de dioxyde d'azote en moyenne annuelle, à l'horizon 2026 avec et sans projet sont présentées pages suivantes.

Les cartographies pour les autres polluants seraient analogues à ces cartographies.

Les concentrations au niveau des différents points récepteurs, pour l'ensemble des polluants quantifiés sont présentées à la suite de ces cartographies.

Afin de faciliter la comparaison entre les deux cas, une échelle identique est adoptée. Toujours pour faciliter l'estimation de l'impact de la variation du trafic avec le projet, une troisième cartographie présente également le différentiel entre la cartographie de la situation avec projet et la cartographie de la situation sans projet, à l'horizon 2026.

Les cartographies sans projet et avec projet à l'horizon 2026 montrent des profils de concentration semblables. La cartographie pour la situation actuelle 2024 serait semblable à la cartographie du scénario 1 (horizon 2026 sans projet), les variations de trafic étant très limitées.

Les zones où les concentrations sont les plus importantes concernent l'autoroute A52, voie non concernée par le projet. Les concentrations à ce niveau sont supérieures à 30 µg/m^3, et peuvent dépasser la valeur de 40 µg/m^3, concentration qui correspond à la valeur limite pour la protection de la santé humaine définie par l'actuel article R.221 du code de l'environnement.

Au niveau de la RD2 Route de Gémenos, la concentration est principalement comprise entre 15 et 20 µg/m^3, et peut dépasser la valeur de 20 µg/m^3, valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 selon la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024.

Au niveau de l'emprise même du projet, la concentration est principalement inférieure à 15 µg/m^3.

La cartographie de concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote, à l'horizon 2026, sans projet (scénario 1), est présenté ci-dessous.

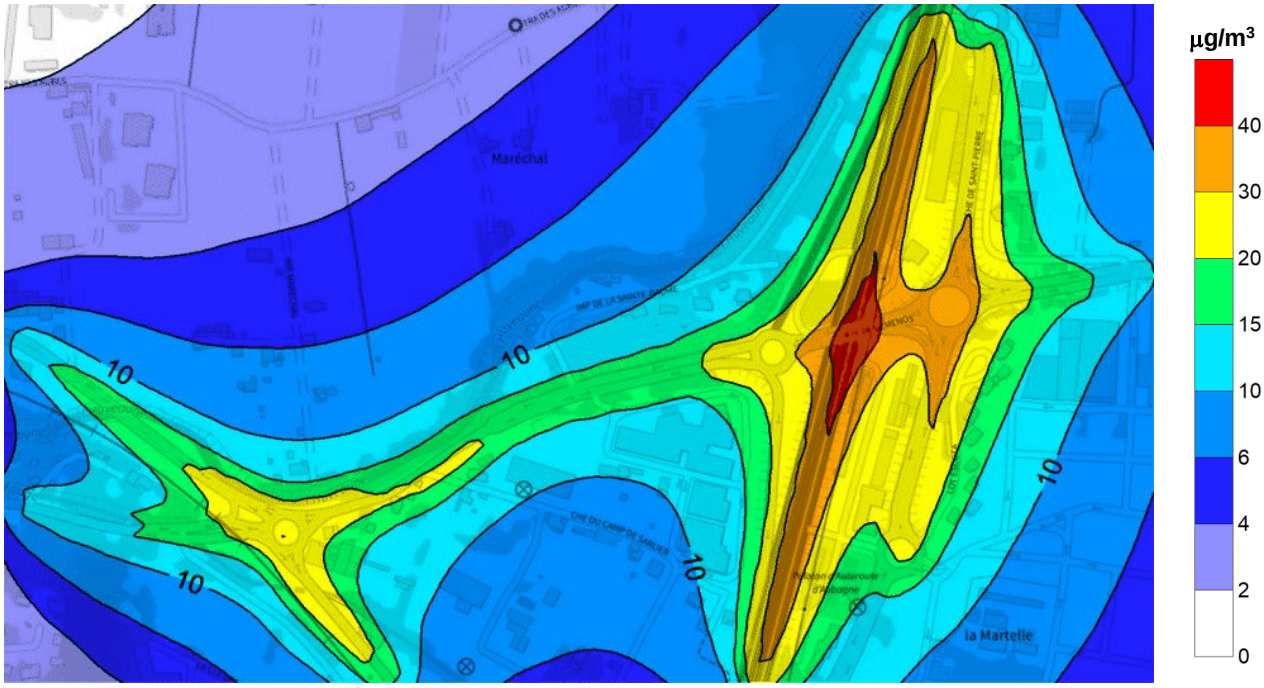


Figure 18 : Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote – situation 2026 sans projet

La cartographie de concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote, à l'horizon 2026, avec projet (scénario 2), est présenté ci-dessous.

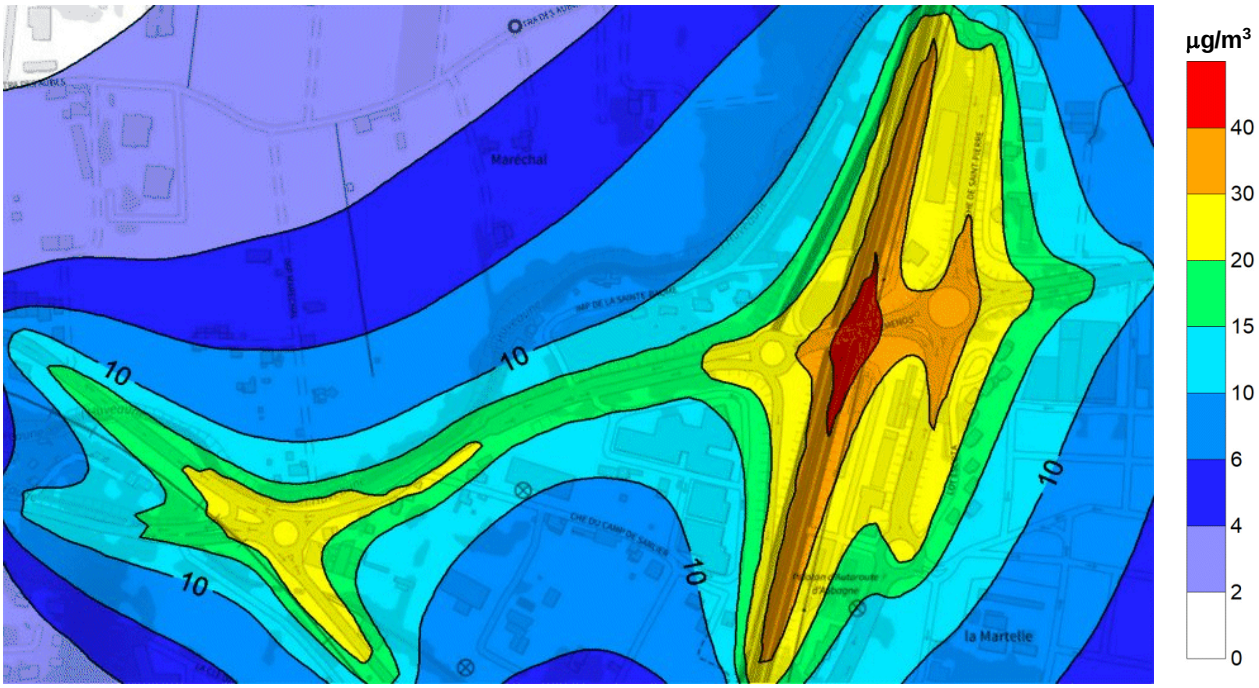


Figure 19 : Concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote – situation 2026 avec projet

La cartographie ci-dessous présente le différentiel entre les 2 scénarios, la situation 2026 avec projet et la situation 2026 sans projet.

