



Foncière Jaguar

Campus Théodora à Marseille (13)

Volet Air et Santé de l'Evaluation environnementale

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils

SOMMAIRE

1.	RESUME NON TECHNIQUE – SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	7
2.	GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE	10
2.1	DEFINITION	10
2.2	ORIGINES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN FRANCE	10
2.3	EFFETS SUR LA SANTE	11
3.	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	12
3.1	REGLEMENTATION EUROPEENNE	12
3.2	REGLEMENTATION FRANÇAISE	12
3.2.1	<i>Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie ou loi « LAURE »</i>	<i>12</i>
3.2.2	<i>Valeurs réglementaires de référence (concentrations)</i>	<i>13</i>
3.2.3	<i>Réglementation sur les aménagements routiers</i>	<i>15</i>
3.2.4	<i>Déclinaison de la réglementation sur les aménagements routiers</i>	<i>17</i>
3.2.4.1	Définition de la zone d'étude	17
3.2.4.2	Définition de la bande d'étude	17
3.2.4.3	Définition du niveau d'étude	18
3.2.4.4	Choix des polluants	20
4.	ÉTAT INITIAL BIBLIOGRAPHIQUE	21
4.1	ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA QUALITÉ DE L'AIR	21
4.1.1	<i>Schéma Régional D'Aménagement du Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)</i>	<i>21</i>
4.1.2	<i>Le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches du Rhône</i>	<i>22</i>
4.1.3	<i>Surveillance de la qualité de l'air (Réseau ATMO FRANCE)</i>	<i>23</i>
4.1.3.1	Métropole Aix Marseille Provence	24
4.1.3.2	Qualité de l'air en lien avec l'activité du GPMM (Grand Port Maritime de Marseille)	28
4.1.4	<i>Qualité de l'air à proximité du site d'étude</i>	<i>29</i>
4.1.4.1	Stations de mesures ATMO les plus proches	29
4.1.4.2	Étude ATMO – Euroméditerranée	31
4.1.4.3	Étude air-santé dans le cadre des extensions du tramway	36
4.2	ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D'ÉTUDES ET OCCUPATION DU SOL	41
4.2.1	<i>Site d'étude</i>	<i>41</i>
4.2.1.1	Occupation du sol	41
4.2.1.2	Phase exploitation	43
4.3	INVENTAIRE DES SOURCES D'ÉMISSIONS	46
4.3.1	<i>Trafic routier</i>	<i>46</i>
4.3.2	<i>Autres sources d'émissions</i>	<i>47</i>
4.3.2.1	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)	47
4.3.2.2	Inventaire historique des sites industriels et activités de service (BASIAS)	48
4.4	DONNÉES DE POPULATION	50
4.4.1	<i>Structure de la population de la commune</i>	<i>50</i>
4.5	VOIES D'EXPOSITION DE LA POPULATION	51
4.5.1	<i>Exposition quotidienne</i>	<i>51</i>
4.5.2	<i>Etablissements sensibles</i>	<i>52</i>
5.	MÉTHODOLOGIE	54

5.1	CAMPAGNE DE MESURES IN SITU	54
5.1.1	Méthodologie générale	54
5.1.2	Points de prélèvements	55
5.1.3	Suivi des conditions météorologiques.....	59
5.1.4	Suivi atmosphérique pendant les mesures	60
5.2	METHODOLOGIE DE L'ESTIMATION DE POLLUANTS DUS AU TRAFIC ROUTIER.....	62
5.2.1	Principe – Modèle Copert	62
5.2.2	Parc automobile.....	63
5.2.3	Brins considérés	65
5.2.4	Trafic par tronçon.....	65
5.2.5	Vitesses maximales autorisées.....	66
5.2.6	Caractéristiques d'un déplacement moyen du territoire.....	66
6.	CAMPAGNE DE MESURE IN SITU	68
6.1	PRESENTATION DES VALEURS DE REFERENCE.....	68
6.2	PRESENTATION DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE	69
6.3	INTERPRETATION PAR POLLUANT	73
6.3.1	Dioxyde d'azote (NO ₂)	73
6.3.2	Dioxyde de soufre (SO ₂).....	73
6.3.3	Métaux lourds	73
6.4	INTERPRETATION POUR CERTAINS POINTS DE MESURE.....	75
6.5	INTERPRETATION GENERALE DES RESULTATS DES CAMPAGNES ET ENJEUX LIES A LA POLLUTION DE L'AIR SUR LE SECTEUR DU PROJET	75
7.	RISQUES SANITAIRES.....	77
7.1	BILAN ET COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES	77
8.	EFFETS DU PROJET	79
8.1	EVOLUTIONS D'APRES LA BIBLIOGRAPHIE - ETUDE AIR-SANTE DES EXTENSIONS DU TRAMWAY.....	79
8.1.1	Estimations des émissions.....	79
8.1.2	Modélisation des concentrations.....	80
8.2	ESTIMATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES INDUITES PAR LE PROJET	82
9.	MESURES TYPES	86
9.1	LIMITER L'EXPOSITION DES USAGERS AUX POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES.....	86
9.2	ORGANISER LA FORME URBAINE POUR FAVORISER LA DISPERSION DES POLLUANTS	86
9.3	VEGETALISER L'ILOT	87
9.4	ADAPTER LES BATIMENTS	88
10.	CONCLUSIONS	89
11.	LIMITES DE L'ETUDE	90
12.	ANNEXE.....	91
12.1	ANNEXE 1 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR EN FRANCE (SOURCE : MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, CONSULTÉ LE 01/06/2020)	91

