



FONCIERE JAGUAR

Campus Théodora à Marseille (13)

Étude sur la qualité de l'air et le bruit

18 décembre 2020

Foncière Jaguar

Adresse : 70 Chemin du Passet
13016 Marseille

Téléphone : 06 64 78 35 57
06 14 32 33 31

Destinataire : Kévin POLIZZI
Pierre-Alain MARTIN

Email : kevin.polizzi@jaguar-network.com
pamartin@fonciere-jaguar.com

Note de recours gracieux

| IDENTIFICATION | | MAITRISE DE LA QUALITE | | |
|----------------------------|--------|--------------------------------|----------------------|------------|
| | | Chef de projet | Supervision | Libération |
| N° Contrat | P04952 | R. BOSSARD | R. BOSSARD | J.F. NAU |
| Nb de pages (hors annexes) | 46 | Rédacteur principal du rapport | | |
| Nb d'annexes | 0 | I. MARCELLE | | |
| Indice | 1 | 17/12/2020 | Création du document | |

Vos contacts et interlocuteurs pour le suivi de ce dossier :



✉ : Centre Léon Blum
171 rue Léon Blum
69100 Villeurbanne

☎ : 04.72.76.06.90

📠 : 04.72.76.06.99

Chef de projet : R. BOSSARD r.bossard@eodd.fr

Directeur de projet : J.F. NAU jf.nau@eodd.fr

SOMMAIRE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | ETAT INITIAL..... | 6 |
| 1.1 | DEPLACEMENTS..... | 6 |
| 1.2 | QUALITE DE L'AIR ET SANTE | 6 |
| 1.2.1 | <i>Rappels.....</i> | 7 |
| 1.2.2 | <i>Contexte territorial</i> | 8 |
| 1.2.3 | <i>Qualité de l'air à proximité du site d'étude</i> | 15 |
| 1.3 | ACOUSTIQUE | 26 |
| 1.3.1 | <i>Rappels.....</i> | 26 |
| 1.3.2 | <i>Classement sonore des infrastructures de transport</i> | 27 |
| 1.3.3 | <i>Cartographie de l'ambiance sonore à l'état actuel</i> | 30 |
| 2 | EFFETS ET MESURES | 33 |
| 2.1 | QUALITE DE L'AIR ET SANTE | 33 |
| 2.1.1 | <i>Effets.....</i> | 33 |
| 2.1.2 | <i>Mesures.....</i> | 40 |
| 2.2 | ACOUSTIQUE | 42 |
| 2.2.1 | <i>Objectifs de qualité recommandés par l'OMS</i> | 42 |
| 2.2.2 | <i>Méthode d'évaluation de l'ambiance acoustique</i> | 42 |
| 2.2.3 | <i>Effets.....</i> | 43 |
| 2.2.4 | <i>Mesures.....</i> | 46 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| FIGURE 1 : CONCENTRATIONS DU 26 ^{ÈME} MAXIMUM JOURNALIER SUR 8H DE CONCENTRATION EN OZONE EN 2019 (SOURCE : ATMO SUD/OPENDATA) | 10 |
| FIGURE 2 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM ₁₀ EN 2019 (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) | 11 |
| FIGURE 3: CONCENTRATIONS EN PM ₁₀ EN 2019 DU 36 ^{ÈME} JOUR LE PLUS POLLUE (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) | 11 |
| FIGURE 4 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO ₂ EN 2019 (SOURCE : ATMOSUD/OPENDATA) | 12 |
| FIGURE 5 : INDICE SYNTHETIQUE DE L'AIR – NO ₂ , PM ₁₀ ET O ₃ , EN 2019 DANS LES BOUCHES-DU-RHONE (SOURCE : ATMO SUD/OPENDATA) | 13 |
| FIGURE 6 : NOMBRE D'EPISODES DE POLLUTION SUR LES BOUCHES-DU-RHONE ENTRE 2014 ET 2019 (SOURCE : ATMO SUD) | 14 |
| FIGURE 7 : SITUATION DU SITE D'ETUDE PAR RAPPORT AUX BASSINS DU GPMM EMETTEURS DE NO _x | 15 |
| FIGURE 8 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DE L'AIR ATMO LES PLUS PROCHES (SOURCE : ATMO) | 16 |
| FIGURE 9 : CONCENTRATIONS ANNUELLES EN NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} ET 26 ^{ÈME} MAXIMUM JOURNALIER DE LA MOYENNE SUR 8H LE PLUS ELEVE POUR L'OZONE POUR 2018 (SOURCE : ATMO) | 18 |
| FIGURE 10 : PROFILS JOURNALIERS MOYENS DU SO ₂ A MARSEILLE / PLACE VERNEUIL ET MARSEILLE / LONGCHAMP EN 2019 | 19 |
| FIGURE 11 : A GAUCHE = REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DU NOMBRE D'HABITANTS EXPOSE A DES CONCENTRATIONS DE NO ₂ SUPERIEURES A LA LIMITE REGLEMENTAIRE A MARSEILLE EN 2018 A DROITE = EXPOSITION DES POPULATIONS A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA ZONE EUROMEDITERRANEE EN 2018 (SOURCE : ATMO) | 19 |
| FIGURE 12 : A GAUCHE = REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DU NOMBRE D'HABITANTS EXPOSE A DES CONCENTRATIONS DE PM _{2.5} ET PM ₁₀ SUPERIEURES A LA LIMITE REGLEMENTAIRE A MARSEILLE EN 2018, A DROITE = EXPOSITION DES POPULATIONS A LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA ZONE EUROMEDITERRANEE (SOURCE : ATMO) | 20 |
| FIGURE 13 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO ₂ (µG/M ³) (ATMO) | 21 |
| FIGURE 14 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZENE (µG/M ³) (ATMO) | 22 |
| FIGURE 15 : LOCALISATION DU PROJET D'EXTENSIONS DU TRAMWAY 1 | 23 |
| FIGURE 16 : RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES QUALITE DE L'AIR DE JUIN 2018 | 25 |
| FIGURE 17 : CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT (SOURCE : DDTM 13) | 28 |
| FIGURE 18 : EXTRAIT DE LA CARTE DE BRUIT ROUTIER STRATEGIQUE DE TYPE « A » LDEN (SOURCE : DDTM 13) | 29 |
| FIGURE 19 : EXTRAIT DE LA CARTE DE BRUIT ROUTIER STRATEGIQUE DE TYPE « A » LN (SOURCE : DDTM 13) | 30 |
| FIGURE 20 : AMBIANCE SONORE SUR 24H (SOURCE : METROPOLE AMP) | 31 |
| FIGURE 21 : AMBIANCE SONORE DE NUIT (SOURCE : METROPOLE AMP) | 32 |
| FIGURE 22 : CARTE DES RESEAUX ROUTIERS ET PROJECTIONS SUR LE RESEAU ROUTIER CONSIDERE COMME DONNEE POUR L'ETUDE AIR-SANTE DU TRAMWAY | 34 |
| FIGURE 23 : COMPARAISON DES EMISSIONS DE 3 POLLUANTS CALCULEES ENTRE LES 3 SCENARIOS | 35 |

FIGURE 24 : COMPARAISON DES EMISSIONS DE 3 POLLUANTS CALCULEES ENTRE LES 3 SCENARIOS (ETAT DE REFERENCE A GAUCHE, FIL DE L'EAU AU MILIEU ET ETAT PROJETE A DROITE) POUR LE NO₂ 35

FIGURE 25 : RESEAU MODELISE DE TRONÇONS ROUTIERS DE DESSERTE DU SITE A L'ETAT INITIAL (2020, A GAUCHE) ET A L'ETAT AVEC PROJET (2025, A DROITE) 37

1 ETAT INITIAL

La présente étude a été élaborée sur la base des données trafic actuel et projeté de l'étude sur les déplacements (étude Transitec).

Pour l'état initial, compte tenu des circonstances liées à la crise sanitaire, aucune mesure sur site n'a été réalisée. Elles sont envisagées en début d'année afin de confirmer les hypothèses retenues sachant qu'il a été considéré pour cette étude les données les plus contraintes.

1.1 DEPLACEMENTS

À l'état initial, le secteur n'est pas directement desservi par les transports en commun et la configuration actuelle tend à privilégier les déplacements en voiture (peu de pistes cyclables et cheminements piétonniers difficiles).

Les axes et barreaux autoroutiers, itinéraires d'entrée/ sortie de la zone centrale de Marseille et d'accès à son contournement est (A 507) qui bordent le secteur supportent un trafic de transit important. Le secteur d'étude se situe également à proximité de la voie ferrée et des bassins portuaires générateurs de pollutions et de nuisances sonores associées.

L'organisation des déplacements à proximité du site d'étude et de la zone centrale de Marseille représente un enjeu fort sur les nuisances sonores et la pollution de l'air.

1.2 QUALITE DE L'AIR ET SANTE

La Métropole de Marseille est l'un des 13 territoires objet de la récente condamnation de la France par la cour de justice européenne pour manquement à ses obligations relatives à la directive de 2008 sur la qualité de l'air. En effet, les taux de concentration en dioxyde d'azote dans les alentours des écoles marseillaises dépassent, pour la plupart, les valeurs limites¹ prévues par la directive de 2008. Un retour à une situation conforme au droit européen est prévu pour après 2025 pour l'agglomération de Marseille.

L'intensité des nuisances est forte sur ce territoire, notamment en lien avec les transports dans les secteurs urbains tels que celui objet du présent dossier.

Un profil succinct de la qualité de l'air est présenté ci-dessous à partir de :

- *Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône ;*
- *Données ATMOSud sur le département en 2018 (Ozone, PM₁₀, NO₂) et opendata.atmosud.org ;*
- *Etudes ATMO ciblées : sur le périmètre Euroméditerranée le 02/07/2020, en lien avec l'activité du Grand Port maritime de Marseille en mai 2020 ;*
- *Etude air-santé des extensions du tramway phase 1, intégrant les résultats pour 2017 des mesures issues des stations ATMO les plus proches du site d'étude en 2017 à savoir « Marseille Saint-Louis » de type fond et « Marseille Plombières » de type « trafic », ainsi qu'une campagne de mesures spécifique (NO₂, Benzène, PM₁₀) ;*
- *Résultats de mesure des stations ATMO « Marseille-Place Verneuil », « Marseille-Saint Louis » et « Marseille-L2 A7 » de décembre 2019 à novembre 2020 pour NO, NO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, et SO₂.*

¹ Source : Bilans de l'association de surveillance de la qualité de l'air AtmoSud

1.2.1 RAPPELS

Dioxyde d'azote (NO₂)

Le dioxyde d'azote est le principal polluant traceur de la pollution automobile.

Il s'agit de gaz irritants, issus des combustions, qui pénètrent dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Dès que sa concentration atteint 200 µg/m³, il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Rappel :

- Seuil de recommandation : 200 µg/m³ sur 1 heure ;
- Seuil d'alerte : 400 µg/m³ sur 1 heure ;
- Objectif de qualité : 40 µg/m³ (moyenne annuelle).

Poussières en suspension (PM10)

Les poussières en suspension de très faible taille proviennent également du trafic routier.

Elles sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Les particules en suspension véhiculent de nombreuses substances telles que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, les métaux, le dioxyde de soufre... Leur taille est très variable, de quelques microns à quelques dixièmes de millimètre. Dans les locaux, la principale source de pollution particulaire est la fumée de tabac. Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée. Les combustions industrielles, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont parmi les émetteurs de particules en suspension. Mais la plus grande part provient des transports (environ 40%). Les poussières les plus fines sont surtout émises par les moteurs Diesel.

Rappel :

- Seuil de recommandation : 80 µg/m³ sur 1 heure ;
- Seuil d'alerte : 125 µg/m³ sur 1 heure ;
- Objectif de qualité : 30 µg/m³ (moyenne annuelle) ;
- Valeur limite : 35 jrs/an > 50µg/m³.

Ozone (O₃)

Ce n'est pas un composé qui est directement émis par une source de pollution. Cette molécule est formée chimiquement dans l'air à partir de polluants précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils) sous l'action des rayons ultraviolets du soleil. Les précurseurs proviennent principalement du trafic routier, de certains procédés et stockages industriels, ainsi que de l'usage de solvants (peintures...).

De ce fait, la pollution par l'ozone est souvent détectée loin des sources de pollution. Il est donc possible de rencontrer de la pollution par l'ozone en zone rurale située sous le vent de source émettrice de polluants primaires. L'ozone, à forte concentration provoque une inflammation et une hyperréactivité des bronches ou des irritations oculaires. L'ozone altère les mécanismes de la photosynthèse et diminue l'assimilation du carbone par les plantes.

Rappel :

- Seuil de recommandation : 180 µg/m³ sur 1 heure ;
- Seuil d'alerte : 240 µg/m³ sur 1 heure ;
- Objectif de qualité : 120 µg/m³ (moyenne sur 8 h).

Dioxyde de soufre (SO₂)

Les émissions de dioxyde de soufre dépendent de la teneur en soufre des combustibles (gazole, fuel, charbon...). Elles sont principalement libérées dans l'atmosphère par les cheminées des usines (centrales thermiques...) ou par les chauffages, le secteur automobile Diesel contribue dans une faible mesure à ces émissions. Ce gaz irritant agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules en suspension. Il provoque des irritations oculaires, cutanées et respiratoires. L'exposition prolongée augmente l'incidence des pharyngites et bronchites chroniques.

1.2.2 CONTEXTE TERRITORIAL

1.2.2.1 Contexte régional et départemental

Source : ATMO Sud (ex. Air PACA), cigale.atmosud.org, opendata.atmosud.org, DREAL PACA <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/le-dispositif-prefectoral-d-urgence-en-region-a7485.html>, PPA Bouches-du-Rhône <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/les-plans-de-protection-de-l-atmosphere-a11774.html>, Evaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône 2013-2018 (ATMO Sud), Tendances sur les Bouches du Rhône en 2018 <https://www.atmosud.org/article/qualite-de-lair-et-tendance-sur-les-bouches-du-rhone?bilan=3573>

L'article 5 de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et le décret du 6 mai 1998 ont fixé les modalités de l'élaboration des **Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA)**.

Le 3^{ème} Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air de la région PACA (PRSQA) est entré en vigueur au 1^{er} janvier 2017. Il s'agit d'un outil d'information et d'orientation qui a pour objectif principal de définir les orientations en matière de prévention et de lutte contre la pollution atmosphérique et qui intervient en amont de l'action préventive du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA).

Une procédure d'information et d'alerte est en vigueur au niveau du département (arrêté préfectoral 10 septembre 2019 pour les Bouches-du-Rhône), selon une grille de dépassements de seuils :

| Seuils à prendre en compte pour le déclenchement du niveau "information et recommandations" | |
|---|--|
| Dioxyde de soufre | 300 µg/m ³ en moyenne sur une heure |
| Dioxyde d'azote | 200 µg/m ³ en moyenne sur une heure |
| Ozone | 180 µg/m ³ en moyenne sur une heure |
| Particules fines PM ₁₀ | 50 µg/m ³ en moyenne sur 24 heures |

| Seuils à prendre en compte pour le déclenchement du niveau "alerte" | |
|---|--|
| Dioxyde de soufre | 500 µg/m ³ sur trois moyennes horaires consécutives |
| Dioxyde d'azote | 400 µg/m ³ en moyenne sur 3 heures consécutives (ou 200 µg/m ³ à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m ³ à J+1) |
| Ozone | 1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ en moyenne sur 3 heures consécutives 2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³ en moyenne sur 3 heures consécutives 3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³ en moyenne horaire |
| Particules fines | 80 µg/m ³ en moyenne sur 24 heures |

Tableau 1 : Seuils de pollution pour deux niveaux de déclenchement (source : article R221-1 du Code de l'environnement)

Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) est un plan d'actions mis en place par le préfet de département. Il vise à réduire les émissions de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}) et de maintenir ou ramener les concentrations de ces polluants à des niveaux inférieurs aux normes fixées par le Code de l'environnement (NO₂ 40 µg/m³ ; benzène 2 µg/m³ ; PM₁₀ 30 µg/m³). Un plan de **Protection de l'Atmosphère (PPA)** a été mis en place dans les Bouches-du-Rhône. Sa dernière révision approuvée l'a été le 17 mai 2013. Depuis, une autre révision a été engagée (d'après les services de l'Etat -*Note d'avancement de la démarche*- au 31/07/2019), des ateliers de concertations étaient prévus entre avril et septembre 2019.

D'après l'évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône 2013-2018 réalisée par ATMOSud, une amélioration de la qualité de l'air sur la zone du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches-du-Rhône a été constatée entre 2007 et 2017 mais celle-ci n'a pas permis de remplir l'ensemble des objectifs fixés dans le PPA.

Entre 2007 et 2017 une amélioration de la qualité de l'air se dessine sur le territoire. Le PPA respecte les objectifs de baisse des émissions pour 2015 pour les trois polluants principaux (NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}). L'objectif 2020 pour les particules est atteint, mais l'effort reste conséquent pour atteindre celui du NO₂. Ce bilan est à mettre essentiellement au profit du secteur industriel, dont les baisses des émissions dépassent largement les objectifs sectoriels, et permettent de compenser la baisse des émissions du secteur du transport et du résidentiel, qui n'atteignent pas leurs objectifs.

Malgré la baisse des concentrations en polluant constatée sur l'ensemble de la zone PPA Bouches-du-Rhône, le territoire reste sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone.

La qualité de l'air de la région PACA fait l'objet d'un suivi régulier et l'ensemble des données disponibles est géré par l'association AtmoSud (anciennement Air PACA), qui publie régulièrement des bilans à différentes échelles et alimente les outils cartographiques en ligne opendata.atmosud.org qui représente les concentrations moyennes annuelles et cigale.atmosud.org de consultation de l'inventaire géolocalisé des émissions et des statistiques par EPCI.

Synthèse dans les Bouches-du-Rhône pour l'année 2018 (cartographies 2019) :

Ozone (O₃) :

Pour ce polluant, issu de réactions photochimiques entre les polluants sous l'effet du rayonnement solaire, on estime que près de 1 973 000 personnes des Bouches-du-Rhône vivent dans une zone en dépassement de la valeur cible à 3 ans, soit 98 % de la population contre 84 % en 2010.

Parmi les précurseurs de l'ozone on retrouve les polluants d'origine industrielle et automobile mais aussi certains composés issus de la végétation.