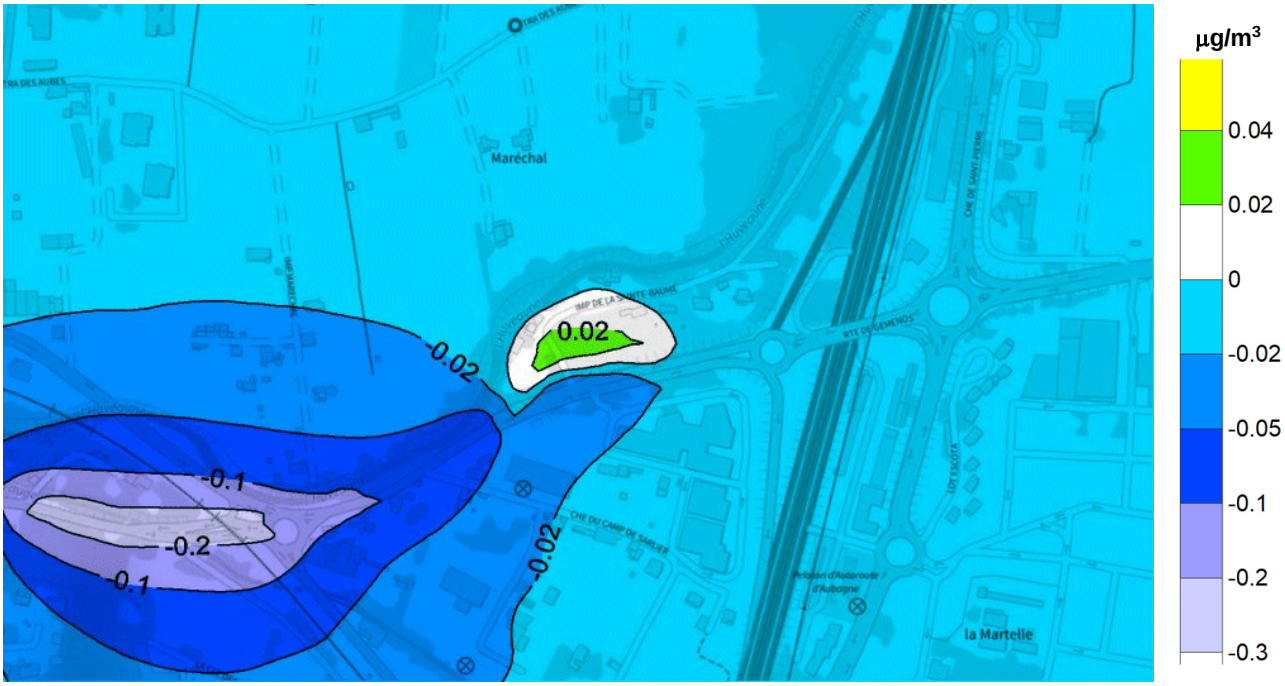


Figure 20 : Différentiel de la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote entre la situation 2026 avec projet et sans projet

Entre les deux situations en 2026 (avec et sans projet), les variations de concentrations sont très limitées.

Au niveau de l'emprise même du projet de parking-relais, l'augmentation de concentration est inférieure à 0,1 µg/m³.

A l'inverse, des diminutions de concentration sont observées au sud-ouest, ces diminutions étant également très limitées, inférieures à -0,3 µg/m³.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en dioxyde d'azote au niveau des différents points récepteurs retenus.

	Concentrations dioxyde d'azote (µg/m³)		
	Situation actuelle 2024	**Situation 2026 sans projet**	**Situation 2026 avec projet**
P1	10,0	10,0	10,0
P2	11,9	11,9	11,9
P3	17,1	17,0	17,0
P4	14,8	14,7	14,7
P5	16,9	16,7	16,7
P6	23,1	22,9	22,8
P7	24,1	23,9	23,8
P8	14,6	14,5	14,4

Tableau 6 : Concentrations modélisées en dioxyde d'azote en moyenne annuelle au niveau des points récepteurs

Le tableau ci-dessus montre des variations de concentration très limitées entre les différentes situations, en cohérence avec les constats des cartographies présentées précédemment.

Les concentrations les plus importantes concernent les points P6 et P7, zones d'habitation situées directement en vis-à-vis de la RD2. Les concentrations pour ces points P6 et P7 sont :

- Nettement inférieures à la valeur de 40 µg/m^3, valeur actuellement définie par l'article R.221-1 du code de l'environnement comme valeur limite pour la protection de la santé humaine ;
- Supérieures à la valeur de 20 µg/m^3, valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 définie récemment par la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024.

La réalisation du projet va légèrement diminuer les concentrations au niveau des points P6 et P7, mais de manière peu significative (- 0,1 µg/m^3). En comparaison de la situation actuelle (2024), la diminution de concentration sera de -0,3 µg/m^3.

Pour les autres points récepteurs, les concentrations sont inférieures à 20 µg/m^3.

Pour les points P1 et P2, points récepteurs les plus proches de la zone du projet, les concentrations sont respectivement de 10 µg/m^3 et de 11,9 µg/m^3 pour les différentes situations, soit des niveaux bien inférieurs à la valeur limite de 20 µg/m^3 devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030. Ces concentrations sont proches de la valeur de 10 µg/m^3, niveau recommandé (valeur cible) par l'OMS.

Le projet ne modifie pas significativement la qualité de l'air en termes de concentration en dioxyde d'azote.

7. MONETARISATION ET ANALYSE DES COUTS COLLECTIFS

7.1. METHODOLOGIE

La monétarisation et l'analyse des coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre ont été réalisées conformément à la note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et aux fiches outils associées (révisées en 2019).

- **Coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique**

Les valeurs de référence à considérer pour la pollution atmosphérique sont mentionnées dans le tableau ci-dessous, par type de véhicule et densité de population.

Type de véhicule	Urbain Très dense	Urbain Dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VL diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1,0
VL essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
PL	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4

Tableau 7 : Coût unitaire de la pollution atmosphérique générée par le transport routier en 2015 (en €$_{2015}$/100 véh.km)

Ces valeurs de référence, établies pour l'année de référence 2015, doivent être corrigées pour les années postérieures. Il est ainsi recommandé de corriger ces valeurs en tenant compte d'une part de l'évolution du PIB par habitant, et d'autre part de l'évolution du parc routier et de l'évolution des émissions associées (guide Cerema « Recommandation pour l'évaluation socio-économique des projets de transport collectif sous maîtrise d'ouvrage local », 2021).

Au regard de la zone d'étude de la densité moyenne de population, le milieu à considérer est un milieu de type « urbain » (densité comprise entre 450 et 1500 habitant/km²).

La valorisation de la pollution de l'air évolue comme celle de la valeur statistique de la vie humaine, donc comme le PIB par tête, et est proportionnelle à la population impactée, donc évolue comme la population : la combinaison de ces deux éléments donne une évolution des valeurs suivant le PIB. La croissance du PIB par habitant entre 2015 et 2023 s'élève à +17,4%. La croissance du PIB par habitant n'est pas considérée au-delà de 2023.

Concernant l'évolution du parc roulant, et donc des émissions unitaires des véhicules le composant, les données considérées sont issues de la fiche-outil « Cadrage du scénario de référence ». La variation annuelle des émissions polluantes est ainsi considérée égale à -4,5% pour les véhicules légers et à -4% pour les poids lourds. Pour les émissions de gaz à effet de serre, cette variation annuelle est en moyenne de -1,7% pour les véhicules légers et de -0,5% pour les poids lourds.

- **Coûts collectifs liés à l'effet de serre**

Les valeurs de référence du coût de la tonne de dioxyde de carbone sont issues de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet (« La valeur de l'action pour le climat », rapport de la commission présidée par Alain Quinet, 190p, février 2019). Les valeurs à considérer sont reprises de la fiche-outil « valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique » :

- 53 €$_{2015}$ la tonne de CO_2 en 2018 ;
- 246 €$_{2015}$ la tonne de CO_2 en 2030 ;
- 491 €$_{2015}$ la tonne de CO_2 en 2040.

La valeur tutélaire du carbone est supposée évoluer linéairement entre 2018 et 2030

- **Coûts collectifs liés aux effets amont-aval**

Les coûts des effets amont-aval tiennent compte des émissions de polluants et de gaz à effet de serre lors de la phase de production et de distribution d'énergie.

Ceux-ci sont de :

- 1 €$_{2015}$ pour 100 véh.km pour les VL ;
- 3,3 €$_{2015}$ pour 100 véh.km pour les PL.

7.2. RESULTATS DE LA MONETARISATION

Les voies de communication considérées pour réaliser cette estimation des coûts collectifs correspondent aux voies subissant des variations de trafic à la hausse ou à la baisse à l'horizon 2026 entre les situations « sans projet » et « avec projet » (cf. § 6.1) : tronçons 1, 2a, 2c, 11.

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Cette monétarisation correspond aux coûts liées aux émissions directes, et n'intègre pas les effets amont-aval.

Coût annuel (en k€)	Situation actuelle 2024	Horizon 2026 sans projet	Horizon 2026 avec projet	Variation 2026 sans projet / 2024	Variation 2026 avec projet / sans projet
Pollution de l'air	50 225	45 621	45 259	-10,1 %	-0,8%
Effet de serre	147 191	167 170	166 163	+12,0%	-0,6%
Effets amont-aval	34 388	31 112	30 879	-10,5%	-0,8%
Total en k€	**231 803**	**243 902**	**242 301**	**+5,0%**	**-0,7%**

Tableau 8 : Synthèse des coûts annuels liés à la pollution atmosphérique et à leffet de serre

La monétarisation des coûts collectifs liés à la pollution de l'air montre une diminution entre 2024 et 2026 (environ -10%), liée à une diminution des émissions. Pour l'horizon 2026, la réalisation du projet engendre une légère diminution (moins de 1%) en relation avec une variation limitée du trafic. Des variations analogues se retrouvent pour les effets amont-aval.