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DE L'AIR ATMO LES PLUS PROCHES (SOURCE : ATMO Sud)	8
FIGURE 2 : PART DES SECTEURS D'ACTIVITES DANS LES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES (SOURCE : CITEPA 2015).....	10
FIGURE 3 : MALADIES ET SYMPTOMES LIES A LA POLLUTION DE L'AIR (SOURCE : AIRAQ)	11
FIGURE 4 : LISTE DES POLLUANTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LES EQRS (SOURCE : LEGIFRANCE).....	16
FIGURE 5 : DENSITES DE POPULATION ET TYPE DE BATI (SOURCE : NOTE METHODOLOGIQUE CEREMA).....	18
FIGURE 6 : SYNTHESE DU CONTENU ATTENDU DE L'ETUDE DE LA SOLUTION RETENUE (SOURCE : CEREMA)...	19
FIGURE 7 : LISTE DES POLLUANTS A PRENDRE EN COMPTE (SOURCE : CEREMA).....	20
FIGURE 8 : GAINS PAR SECTEUR ET PAR POLLUANTS ESTIMES PAR LES ACTIONS DU PPA DES BOUCHES DU RHONE	23
FIGURE 9 : REPARTITION DES EMISSIONS POLLUANTES SUR LA METROPOLE D'AIX MARSEILLE PROVENCE – ANNEE 2015 (SOURCE : ATMO)	24
FIGURE 10 : CONCENTRATIONS DU 26EME MAXIMUM JOURNALIER SUR 8H DE CONCENTRATION EN OZONE EN 2019 (SOURCE : ATMO Sud/OPENDATA)	25
FIGURE 11 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM ₁₀ EN 2019 (SOURCE : ATMOSud/OPENDATA)	26
FIGURE 12: CONCENTRATIONS EN PM ₁₀ EN 2019 DU 36EME JOUR LE PLUS POLLUE (SOURCE : ATMOSud/OPENDATA)	26
FIGURE 13 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO ₂ EN 2019 (SOURCE : ATMOSud/OPENDATA)	27
FIGURE 14 : INDICE SYNTHETIQUE DE L'AIR – NO ₂ , PM ₁₀ ET O ₃ , EN 2019 DANS LES BOUCHES-DU-RHONE (SOURCE : ATMO Sud/OPENDATA)	28
FIGURE 15 : SITUATION DU SITE D'ETUDE PAR RAPPORT AUX BASSINS DU GPMM EMETTEURS DE NO _x	29
FIGURE 16 : LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DE L'AIR ATMO LES PLUS PROCHES (SOURCE : ATMO Sud)	30
FIGURE 17 : CONCENTRATIONS ANNUELLES EN NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} ET 26EME MAXIMUM JOURNALIER DE LA MOYENNE SUR 8H LE PLUS ELEVE POUR L'OZONE POUR 2018 (SOURCE : ATMO).....	32
FIGURE 18 : PROFILS JOURNALIERS MOYENS DU SO ₂ A MARSEILLE / PLACE VERNEUIL ET MARSEILLE / LONGCHAMP EN 2019	33
FIGURE 19 : 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 EUROMEDITERRANNEE EN 2018 (SOURCE : ATMO).....	33
FIGURE 20 : 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 EUROMEDITERRANNEE (SOURCE : ATMO)	34
FIGURE 21 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO ₂ (µg/m ³) (ATMO).....	35
FIGURE 22 : REPRESENTATION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZENE (µg/m ³) (ATMO)	36
FIGURE 23 : LOCALISATION DU PROJET D'EXTENSIONS DU TRAMWAY 1 (SOURCE : ETUDE AIR/SANTE PAR EGIS)	37
FIGURE 24 : RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES QUALITE DE L'AIR DE JUIN 2018 (SOURCE : ETUDE AIR/SANTE PAR EGIS)	39