La valeur cible (à ne pas dépasser à terme - Directive « Clean Air For Europe » - 2008) est de 120 µg/m³ (sur une plage de 8h) plus de 25 jours par an, en moyenne sur 3 ans. La carte ci-dessous représente le 26ème maximum journalier sur 8h de concentration en ozone, moyenné sur 2019.

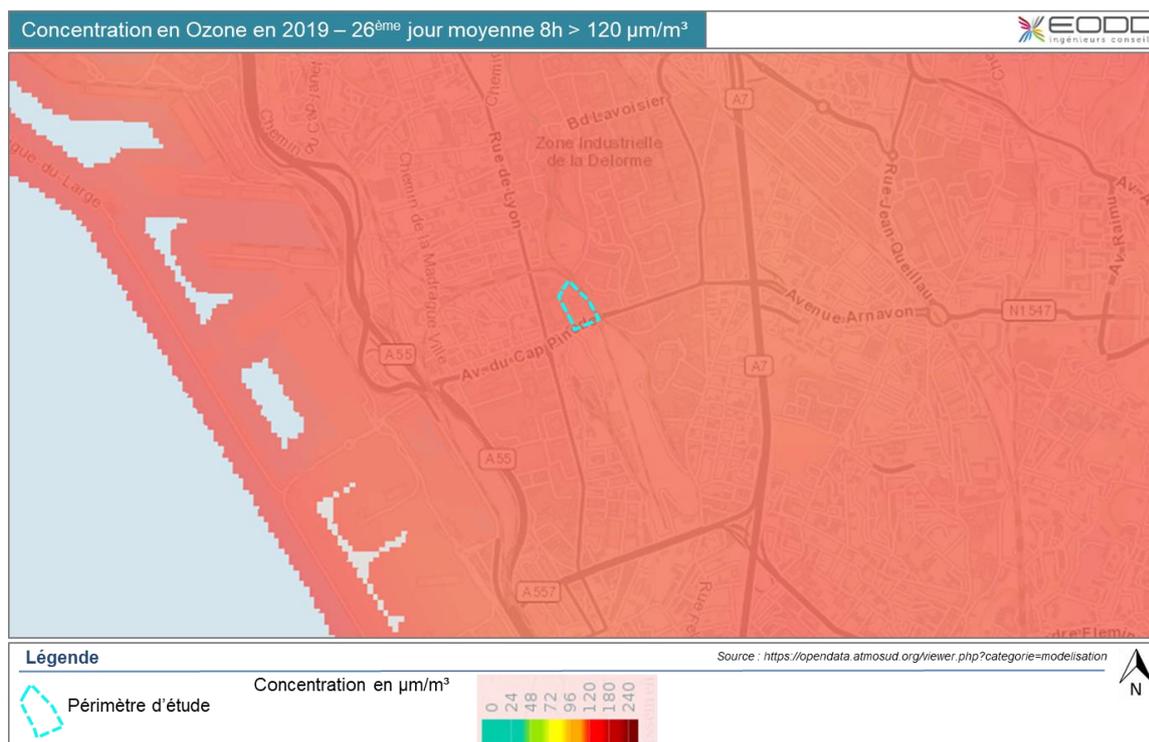


Figure 1 : Concentrations du 26^{ème} maximum journalier sur 8h de concentration en Ozone en 2019 (source : ATMO Sud/Opendata)

Sur le site d'étude et dans l'ensemble des environs, le 26^{ème} maximum journalier sur 8h de concentration en ozone, moyenné sur 2019, dépasse la valeur cible de 120 µg/m³ (sur une plage de 8h) plus de 25 jours par an.

Particules PM₁₀ :

Dans le département des Bouches-du-Rhône, moins de 1 000 personnes maintenant résident encore dans une zone où la valeur limite est dépassée en 2018 pour les particules fines PM₁₀.

Cependant, les niveaux relevés sont nettement supérieurs aux recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

En 2018, on estime à 561 000 le nombre de personnes vivant dans une zone en dépassement du seuil OMS pour les PM₁₀ dans ce département (28 % contre 100 % en 2010).

Les particules sont issues de l'activité industrielle, du trafic et du chauffage domestique.

La valeur limite annuelle est fixée à 40µg/m³, et la valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an est de 50 µg/m³/j (Directive « Clean Air For Europe » - 2008).

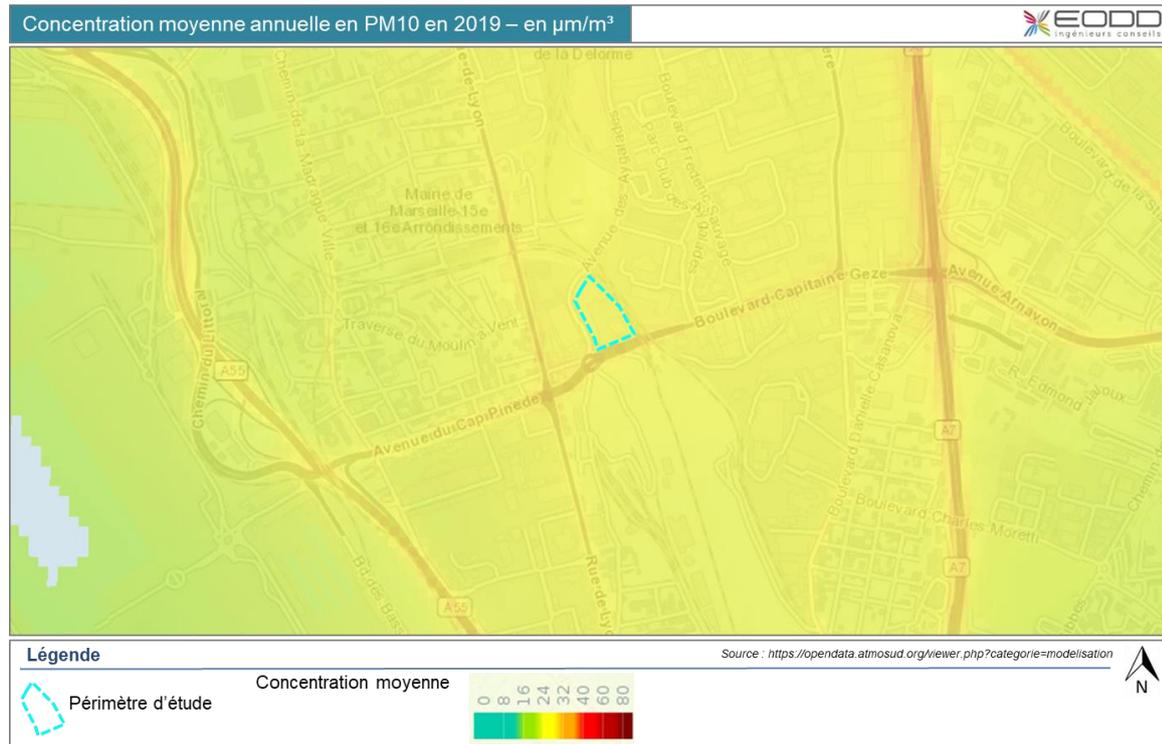


Figure 2 : Concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ en 2019
(source : ATMOSud/Opendata)

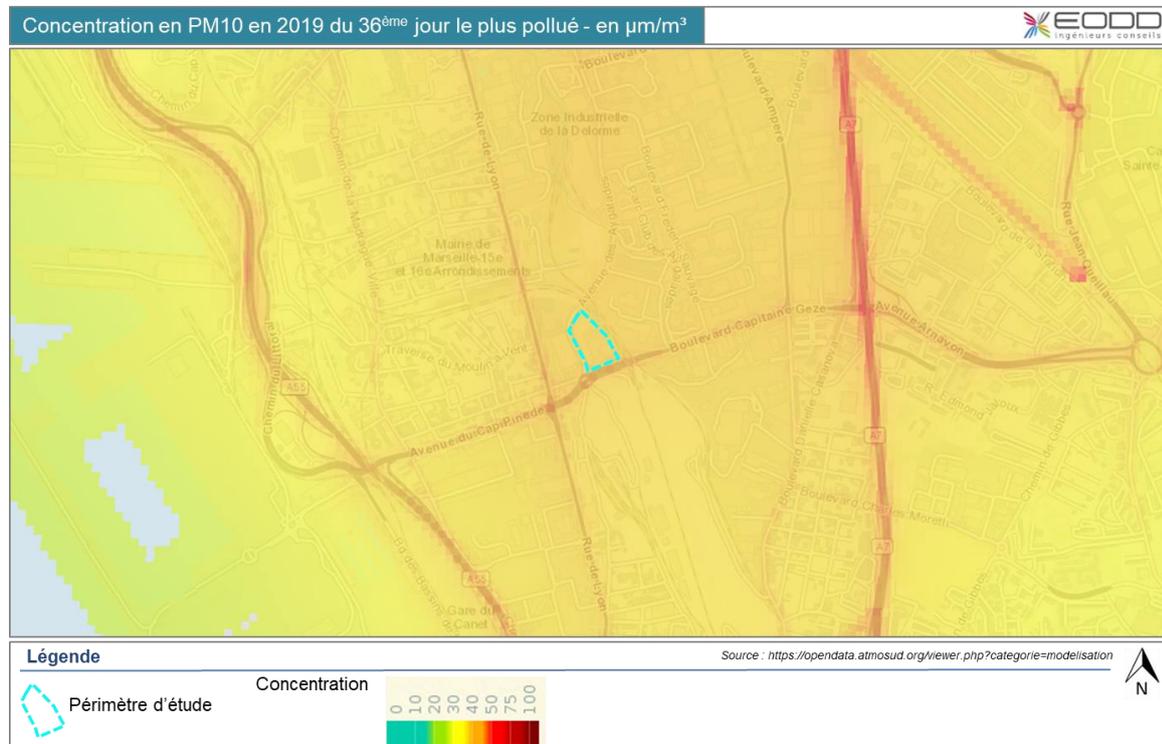


Figure 3: Concentrations en PM₁₀ en 2019 du 36^{ème} jour le plus pollué
(source : ATMOSud/Opendata)

D'après la bibliographie, il n'y a pas de des dépassements de valeur limite moyenne annuelle en PM₁₀ sur le site d'étude, mais potentiellement aux abords (axes routiers), et de même pour la valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

Dioxyde d'azote (NO₂) :

Plus d'un tiers de la population régionale exposée au dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote (population régionale exposée : 99 000 personnes) est localisée dans le département des Bouches-du-Rhône avec près de 37 000 personnes.

Ce département est le deuxième concerné par le non-respect de cette norme, après les Alpes-Maritimes (57 000 personnes). Toutefois, le nombre de personnes concernées a diminué d'environ 70 % depuis 2010.

La valeur limite annuelle est fixée à 40µg/m³ (Directive « Clean Air For Europe » - 2008).

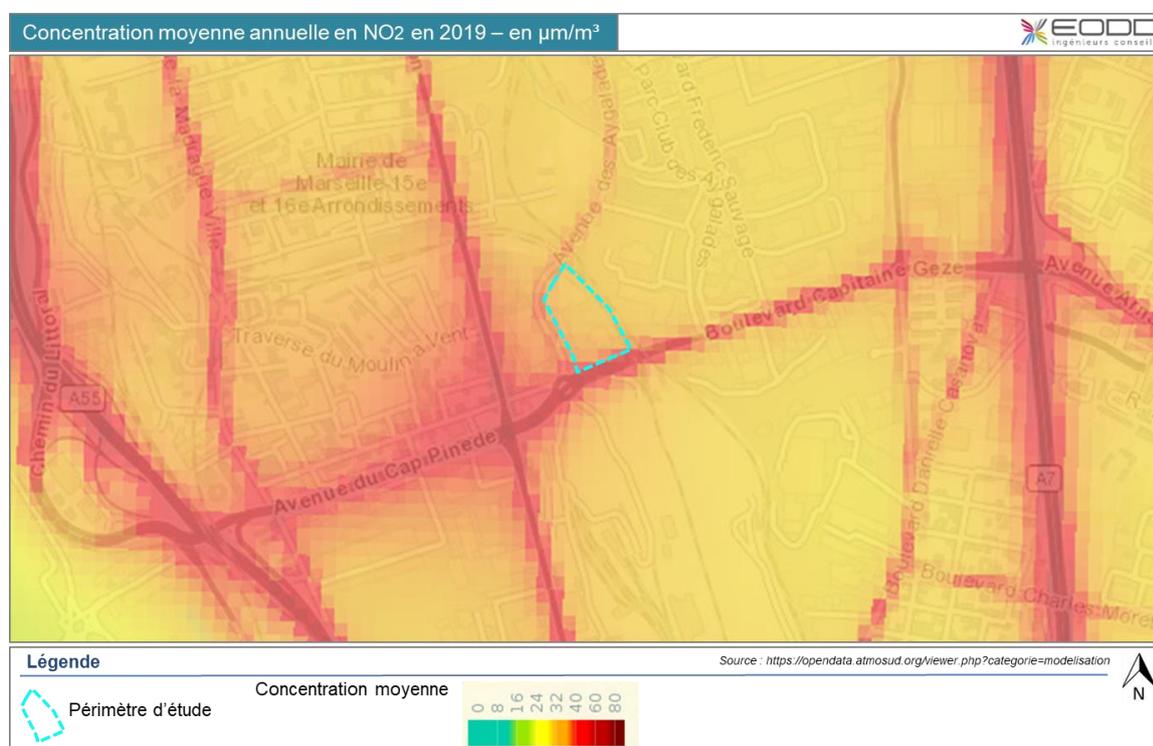


Figure 4 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ en 2019
(source : ATMOSud/Opendata)

D'après la bibliographie, il y a des dépassements de valeur limite moyenne annuelle en NO₂ aux abords du site d'étude (axes routiers) mais pas sur le site lui-même (les concentrations restent localisées).

Zones à enjeu :

C'est à proximité des axes routiers et autoroutiers et dans les villes du département (Marseille, Aix-en-Provence, Martigues, Aubagne, Arles, Salon, Port-de-Bouc, Marignane, Vitrolles, les Pennes Mirabeau...) que l'on observe les concentrations les plus élevées en dioxyde d'azote, avec une population d'autant plus exposée. Un indicateur est défini pour apprécier la qualité de l'air à partir des données de concentrations de plusieurs polluants réglementés : NO₂, PM₁₀ et O₃ permettent de définir « l'Indice Synthétique de l'Air » (ou « ISA »).

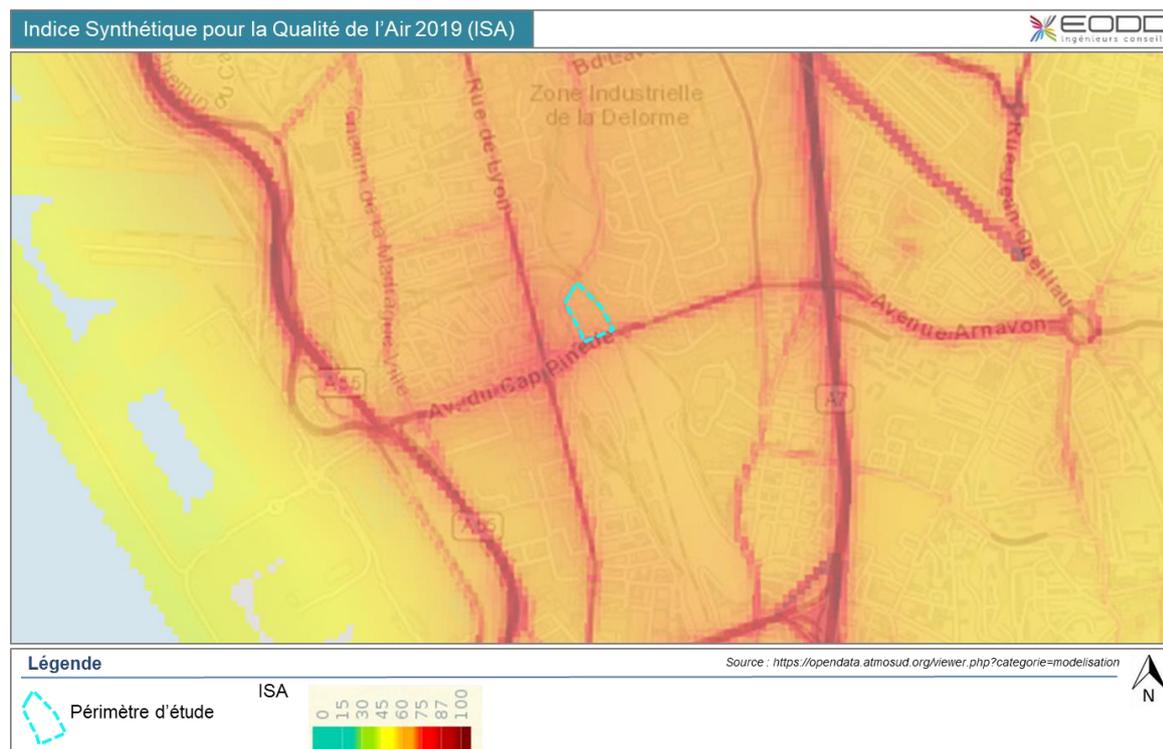


Figure 5 : Indice Synthétique de l'Air – NO₂, PM₁₀ et O₃, en 2019 dans les Bouches-du-Rhône (source : ATMO Sud/Opendata)

D'après la bibliographie, le site d'étude est situé au milieu d'axe routiers qui présentent un Indice Synthétique de l'Air dégradé. Le site en lui-même est donc caractérisé par un ISA plutôt moyen à dégradé.