La monétarisation des coûts collectifs liés à l'effet de serre montre une augmentation entre 2024 et 2026 (+12%), du fait d'une augmentation du prix de la tonne de CO_2. Pour l'horizon 2026, la réalisation du projet engendre une légère diminution des coûts (-0,6%), cette variation étant peu significative du fait d'une faible variation du trafic au regard du trafic existant.

Au global, une augmentation des coûts collectifs est constatée entre 2024 et 2026 (+5%), indépendamment de la réalisation du projet, du fait de l'augmentation du prix de la tonne de CO_2, les coûts liés à l'effet de serre (émissions directes) représentant environ 63% du coût total en 2024 et 69% en 2026. A l'horizon 2026, la réalisation du projet engendre une légère diminution des coûts (-0,7%) qui reste toutefois peu significative.

8. HYPOTHESES ET INCERTITUDES

Les principales limites et incertitudes de l'étude sont discutées ci-après.

8.1. CHOIX DES POLLUANTS

Les émissions ont été quantifiées pour l'ensemble des polluants listés dans le « Guide méthodologique sur le volet air et santé des études d'impact routières » (Cerema, 2019).

Seul le dioxyde d'azote a été retenu par la suite comme polluant traceur, pour évaluer l'exposition des populations. Le choix de ce polluant a été effectué au regard des caractéristiques du projet et de l'environnement, en conformité avec le guide du Cerema.

8.2. INCERTITUDES LIEES A LA QUALIFICATION DE LA QUALITE DE L'AIR

La qualité de l'air a été évaluée par une seule campagne de mesure, à l'aide de tubes passifs pour le dioxyde d'azote.

Les tubes passifs donnent un ordre de grandeur des concentrations en polluants dans l'air, correspondant à une valeur moyenne sur la durée d'exposition du tube. Les concentrations en polluants étant par ailleurs variables au cours d'une année, une seule campagne de mesure donne une indication sur l'ordre de grandeur de la concentration en dioxyde d'azote aux points de mesure. Les résultats ne peuvent pas être comparés strictement aux objectifs de qualité qui s'expriment en moyenne annuelle.

Toutefois, les cartographies disponibles auprès d'AtmoSud en moyenne annuelle permettent d'augmenter le degré de confiance sur la qualité de l'air de la zone d'étude.

8.3. INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Ces incertitudes proviennent :

- des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle,
- du modèle lui-même, qui utilise une formulation mathématique réductrice des phénomènes physiques mis en œuvre lors des phénomènes de transport et de dispersion des polluants.

Les hypothèses d'entrée du modèle sont :

- le choix de données météorologiques,
- les discontinuités des directions des vents (+/- 10°),
- l'utilisation d'une table de contingence nébulosité x vitesse de vent pour déterminer des classes de stabilité discontinues,
- le choix d'un coefficient de rugosité unique pour l'ensemble du domaine.

Comme tous les logiciels de modélisation, le logiciel ARIA IMPACT est basé sur une formulation mathématique réductrice des phénomènes physiques mis en œuvre lors des phénomènes de transport et de dispersion des polluants.

Le modèle utilisé est de type gaussien avec un modèle « à bouffée » qui permet de prendre en compte les vents faibles (≤ 1 m/s).

Le logiciel ARIA IMPACT a fait l'objet de plusieurs campagnes de validation et est largement utilisé.

8.4. INCERTITUDES LIEES AUX DONNEES METEOROLOGIQUES

Les données météorologiques sont une donnée d'entrée importante pour les modélisations de dispersion atmosphérique.

Le vent constitue un des paramètres importants pour la dispersion des panaches de polluants. La proximité du site avec la station d'Aubagne (1,5 km) permet d'avoir un degré de confiance élevé sur les conditions de dispersion modélisées.

L'utilisation de données détaillées sur un minimum de 3 années consécutives permet de s'affranchir de la variabilité des données météorologiques d'une année sur l'autre.

8.5. HYPOTHESES ET INCERTITUDES LIEES A LA CARACTERISATION DES EMISSIONS

Le calcul des émissions des polluants a été effectué à partir du logiciel COPERT. Ce logiciel a été développé avec l'aide de l'Agence Européenne de l'Environnement, et est donc largement reconnu pour l'estimation des émissions du trafic routier.

Il permet de prendre en compte les émissions de polluants des véhicules dues à la combustion, à l'évaporation, ainsi qu'à l'abrasion du revêtement routier, de freins et des pneus, à partir de :

- De la composition du parc routier (la dernière version disponible du parc routier en France a été utilisée), de la vitesse moyenne sur les voies de circulation et du trafic ;
- De facteurs d'émission issus de mesures en laboratoire.

8.6. HYPOTHESES ET INCERTITUDES SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS

Nous avons considéré une exposition continue dans le temps, avec une exposition continue sur le lieu d'habitation et/ou lieu d'exposition maximale sur le domaine d'étude. Il n'est pas tenu compte de déplacements multiples à l'intérieur ou à l'extérieur du domaine d'étude.

Notons qu'il n'est également pas tenu compte de l'exposition via la qualité de l'air intérieur, ce niveau d'exposition étant propre à chaque habitation.

8.7. HYPOTHESES ET INCERTITUDES SUR LA VARIABILITE DES ETRES HUMAINS AUX DIFFERENTS FACTEURS

De nombreux facteurs relatifs à la diversité génétique (métabolisme, sensibilité aux polluants…), au mode de vie (régime alimentaire, sédentarité,…), à l'état de santé (immunodéficience,…) ne peuvent être intégrés dans l'étude. L'étude et le niveau d'exposition des populations s'effectue en référence à des valeurs guides reconnues.

9. SYNTHESE ET CONCLUSIONS

Cette étude a permis de quantifier les émissions atmosphériques dans le cadre du projet du PEM de Camp de Sarlier, ainsi que d'évaluer l'exposition des populations au polluant traceur retenu, le dioxyde d'azote.

9.1 Synthèse de l'évaluation de l'état des milieux

La cartographie AtmoSud montrent des niveaux de concentration en dioxyde d'azote les plus importants sur l'emprise même des axes de circulation, avec une décroissance rapide de la concentration en s'éloignant de l'axe de circulation.

Les concentrations sur l'emprise même des axes routiers sont de l'ordre de 20 à 25 µg/m^{3,} soit des niveaux inférieurs à la valeur limite pour la protection de la santé humaine définie actuellement par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement (40 µg/m^3). Ces niveaux de concentrations sont en revanche supérieurs à 20 µg/m^3, valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 définie récemment par la directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024

En dehors des axes routiers, les concentrations sont de l'ordre de 10 à 15 µg/m^3.

Les concentrations mesurées en dioxyde d'azote sont comprises entre 14 et 19 µg/m^3 à proximité des axes routiers avec le trafic le plus important (près de la RD2). A l'écart de la RD2 et à proximité des zones d'habitation proches de la zone du projet (au niveau de l'impasse de la Sainte-Baume), les concentrations mesurées sont comprises entre 8 et 12 µg/m^3. Ces différentes concentrations mesurées sont inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 20 µg/m^3 devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030.

9.2 Synthèse de l'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

Cette évaluation a été conduite sur la base d'une quantification des émissions dues au trafic routier à partir du logiciel COPERT et de modélisations de dispersion atmosphérique à l'aide du logiciel ARIA IMPACT.

Les situations étudiées sont : la situation actuelle (2024), et les situations à l'échéance 2026, sans projet et avec projet.

Le contenu de l'étude et le niveau d'approfondissement de l'étude se veut « proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine » (article R122-5.I. du code de l'environnement).

- **Composés étudiés**

Les caractéristiques du projet correspondent à un niveau d'étude maximal de II selon le guide du Cerema, bien que le PEM de Lamanon ne constitue pas en lui-même un projet d'aménagement d'une infrastructure routière, type d'aménagement pour lequel le guide du Cerema a été élaboré. Les polluants retenus pour lesquels les émissions atmosphériques ont été quantifiées sont :

- Particules (PM_{10}, $PM_{2,5}$ et particules diesel),
- Dioxyde d'azote,
- Monoxyde de carbone,
- Dioxyde de soufre,
- Benzène comme traceur des COVNM,
- Benzo(a)pyrène (traceur des HAP),
- Nickel,
- Arsenic.

Parmi ces polluants, le dioxyde d'azote a été retenu comme polluant traceur pour étudié l'impact du projet sur la qualité de l'air.

- **Evaluation des expositions**

Le scénario d'exposition retenu est l'inhalation directe de polluants (dioxyde d'azote), avec une exposition continue aux concentrations dans l'air extérieur effective pendant 100 % du temps (365 j/an et 24h/24).

Plusieurs points récepteurs ont été retenus à proximité immédiate des axes routiers étudiés, au niveau des zones d'habitation.