FIGURE 25 : CLIMATOGRAMME DE MARSEILLE (PERIODE 1971-2000) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE).....	40
FIGURE 26 HAUTEUR DE PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES DE MARSEILLE (PERIODE 1971-2000) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE).....	40
FIGURE 27 : ROSE DES VENTS A LA STATION DE MARSEILLE (13) (SOURCE : FICHE CLIMATIQUE DE MARSEILLE)	41
FIGURE 28 : OCCUPATION DU SITE AU DROIT DU SITE D'ETUDE (SOURCE : EODD)	42
FIGURE 29 : CARTE LISTANT LES ENTREPRISES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE (SOURCE : EODD).....	43
FIGURE 30 : PROJET DU CAMPUS THEODORA (SOURCE : CARTA ASSOCIES)	44
FIGURE 31 : RESEAU VIAIRE DESSERVANT LE SITE D'ETUDE (SOURCE DU FOND DE PLAN : GEOPORTAIL).....	46
FIGURE 32 : INSTALLATIONS CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT - SOURCES POTENTIELLES POUVANT IMPACTER LA QUALITE DE L'AIR DU SECTEUR D'ETUDE (SOURCE : GEORISQUES)	48
FIGURE 33 : CARTE DE LOCALISATION DES SITES BASIAS AU DROIT DU SITE D'ETUDE (SOURCE : BASIAS GEORISQUES).....	49
FIGURE 34 : ENVIRONNEMENT PROCHE DU SITE D'ETUDE (SOURCE : EODD)	52
FIGURE 35 : CARTOGRAPHIE DES ETABLISSEMENTS POUVANT ACCUEILLIR DES PERSONNES SENSIBLES AUX ALENTOURS DU PROJET (SOURCE DU FOND DE PLAN : GEOPORTAIL).....	53
FIGURE 36 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES (SOURCE : EODD)	56
FIGURE 37 : RELEVES DE SEPTEMBRE 2021 : PRECIPITATIONS, TEMPERATURES MAXIMALES ET MINIMALES - SOURCE : INFOCLIMAT – STATION DE MARSEILLE-MARIGNANE)	59
FIGURE 38 : TYPES DE VEHICULES UTILISES (SOURCE : THESE DE MASOUD FALLAH SHORSHANI « MODELISATION DE L'IMPACT DU TRAFIC ROUTIER SUR LA POLLUTION DE L'AIR ET DES EAUX DE RUISSELLEMENT »).....	64
FIGURE 39 : BRINS CONSIDERES UNIFORMES POUR LE TRAFIC DANS LES DIFFERENTS SCENARIOS : INITIAL + REFERENCE A GAUCHE, ETAT PROJET AU MILIEU ET IMPACTS CUMULES A DROITE (SOURCE : EODD).....	65
FIGURE 40 : CARTOGRAPHIE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES SUR SITE DE SEPTEMBRE 2021– POLLUANTS SUIVIS REGLEMENTAIREMENT	71
FIGURE 41 : CARTOGRAPHIE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURES SUR SITE DE SEPTEMBRE 2021 – POLLUANTS NON SUIVIS REGLEMENTAIREMENT	72
FIGURE 42 : CARTE DES RESEAUX ROUTIERS ET PROJECTIONS SUR LE RESEAU ROUTIER CONSIDERE COMME DONNEE POUR L'ETUDE AIR-SANTE DU TRAMWAY	79
FIGURE 43 : COMPARAISON DES EMISSIONS DE 3 POLLUANTS CALCULEES ENTRE LES 3 SCENARIOS	80
FIGURE 44 : 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 N02	81
FIGURE 45 : RESEAU MODELISE DE TRONÇONS ROUTIERS DE DESSERTE DU SITE A L'ETAT INITIAL (2020, A GAUCHE) ET A L'ETAT AVEC PROJET (2030, A DROITE).....	83