Episodes de pollution :

D'après les tendances 2018, le département des Bouches-du-Rhône reste le département le plus concerné par les épisodes de pollution en Provence-Alpes-Côte d'Azur. La tendance de ces dernières années semble être à **l'amélioration pour les pics de pollutions aux particules fines mais une dégradation pour les pics de pollution à l'Ozone.**

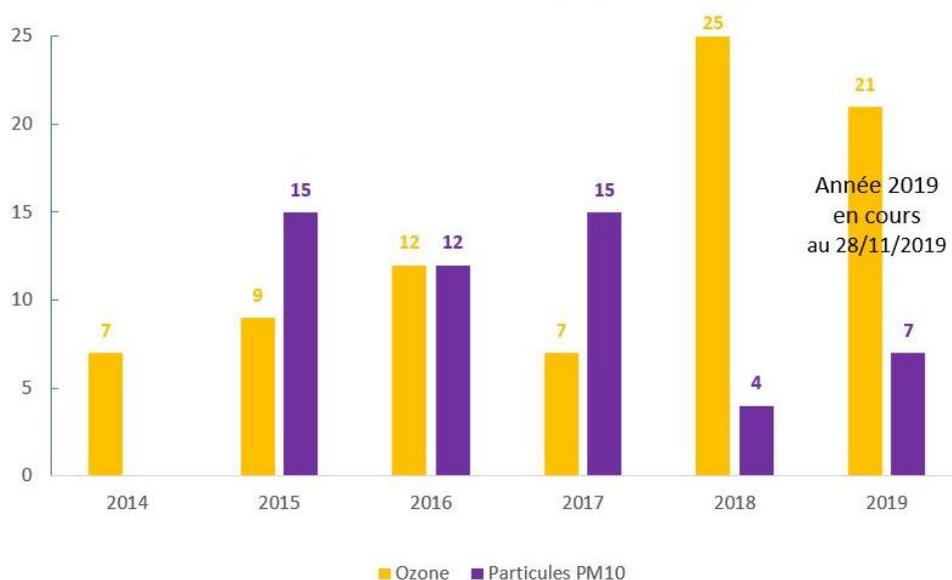


Figure 6 : Nombre d'épisodes de pollution sur les Bouches-du-Rhône entre 2014 et 2019 (source : ATMO Sud)

Le territoire est sensible vis-à-vis du dioxyde d'azote, des particules en suspension et de l'ozone, avec des dépassements des valeurs limites (moyennes annuelles ou maximums sur plusieurs jours ou heures) : à proximité des axes routiers pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension, et de manière « globale » pour l'ozone.

1.2.2.2 Qualité de l'air en lien avec l'activité du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille)

Source : ATMO : « Quelle qualité de l'air pour les riverains des ports de Nice et Marseille ? », mai 2020

D'après ATMO² dans un rapport de mai 2020 sur l'impact des ports sur la ville de Marseille³, parmi les composés émis par les navires, il y a des gaz (oxydes d'azote (NO_x), oxydes de soufre (SO_x)...) des composés organiques volatils (COV), hydrocarbures (HCs), des particules fines, du Black Carbon (BC), le carbone organique (OC), les éléments traces tels que nickel (Ni), vanadium (Va)... Les particules émises sont très fines, principalement avec un diamètre de l'ordre de 0,3 µm.

L'étude cible le quartier de Mourepiane, situé dans la bande riveraine des activités du port comme l'est le site d'étude, puisque Mourepiane est situé au Nord-Ouest à environ 4km de celui-ci. Mourepiane est proche du bassin Mirabeau qui, selon ATMO, réalise environ 25% des émissions de NO_x totales du GPMM. Les bassins proches du site d'étude, c'est-à-dire bassin de la Pinède et bassin National représentent respectivement 4% et 14% des émissions de NO_x du GPMM.

² ATMOSud est l'Association Agréée par le ministère en charge de l'Environnement pour la Surveillance de la Qualité de l'Air de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

³ <https://www.atmosud.org/publications/quelle-qualite-de-lair-pour-les-riverains-des-ports-de-nice-et-marseille>

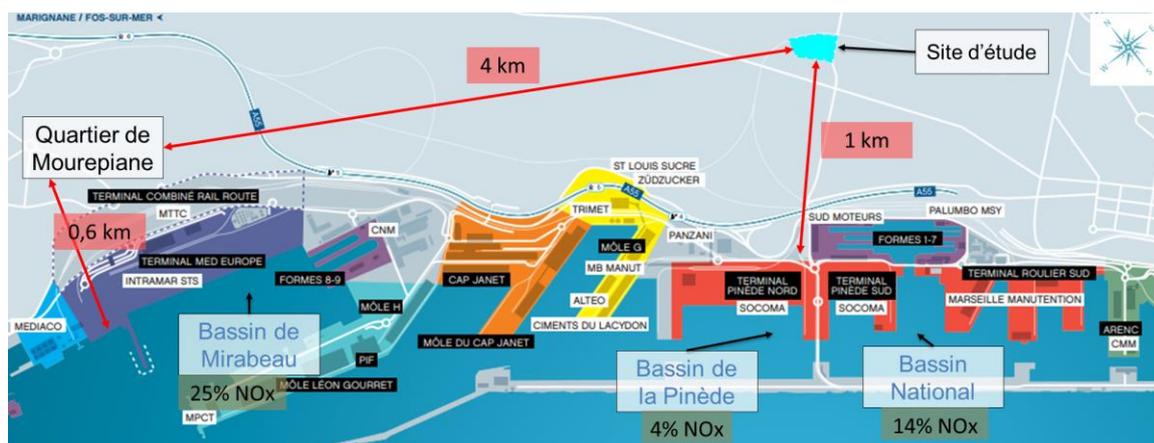


Figure 7 : Situation du site d'étude par rapport aux bassins du GPMM émetteurs de NOx

A partir d'une campagne réalisée du 1^{er} septembre 2018 au 31 janvier 2019 sur le quartier de Mourepiane, les conclusions d'ATMO sont les suivantes : « il y a donc peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés à Marseille/Mourepiane. En lien avec la présence de navires dans la passe nord du port, des niveaux significatifs de polluants sont observés ponctuellement, sur des périodes quart-horaires ou horaires, par bouffées, sans influencer les valeurs chroniques moyennes ».

ATMO précise les suites qui seront données à cette étude, notamment une évaluation de l'impact sur la qualité de l'air de travaux réalisés par le Grand Port maritime de Marseille pour accueillir l'intégralité de l'activité de transport de passagers et de marchandises à destination du Maghreb sur le terminal du Cap Janet, puisque le trafic maritime touristique est amené à se développer sur ce port.

Il y a peu d'impact de l'activité portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés dans les quartiers riverains du port de Marseille. Des impacts significatifs sont observés ponctuellement, par bouffées, mais n'influencent pas les valeurs chroniques moyennes.

1.2.3 QUALITE DE L'AIR A PROXIMITE DU SITE D'ETUDE

1.2.3.1 Stations de mesures ATMO les plus proches

La station fixe de mesure ATMO la plus proche du site d'étude est la station mobile « Marseille-L2 A7 », de type « Trafic/urbaine », mais également les stations « Saint-Louis » et « Place Verneuil » de types « Fond/urbaine ».

La station « L2 A7 » mesure les polluants suivants : NO, NO₂, NO_x, et les PM₁₀.

La station « Place Verneuil » mesure en plus le SO₂.

La station « Saint Louis » mesure en plus la « L2 A7 » les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

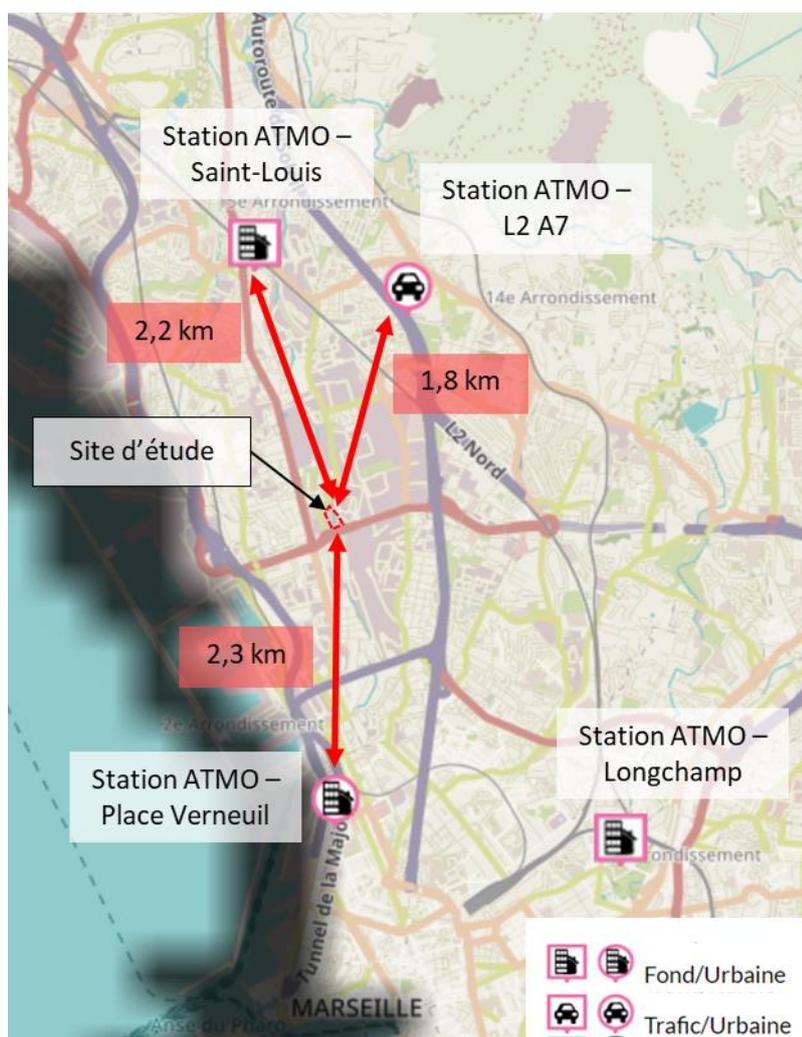


Figure 8 : Localisation des stations de mesures de qualité de l'air ATMO les plus proches (source : ATMO)

| | 12/19 | 01/20 | 02/20 | 03/20 | 04/20 | 05/20 | 06/20 | 07/20 | 08/20 | 09/20 | 10/20 | 11/20 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NO (gazeux) | | | | | | | | | | | | |
| L2 A7 | 53,1 | 55,7 | 49 | 31,5 | 19,1 | 28,4 | 33,8 | 38,7 | 36,1 | 40,4 | 44,3 | 40,4 |
| Place Verneuil | 17,7 | 17,3 | 11,9 | 5 | 2,7 | 3,8 | 7,5 | 8,9 | 8,2 | 7,6 | 9,1 | 10,6 |
| St-Louis | 16,5 | 22,5 | 14,1 | 6,6 | 5,2 | 5,2 | 6,9 | 10,3 | 8,2 | 11,9 | 10,5 | 14,1 |
| NOx (gazeux) | | | | | | | | | | | | |
| L2 A7 | 130,7 | 136,6 | 129 | 89,5 | 62,6 | 84,5 | 100,6 | 120 | 111,3 | 117,3 | 112,7 | 103,2 |
| Place Verneuil | 63 | 66 | 52,2 | 30,7 | 23,1 | 26,2 | 37,6 | 47,6 | 46,1 | 42,3 | 39,4 | 47,7 |
| St-Louis | 57,1 | 72,5 | 52 | 35,1 | 33,2 | 33,2 | 37,4 | 54,8 | 46,7 | 54,5 | 40,9 | 51,3 |
| NO2 (réglementé) Valeur limite/Objectif de Qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle⁴ | | | | | | | | | | | | |
| L2 A7 | 49,4 | 51,3 | 54 | 41,4 | 33,4 | 41,1 | 48,8 | 60,7 | 56 | 55,6 | 45 | 41,3 |
| Place Verneuil | 35,8 | 39,5 | 34 | 23 | 19 | 20,4 | 26,2 | 33,9 | 33,5 | 30,6 | 25,5 | 31,4 |
| St-Louis | 31,8 | 37,9 | 30,4 | 25 | 25,3 | 25,3 | 26,8 | 39,1 | 34,1 | 36,3 | 24,7 | 29,7 |
| SO2 (réglementé) Objectif de qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle⁵ | | | | | | | | | | | | |
| Place Verneuil | 3,3 | 3 | 3,4 | 3 | 3,6 | 2 | 1,2 | 0,3 | 1,4 | 0,9 | 0,8 | 1 |

⁴Source : <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/normes-francaises#:~:text=En%20moyenne%20journali%C3%A8re%20%3A%20125%20%C2%B5g,annuelle%20%3A%2050%20%C2%B5g%2Fm%C2%B3.>

⁵ Les valeurs limites pour le SO2 ne correspondent pas à des valeurs moyennes annuelles (mais journalière ou horaire), c'est pourquoi c'est l'objectif de qualité en moyenne annuelle qui est présenté ici.

| | 12/19 | 01/20 | 02/20 | 03/20 | 04/20 | 05/20 | 06/20 | 07/20 | 08/20 | 09/20 | 10/20 | 11/20 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PM1 (particulaire) | | | | | | | | | | | | |
| St-Louis | - | 9 | 6,2 | 9,1 | 9,2 | 4,8 | 3,9 | 6,3 | 5,6 | 7,6 | 4,9 | 11,3 |
| PM2,5 (réglementé) Valeur limite = 25 µg/m³ en moyenne annuelle | | | | | | | | | | | | |
| Place Verneuil | - | 15,3 | 12,2 | 13,7 | 13,1 | 9,6 | 9,3 | 12,3 | 11,2 | 13,1 | 10 | 16,5 |
| St-Louis | - | 11,3 | 8,8 | 11,2 | 11,2 | 7 | 5,9 | 9,2 | 8,4 | 10,1 | 7,1 | 13,9 |
| PM10 (réglementé) Valeur limite = 40 µg/m³ en moyenne annuelle | | | | | | | | | | | | |
| L2 A7 | 24,8 | 25 | 25,8 | 24,1 | 23,1 | 22,5 | 21,2 | 31,7 | 30 | 27,9 | 21,8 | 26,5 |
| Place Verneuil | 26 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| St-Louis | 18 | 20,7 | 17,7 | 17,2 | 17,9 | 15,2 | 14,8 | 22,8 | 22 | 21,4 | 15,9 | 22,9 |

Tableau 2 : Mesures des concentrations (en µg/m³) en polluants sur les 12 derniers mois sur les stations ATMO les plus proches

Sur ces trois stations, parmi les polluants réglementés, seul le NO₂ a dépassé les valeurs limites sur ces 12 derniers mois à la station « L2 A7 ». Sur les autres stations, aucun des polluants réglementés (NO₂, SO₂, PM_{2,5}, PM₁₀) n'a dépassé les valeurs limites moyennes annuelles (respectivement l'objectif de qualité en moyenne annuelle pour le SO₂).

Sur les stations ATMO de mesure de la qualité de l'air les plus proches (3 stations à environ 2 km), au cours des 12 derniers mois (*attention, année COVID*), des dépassements de valeurs limites (moyennes annuelles) ont été détectés pour le seul polluant réglementé NO₂. Ce n'a pas été le cas pour les autres polluants réglementés (SO₂, PM_{2,5}, PM₁₀).

1.2.3.2 Etude ATMO – Euroméditerranée

Le 02/07/2020, ATMOSud a publié une « Evaluation de la qualité de l'air sur la zone de l'Etablissement Public d'Aménagement EuroMéditerranée⁶ », qui comprend :

- L'évaluation de la dispersion géographique du dioxyde d'azote et du benzène en 2018 ;
- Une mesure dynamique en 2019 du dioxyde d'azote, du dioxyde de soufre et des particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm dans l'air au niveau de la station de mesures de la Place Verneuil.

Le site d'étude du Campus Théodora est situé à proximité immédiate du périmètre Euroméditerranée, aussi les résultats à cette échelle fournissent également des informations sur le site d'étude Théodora.

L'inventaire des émissions donne les éléments suivants, vis-à-vis de certains des polluants à suivre au sens de la note technique du 22 février 2019 :

- NO_x : Les transports routiers sont à l'origine de 46% des émissions de NO_x de la ville ;
- PM₁₀ : Les transports routiers sont à l'origine de 31% des émissions de PM₁₀ de la ville ;
- Benzène : Les transports routiers sont à l'origine de 14% des émissions de PM₁₀ de la ville. C'est le résidentiel qui est le secteur le plus émetteur ;
- SO₂ : Le secteur industriel est un fort émetteur de SO₂ avec 81% des émissions de la ville. La combustion de carburant maritime est aussi une source non négligeable de SO₂, comme détaillé quelques paragraphes plus loin.

⁶<https://www.atmosud.org/publications/evaluation-de-la-qualite-de-lair-sur-la-zone-de-letablissement-public-damenagement>

Des modélisations représentant la qualité de l'air moyenne en 2018 sur la zone d'étude sont présentées pour le NO₂, les PM₁₀, les PM_{2,5} et l'O₃ :

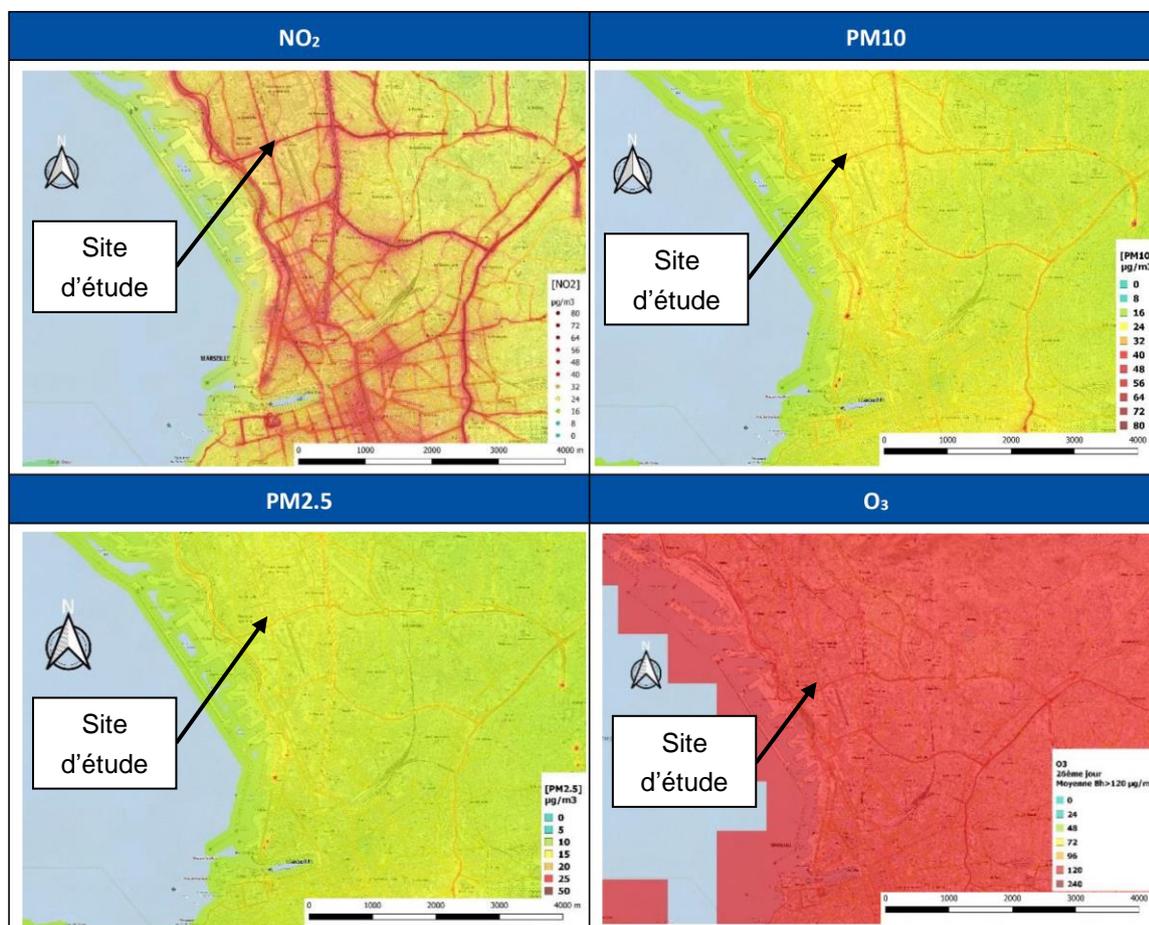


Figure 9 : Concentrations annuelles en NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} et 26ème maximum journalier de la moyenne sur 8h le plus élevé pour l'ozone pour 2018 (source : ATMO)

Ainsi, sur le périmètre Euroméditerranée :

- les concentrations en dioxyde d'azote NO₂ sont élevées, d'autant plus marquées que les axes de circulation sont structurants.
- la pollution particulaire est notable comme sur l'ensemble du territoire marseillais. Les sources de pollutions sont principalement liées au trafic routier avec des axes structurants (autoroutes) et les voies de circulations qui traversent la zone.