- **Résultats de l'étude**

Pour l'horizon 2026 (sans projet et avec projet), l'évaluation des concentrations en dioxyde d'azote montre, au niveau de la RD2 Route de Gémenos, des concentrations principalement comprises entre 15 et 20 µg/m^3, pouvant dépasser la valeur de 20 µg/m^3, valeur limite pour la protection de la santé humaine devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 selon la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024. Ces concentrations sont inférieures à la valeur guide de 40 µg/m^3 définie actuellement par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement.

Entre les deux situations en 2026 (sans projet et avec projet), les variations de concentration sont très limitées. Ces variations se traduisent par :

- Une augmentation des concentrations non significative au niveau de l'emprise même du projet du parking-relais (au maximum +0,1 µg/m^3) ;
- Une diminution des concentrations vers le centre-ville d'Aubagne, diminution limitée (au maximum -0,3 µg/m^3).

Au niveau des différentes zones d'exposition considérées, les concentrations les plus importantes sont obtenues au niveau des habitations jouxtant la RD2 route de Gémenos, avec des concentrations d'environ 23 et 24 µg/m^3 pour les 2 points récepteurs les plus exposés. Ces concentrations sont inférieures à la valeur guide de 40 µg/m^3 définie actuellement par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement, mais supérieures à la valeur de 20 µg/m^3 devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 selon la récente directive européenne 2022/0347 du 23 octobre 2024. Le niveau de ces concentrations est indépendant de la réalisation du projet.

Pour les points récepteurs situés à proximité immédiate du projet de parking relais, les niveaux de concentration sont de 10 µg/m^3 et environ 12 µg/m^3, soit des niveaux bien inférieurs à la valeur limite de 20 µg/m^3 devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030. Ces concentrations sont proches de la valeur de 10 µg/m^3, niveau recommandé (valeur cible) par l'OMS. La réalisation du projet ne modifie pas les concentrations au niveau des points récepteurs.

Au regard de la situation actuelle (2024), les concentration en 2026 avec la réalisation du projet vont légèrement diminuer pour les 2 points récepteurs les plus exposés, mais de façon peu significative (-0,3 µg/m^3).

Le projet ne modifie pas significativement la qualité de l'air en termes de dioxyde d'azote, le niveau de qualité de l'air en dioxyde d'azote étant par ailleurs bien inférieur à la valeur limite pour la protection de la santé humaine de 40 µg/m^3 actuellement définie par l'article R.221-1 du code de l'environnement. Le niveau de la qualité de l'air est également bien inférieur à la valeur limite de 20 µg/m^3 devant être atteinte au plus tard le 1 janvier 2030 (directive 2022/0347 du 23 octobre 2024) au niveau des zones d'habitation qui se trouvent à proximité du projet, au niveau de l'impasse de la Sainte-Baume.

10. ANNEXES

10.1. ANNEXE 1 : CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR

Bureau Veritas Exploitation
Aix en Provence
405 Rue Emilien Gautier
13591 AIX EN PROVENCE France
Mail : florian.david@bureauveritas.com

A l'attention de Mme Sylvie Perichon
AIX MARSEILLE PROVENCE METROPOLE
13400 AUBAGNE

Rapport de mesures de pollution routière
Analyses Dioxyde d'Azote
PEM CAMP SARLIER

Intervention du 4 Novembre au 12 Novembre 2024

Lieu d'intervention :
FUTUR PEM CAMP SARLIER
13400 AUBAGNE

Numéro d'affaire : 24098246
Référence du rapport : 24098246/2/1/1
Rédigé le : 16/01/2025
Par Florian DAVID

Ce rapport contient **23** pages (y compris les annexes).
La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

SUIVI DU DOCUMENT

Révision	Commentaires
0	Première émission du document

SOMMAIRE

1 OBJET DE LA MISSION....3

2 POINTS ETUDIES....4

3 RESULTATS DES MESURES....8

4 ANNEXES....9

1 OBJET DE LA MISSION

Contrôle de la qualité de l'air extérieur liée à la pollution routière

- Dans le cadre d'une implantation future d'un Pôle d'Echanges Multimodal à Aubagne, une étude de la qualité de l'air et du Dioxyde d'Azote a été réalisée

Les polluants retenus pour cette prestation sont les suivants :

Polluant	Nombre de points de mesure	Méthode de prélèvement	Durée
Dioxyde d'azote	6	Passif	1 Semaine

Les méthodes de prélèvements seront les suivants pour ces polluants :

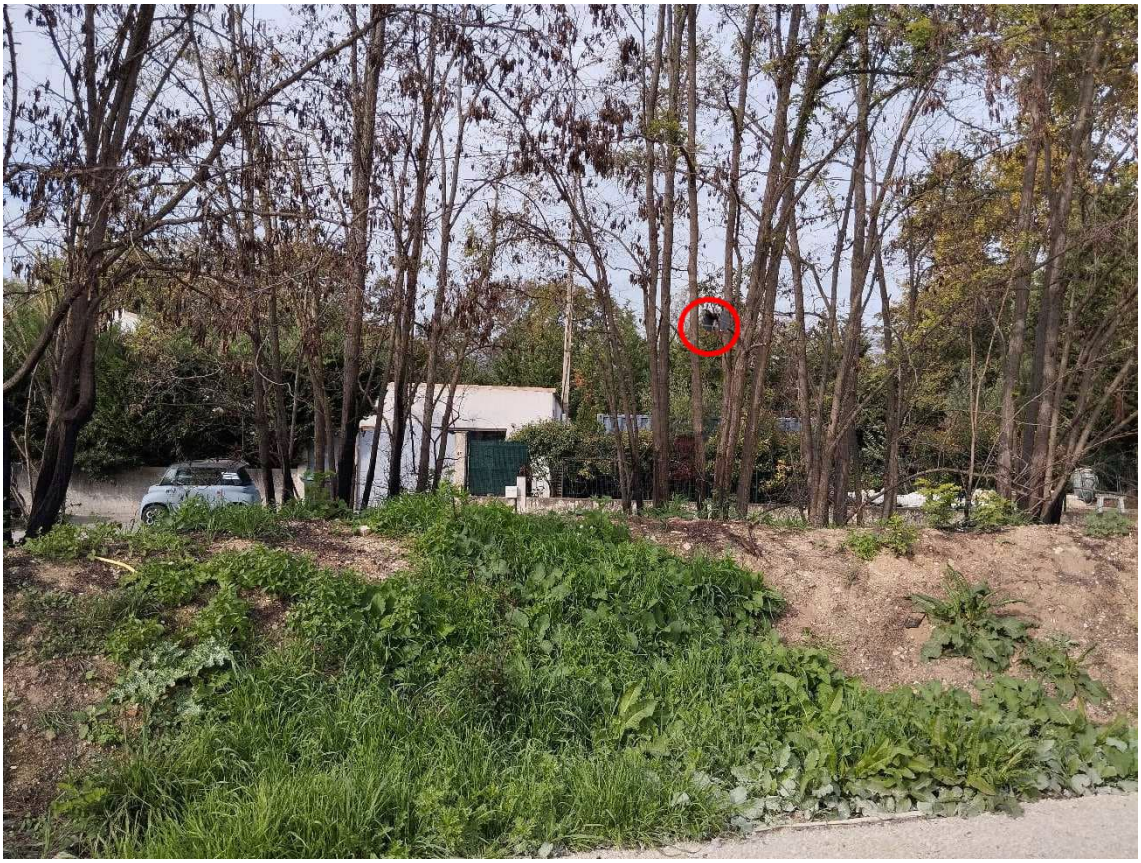
Désignation paramètre	N° CAS	Méthode / Norme Prélèvement	Méthode / Norme Analyse
Dioxyde d'azote	/	Prélèvement Passif sur Radiello 166	Analyse par Spectrophotométrie UV

2 POINTS ETUDIES

Les mesures ont été réalisées sur une période de deux semaines (période du 4 Novembre au 12 Novembre 2024).