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : TABLEAU RECAPITULATIFS DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR	8
TABLEAU 2 : VALEURS DE REFERENCES PRINCIPALES DE LA REGLEMENTATION FRANÇAISE (SOURCE : AIRPARIF)	15
TABLEAU 3 : CRITERES PERMETTANT DE DEFINIR LA LARGEUR MINIMALE DE LA BANDE D'ETUDE (SOURCE : NOTE TECHNIQUE DE 2019 ABROGEANT LA CIRCULAIRE DE 2005)	17
TABLEAU 4 : NIVEAU D'ETUDE EN FONCTION DU TRAFIC, DE LA DENSITE DE POPULATION ET LA LONGUEUR DU PROJET ET POSITIONNEMENT PROJET (ENCADRE ROUGE)	18
TABLEAU 5 : NORMALES ANNUELLES DE LA STATION METEOROLOGIQUE DE MARSEILLE (SOURCE : METEO FRANCE)	41
TABLEAU 6 : TABLEAU DES TRAFICS SUR LES VOIRIES ENTOURANT LE SITE D'ETUDE (SOURCE : TRANSITEC/EODD)	47
TABLEAU 7 : SITES ICPE RECENSES AUTOUR DU SECTEUR D'ETUDE (SOURCE : GEORISQUES)	47
TABLEAU 8 : SITES BASIAS RECENSES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE D'ETUDE (SOURCE : BASIAS GEORISQUES)	50
TABLEAU 9 : DONNEES DE POPULATIONS DE LA COMMUNE DE MARSEILLE (SOURCE : INSEE RP2018 EXPLOITATIONS PRINCIPALES)	50
TABLEAU 10 : NORMES POUR LES METHODES D'ANALYSES DES ECHANTILLONS D'AIRS PRELEVES SUR SITE ..	55
TABLEAU 11 : DONNEES CONCERNANT LA POSE ET LA DEPOSE DES SUPPORTS DE PRELEVEMENTS DE LA CAMPAGNE : IMAGES ET DETAILS ASSOCIES AU TERRAIN	58
TABLEAU 12 : RELEVES METEOROLOGIQUES SUR LES DUREES DES PRELEVEMENTS (17 AU 27 SEPTEMBRE 2021) – SOURCE : INFOCLIMAT STATION DE MARSEILLE-MARIGNANE	59
TABLEAU 13 : INDICE DE POLLUTION EN NO2 SUR LA PERIODE DE MESURE (SOURCE : ATMO Sud)	61
TABLEAU 14 : TRAFIC ISSUS DE L'ETUDE TRAFIC DE TRANSITEC AU DROIT DU SITE D'ETUDE (SOURCE : ETUDE DE TRAFIC DE TRANSITEC)	66
TABLEAU 15 : VALEURS REGLEMENTAIRES – SEUILS DE QUALITE DE L'AIR (SOURCES : DIRECTIVE 2008/50/CE CONCERNANT LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT ET UN AIR PUR PUBLIE LE 21 MAI 2008)	68
TABLEAU 16 : VALEURS DE REFERENCE SUR LES RETOMBEEES ATMOSPHERIQUES (PLAQUETTE DE DEPOT)	69
TABLEAU 17 : RESULTATS D'ANALYSES DE L'AIR (CONCENTRATIONS) SUR LE SECTEUR D'ETUDE COMPAREES AUX VALEURS DE REFERENCE	70
TABLEAU 18 : TABLEAU RECAPITULATIFS DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE DE LA QUALITE DE L'AIR	77

1. RESUME NON TECHNIQUE – SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

La pollution atmosphérique est définie comme : « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, [...]* ». L'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès. A l'échelle française, les transports constituent l'une des principales sources d'émissions de polluants atmosphériques, avec l'industrie, le résidentiel/tertiaire et l'agriculture. La réglementation française en termes de qualité de l'air s'appuie sur des directives européennes (conçues sur recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé). Elles définissent des valeurs réglementaires de référence pour certains polluants, en fonction de leur impact sur la santé humaine.

ATMO Sud réalise un suivi global de la qualité de l'air dans la région PACA, également dans la Métropole Toulonnaise. Dans le Var, les principaux polluants étudiés sont le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃) et les particules fines (PM₁₀), notamment au niveau de la bande côtière urbanisée et le long des autoroutes A 8, A 50 et A 57 où se situe le site d'étude.