En dehors de la zone d'étude, la zone industrielle des pourtours de l'étang de Berre et du golfe de Fos peut, selon les mouvements de masses d'air, impacter la qualité de l'air à Marseille, et donc sur la zone EuroMéditerranée. L'activité maritime peut également avoir une influence.

Cette étude fournit également des informations quant à l'impact du trafic maritime sur la qualité de l'air locale, grâce à une surveillance dynamique en 2019 et à la visibilité sur des profils journaliers (§ 5.3.3 du rapport ATMO – Euroméditerranée). Il y a peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés dans les quartiers riverains du port de Marseille. Des impacts significatifs sont observés ponctuellement, par bouffées, mais n'influencent pas les valeurs chroniques moyennes. La surveillance sur 2019 apporte des

précisions à cela : il est probable que l'impact significatif dû au trafic maritime ait lieu entre 17h et 20h, mais les pics de pollution associés sont très liés aux conditions météorologiques.

La mesure du soufre (au travers du SO₂) peut être utilisée comme un traceur de l'activité maritime, cependant, le soufre ne représente pas un enjeu en termes de qualité de l'air au niveau des villes-ports, car les valeurs limites réglementaires sont loin d'être atteintes. La station de Verneuil est ici à proximité du trafic maritime, et celle de Longchamp caractéristique du « fond urbain » prise comme station témoin.

La moyenne pendant la campagne de mesure est de 2 µg/m³. Le maximum horaire a été enregistré à 21 µg/m³ (la valeur limite horaire est de 350 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 24 heures par an). La valeur journalière maximale est de 5 µg/m³, elle est inférieure à la valeur limite journalière de 125 µg/m³).

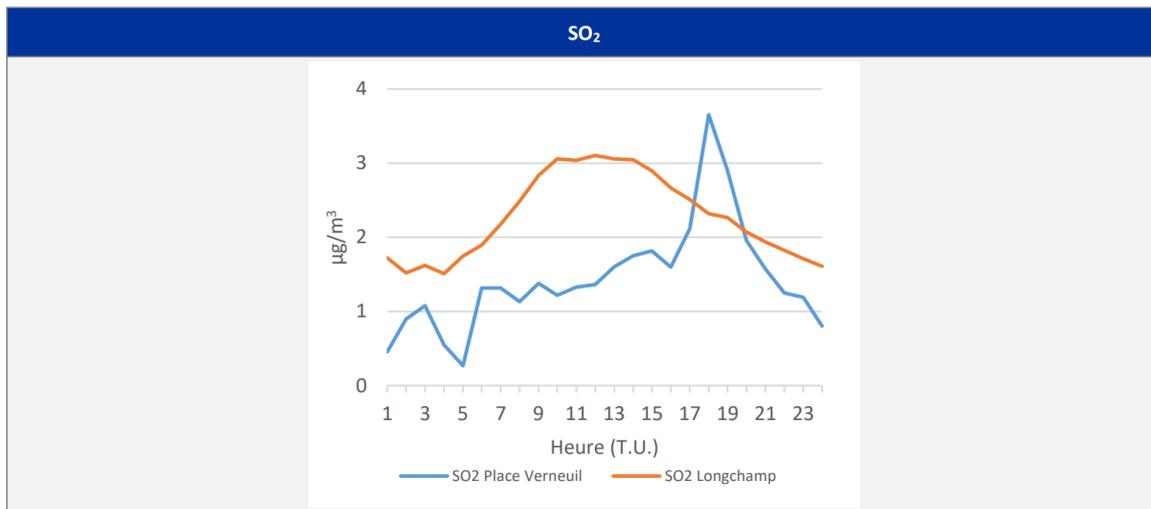


Figure 10 : Profils journaliers moyens du SO₂ à Marseille / Place Verneuil et Marseille / Longchamp en 2019

L'étude sur le périmètre Euroméditerranée étudie également l'exposition des populations.

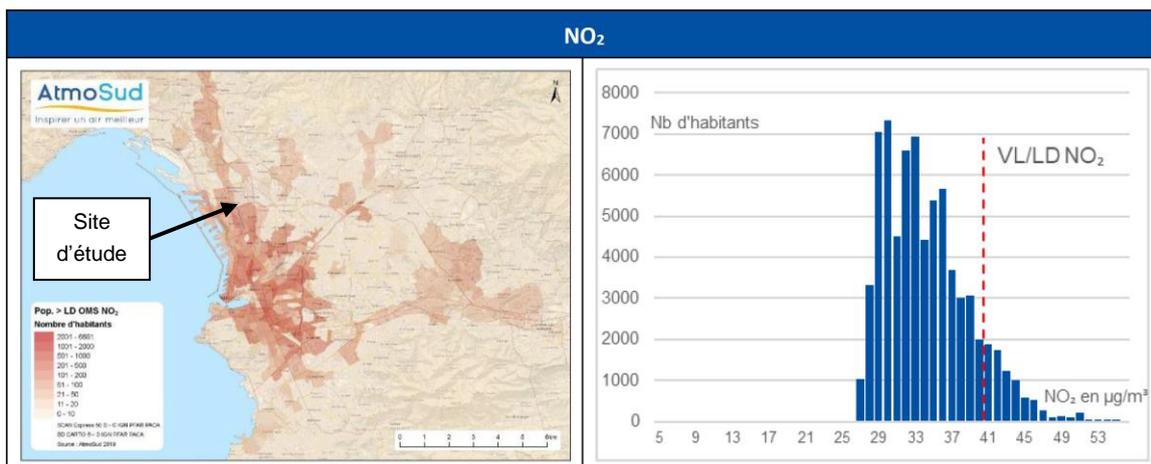


Figure 11 : A gauche = représentation cartographique du nombre d'habitants exposé à des concentrations de NO₂ supérieures à la limite réglementaire à Marseille en 2018
 A droite = exposition des populations à la pollution atmosphérique sur la zone EuroMéditerranée en 2018 (source : ATMO)

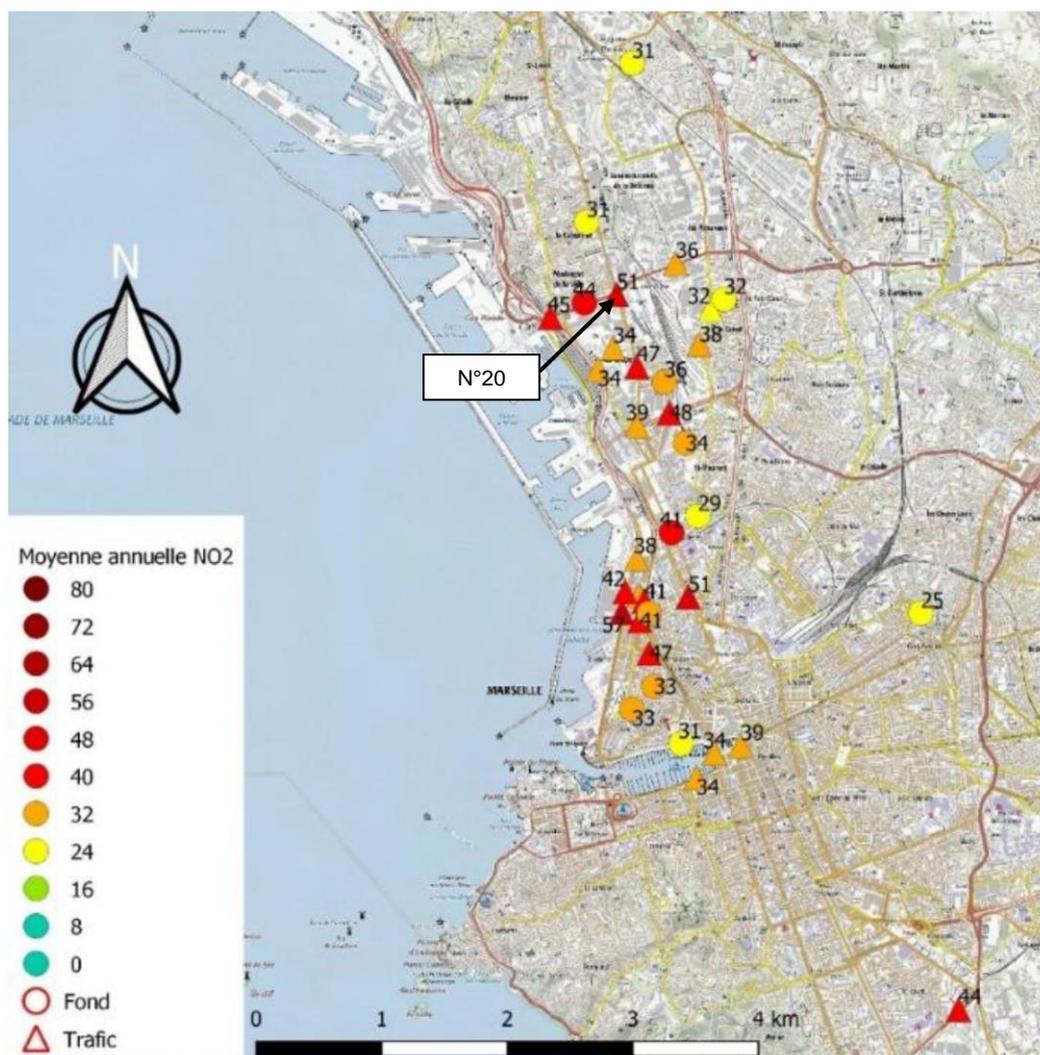


Figure 13 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en NO₂ (µg/m³) (ATMO)

Le benzène a également été mesuré sur ce site n°20. Le résultats (1,7 µg/m³) est une moyenne annuelle inférieures à 2 µg/m³, alors que la valeur limite annuelle réglementaire⁷ est à 5 µg/m³ et l'objectif de qualité réglementaire à 2 µg/m³.

⁷ En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur la directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, transposée dans l'article R221-1 du Code de l'Environnement.

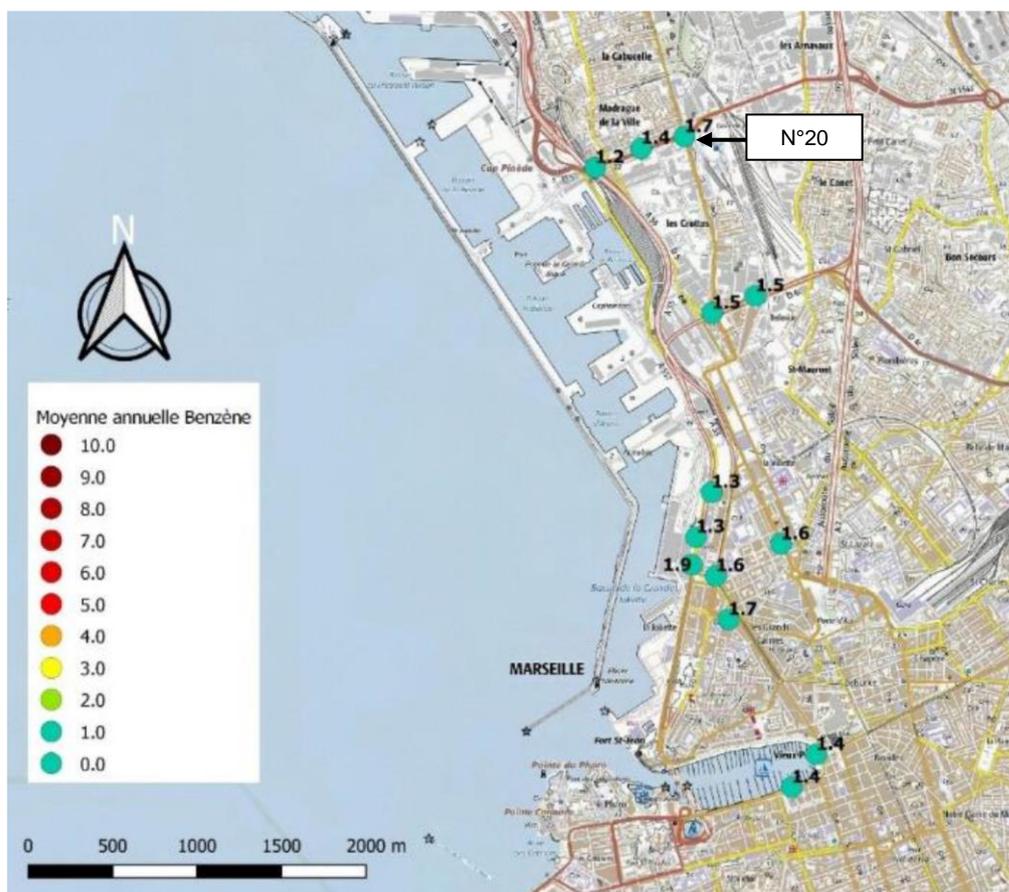


Figure 14 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (ATMO)

Sur l'ensemble du large périmètre Euroméditerranée, les concentrations en dioxyde d'azote NO_2 sont élevées, d'autant plus marquées que les axes de circulation sont structurants. En moyenne les habitants de secteur sont plus exposés (11,1%) à des concentrations de NO_2 supérieures à la réglementation que les habitants du reste de la ville (4,1%).

Sur un point de mesure situé à proximité du site Théodora, en 2018, la mesure a relevé une concentration moyenne annuelle en NO_2 de $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$, c'est-à-dire supérieure à la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La pollution particulaire est notable sur le périmètre Euroméditerranée, comme sur l'ensemble du territoire marseillais, là aussi principalement liée au trafic routier.

En revanche, les concentrations mesurées en benzène sont inférieures aux limites réglementaires.

1.2.3.3 Étude air-santé dans le cadre des extensions du tramway

Source : Etude air-santé Extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille / étude d'impact disponible au lien suivant :

<https://www.projets-environnement.gouv.fr/page/fiche/?q=recordsid:20202323482>

Dans le cadre des extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille, une étude spécifique air-santé (niveau I) a été réalisée par Egis. Cette analyse est construite à partir de modélisations du trafic dans ce secteur réalisées pour l'occasion (aux horizons 2043 et 2048).

L'état initial de la qualité de l'air établi dans ce cadre est présenté ici. La bande d'étude du Nord (Secteur 1) est intégrée au périmètre d'étude du projet de Campus Théodora, étant donné que le tracé du tramway correspond à la Rue de Lyon. Seules les conclusions concernant le Secteur 1 sont présentées ci-dessous.



Figure 15 : Localisation du projet d'extensions du tramway 1

Aucune source d'émissions industrielle n'est recensée dans le domaine d'étude. La plus proche est « Saint Louis Sucre » au nord immédiatement du site d'étude Théodora.

A l'époque de la réalisation de cette étude, les stations de mesure ATMO les plus proches du site d'étude étaient « Marseille Saint-Louis », de type « fond » (1,5 km au Nord du secteur 1) et

« Marseille Plombières », de type « trafic » (1,0 km à l'Est du secteur 1). En 2017, les résultats suivants sont relevés sur ces stations de mesure.

| Polluants | Stations | Marseille Plombières | Marseille Saint-Louis | Valeur limite (moyenne annuelle) | Valeur cible (moyenne annuelle) | Objectif de qualité |
|-------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| Dioxyde d'azote | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 75 | 37 | 40 | | 40 |
| PM ₁₀ | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | 23 | 40 | | 30 |
| PM _{2,5} | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | 25 | | 10 |
| Benzène | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2.19 | | 5 | | 2 |
| Arsenic | ng/m^3 | | 0,43 (2014) | | 6 | |
| Cadmium | ng/m^3 | | 0,23 (2014) | | 5 | |
| Nickel | ng/m^3 | | 2,8 (2014) | | 20 | |
| Plomb | ng/m^3 | | 6,3 (2014) | 500 | | 250 |

Tableau 3 : Teneurs moyennes annuelles en 2017 sur les stations de mesure ATMO (source : ATMO Sud)

En 2017, les normes de qualité de l'air ont été respectées, excepté pour :

- le dioxyde d'azote en proximité routière ;
- le benzène : dépassement de l'objectif de qualité en proximité routière.

Une campagne de mesures in situ de la qualité de l'air a été réalisée en juin 2018 dans le cadre de cette étude air-santé, sur le dioxyde d'azote, le benzène et les particules. 5 sites de mesures sont définis au sein du secteur 1 : n°1, 3 et 5 en proximité routière, et n° 2 et 4 en fond urbain.