Les points contrôlés sont les suivants :

Ref	Localisation du point de mesure	Photographie
1	Emprise Métropole Sud Ouest	

2	Impasse de la Ste Baume	
3	Emprise Métropole Nord Ouest	

4	RD2 Surplombant l'Huveaune Face Impasse Maréchal	
5	Parking Alta Rocca	

6	Accès Autoroutier A52	

3 RESULTATS DES MESURES

Emplacement		Durée d'échantillonnage	NO2
		en minutes	en µg/m3
1	Emprise Métropole Sud Ouest	11 325	14,1
2	Impasse de la Ste Baume	11 330	8,39
3	Emprise Métropole Nord Ouest	11 325	12,3
4	RD2 Surplombant l'Huveaune Face Impasse Maréchal	11 325	16,2
5	Parking Alta Rocca	11 325	16,5
6	Accès Autoroutier A52	11 325	18,6

4 ANNEXES

Annexe 1 : Acronymes, sigles et abréviations

Annexe 2 : Textes de référence

Annexe 3 : Expression des résultats

Annexe 4 : Méthodologies d'interprétation des résultats

Annexe 5 : Plans

Annexe 6 : Rapport d'analyses des laboratoires d'analyses

Annexe 1 : Acronymes, sigles et abréviations

ACD	Agent Chimique Dangereux
ANSES	Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail
BGIA	Institute für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung
CAS (N°)	Chemical Abstract Service (numéro d'identification international d'une substance chimique)
CEP	Concentration d'Exposition Professionnelle
CLI	Concentrations Limites d'Intérêt
CMR	Cancérogène Mutagène et Reprotoxique (toxique pour la reproduction)
COV	Composés Organiques Volatils
GEH	Groupe d'Exposition Homogène
INERIS	Institut National de l'EnviRonnement industriel et des rISques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
MAK	Maximale ArbeitsplatzKonzentration (équivalent allemand de la VLEP 8 heures)
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
TLV-C	Threshold Limit Values – Ceiling (valeur plafond)
TLV-STEL	Threshold Limit Values – Short Term Exposure Limit (équivalent américain de la VLEP court terme)
TLV-TWA	Threshold Limit Values – Time Weighted Average (équivalent américain de la VLEP 8 heures)
VGAI	Valeur Guide d'Air Intérieur
VLCT	Valeur Limite Court Terme (15 minutes) ; Appelée également VLEP court terme ; Abréviation utilisée pour les agents chimiques possédants des VLEP réglementaires contraignantes ou indicatives
VLE	Valeur Limite d'Exposition (15 minutes) ; Abréviation utilisée pour les agents chimiques possédants des VLEP non réglementaires indicatives
VLEP	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VME	Valeur Moyenne d'Exposition (8 heures) ; Appelée également VLEP 8 heures
VT	Valeur Toxicologique
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Annexe 2 : Textes de référence

Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos

La Direction générale de la santé (DGS) a demandé au Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) d'élaborer des « valeurs de référence » pour fixer dès maintenant des niveaux à ne pas dépasser dans les bâtiments neufs ou rénovés, et pour engager, si nécessaire, des actions correctives dans les bâtiments existants, avec une modulation de ces actions et de leur délai de mise en oeuvre en fonction des concentrations mesurées. La commission spécialisée sur les risques liés à l'environnement (CSRE) du HCSP a d'abord élaboré, dans le cadre de cette saisine, un document cadre exposant les principes communs qui guideront les propositions de ces valeurs, appelées « valeurs repères d'aide à la gestion » pour différents polluants de l'air intérieur.

➢ Le Formaldéhyde (Rapport de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement, Mai 2020)

Le HCSP propose de fixer pour les bâtiments existants, privés et publics, les valeurs repères suivantes :

Prélèvement actif sur une courte durée (1h à 4h successives, tout au long de la journée, en période d'occupation) :

- **100 µg/m³** comme **valeur repère de qualité d'air intérieur (VRAI)**.

Le HCSP recommande que cette VRAI soit immédiatement applicable et respectée dans tous les bâtiments, avec un délai maximum pour la mise en œuvre des actions correctives fixé à 6 mois.

Prélèvement passif sur une semaine (4,5 jours à 7 jours) :

Pour s'assurer véritablement du respect de la VRAI mesurée sur un pas de temps court, et au regard de la cinétique des concentrations en formaldéhyde dans l'air intérieur, il serait nécessaire de réaliser des mesures en continu ou des mesures actives répétées sur une semaine.

- **30 µg/m³** comme **valeur de gestion provisoire.**

- **100 µg/m³** comme **valeur repère de qualité d'air intérieur (VRAI)**. Au regard des données disponibles, le non dépassement de la valeur de 30 µg/m³ en moyenne sur une semaine assurerait le respect en continu de la VRAI de 100 µg/m³.

En dessous de 30 µg/m³, il n'y a aucune action corrective spécifique préconisé, mais il convient de profiter de travaux de rénovation ou de changement d'ameublement pour choisir les matériaux les moins émissifs et ainsi favoriser l'évolution « au fil de l'eau » vers des teneurs de plus en plus faibles, selon le principe ALARA.

Pour les locaux dont les teneurs mesurées sont comprises entre 30 et 100 µg/m³, une action de réduction des émissions est encouragée. En effet, le dépassement de la valeur de gestion provisoire (30 µg/m³) sans dépassement de la valeur de 100 µg/m³, ne garantissant pas le respect de la VRAI (mesurée sur un temps de 1 à 4 h), entrainera la mise en œuvre d'une identification des sources et d'un plan d'action approprié. Il s'agit souvent d'émissions résultant de multiples sources diffuses ; en conséquence, il est souvent préférable dans un premier temps d'agir sur la ventilation du local, afin de ramener les niveaux moyens en dessous de 30 µg/m³. Le délai de vérification, par de nouvelles mesures, que cette action sur la ventilation aboutit bien à ce résultat, ne devra pas dépasser un an.

Le dépassement de 100 µg/m³ (sur un prélèvement d'une semaine), puisqu'il correspond nécessairement à au moins un dépassement de la VRAI, entrainera la mise en œuvre des actions correctives dans un délai fixé à 6 mois. Dans l'attente de la fin des travaux, la ventilation de la pièce concernée sera accrue afin de favoriser l'élimination du formaldéhyde. L'objectif sera de ramener au plus vite les teneurs ambiantes moyennes en dessous de 30 µg/m³.

Dans le cas des **bâtiments neufs livrés et équipés à partir de 2020**, les concentrations mesurées doivent être les plus faibles possibles, et, dans tous les cas, **inférieures à la VRAI, ou à défaut à la valeur de gestion provisoire**. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de **rénovation de grande ampleur**. À cette fin, les architectes et les maîtres d'œuvre veilleront à agir particulièrement sur les sources d'émission de formaldéhyde intérieures au bâtiment, matériaux de construction et d'aménagement intérieur.

- Le Benzène (Rapport de la Commission spécialisée Risques liés à l'environnement, Juin 2010)

Considérant que l'effet cancérogène du benzène est l'effet critique à retenir pour l'établissement des valeurs repères, le HCSP propose de fixer trois valeurs pour les expositions chroniques sur le long terme :

- 2 µg/m³ comme **valeur cible** à atteindre en 5 ans dans tous les espaces clos habités ou accueillant du public. Des teneurs inférieures ou égales témoignent d'une bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant. Il faut cependant garder à l'esprit que le benzène est un cancérogène sans seuil d'innocuité et qu'en conséquence l'objectif doit toujours être de réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible (principe ALARA1).

- 5 µg/m³ comme **valeur repère de qualité d'air** en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée aujourd'hui. A partir de 2012, cette valeur repère évoluera avec une pente de décroissance de 1 µg/m³ par an jusqu'à la valeur cible qui devra donc être atteinte en 2015.

Lorsque les teneurs extérieures sont supérieures à 2 µg/m³, la valeur repère de qualité d'air intérieur reste fixée à 5 µg/m³ avec une pente de décroissance de 1 µg/m³ par an jusqu'atteindre la valeur extérieure.

Au-delà de cette valeur repère de qualité d'air intérieur, il est nécessaire d'identifier les sources intérieures en cause afin d'engager les actions appropriées de réduction des émissions (notamment, dans l'habitat, les sources de combustion et le tabagisme) ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Une évaluation de la contribution extérieure est aussi à réaliser.

Dans le cas exceptionnel où la teneur extérieure est supérieure à 5 µg/m³, la valeur repère dans les espaces clos ne peut être en général respectée ; on veillera alors à diminuer les teneurs intérieures en benzène à un niveau aussi bas que le permet cette concentration extérieure en agissant sur les sources intérieures additionnelles et la ventilation.

- 10 µg/m³ doit être considéré comme une **valeur d'action rapide** au-delà de laquelle les sources en cause doivent être identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur repère, soit 5 µg/m³ en 2012. Un délai de mise en conformité de quelques semaines à quelques mois est accordé du fait qu'il s'agit de protéger non d'un effet aigu mais d'un effet à long terme.

Dans le cas des bâtiments neufs livrés à partir de 2012, ceux-ci devront présenter des teneurs en benzène inférieures à **2 µg/m³** avant livraison aux occupants. Il en est de même pour ceux faisant l'objet d'opérations de rénovation de grande ampleur. A cette fin, les architectes et les maîtres d'oeuvre doivent à la fois agir sur les sources intérieures au bâtiment et veiller à s'affranchir de l'influence des émissions extérieures locales par un positionnement adéquat du bâtiment et des entrées d'air.