La présente étude comporte deux volets :

- En septembre 2021, une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur a été réalisée. Elle a consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs pendant 10 jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de 6 points de prélèvements liés à l'emprise du projet d'aménagement ;
- Une estimation du flux d'émissions de polluants a été calculée au droit des voiries délimitant le site d'étude. Les émissions seront calculées via des outils basés sur la méthodologie Européenne COPERT pour « *Computer Program to calculate Emissions from Road Transport* ». Nous utiliserons les données de trafic et environnementales pour les transformer en un bilan des émissions par polluants en unité de masse par unité de temps (ex. kg/j). Ces estimations ont été réalisées sur trois scénarii : 2021 (état initial), 2025 (sans le projet) et 2025 (avec le projet).

La station fixe de mesure ATMO la plus proche du site d'étude est la station fixe « Saint Louis », de type « Fond/urbaine », mais également la stations « Place Verneuil » de types « Fond/urbaine ».

La station « Saint Louis » mesure les polluants suivants : NO, NO₂, NO_x, les PM_{2,5}, PM₁ et les PM₁₀.

La station « Place Verneuil » mesure en plus le SO₂ et ne mesure pas les particules.



Figure 1 : Localisation des stations de mesures de qualité de l'air ATMO les plus proches (source : ATMO Sud)

Sur ces deux stations, parmi les polluants règlementés, aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle sur ces 12 derniers mois n'a été observé.

En septembre 2021, des campagnes de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur ont été réalisées. Elles ont consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs pendant dix jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de six points de prélèvements liés à l'emprise du projet.

Espèce	Mesure in situ – septembre 2021
NO ₂	Dépassement du seuil réglementaire (pour les points 1 et 5)
SO ₂	Inférieure au seuil réglementaire
Ni	Dépassements de la valeur de référence
Cr	Dépassements de la valeur de référence
Cd	Inférieur aux seuils de référence
Pb	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Zn	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Cu	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1, 4 et 6)

Tableau 1 : Tableau récapitulatifs des résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air

En conclusion :

Pour l'état initial, la mise en perspective de ces différents résultats indique un **dépassement de valeurs limites réglementaires pour les NOx**. Ces dépassements sont classiquement observés en zones périurbaines présentant des conditions de trafic similaires. La bibliographie (ATMO) confirme ces dépassements au niveau des axes routiers à fort trafic dans le secteur d'étude.

Les mesures ont également mis en avant des dépassements de valeurs indicatives mais non réglementaires **en métaux lourds (Nickel et Chrome sur l'ensemble des points)**. Dans le cas présent, ces valeurs importantes peuvent aussi être expliquées par les entreprises à proximité spécialisées entre autres dans le démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.

La qualité de l'air est donc globalement moyenne à bonne, avec des **concentrations plus importantes le long des infrastructures routières** que sont l'avenue Ibrahim Ali, le boulevard Capitaine Gèze. Les dépassements de valeurs limites réglementaires en NOx imputables au trafic se dispersent peu, et restent localisées principalement sur les axes routiers eux-mêmes. Les dépassements en métaux lourds sont ponctuels, et relèvent d'une pollution « de fond » sur l'ensemble de la région, et dont le trafic routier n'est pas particulièrement émetteur.

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.

Concernant les estimations des flux d'émissions de polluants sur les trois scénarii montre une diminution des polluants aussi bien dans le cadre du projet « au fil de l'eau » que de l'état projeté (2030).

Le projet n'est pas de nature à détériorer la qualité de l'air locale, au contraire, une diminution du trafic est mis en avant. De plus, l'évolution technologique du parc automobile considéré (véhicules plus performants et moins émissifs, ici à l'échelle nationale, mais en réalité le parc est propre au territoire) confirme la baisse de polluant engendré par le parc automobile.

Les polluants qui pourraient être jugés comme à enjeu (NOx, Ni et Cr) relèvent d'échelles plus larges que le projet d'étude, et donc de la gestion de la qualité de l'air au niveau du secteur des transports et des industries de la Métropole voire de la région PACA.

2. GENERALITES SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

2.1 DEFINITION

Selon la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie de 1996, la pollution atmosphérique est définie comme : « *l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives* »¹.