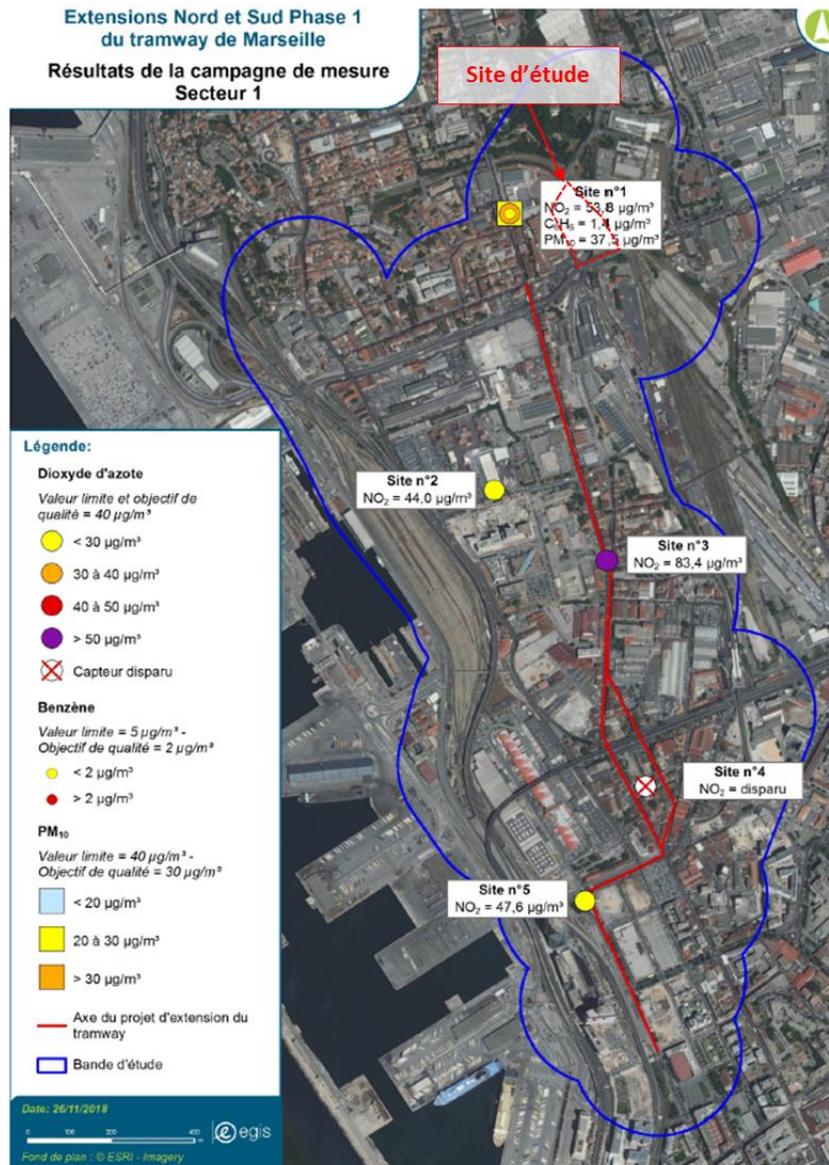


Figure 16 : Résultats de la campagne de mesures qualité de l'air de juin 2018

Cette campagne de mesures montre globalement une qualité de l'air satisfaisante sur ce territoire, néanmoins elle a mis en évidence des dépassements de normes de qualité de l'air :

- Les teneurs en dioxyde d'azote dépassent la valeur limite sur le site 03, de proximité routière.
- Les teneurs en benzène et PM10 ne sont dépassées sur aucun des 4 points du secteur 1.

Le calcul des émissions de polluants et des allures de concentrations dans l'air ambiant en l'état initial se trouvent au sein du volet §2.1.1.1 page 33, mises en comparaison des calculs sur les états projetés (impacts).

Des mesures réalisées en 2018 dans le cadre de l'étude pour le tramway à proximité du site de Théodora présentent un dépassement de la valeur cible (30 µg/m³) pour le NO₂, mais pas de sa valeur limite réglementaire (40 µg/m³), et ni l'une ni l'autre pour le Benzène et les PM10.

1.3 ACOUSTIQUE

1.3.1 RAPPELS

Le bruit est dû à une variation de la pression régnant dans l'atmosphère ; il peut être caractérisé par sa fréquence (grave, médium, aiguë) et par son amplitude ou niveau de pression atmosphérique mesuré en décibels (dB).

▪ **Plage de sensibilité de l'oreille**

L'oreille humaine a une sensibilité très élevée, puisque le rapport entre un son audible ($2 \cdot 10^{-5}$ Pascal) et un son douloureux (20 Pascal) est de l'ordre de 1 000 000. L'échelle usuelle pour mesurer le bruit est une échelle logarithmique et l'on parle de niveaux de bruit exprimés en décibel A (dB (A)) où il est un filtre caractéristique des particularités fréquentielles de l'oreille. Un accroissement de 10 dB(A) du niveau sonore initial ne fait que doubler la sensation sonore perçue par l'oreille. Ainsi, le doublement de l'intensité sonore, due par un doublement du trafic routier, ne se traduit que par une augmentation de 3 dB(A) du niveau de bruit. Si deux bruits sont émis simultanément par deux sources sonores, et si le premier est au moins supérieur de 10 dB(A) par rapport au second, alors le niveau sonore résultant est égal au plus grand des deux. Le bruit le plus faible est alors masqué par le plus fort.

▪ **Le LAeq**

La mesure instantanée ne suffit pas pour caractériser le niveau d'exposition des gens. Les enquêtes et études menées ces vingt dernières années dans différents pays ont montré que c'était le cumul de l'énergie sonore reçue par un individu qui était l'indicateur le plus représentatif des effets du bruit sur l'homme et, en particulier, de la gêne issue du bruit du trafic. Ce cumul est traduit par le niveau énergétique équivalent noté LAeq.

▪ **Indices réglementaires**

En France, ce sont les périodes (6h-22h) et (22h-6h) qui ont été adoptées comme référence pour le calcul du niveau Leq. Les indices réglementaires s'appellent LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) pour le trafic routier. Ils correspondent à la moyenne de l'énergie cumulée sur les périodes (6h-22h) et (22h-6h) pour l'ensemble des bruits observés. Les niveaux de bruit sont mesurés ou calculés à deux mètres en avant de la façade concernée. Ce niveau de bruit dit « en façade » majore de 3 dB(A) le niveau de bruit dit « en champ libre » c'est-à-dire en l'absence de bâtiment.

▪ **Objectifs de la réglementation acoustique**

La loi n° 92.1444 du 31 décembre 1992 relative à la lutte contre le bruit, prévoit la prise en compte des nuisances sonores aux abords des infrastructures de transports terrestres, Le décret n° 95-22 du 9 janvier 1995 relatif à la limitation du bruit des aménagements et infrastructures de transports terrestres, indique les prescriptions applicables aux voies nouvelles, aux modifications ou transformations significatives de voiries existantes,

L'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, précise les indicateurs de gêne à prendre en compte : niveau LAeq (6h-22h) pour la période diurne et LAeq (22h-6h) pour la période nocturne ; il mentionne en outre les niveaux sonores maximaux admissibles suivant l'usage et la nature des locaux et le niveau de bruit existant.

1.3.2 CLASSEMENT SONORE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Source : Préfecture Bouches-du-Rhône

La réglementation applicable en matière d'isolation acoustique sur les bâtiments construits à proximité des infrastructures de transports terrestres est fondée sur l'article L.571-10 et sur les articles R.571-32 à R.571-43 du Code de l'environnement. Le respect de ces prescriptions par les constructeurs est essentiel pour éviter la création de nouveaux points noirs du bruit. Les infrastructures de transports terrestres sont classées en 5 catégories selon le niveau de bruit qu'elles engendrent, la catégorie 1 étant la plus bruyante. Un secteur affecté par le bruit est défini de part et d'autre de chaque infrastructure classée, dans lequel les prescriptions d'isolement acoustiques sont à respecter. Le projet devra donc prendre en compte cette réglementation pour la construction de nouveaux bâtiments. Le classement sonore concerne :

- les routes et rues écoulant plus de 5 000 véhicules par jour ;
- les voies de chemin de fer interurbaines de plus de 50 trains par jour ;
- les voies de chemin de fer urbaines de plus de 100 trains par jour ;
- les lignes de transport en commun en site propre de plus de 100 rames par jour ;
- les infrastructures dont le projet a fait l'objet d'une décision.

La détermination de la catégorie sonore est réalisée compte tenu du niveau de bruit calculé selon une méthode réglementaire (définie par l'annexe à la circulaire du 25 juillet 1996) ou mesuré selon les normes en vigueur (NF S 31-085, NF S 31-088). Le calcul s'appuie notamment sur le trafic, la part des poids lourds, le revêtement de la chaussée, la vitesse.

| Catégorie de classement de l'infrastructure ⁸ | Niveau sonore de référence LAeq (6h - 22h) en dB(A) | Niveau sonore de référence LAeq (22h - 6h) en dB(A) | Largeur maximale des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure ⁹ |
|--|---|---|---|
| 1 | L > 81 | L > 76 | 300 m |
| 2 | 76 < L < 81 | 71 < L < 76 | 250 m |
| 3 | 70 < L < 76 | 65 < L < 71 | 100 m |
| 4 | 65 < L < 70 | 60 < L < 65 | 30 m |
| 5 | 60 < L < 65 | 55 < L < 60 | 10 m |

Tableau 1 : Catégories de classement sonore des infrastructures

L'ensemble des infrastructures de transports constitue les principales sources de bruit du secteur à l'état actuel (routier / ferroviaire). La moitié Sud et toute la limite Ouest du site sont incluses dans des secteurs affectés par le bruit d'une infrastructure routière de types 3 (Sud) ou 4 (Ouest).

| Infrastructures | Catégorie | Largeurs affectées par le bruit |
|------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| Avenue des Aygalades | 4 | 30 m |
| Boulevard du Capitaine Gèze | 3 | 100 m |

Tableau 2 : Classement sonore des infrastructures à proximité (source : DDTM 13)

La voie ferrée en bordure Est n'est pas identifiée en tant qu'infrastructure classée pour le bruit.

⁸ La catégorie 1 est la plus bruyante.

⁹ La largeur est comptée à partir du bord de la chaussée de la voie la plus proche dans le cas de routes, à partir du rail extérieur de la voie la plus proche en cas de voies de chemin de fer.

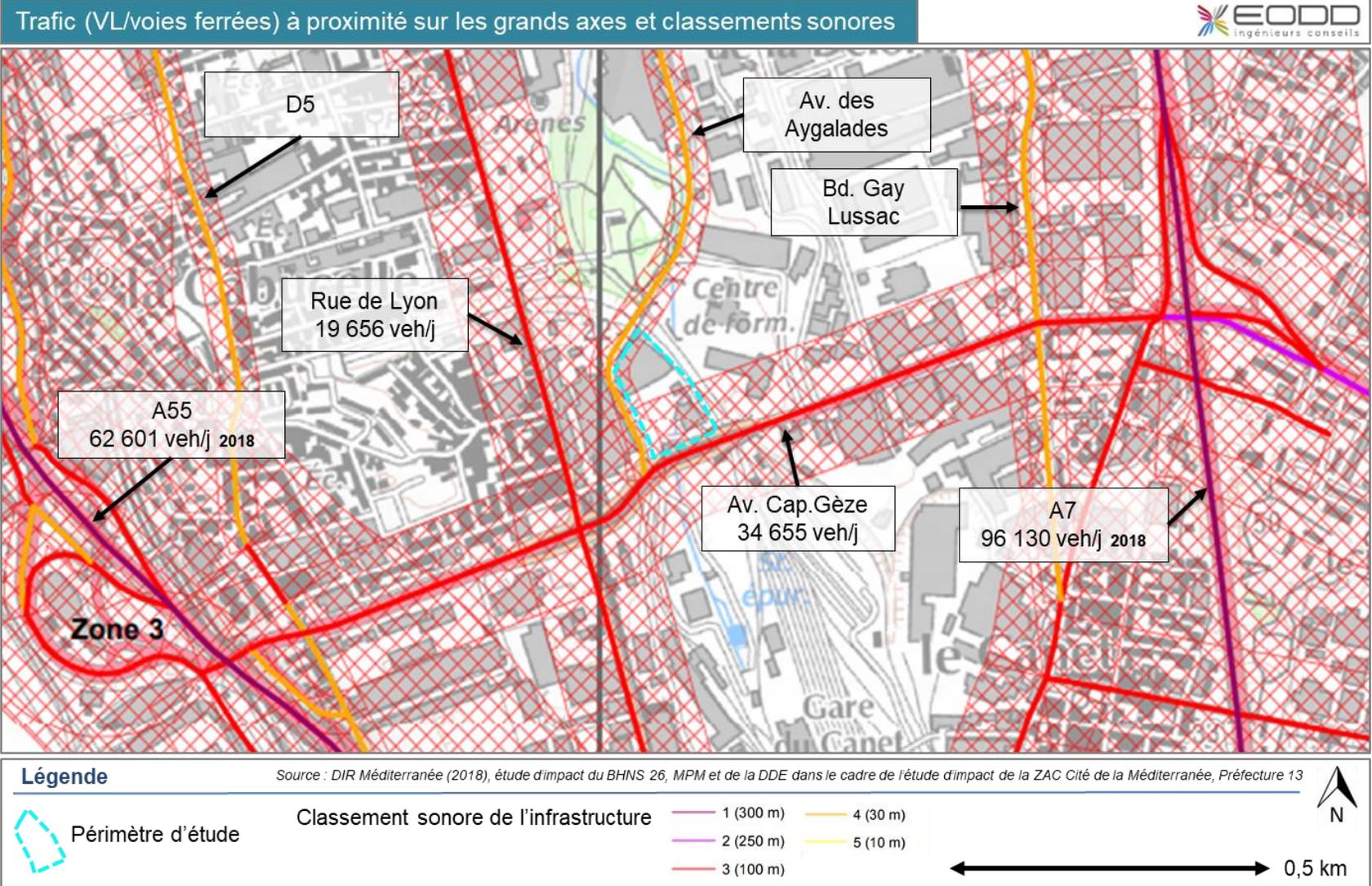


Figure 17 : Classement sonore des infrastructures de transport (source : DDTM 13)

En application des articles L.572-1 et suivants du Code de l'environnement, relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit de l'environnement, il appartient au Préfet des Bouches-du-Rhône d'établir l'ensemble des Cartes de Bruit Stratégiques (CBS) pour les routes départementales, dont le trafic annuel est supérieur à 3 millions de véhicules (soit 8.200 par jour). Ces cartes permettent de représenter les niveaux de bruit dans l'environnement et de quantifier les nuisances sonores.

Elles constituent ainsi un diagnostic de l'exposition sonore des populations riveraines des grands axes routiers et servent de base à l'établissement d'un PPBE.

Les cartes de type A, représentent les zones exposées à plus de 55 dB(A) selon l'indicateur Lden (jour, soir, nuit) et exposées à plus de 50 dB(A) selon l'indicateur Ln (nuit), à l'aide d'isophones par tranche de 5 dB(A).

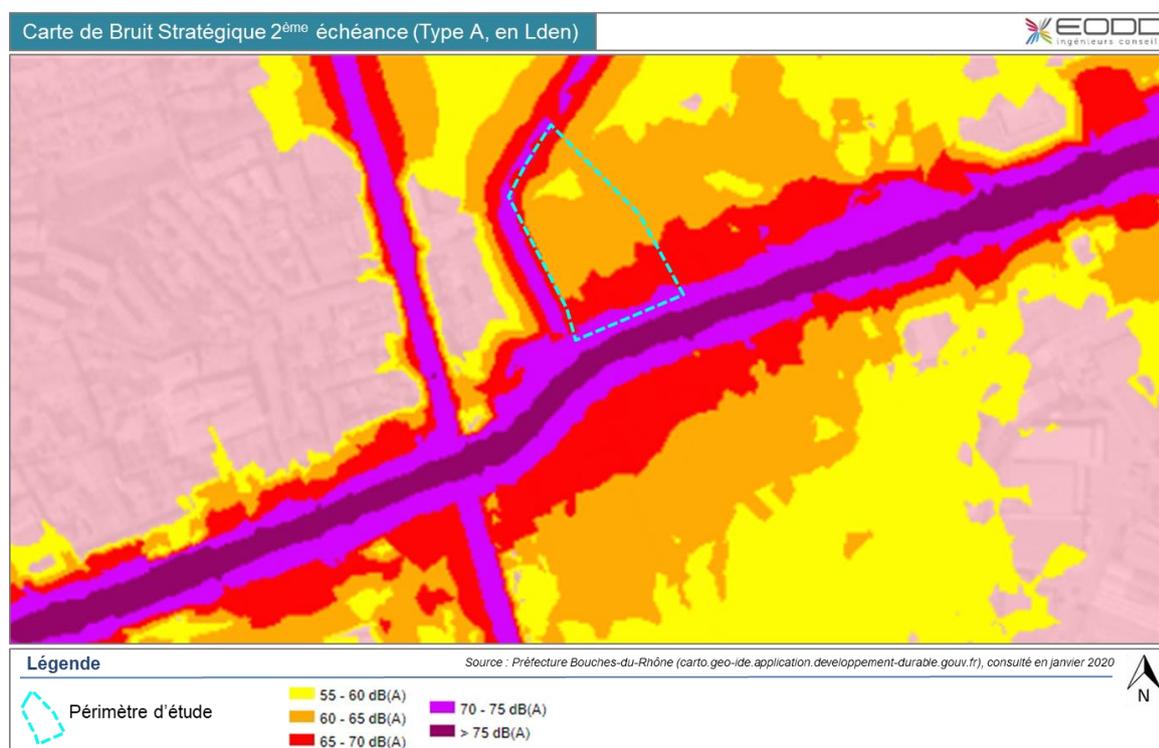


Figure 18 : Extrait de la Carte de bruit routier stratégique de type « a » Lden
(source : DDTM 13)

D'après les cartes de bruits stratégiques du trafic routier, le site d'étude est concerné, en moyenne pondérée selon l'heure, par des nuisances sonores issues du trafic routier des axes qui l'encadrent, allant de 55 dB(A) aux points les plus éloignés jusqu'à 75 dB(A) en bordure des 2 axes routiers limitrophes, l'Av. du Capitaine Gèze au Sud et à l'Ouest l'Av. des Aygalades. **L'intégralité du site est inclus** dans des zones de nuisances par ces infrastructures routières.

L'enveloppe sonore d'aucune infrastructure ferroviaire n'impacte la zone d'étude, car la voie ferrée limitrophe à l'Est n'est pas classée.