Il n'existe pas de travaux, actuellement, évoquant de façon convaincante un risque unitaire plus élevé du benzène chez les enfants par rapport aux adultes. Si la littérature et les bases de données sur le risque unitaire produisaient un jour une valeur toxicologique de référence (VTR) distincte chez l'enfant, le Haut Conseil de la santé publique serait amené à reconsidérer les valeurs repères de qualité de l'air intérieur pour les espaces accueillant des enfants (crèches, écoles). Il est donc nécessaire de rester vigilant sur ce point.

Valeurs guides en « environnement intérieur »

➢ ***Valeurs Guides d'Air Intérieur (VGAI) :***

Les VGAI proposées par l'ANSES ont pour principal objectif de fournir une base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à la pollution de l'air par inhalation et d'éliminer, ou de réduire les contaminants ayant un effet néfaste sur la santé humaine et le bien-être.

L'ANSES propose aujourd'hui une méthode de choix de VGAI ainsi qu'une liste de polluants pour lesquels il semble prioritaire d'établir des valeurs guides. Dans le cadre de cette étude, les valeurs guides ont d'ores et déjà été produites pour le formaldéhyde, le monoxyde de carbone et le benzène :

Polluants	VGAI de l'ANSES
Formaldéhyde (50-00-0)	▪ 100 µg/m^3 sur le court terme (1 à 4 heures)
Monoxyde de carbone (630-08-0)	▪ 10 mg/m^3 sur 8 heures ▪ 30 mg/m^3 sur 1 heure ▪ 60 mg/m^3 sur 30 minutes ▪ 100 mg/m^3 sur 15 minutes
Benzène (71-43-2)	▪ *VGAI long terme* : ✓ 10 µg/m^3 pour plus d'1 an et pour les effets hématologiques non cancérogènes ✓ 2 µg/m^3 pour plus une « vie entière » et pour les effets hématologiques cancérogènes (excès de risque 10^{-5}) ✓ 0,2 µg/m^3 pour plus une « vie entière » et pour les effets hématologiques cancérogènes (excès de risque 10^{-6}) ▪ *VGAI intermédiaire* : 20 µg/m^3 sur 1 an, pour les effets hématologiques non cancérogènes et prenant en compte des effets cumulatifs du benzène ▪ *VGAI court terme* : 30 µg/m^3 sur 14 jours, pour les effets hématologiques non cancérogènes et prenant en compte des effets cumulatifs du benzène

➢ ***Valeurs guides normatives :***

Trois normes indiquent en annexe des valeurs guides pouvant être utilisées en « environnement intérieur » :

- norme NF EN ISO 16000-1 (juillet 2006)
- norme XP X 43-401 (décembre 1998)
- norme XP X 43-403 (décembre 1999)

Le tableau de synthèse suivant indique les valeurs guides de la norme NF EN ISO 16000-1 car c'est celle qui est la plus complète (adaptée à tous les locaux de type « environnement intérieur » : logements, locaux de travail type bureaux ou locaux de vente, bâtiments publics type hôpitaux, écoles, salles de sport, restaurants …, habitacles de véhicule) et également la plus récente. Les valeurs guides de cette norme correspondent aux recommandations de l'OMS.

Polluants	Valeurs guides de la norme NF EN ISO 16000-1
Toluène (108-88-3)	▪ 260 µg/m^3 sur 1 semaine ▪ 1 mg/m^3 sur 30 minutes (gêne due à l'odeur)
Styrène (100-42-5)	▪ 260 µg/m^3 sur 1 semaine ▪ 7 mg/m^3 sur 30 minutes (gêne due à l'odeur)
Tétrachloroéthylène (127-18-4)	▪ 250 µg/m^3 sur 24 heures
Dichlorométhane (75-09-2)	▪ 3 mg/m^3 sur 24 heures
Formaldéhyde (50-00-0)	▪ 100 µg/m^3 sur 30 minutes
Acroléïne (107-02-8)	▪ 50 µg/m^3 sur 30 minutes
Monoxyde de carbone (630-08-0)	▪ 10 mg/m^3 sur 8 heures ▪ 30 mg/m^3 sur 1 heure ▪ 60 mg/m^3 sur 30 minutes ▪ 100 mg/m^3 sur 15 minutes
Dioxyde d'azote (10102-44-0)	▪ 200 µg/m^3 sur 1 heure ▪ 20 µg/m^3 sur 1 an
Dioxyde de soufre (7446-09-5)	▪ 500 µg/m^3 sur 10 minutes ▪ 125 µg/m^3 sur 24 heures ▪ 50 µg/m^3 sur 1 an
Ozone (10028-15-6)	▪ 120 µg/m^3 sur 8 heures
Mercure (7439-97-6)	▪ 1 µg/m^3 sur 1 an
Plomb (7439-92-1)	▪ 0,5 µg/m^3 sur 1 an

➢ ***Autres valeurs guides :***

- Décrets n° 84-1094 et n° 84-1093 du 7 décembre 1984 fixant les règles relatives à l'aération et l'assainissement de l'air des locaux de travail auxquelles doivent se conformer les maîtres d'ouvrage.

- Arrêté du 8 octobre 1987 relatif au contrôle périodique des installations d'aération et d'assainissement des locaux de travail.

- Circulaire du Ministère du Travail du 19 juillet 1982 et les suivantes indiquant les valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail, en l'occurrence, pour le monoxyde de carbone elle est de 50 ppm en moyenne sur une journée (circulaire du 5 mai 1986).

- Circulaire du 9 mai 1985 (annexe n° 1) préconisant une concentration en dioxyde de carbone dans l'air inférieure à 1000 ppm.

- Norme NF ISO 7730 relative à la détermination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique.

- Norme expérimentale XP X43-401 relative à l'audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels. *(Bâtiments à usage de bureaux et locaux similaires)*

- Norme expérimentale XP X43-407 relative à l'audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels. *(Bâtiments à usage d'enseignement)*

- Valeurs guides de la qualité de l'air intérieure ANSES et OMS qui fixent la concentration en monoxyde de carbone à 8,6 ppm sur 8 heures

- Commission « Hygiène de l'air intérieur » de L'AGENCE FEDERALE ALLEMANDE POUR L'ENVIRONNEMENT qui fixe des niveaux de qualité d'air en fonction de la concentration en COV_{Totaux} :
  Niveau 1 : < 300 µg/m^3 : valeur cible, pas d'impact sur l'hygiène.
  Niveau 2 : > 300 µg/m^3 - 1 000 µg/m^3 : pas d'impact spécifique, mais augmentation de la ventilation recommandée.
  Niveau 3 : > 1 000 µg/m^3 – 3 000 µg/m^3 : quelques impacts sur l'hygiène. Niveau toléré pendant un maximum de 12 mois. Recherche des sources, augmentation de la ventilation recommandée.
  Niveau 4 : > 3 000 µg/m^3 – 10 000 µg/m^3 : impacts majeurs. Ne peut être toléré plus d'un mois. Utilisation restreinte. Recherche des sources, intensification de la ventilation nécessaire.
  Niveau 5 : > 10 000 µg/m^3 – 25 000 µg/m^3 : situation inacceptable. Utilisation seulement si inévitable pour de courtes périodes (heures) uniquement avec une ventilation intensive.

- L'organisme mondial de la santé (OMS) fixe une valeur guide pour le dioxyde d'azote à 40 µg/m^3.norme XP X 43-403 (décembre 1999)

- L'ANSES propose des concentrations limites d'intérêt (CLI) dans un rapport intitulé « Risques sanitaires liés aux composés organiques volatils (COV) dans l'air intérieur – Risques sanitaires liés aux émissions de COV par les produits de construction et d'aménagement intérieur ». Les CLI ont été élaborées à partir de valeurs de référence (valeurs guides d'« environnement intérieur », VTR et VLEP).

  http://www.ANSES.fr/upload/bibliotheque/249172420763747134718379749225/COV_composes_organiques_volatils_ANSES_mars08.pdf

- Les particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ (Rapport du Haut Conseil de la Santé Publique HCSP du 14 juin 2013)

Le Haut Conseil de la Santé Publique HCSP définit un objectif cible en moyenne annuelle de 10 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$ et 15 µg/m³ pour les PM_{10} à échéance de 2025, avec des valeurs dégressives d'ici là telles que spécifiées dans le tableau ci-après. Ces valeurs cibles correspondent aux valeurs guides long terme proposée par l'OMS pour les $PM_{2,5}$ dans l'air extérieur. La valeur cible de 15 µg/m³ pour les PM_{10} dérive des ratios observés en France entre les concentrations des PM_{10} et des $PM_{2,5}$ dans l'air extérieur ou intérieur.

Les valeurs repères définis par le HCSP devraient être immédiatement applicables aux dates définies et respectées dans tous les bâtiments, avec un délai d'engagement des actions correctives fixé à 1 an après le constat de dépassement.