2.2 ORIGINES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE EN FRANCE

Selon la plateforme Prev'air¹, les polluants que l'on retrouve dans l'atmosphère peuvent être d'origine anthropique, c'est-à-dire produits par les activités humaines ou d'origine naturelle (émissions par la végétation, l'érosion du sol, les volcans, les océans, etc.). Tous les secteurs de l'activité humaine sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques : les activités industrielles, les transports (routiers et non routiers), les activités domestiques (chauffage en particulier), l'agriculture, la sylviculture, etc.

Les polluants observés dans l'atmosphère ne sont pas tous émis directement par ces sources. Ils résultent aussi de réactions physico-chimiques entre composants chimiques (polluants primaires et autres constituants de l'atmosphère) régies par les conditions météorologiques.

Le CITEPA, ou Centre interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, est l'organisme qui réalise les inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour le compte du Ministère chargé de l'Ecologie.

A l'échelle française, les transports constituent l'une des principales sources d'émissions de polluants atmosphériques, avec l'industrie, le résidentiel/tertiaire et l'agriculture, comme présenté sur le graphique ci-dessous.

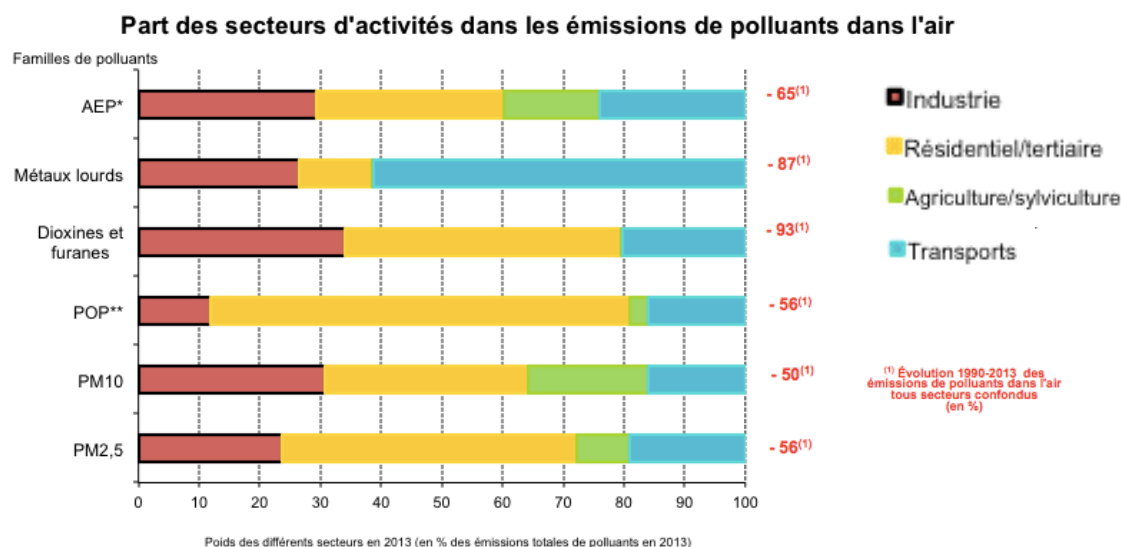


Figure 2 : Part des secteurs d'activités dans les émissions de polluants atmosphériques (source : CITEPA 2015)

¹ Plate-forme nationale de prévision de la qualité de l'air développée et gérée par l'INERIS

2.3 EFFETS SUR LA SANTE

D'après le Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE), 72% des français se sentent menacés par la pollution de l'atmosphère, et 45% sont victimes ou gênés par celle-ci.

Selon le rapport sur l'évaluation quantitative des impacts sanitaires (EQIS) (Santé Publique France², 2016), l'exposition à des polluants de l'air favorise le développement de maladies chroniques graves, pouvant conduire à des décès.

La pollution agit aux niveaux respiratoire et cardiovasculaire, mais également sur des troubles de la reproduction et du développement de l'enfant, des maladies endocriniennes ou encore neurologiques.