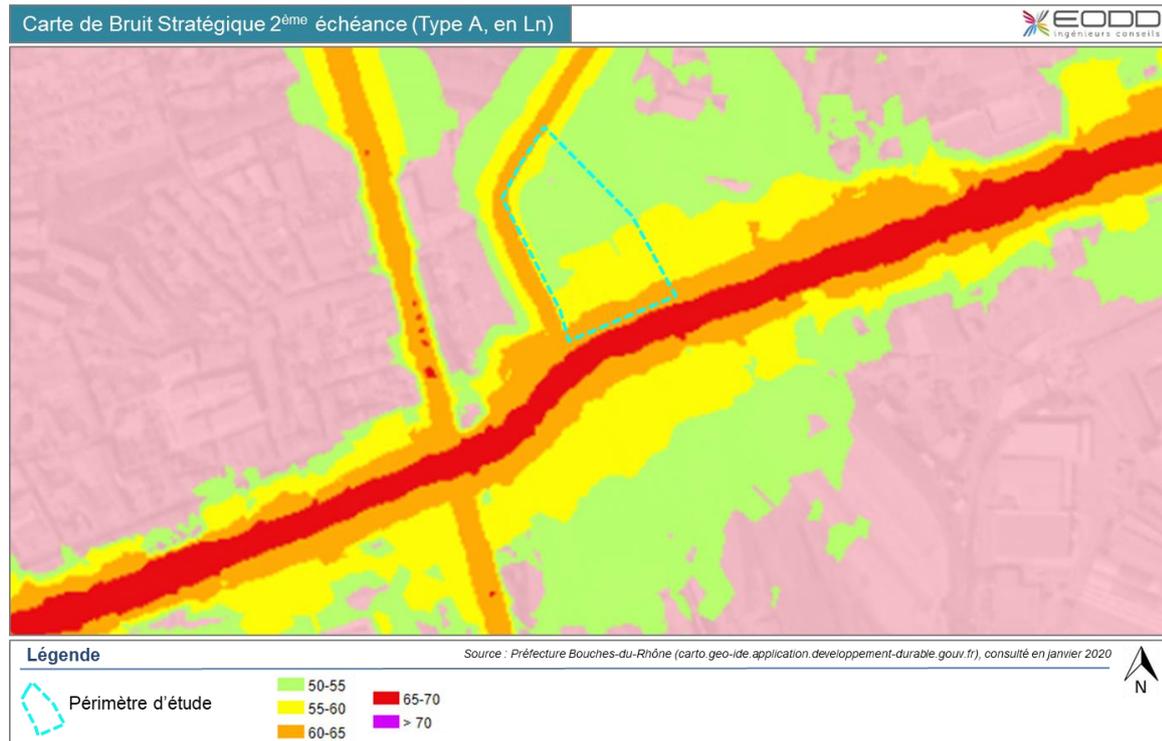


Figure 19 : Extrait de la Carte de bruit routier stratégique de type « a » Ln
(source : DDTM 13)

D'après les cartes de bruits stratégiques du trafic routier, le site d'étude est concerné, en moyenne pondérée selon l'heure de nuit, par des nuisances sonores issues du trafic routier des axes qui l'encadrent, allant de 50 dB(A) aux points les plus éloignés jusqu'à 65 dB(A) en bordure des axes. **L'intégralité du site est inclus** dans des zones de nuisances de nuit par ces infrastructures routières.

Les infrastructures de transports (Av. capitaine Gèze, Av. des Aygaldes) constituent les principales sources de bruit du secteur à l'état actuel.
L'intégralité du site est inclus dans des zones de nuisances sonores supérieures à 55 dB(A) sur 24h et 50 dB(A) la nuit qui ont pour origine ces infrastructures routières.

1.3.3 CARTOGRAPHIE DE L'AMBIANCE SONORE A L'ETAT ACTUEL

Source : <http://carto.marseille-provence.fr/geowebMPM/portal.do> par Métropole Aix-Marseille Provence

En plus des infrastructures de transport terrestre recensées au classement sonore et identifiées sur les Cartes de Bruit Stratégiques comme vu précédemment (**voies routières**), d'autres sources de bruit viennent potentiellement affecter le secteur d'étude.

Même si la **voie ferrée** immédiatement en bordure du site à l'Est n'est pas identifiée comme une voie classée en termes de bruit et donc pas représentée sur les Cartes de Bruit Stratégiques), sa proximité avec le site fait qu'une activité ferroviaire sur cette voie induit nécessairement des nuisances sonores sur le site.

Les autres sources de bruit potentielles sont liées **aux activités industrielles/commerciales** de proximité scolaire ainsi qu'au collège Rosa Parks au Nord-Ouest.

Le site d'étude est situé en dehors du Plan d'Exposition au Bruit (PEB) des aéroports ou aérodromes les plus proches.

La Métropole de Aix-Marseille Provence (AMP) propose sur son site¹⁰ des « cartes interactives » qui représentent le bruit sur 24h ou le bruit pendant la nuit sur son territoire.

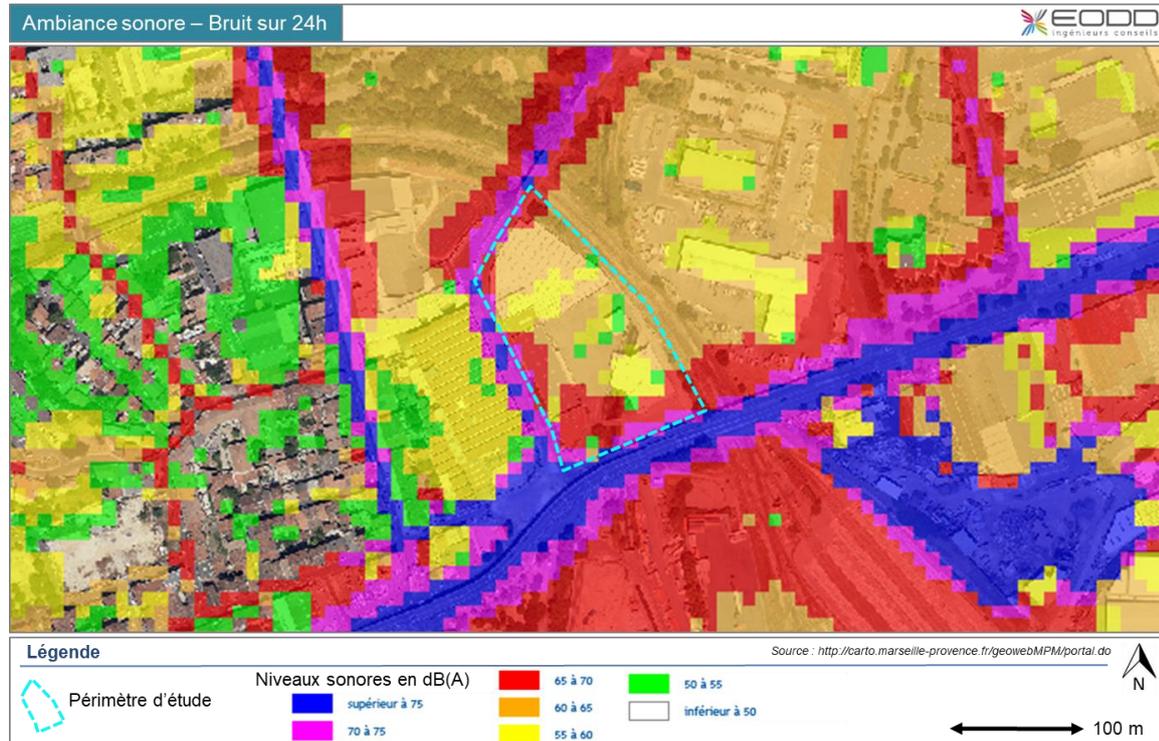


Figure 20 : Ambiance sonore sur 24h (source : Métropole AMP)

¹⁰ <http://carto.marseille-provence.fr/geowebMPM/portal.do>

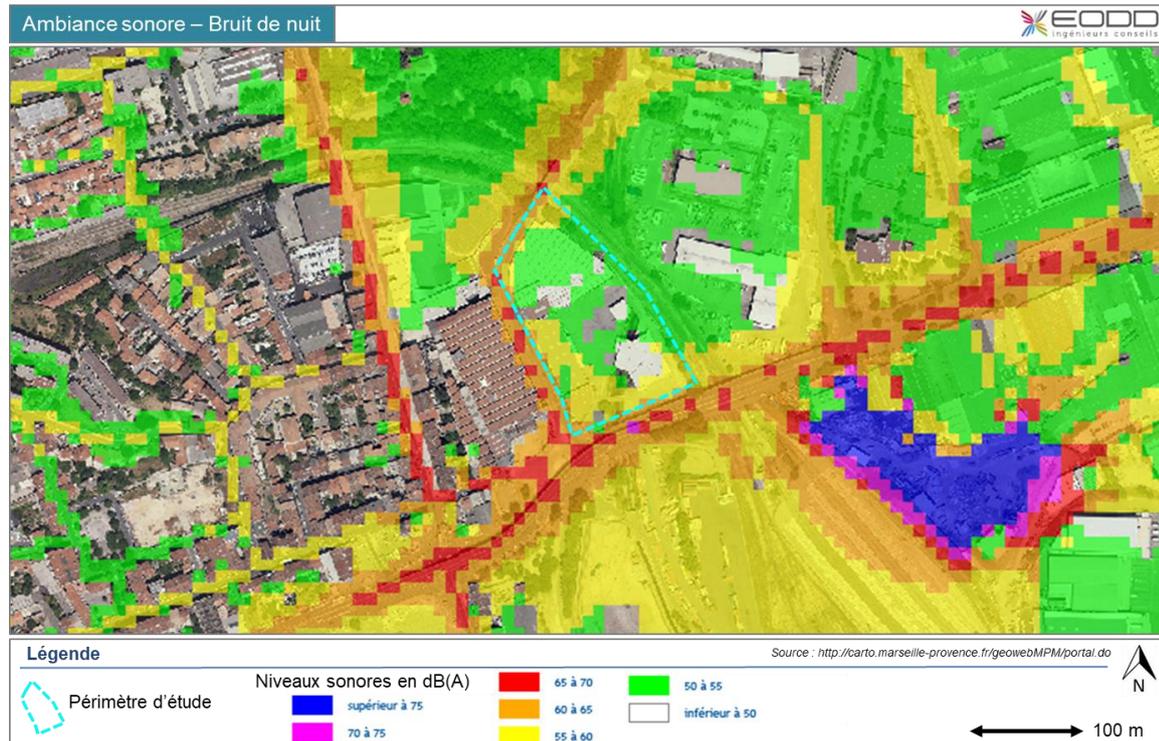


Figure 21 : Ambiance sonore de nuit (source : Métropole AMP)

Ainsi, d'après ces cartes de la Métropole AMP, en moyenne journalière, aucun point de l'ensemble du site n'est en deçà de 50 dB(A).

De nuit, les points au cœur de la parcelle connaissent une ambiance sonore inférieure à 55dB(A), même si ceux en périphérie restent impactés par des nuisances jusqu'à 65 dB(A) potentiellement.

L'enjeu en termes de nuisances sonores est estimé en tant qu' « enjeu fort », du fait que l'intégralité du site soit inclus dans des zones de nuisances sonores par les infrastructures routières limitrophes à l'Ouest (Av. des Ayygalades) et au Sud (Av. du Capitaine Gèze).

D'après les cartes de la Métropole AMP, en moyenne journalière, aucun point de l'ensemble du site n'est en deçà de 50 dB(A).

La nuit, selon les sources, certaines zones très ponctuelles sont en-deçà des nuisances sonores de 50 dB(A), mais la plus grande partie de la parcelle reste tout de même au-dessus.

2 EFFETS ET MESURES

2.1 QUALITE DE L’AIR ET SANTE

2.1.1 EFFETS

Les effets sont évalués selon deux approches :

- Effets selon la bibliographie (étude air santé du projet d’extension du tramway) ;
- Effets spécifiques au projet Théodora : estimation des émissions.

2.1.1.1 Evolutions d’après la bibliographie - Etude air-santé des extensions du tramway

2.1.1.1.1 *Estimations des émissions*

Afin d’évaluer ensuite l’impact du projet d’extension du tramway sur la qualité de l’air du secteur, trois scénarios sont définis : état de référence (2017), fil de l’eau (2043) (c’est-à-dire état de référence projeté sans mise en œuvre du projet) et état projeté 2048 (avec mise en œuvre du projet).

Le réseau routier considéré comprend les axes existants (2017) et les axes projetés en 2043 subissant une modification de flux de trafic de 10% du fait de la réalisation du projet de tramway.

Le réseau routier a été subdivisé en 4 groupes pour faciliter l’analyse.

Sur ces tronçons, le kilométrage parcouru (produit du nombre de véhicules et de la longueur des tronçons) augmenterait de 22% entre l’état de référence en 2017 et le scénario « au fil de l’eau » de 2043 (sans mise en place du projet de tramway). Avec le tramway, le kilométrage parcouru n’augmente que de 0,3% supplémentaires. L’évolution constatée est en grande partie imputable à la prise en compte de nouveaux tronçons projetés.



Figure 22 : Carte des réseaux routiers et projections sur le réseau routier considéré comme donnée pour l'étude air-santé du tramway

Parmi ces tronçons, le groupe « Arenc » concerne les axes bordant la parcelle du projet de Campus Théodora : principalement le boulevard du Capitaine Gèze, l'avenue des Aygaldes et le boulevard Oddo.

Le groupe de tronçons « Arenc » est considéré comme connaître une hausse de 9% entre le scénario de référence (2017) et le scénario fil de l'eau 2043, et une hausse de 1% supplémentaire avec le projet de tramway.

Les quelques éléments présentés fournissent des tendances pour les projections jusqu'en 2043, en soulignant le faible impact du projet de tramway dans l'augmentation globale des trafics sur les axes aux alentours du périmètre d'étude.

Le calcul des émissions de polluants est réalisé sur ces tronçons.

- La comparaison des **scénarios de référence et fil de l'eau** révèle que les tendances diffèrent suivant les polluants sur les tronçons Arenc :
 - une diminution pour la plupart des polluants (-1% à -87%)
 - à l'exception du dioxyde de soufre sans variation significative (0%)
 - et de cinq polluants particuliers en augmentation le plomb (+1%), l'arsenic (+2%), les PM10 (+3%), le mercure (+3%) et le chrome (+8%).
- La comparaison des **scénarios fil de l'eau et avec projet** ne met pas en évidence d'évolution significative des émissions quel que soit le polluant considéré. Pour les tronçons Arenc, les évolutions entre le Fil de l'eau et l'État projeté varient d'environ 1%, c'est-à-dire conformément à l'évolution du kilométrage parcouru (+0,3 %).

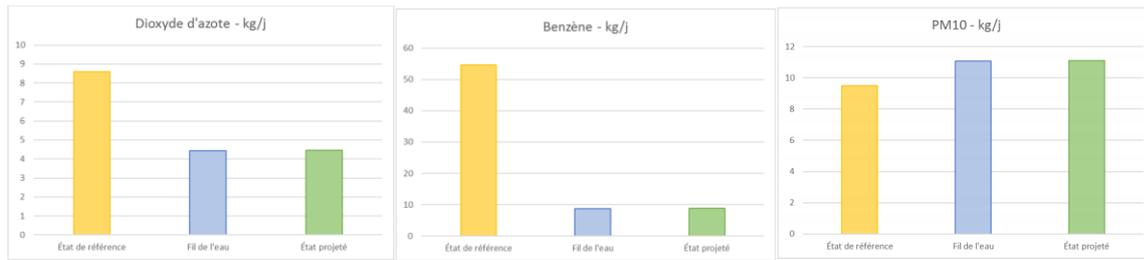


Figure 23 : Comparaison des émissions de 3 polluants calculées entre les 3 scénarios

2.1.1.1.2 Modélisation des concentrations

La modélisation des concentrations dans l'air ambiant calculées à partir des émissions de polluants est ensuite réalisée.

Des cartographies des teneurs en dioxyde d'azote, en benzène et en particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) en tout point de la bande d'étude pour le Secteur 1 sont réalisées pour l'État de référence 2017, le Fil de l'eau 2043 et l'État projeté 2043. Ces cartographies mettent en évidence :

- Les effets significatifs, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- Une diminution significative des concentrations à l'échelle du domaine d'étude entre l'état de référence et le fil de l'eau pour les polluants majeurs, le dioxyde d'azote, le benzène et les particules, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2017 et 2043 et ce, malgré l'augmentation du kilométrage parcouru (+22 %) ;
- Pas d'évolution significative de la qualité de l'air à l'échelle du domaine d'étude avec la réalisation du projet, par rapport à un état au Fil de l'eau à l'horizon 2043.



Figure 24 : Comparaison des émissions de 3 polluants calculées entre les 3 scénarios (état de référence à gauche, fil de l'eau au milieu et état projeté à droite) pour le NO₂

Les teneurs moyennes évoluent différemment suivant les polluants entre l'État de référence 2017 et les scénarios prospectifs :

- Diminution forte pour l'acétaldéhyde (-87 %), l'acroléine (-88 %), le 1,3-butadiène (-84 %) et le formaldéhyde (-88 %) ;

- Diminution modérée pour le mercure (-12 %), les particules à l'échappement (-22 %) et le benzo(a)pyrène (- 38 %) ;
- Diminution faible pour le chrome (-8 %) et le dioxyde d'azote (-2 %) ;
- Diminution peu significative (< 1 %) pour le benzène, les particules PM₁₀ et PM_{2,5}, le dioxyde de soufre et le monoxyde de carbone ;
- Aucune évolution significative pour le cadmium, le nickel, le plomb et l'arsenic. Entre le Fil de l'eau 2043 et l'État projeté 2043 les teneurs moyennes ne présentent pas d'évolution significative pour l'ensemble des polluants.