Le HCSP arrête des valeurs d'action rapide à 50 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$ et 75 µg/m³ pour les PM_{10}, soit cinq fois les valeurs cibles de qualité de l'air intérieur, selon les procédures de prélèvement et de mesure représentatives de l'exposition chronique. Les actions correctives mises en œuvre viseront à identifier les sources et à abaisser le niveau de concentration des particules dans les bâtiments concernés jusqu'à une concentration inférieur à 10 µg/m³ pour les $PM_{2,5}$ et 15 µg/m³ pour les PM10. Dès lors que les niveaux extérieurs de PM sont supérieurs à ces valeurs, les actions correctives devraient également viser la réduction des niveaux de PM dans l'air extérieur. Le délai d'engagement du diagnostic et de définition de ces actions correctives portant sur les sources intérieures ne devrait pas excéder 3 mois.

Le tableau ci-dessous résume les différentes valeurs préconisées par le HCSP :

	Années*	**$PM_{2,5}$**	**PM_{10}**
Valeurs cibles (µg/m³)	**2025**	**10**	**15**
Valeurs repères (µg/m³)	2023	12	18
	2021	**14**	**21**
	2020	16	24
	2017	18	27
	2015	20	30
Valeurs d'action rapide (µg/m³)	Dès 2015	50	75

** Au 1er janvier*

Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

Différentes bases de données toxicologiques existent (IRIS, ATSDR, ITER…). Les bases les plus complètes sont américaines. Elles permettent de caractériser la toxicité des substances pour l'homme et d'identifier des valeurs de référence utilisables pour quantifier le risque auquel est soumise la population générale dans l'environnement (au sens global du terme). Ces bases ne sont pas les seules sources d'informations. L'OMS publie des valeurs guides en fonction d'un temps particulier d'exposition (revised WHO air quality guidelines for Europe, 2001). En France, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF, 1996) donne des valeurs de référence pour les polluants visés par la directive 96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996. Enfin, une revue de la littérature est parfois nécessaire.

Les bases de données les plus couramment utilisées, car les plus complètes et les plus transparentes quant à la détermination des VTR sont les bases IRIS (Integrated Risk Information System) de l'EPA (Environmental protection Agency) et la base ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry).

- **IRIS (Integrated Risk Information System) :**
  Base de données de l'Agence Américaine de Protection de l'Environnement (US-EPA). Elle donne des VTR appelées RfC.
  http://cfpub.epa.gov/ncea/iris/compare.cfm

- **ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) :**
  Agence dépendant du Ministère de la Santé américain. Elle établit, elle aussi, des VTR appelées MRL, et décrit brièvement le comportement du polluant dans l'environnement, ainsi que ses effets sur la santé.

Pour une vérification claire et rapide, la base TERA (Toxicomogy Excellence for Risk Assessment) propose une synthèse des VTR existantes dans les bases IRIS, ATSDR, Health Canada, RIVM…

- **ITER (International Toxicity Estimates for Risk) / TERA (Toxicology Excellence for Risk Assesment) :**
  Recueil de VTR venant de diverses banques de données et d'études menées par des industriels (RfC, MRL, TCA, TC …).
  http://iter.ctcnet.net/publicurl/pub_search_list.cfm

Lorsque pour une substance, aucune VTR n'est disponible mais qu'il existe une VLEP, l'INERIS propose de prendre en compte cette substance dans le processus d'évaluation du risque par le biais d'une « valeur toxicologique issue des VLEP » selon la formule suivante :

$$VT_{VLEP} = VLEP \times \frac{VR_{8h}}{VR_{24h}} \times \frac{JE_T}{JE_D} \times \frac{DE_T}{DE_D} \times \frac{1}{Fa}$$

avec :

VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (mg/m³)
VT_{VLEP} : Valeur Toxicologique issue des VLEP (mg/m³)
VR_{8h} : Volume respiratoire moyen pendant une journée de travail (10 m³)
VR_{24h} : Volume respiratoire moyen sur 24 heures (20 m³)
JE_T : Nombre de jours au travail pendant la semaine (5 j)
JE_D : Nombre de jours au domicile pendant la semaine (7 j)
DE_T : Nombre d'années d'exposition sur le lieu de travail (40 ans)
DE_D : Nombre d'années d'exposition à l'installation (70 ans)
Fa : Facteur d'ajustement pour la prise en compte des individus sensibles absents de la population des travailleurs et pour la qualité des données (= 100)

Textes d'origine des VLEP

- ***Textes de réglementation française :***

  - Articles R. 4222-10 et R. 4412-149 établissant la liste des VLEP réglementaires contraignantes.

  - Arrêté du 30 juin 2004 modifié établissant la liste des VLEP réglementaires indicatives.

  - Circulaire du 19 juillet 1982 modifiée et circulaire du 14 mai 1985 modifiée établissant la liste des VLEP non réglementaires indicatives.

- ***VLEP étrangères :*** en cas d'absence de VLEP françaises, des recherches sont effectuées dans d'autres pays. Pour cela, deux sites internet sont principalement consultés : le site américain de NIOSH (valeurs limites NIOSH et OSHA) et la base GESTIS sur le site allemand du BGIA (synthèse des valeurs limites européennes) : OSHA TWA, NIOSH TWA, UK TWA, MAK …

  - *http://www.cdc.gov/niosh/npg/*
  - *http://bgia-online.hvbg.de/LIMITVALUE/WebForm_gw.aspx?Recherche=Open+database*

Annexe 3 : Expression des résultats

Correction du volume prélevé

Dans tous les cas, la concentration atmosphérique des agents chimiques sous formes d'aérosols ou particulaires est indiquée en tant que concentration volumique réelle et non corrigée.

La concentration des gaz et vapeurs est exprimée en termes indépendants de la température et de la pression en millilitres par mètre cube (ppm) et en termes dépendant de ces variables en mg/m^3 pour une température de 20 °C et une pression de 101,3 kPa.

La formule applicable devient donc :

$$Vc = V \times \frac{293}{T} \times \frac{P}{1013}$$

avec :

Vc : volume corrigé à 20°C en m^3

V : volume brut en m^3

T : température ambiante moyenne du prélèvement en Kelvin

P : pression ambiante moyenne du prélèvement en hPa

Nota : Certaines VME ou VLE sont exprimées à 25°C, dans ce cas on ramènera le volume prélevé à 25°C ou 298K.

Incertitudes des mesures

Il est admis que l'incertitude totale, prenant en compte les incertitudes de prélèvement et d'analyse (incertitude élargie relative) est de l'ordre de 30 % pour une période de mesurage de longue durée et d'une étendue de mesurage de 0,5 à 2 fois la valeur limite.

Cas particulier des mesures d'ambiance (en poste fixe)

Les Valeurs Limites d'Exposition Professionnelles (VLEP) délivrées par le Ministère du Travail sont comparées aux CEP. Ces dernières sont caractéristiques de mesures individuelles (ou ambulatoires) d'atmosphère des lieux de travail

Les concentrations obtenues par des mesures d'ambiance ne sont pas pondérées sur 8 heures. Dans ce cas, il n'est pas possible de comparer directement la concentration mesurée à la VLEP ; cette concentration est donc donnée à titre indicatif.

Annexe 4 : Méthodologies d'interprétation des résultats

Les dispositions liées aux agents chimiques dangereux (Art. R. 4412-1 du Code du Travail) sont « applicables aux activités dans lesquelles les travailleurs sont exposés ou susceptibles d'être exposés au cours de leur travail à ces agents chimiques dangereux (ACD) ». Le contrôle des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) fait partie de ces dispositions (Art. R. 4412-27 à R. 4412-31 du Code du Travail). Ce contrôle est applicable en particulier aux locaux à pollution spécifique car ce sont ceux dans « lesquels des substances dangereuses ou gênantes sont émises sous forme de gaz, vapeurs, aérosols solides ou liquides autres que celles qui sont liées à la seule présence humaine » (Art. R. 4222-3 du Code du Travail).

Par conception, les locaux concernés par cette prestation sont des locaux de travail à pollution non spécifique. De ce fait, l'interprétation des données par rapport aux VLEP n'est pas pertinente. Les VLEP seront toutefois indiquées dans le tableau de synthèse.

L'air respiré dans des locaux à pollution non spécifique peut être assimilé à un « **environnement intérieur** » (locaux de travail non industriel, établissements scolaires, bâtiments à usage d'habitation et locaux similaires). Dans cette matrice, il existe des recommandations l'ANSES (VGAI : Valeur Guide d'Air Intérieur), des recommandations de l'OMS et des valeurs guides normatives (normes NF EN ISO 16000-1, XP X 43-401 et XP X 43-403). L'ensemble de ces valeurs sont non réglementaires.