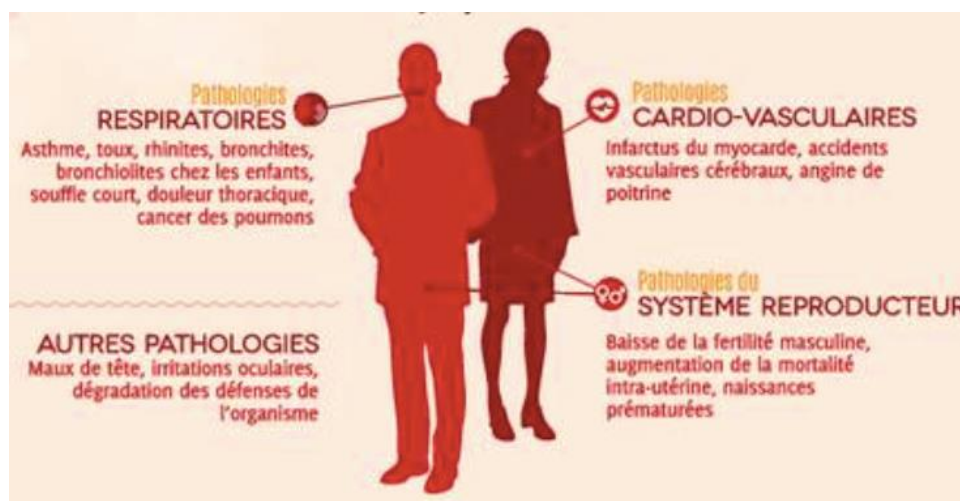


Figure 3 : Maladies et symptômes liés à la pollution de l'air (source : AIRAQ)

Dans toutes les villes étudiées, les résultats de la surveillance mise en place par l'InVS³ montrent une association significative entre l'augmentation des niveaux de pollution et celle du nombre de décès. On estime également que la pollution écourte de 9 mois la vie des populations habitant les villes de France (espérance de vie pour les personnes de 30 ans) d'où l'expression de décès « prématuré » ou « anticipé ».

Selon une publication de l'OMS parue en mars 2014, une personne sur huit dans le monde en 2012 serait prématurément décédée du fait de son exposition à la pollution de l'air.

Selon la fédération ATMO France⁴, en matière de pollution atmosphérique, il n'existe pas de seuil en deçà duquel les polluants sont sans effet pour la santé. Certaines personnes sont affectées par des niveaux très bas. Les effets dépendent de la sensibilité personnelle de l'individu exposé : âge, état de santé, tabagisme, prédispositions, etc. Ils dépendent aussi de l'exposition individuelle aux différentes sources de pollution, de la durée d'exposition à ces niveaux, du débit respiratoire au moment de l'exposition, mais aussi de l'interaction avec d'autres composés présents dans l'atmosphère comme par exemple les pollens, les spores fongiques, etc. Il existe toutefois des personnes a priori plus sensibles que d'autres aux effets de la pollution de l'air. Ainsi, les enfants, les personnes âgées, les personnes affectées de maladies respiratoires ou cardiovasculaires et les femmes enceintes constituent en règle générale des populations dites « sensibles ».

² Agence nationale de santé publique créée en 2016. Etablissement public administratif sous tutelle du ministère chargé de la Santé

³ Institut de veille sanitaire intégré Santé Publique France depuis 2016

⁴ Réseau national des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

3.1 REGLEMENTATION EUROPEENNE

La réglementation française en termes de qualité de l'air s'appuie sur des directives européennes (conçues sur recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé). Elles définissent des seuils de concentrations maximales pour certains polluants, en fonction de leur impact sur la santé humaine.

La directive « Qualité de l'Air » n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 de la Communauté Européenne fournit le cadre pour la législation communautaire, en intégrant les textes précédents, notamment la directives n° 96/62/CE du 27 septembre 1996.

3.2 REGLEMENTATION FRANÇAISE

La loi LAURE, ou Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie s'applique pour les projets avec modification de voirie et de trafic routier susceptibles d'avoir un effet sur la pollution atmosphérique, selon son article 19. Ses dispositions concernent l'étude de leurs effets sur la santé et l'environnement, en particulier pour les infrastructures de transport. Ses dispositions s'appliquent aux demandes qui doivent être accompagnées d'une étude d'impact.

Si un projet d'aménagement n'engendre pas la modification ou la création de voiries, il n'existe actuellement pas de référentiel pour les études sur la pollution atmosphérique autre que celui de la réglementation sur les aménagements routiers (circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières. Cette circulaire a été révisée. Une note technique accompagné d'un guide méthodologique a été réalisé en février 2019 et remplace la circulaire de 2005).