Au regard des résultats obtenus, la réalisation des extensions Nord et Sud Phase 1 du tramway de Marseille n'induirait pas de dépassement des normes de la qualité de l'air en vigueur dans la bande d'étude.

| Polluants | Valeurs limites | Objectifs de qualité ou valeur cible | Etat de référence | | Fil de l'eau | | Etat projeté | |
|--|---|---|--------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|
| | | | Teneurs maximales | Observations | Teneurs maximales | Observations | Teneurs maximales | Observations |
| Dioxyde d'azote NO ₂ | En moyenne annuelle 40 µg/m ³ | En moyenne annuelle 40 µg/m ³ | 40,2 µg/m ³ | Dépassement de la valeur limite à proximité de la Rue de Lyon | 34,9 µg/m ³ | Pas de dépassement | 34,9 µg/m ³ | Pas de dépassement |
| Benzène C ₆ H ₆ | En moyenne annuelle 5 µg/m ³ | En moyenne annuelle 2 µg/m ³ | 1,15 µg/m ³ | Pas de dépassement | 1,11 µg/m ³ | Pas de dépassement | 1,11 µg/m ³ | Pas de dépassement |
| Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm PM ₁₀ | En moyenne annuelle 40 µg/m ³ | En moyenne annuelle 30 µg/m ³ | 25,1 µg/m ³ | Pas de dépassement | 24,6 µg/m ³ | Pas de dépassement | 24,6 µg/m ³ | Pas de dépassement |
| Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm PM _{2,5} | En moyenne annuelle 25 µg/m ³ | En moyenne annuelle 10 µg/m ³ | 14,6 µg/m ³ | Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci | 14,0 µg/m ³ | Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci | 14,0 µg/m ³ | Dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble de la bande d'étude du fait d'une teneur de fond (13 µg/m ³) supérieure à celui-ci |
| Dioxyde de soufre SO ₂ | En moyenne journalière 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 j par an | En moyenne annuelle 50 µg/m ³ | 1,94 µg/m ³ | Pas de dépassement | 1,93 µg/m ³ | Pas de dépassement | 1,93 µg/m ³ | Pas de dépassement |
| Benzo(a)pyrène C ₂₀ H ₁₂ | | En moyenne annuelle 1 ng/m ³ | 0,063 ng/m ³ | Pas de dépassement | 0,049 ng/m ³ | Pas de dépassement | 0,049 ng/m ³ | Pas de dépassement |
| Monoxyde de carbone CO | En moyenne sur 8 heures 10 000 µg/m ³ | | 320,7 µg/m ³ | Pas de dépassement | 305,4 µg/m ³ | Pas de dépassement | 305,4 µg/m ³ | Pas de dépassement |
| Cadmium Cd | | En moyenne annuelle 5 ng/m ³ | 0,1306 ng/m ³ | Pas de dépassement | 0,1306 ng/m ³ | Pas de dépassement | 0,1306 ng/m ³ | Pas de dépassement |
| Nickel Ni | | En moyenne annuelle 20 ng/m ³ | 2,677 ng/m ³ | Pas de dépassement | 2,676 ng/m ³ | Pas de dépassement | 2,676 ng/m ³ | Pas de dépassement |
| Plomb Pb | En moyenne annuelle 0,5 µg/m ³ | En moyenne annuelle 0,25 µg/m ³ | 0,0058 µg/m ³ | Pas de dépassement | 0,0058 µg/m ³ | Pas de dépassement | 0,0058 µg/m ³ | Pas de dépassement |

Tableau 6 : Comparaison des teneurs maximales aux normes en vigueur

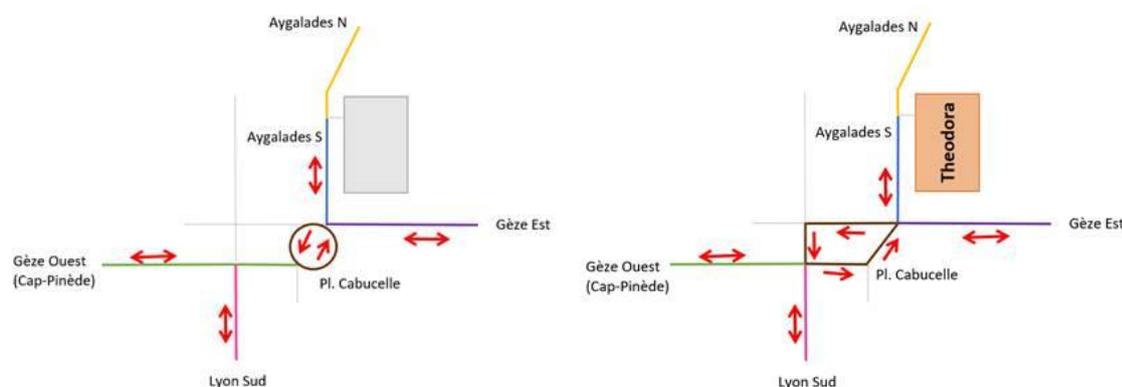
L'étude air-santé du projet d'extensions du tramway, à proximité du site Théodora, précise les futures concentrations possibles dans l'air. A l'horizon 2043, les groupe de tronçons routiers encadrant le site Théodora, devraient connaître une hausse de trafic de 9% entre le scénario de référence (2017) et le scénario fil de l'eau (2043), et une hausse de 1% supplémentaire avec le projet de tramway. Du fait de l'amélioration du parc automobile, ces projections devraient se traduire par une diminution des émissions de la plupart des polluants (de -1 à -87%) entre le scénario de référence et fil de l'eau, excepté pour quelques-uns dont les PM₁₀ (+3%). Le scénario projet n'ajoute une augmentation des émissions que d'environ 1% en moyenne par rapport au fil de l'eau (2043).

Ceci se traduit dans les dispersions d'émissions à l'origine des concentrations inhalées : alors qu'en référence, le NO₂ dépasse la valeur limite par endroits, ce n'est plus le cas en 2043 quel que soit le scénario considéré.

Aucun habitant n'est dénombré dans la zone où les polluants présentent des dépassements de valeurs limites.

2.1.1.2 Estimation des émissions de polluants atmosphériques induites par le projet

Les tronçons routiers retenus pour réaliser une estimation des émissions de polluants générés par le trafic routier sont ceux sur lesquels le projet est susceptible d'avoir un impact car ils appartiennent au réseau de desserte. Aussi, 6 tronçons sont retenus à l'état initial et à l'état avec projet, mais pour tenir compte des futurs travaux de modernisation du secteur (place de la Cabucelle/Gèze, en service en 2025 lors de la mise en œuvre du projet Théodora), le réseau modélisé est légèrement adapté à ce niveau entre les 2 scénarios.



NB : Seuls les tronçons colorés sont modélisés. Ceux en gris clair ne le sont pas.

Figure 25 : Réseau modélisé de tronçons routiers de desserte du site à l'état initial (2020, à gauche) et à l'état avec projet (2025, à droite)

D'après les estimations de trafic sur ces tronçons, rappelées ci-dessous, on considère ainsi environ une **augmentation induite par le projet d'un total de +3% de flux routiers par rapport aux flux actuels** en TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) sur les axes de desserte.

Les hypothèses sur les longueurs de tronçons et sur les pourcentages de poids lourds sur ces axes qui sont les données d'entrée des calculs suivants sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

| | Flux actuel (2020) | Flux projeté (2025) | % évolution | Longueur 2020 | Longueur 2025 | %PL |
|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------|---------------|---------------|-----|
| Av. Aygalades Sud | 8 908 | 10 131 | 14% | 100 m | 100 m | 10% |
| Av. Aygalades Nord | 8 908 | 9 514 | 7% | 750 m | 750 m | 10% |
| Blvd. Gèze Est | 26 772 | 26 848 | 0% | 650 m | 650 m | 8% |
| Blvd. Gèze Ouest | 31 800 | 32 644 | 3% | 700 m | 600 m | 8% |
| Rue de Lyon Sud | 15 467 | 15 770 | 2% | 400 m | 400 m | 10% |
| Place de la Cabucelle | 35 864 | 37 087 | 3% | 100 m | 350 m | 10% |
| Total | 127 718 | 131 993 | +3% | | | |

Tableau 7 : Hypothèses d'entrée pour le calcul de polluants dus au trafic routier sur les axes de desserte (Trafic Moyen Journalier Annuel ou « TMJA »)

En s'appuyant sur le modèle COPERT V de manière simplifiée et sur le parc routier français de l'IFSTTAR de 2013, on peut établir les valeurs d'émissions pour 5 polluants considérés (Oxydes d'Azote NO_x, Particules en suspension PM, Monoxyde de carbone CO, Hydrocarbures Imbrûlés HC et Dioxyde de carbone CO₂).

Les variations d'émissions de polluants dans la situation actuelle (1. état initial), dans la situation de réalisation du projet (2.) et au « fil de l'eau » (3.) c'est-à-dire à même horizon de réalisation que le projet mais en l'absence des flux supplémentaires induits par le projet, sont présentées ci-dessous :

| | Flux routier | NOx (kg) | PM (kg) | CO (kg) | HC (kg) | CO2 (t) | Moyenne polluants |
|-----------------------------------|--------------|-------------|-------------|------------|------------|-----------|-------------------|
| 1. Etat initial (2020) | 127 718 | 48 | 0,5 | 41 | 5,52 | 13,4 | |
| 2. Situation projet (2025) | 131 993 | 34 | 0,4 | 37 | 5,53 | 13,7 | |
| Evolution brute 2%1 | +3% | -30% | -17% | -9% | 0% | 2% | -11% |
| 3. Fil de l'eau (2025) | 127 718 | 32 | 0,4 | 34 | 4,97 | 13,2 | |
| Evolution 3%1 | 0% | -34% | -22% | -18% | -10% | -2% | -14% |
| Evolution nette 2%3 | +3% | 4% | 5% | 9% | 10% | 4% | +6,5% |

Tableau 8 : Comparaison des émissions journalières de polluants selon les scénarios

L'intérêt du scénario "Fil de l'eau" (3.) est de permettre de nuancer les émissions de polluants dans le scénario de projet (2.). En effet, les émissions futures sont fortement tirées par une composante décroissante qui est liée au parc renouvelé de véhicules (nouveaux véhicules plus efficaces), en parallèle de la composante d'émissions proportionnelle aux flux de véhicules.

Au total, sur les axes de desserte, pour une augmentation de +3% de flux routiers en TMJA, les émissions de polluants induites devraient diminuer en « brut » de -11% en moyenne sur les 5 polluants étudiés (de +2% pour le CO₂ à -30% pour les NO_x) mais augmenter de +6,5% en « net », c'est-à-dire sans compter l'amélioration du parc routier.

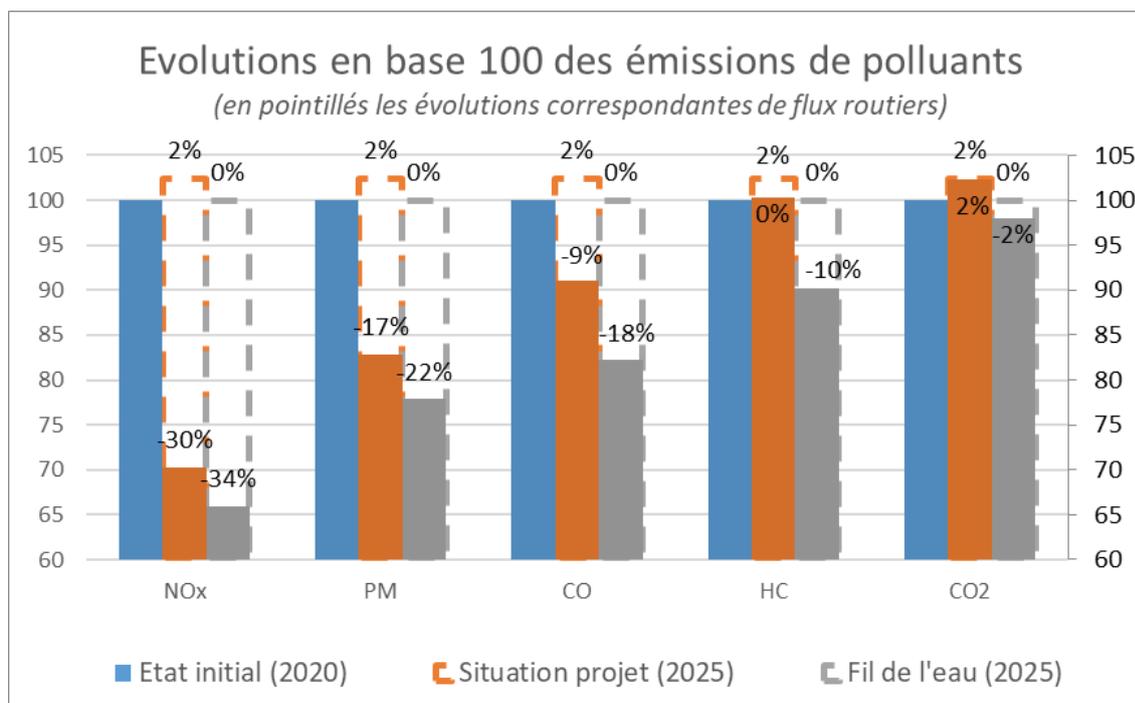


Figure 26 : Evolution en base 100 des émissions de polluants entre les 3 scénarios considérés

Indépendamment du projet (évolution du scénario fil de l'eau par rapport à l'état initial), on constate une réduction des émissions tous les polluants. Ainsi la baisse des émissions brutes du projet par rapport à l'état initial (-11%) est due à l'évolution du parc automobile prise en compte (-14% sur le scénario fil de l'eau par rapport à l'état initial), puisqu'en évolution « nette », les émissions de NO_x sont bien croissantes avec le projet (+6,5%).

Pour les émissions des oxydes d'azote NO_x, on observe une réduction « brute » des émissions (-30%) et une augmentation « nette » (4%). Les NO_x sont produits principalement par les véhicules diesel. La formation des NO_x est produite par la combustion à haute température du diazote et dioxygène qui sont les constituants principaux de l'air. La réduction des NO_x est liée à l'évolution du parc de véhicules.

Pour les émissions des particules PM, on observe une réduction « brute » (-17%), et une augmentation « nette » (5%). Les particules sont émises par les moteurs diesel. Une diminution est attendue dans les projections futures grâce à la généralisation des filtres à particules qui vont filtrer les gaz d'échappement et donc réduire les émissions de particules dans l'atmosphère.

Pour les émissions de monoxyde de carbone CO, on observe une réduction « brute » (-9%), et une augmentation « nette » (9%). Le monoxyde de carbone provient des combustions incomplètes. Dans l'atmosphère, le monoxyde de carbone peut se combiner avec l'oxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone. Les véhicules équipés de pots catalytiques émettent peu de CO, c'est pourquoi avec l'hypothèse d'une augmentation de la part de pots catalytiques dans le parc automobile, une réduction croissante des CO peut être attendue.

Pour les émissions d'hydrocarbures imbrûlés HC, on observe une stagnation « brute » (0%), et une augmentation « nette » (10%). Les hydrocarbures imbrûlés qui se retrouvent dans les gaz d'échappement proviennent de l'essence liquide après être passés à travers le moteur, en subissant peu ou pas de modifications (combustion incomplète typique des moteurs 2-temps dénués de système d'injection, par exemple les scooters). Les moteurs de voitures – essence ou diesel – produisent peu d'imbrûlés, grâce au pot catalytique qui en élimine plus de 90%, c'est pourquoi avec l'hypothèse d'une augmentation de la part de pots catalytiques dans le parc automobile, une réduction croissante des HC peut être attendue.

Pour les émissions de dioxyde de carbone CO₂, on observe une augmentation « brute » (2%), ainsi qu'une augmentation « nette » (4%). Le parc automobile étant déjà en partie converti aux véhicules diesel, les effets de l'amélioration du parc automobile dans les années à venir sont moindres que sur les autres polluants. En effet, la motorisation Diesel s'est répandue sur le parc de véhicules particuliers pour ses avantages en termes de réduction des émissions de CO₂.

Le projet entraîne une augmentation de la circulation et également des émissions de polluants (en « net », en faisant abstraction de l'amélioration du parc routier automobile) en raison des trafics générés (+3%).

Cependant, au vu des trafics déjà présents sur les axes de desserte, ceci reste non significatif et permet donc aux polluants supplémentaires (+6,5%) de se diluer dans l'air.

2.1.2 MESURES

Il est précisé dans la note méthodologique du 25 février 2005 que la pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables.

Néanmoins, il est possible de mettre en œuvre certaines mesures d'évitement voire des réductions de la pollution atmosphérique.

- Les mesures proposées sur le volet « mobilité » du présent document permettent également d'agir sur ces sujets en agissant sur la part de trafics liée aux usagers du projet de campus.
- Les mesures proposées ci-dessous permettent d'agir sur l'exposition des futurs usagers du site.

Mesure de réduction

Rôle de piégeage du végétal

Il peut être double : piégeage des polluants gazeux et piégeage des particules.

Sur le piégeage des polluants (NO₂ et O₃) :

Grâce aux stomates présents à la surface de la plante, **le dioxyde d'azote (NO₂)** peut pénétrer dans les plantes et être métabolisé. Toutefois, les différentes espèces végétales ne possèdent pas toutes le même potentiel d'assimilation du NO₂, ni la même affinité pour celui-ci. D'après différents travaux, les arbres à feuilles caduques auraient une plus forte capacité d'assimilation du NO₂.

D'après certaines études (modélisation), les arbres et notamment les forêts en périphérie des villes permettraient une **diminution des concentrations en ozone dans l'air**. Cependant, l'ozone (O₃) est un composé difficile à étudier car son cycle de formation/destruction est très complexe. Par ailleurs, c'est un composé phytotoxique. Ceci pose donc la question de l'effet à long terme des dommages provoqués par l'ozone et donc de la pérennité de leur capacité potentielle à fixer ce polluant.

Sur le piégeage des particules :

Le piégeage des particules au sein des végétaux se fait différemment de celui des polluants gazeux. Les particules dans l'air peuvent être absorbées par la végétation mais elles sont majoritairement retenues en surface puis remises en suspension, lessivées par la pluie ou tombent au sol avec les feuilles. La végétation est alors un site de rétention temporaire.

D'après les études menées, la quantité de particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM₁₀) captées par les arbres et arbustes varie en fonction de différents paramètres comme l'espèce végétale, leur position et leur implantation dans l'environnement. Les différentes hypothèses formulées sont les suivantes :

- Les espèces possédant une importante surface totale de feuillage auraient un potentiel plus important pour piéger les particules PM₁₀.
- Les conifères seraient plus efficaces pour l'accumulation des particules grâce à leur grande surface de dépôt et leur surface foliaire plus adhésive que les feuillus.
- L'accessibilité du feuillage et l'espace entre les arbres sont aussi des critères importants. Ainsi, les arbres isolés ou suffisamment espacés des autres sont plus efficaces pour l'accumulation des particules par rapport aux arbres des forêts urbaines. Il est par exemple recommandé de ne pas espacer les arbres de moins de 5 mètres notamment dans les alignements d'arbres.

▪ Dans certains cas, des arbres trop densément plantés peuvent altérer l'écoulement de l'air, ce qui concentre la pollution. Ce peut être le cas par exemple dans les rues encaissées mal ventilées.