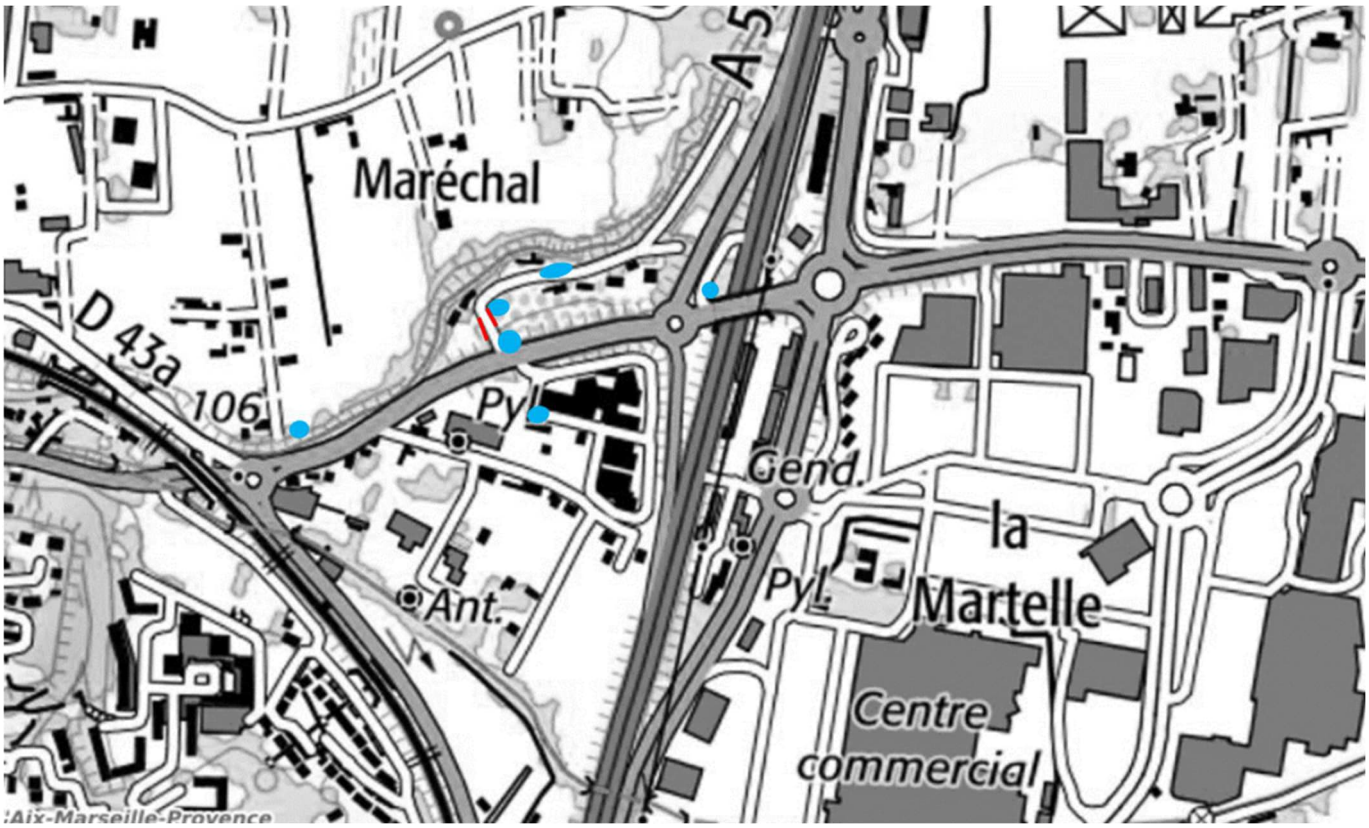
Les recommandations ou valeurs guides existantes sont peu nombreuses. Afin de pouvoir interpréter le maximum de données, on utilisera d'autres valeurs guides dans une matrice similaire : « l'air ambiant ». Ces valeurs sont appelées VTR (Valeurs Toxicologiques de Référence) et sont utilisées dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires. En cas d'absence de VTR, l'INERIS propose une formule qui permet de calculer l'équivalent d'une VTR à partir d'une VLEP, appelée VT_{VLEP}. Les VTR et VT_{VLEP} sont non réglementaires également.

Le choix de la valeur guide pour l'interprétation des résultats sera ainsi basé sur l'arbre décisionnel suivant, présenté par ordre décroissant de choix :

1. Valeurs guides spécifiques à l'« environnement intérieur » :
   - ✓ Valeurs (cibles, repères, …) du Haut Conseil de la Santé Publique
   - ✓ **VGAI** élaborées par l'ANSES (formaldéhyde, le monoxyde de carbone et le benzène)
   - ✓ Valeurs guides normatives (normes NF EN ISO 16000-1, XP X 43-401 et XP X 43-403)
   - ✓ Recommandations de l'OMS (reprises dans la norme NF EN ISO 16000-1)
   - ✓ Valeur guide de la circulaire du 9 mai 1985 pour le dioxyde de carbone
   - ✓ **CLI** élaborées par l'ANSES (COV émis par les produits de construction et d'aménagement intérieur)

2. Valeurs Toxicologiques de Référence
   - ✓ **VTR** (RfC, MRL, TCA, TC …) – Choisir la plus faible si plusieurs sont émises
   - ✓ **VT_{VLEP}** : VTR calculée à partir d'une VLEP (en cas d'absence de VTR) – Privilégier la réglementation française

Annexe 5 : Plans



Annexe 6 : Rapport d'analyses des laboratoires d'analyses

BUREAU VERITAS LABORATOIRES
Laboratoire Air Intérieur
3 rue des Cyclades
CS 80602
95800 CERGY
Tél. +33 (0)1 34 64 56 03

RAPPORT D'ESSAIS / TEST REPORT

PAGE: 1/1 **ANNEXES** / *Appendices* **: 0**	**RAPPORT D'ESSAIS N° :** C-141124-09650 (134166-0)-NO2 *Test report #*
CLIENT : **BV EXPLOITATION - CB797704 AIX** *Customer*	**N° COMMANDE** (DC) **:** 1510797704241537 **du:** 14/11/2024 *Order number* 1510797704241537 *on* 11/14/2024
DATE DE RECEPTION : 14/11/2024 *Receipt date* 11/14/2024	**AFFAIRE** (DC) **:** 23366796 *Contract*

Dosage du Dioxyde d'azote (NO_2) par Spectrophotométrie UV

I- Objectif de l'essai

L'objectif de cet essai est de réaliser l'analyse du dioxyde d'azote (NO2) prélevés sur tubes Radiello 166 par Spectrophotométrie UV.

II- Méthode utilisée (PRT AM564)

La cartouche est éluée dans 5ml d'eau distillée, complexée puis introduite dans des cuves de spectrophotométrie.
Elle est ensuite analysée par un spectrophotomètre UV (0518SE344) avec un étalonnage spécifique.

III- Résultats d'analyses

Les données de prélèvement sont fournies par le Client.

N° BVL	N° du tube (DC)	Temps de pose (min) (DC)	Température (°C) (DC)	[NO_2] échantillon (µg/support)	[NO_2] échantillon (µg/m³)
SO_C-141124-09650-001	UY624	11325	14.9	9.4	14.1
SO_C-141124-09650-002	UY625	11330	14.9	5.6	8.39
SO_C-141124-09650-003	UY626	11325	14.9	8.2	12.3
SO_C-141124-09650-004	UY627	11325	14.9	10.8	16.2
SO_C-141124-09650-005	UY628	11325	14.9	11	16.5
SO_C-141124-09650-006	UY629	11325	14.9	12.4	18.6
SO_C-141124-09650-007	UX630	--	--	<LQ(ND)	<LQ(ND)

NO_2 : conversion de 1 ppb = 1.88 µg/m³ à 25 °C
LQ = 0.2 µg/support
Date d'analyse : 21/11/2024

NOTE : **Dioxyde d'azote (NO_2) - N° CAS 10102-44-0**
VGAI court terme (exposition 1 heure) : 200 µg/m3 ;
VGAI long terme (exposition > 1 an) : 20 µg/m3

Cergy, le 02/12/2024	**Chef de service ou suppléant :** *Department head or his deputy* Elsa POTOUDIS	

BV_EM_MAT_AIRINT_NO2_ControlReport.rpt/V8-10

(DC) : Données fournies par le Client. Bureau Veritas Laboratoires ne pourra être tenue responsable des informations fournies par le Client qui pourraient affecter la validité des résultats. Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai tels qu'ils ont été reçus. Le rapport d'essai ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation du laboratoire. Dans le cas où seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation, elles sont identifiées par le symbole 'Cofrac'
(DC): *Data provided by the Client. Bureau Veritas Laboratoires cannot be held responsible for information provided by the Client that can affect the relevance of the results. The results relate only the items tested as received. The test report certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of the laboratory. Only in case of some tests reported in this document are covered by the accreditation, they are identified by the 'Cofrac' symbol.*