➤ **Dans le cadre du projet, le rôle du végétal (parc au cœur d'îlot) pourrait être utilisé pour le piégeage des polluants et particules en respectant les préconisations précédentes.**

Mesure de réduction

Mise en œuvre de dispositifs de traitement de l'air

➤ **Il est prévu de recourir à des Centrales de Traitement de l'Air avec circulation double flux avec récupération de chaleur et une filtration à 3 étages minimum (G4+F6+F8) avec éventuellement une ultrafiltration par filtre HEPA dans les locaux (voire un traitement par UV virucide dans les unités terminales).**

Le filtre G4 est conçu pour les poussières grossières, et les F6 et F8 servent à la filtration des particules fines (le F6 est censé, selon la norme ISO 16890 traiter plus de 50% des PM_{2,5} et plus de 60% des PM₁₀, et le F8 est censé traiter plus de 65% des PM₁, plus de 50% des PM_{2,5} et plus de 60% des PM₁₀).

➤ **Les débits de ventilation prévus sont de 30m³/h par personne, soit 20 à 60% de plus que le code du travail. Ces débits assureront un renouvellement d'air qui réduira les effets de concentration de polluants dans les locaux.**

Mesure de réduction

Matériaux sains

La question de la qualité de l'air ne doit pas se limiter à la prise en compte des éléments extérieurs mais que la qualité de l'air intérieure doit l'être également, afin de ne pas ajouter de pollution supplémentaire à celle importée depuis l'extérieur. :

➤ **Le projet aura recours à des matériaux sains (de classe A+ suivant l'arrêté du 19 avril 2011 relatifs aux émissions de polluants dans l'air intérieur par les matériaux et produits de construction) et exempts de COV et formaldéhydes.**

Les seuils suivants seront respectés :

- COV < 100 µg/m³ à 28 jours suivant la série des normes ISO 16000 (500µg/m³ pour les faux plafonds).
- Formaldéhydes < 10 µg/m³ à 28 jours suivant la série des normes ISO 16000.
- Teneur en COV des peintures < 1g/l.
- Aucune substance classée CMR, qu'elles soient classées de catégorie 1A, 1B ou 2.
- Absence de plastifiants d'origine chimique (phtalates) dans les revêtements de sol souple.
- Emissions de benzène < 2 µg/m³ pour les revêtements de sol souple.

Concernant les matériaux bois utilisés dans la réalisation d'ouvrages intérieurs (escaliers, faux-plafonds, portes, etc.), les colles urée-formaldéhydes seront interdites dans les produits bois. Elles disposeront d'un classement E1 au titre de la norme EN 717.

2.2 ACOUSTIQUE

2.2.1 OBJECTIFS DE QUALITE RECOMMANDES PAR L'OMS

L'OMS recommande de ne pas dépasser :

Sur la période de jour soit 16 heures comprises entre 6h et 22h :

- À l'intérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - 35 dB(A) en LAeq (6-22h) à l'intérieur des logements (pièce de vie) ;
 - 35 dB(A) en LAeq (6-22h) à l'intérieur des salles de classe et des crèches ;
 - 30 dB(A) en LAeq (6-22h) à l'intérieur des salles de repos des crèches ;
 - 30 dB(A) en LAeq (6-22h) à l'intérieur des salles recevant des malades ;
 - 55 dB(A) en LAeq (6-22h) dans les cours de récréation.
- À l'extérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - **50 dB(A) en LAeq (6-22h) dans les espaces extérieurs des zones résidentielles (au-delà gêne modérée) ;**
 - 55 dB(A) en LAeq (6-22h) dans les espaces extérieurs des zones résidentielles (au-delà gêne sérieuse).
- À l'intérieur des bâtiments en niveaux de crête :
 - 45 dB(A) en niveau de crête le jour à l'intérieur des salles de repos des crèches (LAmax)

Sur la période de nuit soit 8h comprises entre 22h et 6h :

- À l'intérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - 30 dB(A) en LAeq (22-6h) à l'intérieur des logements (chambre à coucher) ;
 - 30 dB(A) en LAeq (22-6h) à l'intérieur des salles recevant des malades.
- À l'extérieur des bâtiments en niveaux moyens :
 - **45 dB(A) en LAeq (22-6h) à l'extérieur des logements devant les fenêtres des chambres à coucher (les fenêtres sont alors ouvertes !).**
- À l'intérieur des bâtiments en niveaux de crête :
 - 45 dB(A) en niveau de crête la nuit à l'intérieur des logements (chambre à coucher) (LAmax) ;
 - 40 dB(A) en niveau de crête la nuit à l'intérieur des salles recevant des malades (LAmax).

2.2.2 METHODE D'EVALUATION DE L'AMBIANCE ACOUSTIQUE

Le site a été modélisé à l'aide du logiciel CadnaA en considérant les données de trafic issues de l'étude réalisée par le bureau d'étude Transitec.

La caractérisation des niveaux sonores a été effectuée à partir de la méthode NMPB 08 avec prise en compte des caractéristiques météorologiques du site et répondant à l'arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières.

Les niveaux sonores équivalents ou Laeq en avant des façades des habitations ont été calculés en tenant compte :

- de la distance entre le bord des différentes voies et le récepteur ;
- de l'occurrence météorologique présente sur le site ;
- de la présence d'un sol absorbant ;
- de l'angle sous lequel le récepteur voit la source sonore ;
- des caractéristiques du trafic (routier et ferré).

Il a été retenu de positionner des récepteurs acoustiques au droit des axes où le flux routier augmente en raison du projet pour caractériser l'ambiance sonore future ainsi qu'un point en cœur d'îlot. Deux vues en coupe sont également proposées (avant et après projet).

A ce stade seul le bruit des infrastructures routières a été pris en compte en raison de la non-connaissance des équipements techniques (roof top, centrale de traitement de l'air, etc.) et de leur performance acoustique. Ces derniers devront respecter la réglementation (*arrêté du 23 janvier 1997, relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement et modifié par l'arrêté du 24 janvier 2001 pour les ICPE ou décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage pour les autres activités*).

2.2.3 EFFETS

Le projet peut avoir des **effets sur l'ambiance sonore du secteur**. L'augmentation du trafic peut générer une augmentation des nuisances sonores pour les riverains, mais également pour les futurs usagers du site. Deux types de sources de bruit sont à considérer, à la fois pour les bâtiments existants et futurs :

- le bruit provenant des activités des îlots et des autres activités (bruit de voisinage) ;
- le bruit provenant des infrastructures routières.

Les effets généraux du bruit sur la santé peuvent être de différents types. Outre les effets négatifs sur l'audition liés à une exposition à des intensités sonores importantes, le bruit, même modéré peut avoir des effets négatifs sur la santé. Il peut provoquer notamment des troubles du sommeil et du stress.

La carte suivante rappelle l'évaluation sonore proposée par la carte de bruit stratégique ainsi que l'état initial sans projet et l'état projeté avec projet (valeur Lden). Dans la configuration avec projet, l'enveloppe architecturale a été intégrée ainsi que les nouveaux flux routiers.

En dehors du cœur d'îlot, les variations en bordure des axes routiers desservant le projet sont très légères. L'augmentation sensible (+2,7 dB(A)) en cœur d'îlot s'explique par une déconstruction du bâti industriel le long du boulevard de Gèze jouant le rôle d'écran sonore actuellement. Rappelons qu'une variation de moins 3 dB(A) est peu ou pas perceptible par l'oreille humaine.

Les coupes mettent en avant les phénomènes de propagation acoustique le long des axes routiers.

Le projet n'est ainsi pas de nature à impacter l'ambiance sonore du secteur d'étude.

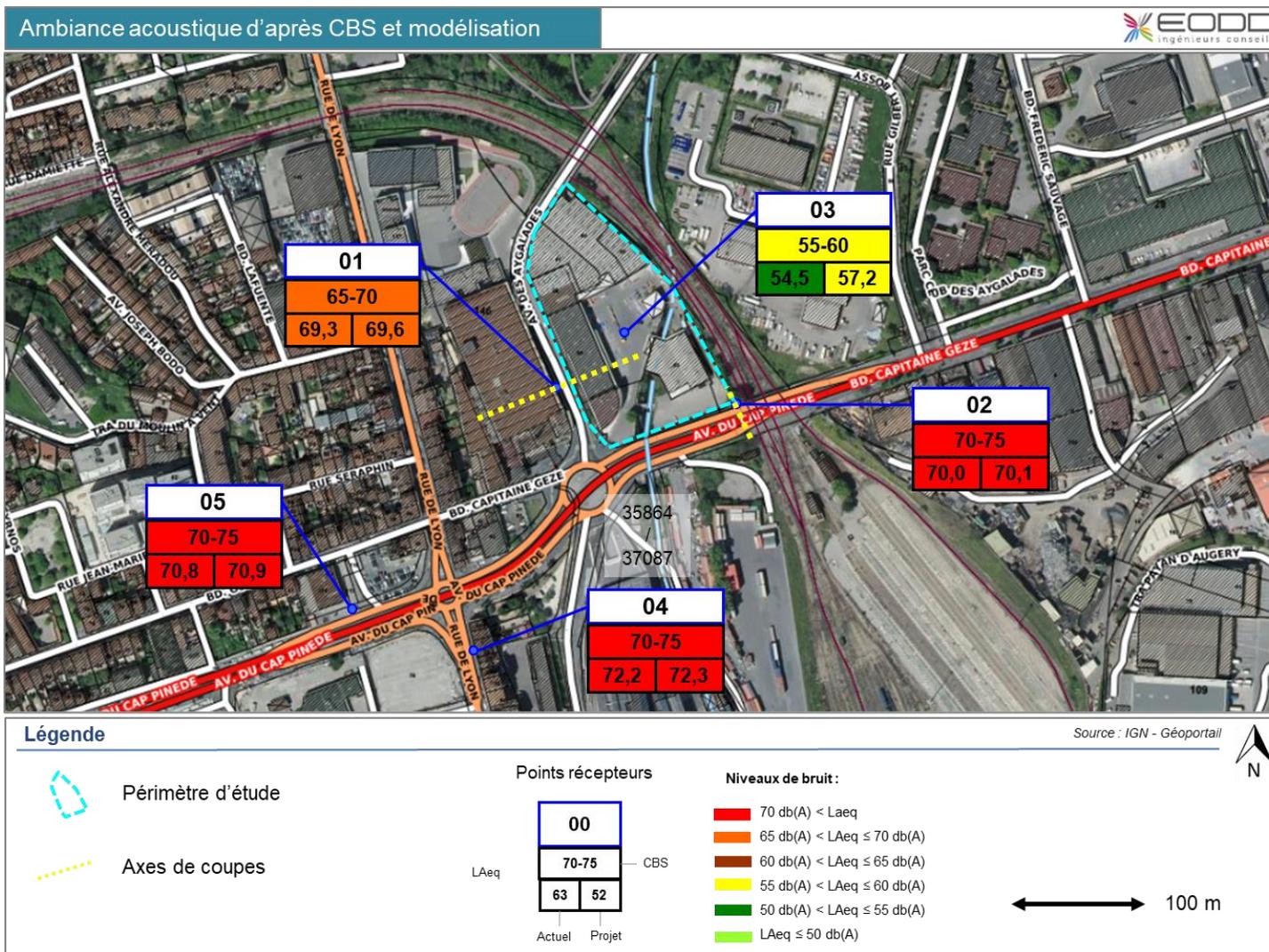
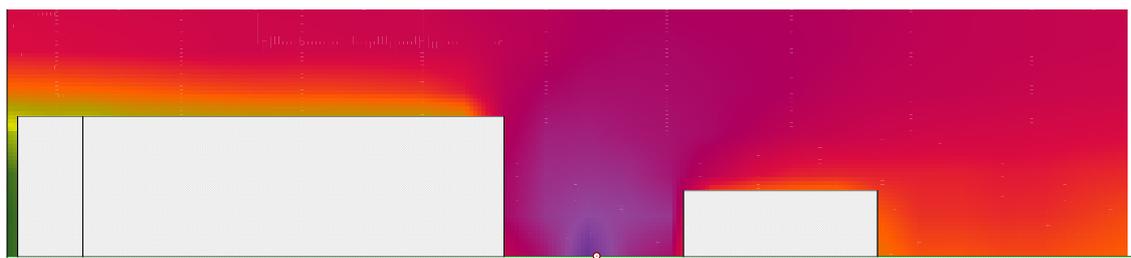
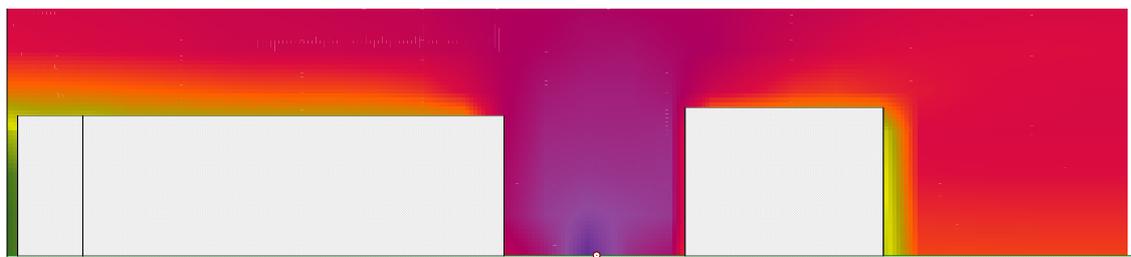


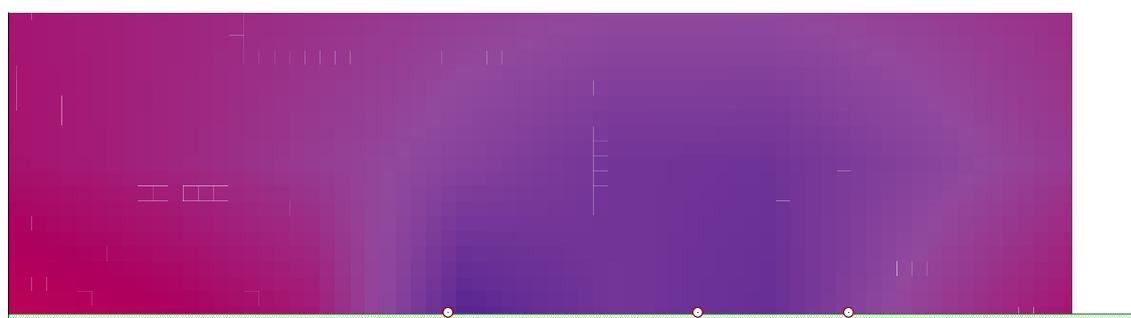
Figure 27 : Ambiance acoustique avant et après projet



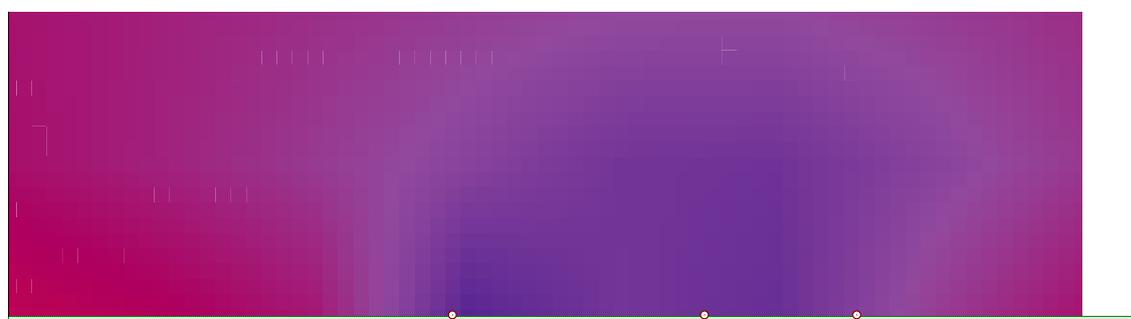
Coupe au point 01 – état initial



Coupe au point 02 – état projet



Coupe au point 02 – état initial



Coupe au point 02 – état projet

Niveau de bruit LAeq en dB(A)

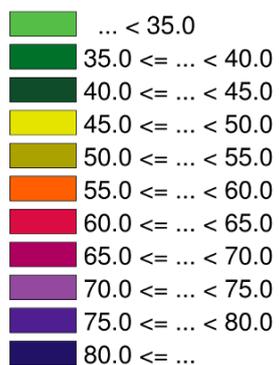


Figure 28 : Coupes acoustiques / points 01 et 02 avant et après projet

2.2.4 MESURES

Le projet n'est pas de nature à détériorer l'ambiance acoustique existante. Un des enjeux pour l'opération consiste à limiter l'exposition potentielle de nouveaux usagers aux nuisances sonores déjà présentes.

Un traitement spécifique pourra être réalisé vis-à-vis de la façade du projet donnant sur le boulevard de Gèze. A terme ce secteur est voué à évoluer dans le cadre plus global des aménagements liés en partie à la ZAC Littoral dans le champ d'action de la Métropole Aix Marseille Provence et l'EPAEM.

Un travail de concertation pourra être mené pour évaluer de quelle manière ce boulevard pourrait réduire ses nuisances vis-à-vis du projet (réduction des vitesses de circulation, travail sur la topographie, typologie de véhicules circulant, etc.).

Des dispositions pourront être mises en œuvre à l'échelle des constructions pour limiter l'exposition des nouveaux occupants et usagers du site.

Dans un projet de bâtiment, les préoccupations de confort acoustique doivent se traiter à différents niveaux et peuvent se structurer de la façon suivante :

- Les dispositions architecturales spatiales, incluant l'organisation du plan-masse, responsabilisant les intervenants dans les premières phases de la conception.
- L'isolation acoustique du bâtiment par rapport aux bruits de l'espace extérieur (aériens et d'origine vibratoire).
- L'isolation acoustique des locaux vis-à-vis des bruits intérieurs (aériens, de chocs, d'équipements, et d'origine vibratoire).
- L'acoustique interne des locaux en fonction de leur destination.
- La création d'une ambiance acoustique extérieure satisfaisante.
- La protection des riverains contre les bruits engendrés par le bâtiment (activités et équipements techniques).

L'indicateur DnT,A,tr est retenu pour traduire l'isolement vis-à-vis des bruits aériens extérieurs.

Cette démarche sera portée par le maître d'ouvrage via l'intervention d'un acousticien au sein de la future équipe de maîtrise d'œuvre.