3.2.1 LOI SUR L'AIR ET L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'ENERGIE OU LOI « LAURE »

Selon la fédération ATMO France, la loi n°96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, dite aussi loi « LAURE », « *vise à rationaliser l'utilisation de l'énergie et à définir une politique publique intégrant l'air en matière de développement urbain. Le droit de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé est reconnu à chacun. Cette loi est codifiée dans le code de l'environnement. Elle rend obligatoire :*

- *La surveillance de la qualité de l'air assurée par l'Etat [sur l'ensemble du territoire national],*
- *La définition d'objectifs de qualité,*
- *L'information du public. »*

Une information du public, dont l'Etat est le garant, doit être réalisée périodiquement et une alerte doit être déclenchée en cas de dépassement de seuil. L'Etat délègue ses missions de surveillance à des organismes agréés.

Cette loi prescrit l'élaboration d'un Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA), de Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) et pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants d'un Plan de Déplacement Urbain (PDU).

Elle instaure notamment une procédure d'alerte, gérée par le Préfet. Celui-ci doit informer le public et prendre des mesures d'urgence en cas de dépassement de seuil (restriction des activités polluantes, notamment de la circulation automobile).

Elle intègre également les principes de pollution et de nuisances dans le cadre de l'urbanisme et dans les études d'impact relatives aux projets d'équipement.

3.2.2 VALEURS REGLEMENTAIRES DE REFERENCE (CONCENTRATIONS)

Ces valeurs de références sont issues :

- du **code de l'environnement** (articles R221-1 à R221-3) vis-à-vis des critères nationaux de la qualité de l'air ;
- de la **directive 2008/50/CE** concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publiée le 21 mai 2008 (parlement Européen) transposée en **décret n°2010-1250** du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air (réglementation française).

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique dont la liste est fixée par le décret ci-dessus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Leurs concentrations font l'objet d'une surveillance, et pour la majorité d'entre eux des seuils nationaux sont définis, qui, s'ils sont atteints, engendrent des procédures proportionnées de mesures visant la diminution la plus rapide possible de la concentration en polluants dans l'atmosphère.

Seuils nationaux de mesure de la qualité de l'air (source : MEDDTL – décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010) :

- **Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Seuil d'information et de recommandation** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions ;
- **Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Les principales valeurs seuils mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées ci-dessous :

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
Dioxyde d'azote (NO ₂)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ En moyenne horaire : 200 µg/m ³ (pas plus de 18 h/an)	En moyenne annuelle: 40 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 200 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 400 µg/m ³ (max 3 h consécutives) 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement le lendemain.	

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
Oxydes d'azote (NOx)					En moyenne annuelle (équivalent NO ₂) : 30 µg/m ³ (protection de la végétation).
Dioxyde de soufre (SO ₂)	En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à (max 3 j/an) En moyenne horaire : 350 µg/m ³ (max 24 h/an)	En moyenne annuelle : 50 µg/m ³ .	En moyenne horaire : 300 µg/m ³ .	En moyenne horaire sur 3 heures consécutives : 500 µg/m ³ .	En moyenne annuelle et hivernale (pour la protection de la végétation) : 20 µg/m ³ .
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (PM ₁₀)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ . En moyenne journalière : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	En moyenne annuelle : 30 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 50 µg/m ³ .	En moyenne journalière : 80 µg/m ³ .	
Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (PM _{2,5})	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³ .			En moyenne annuelle : 20 µg/m ³ .
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000 µg/m ³ soit 10 mg/m ³ .				
Benzène (C ₆ H ₆)	En moyenne annuelle : 5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³ .			
Ozone (O ₃)		Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m ³ .h	En moyenne horaire : 180 µg/m ³ .	Seuil d'alerte - protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m ³ sur 1 heure Mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : * 1er seuil : 240 µg/m ³ (pas plus de 3heures consécutives)	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m ³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010. Seuil de protection de la végétation : AOT

Polluants	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Niveau critique / Valeurs cibles
				* <u>2e seuil</u> : 300 µg/m³ (pas plus de 3 heures consécutives) * <u>3e seuil</u> : 360 µg/m³.	40 ⁵ de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m³.h en moyenne calculée sur 5 ans. Cette valeur cible est appliquée depuis 2010.
Plomb (Pb)	En moyenne annuelle 0,5 µg/m³.	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m³.			
Arsenic				Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 : 6 ng/m³	Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 : 6 ng/m³
Cadmium					Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 : 5 ng/m³
Nickel					Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 : 20 ng/m³
Benzo(a)pyrène (utilisé comme traceur du risque cancérigène lié aux Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP)					Moyenne annuelle sur le total de la fraction PM10 : 1 ng/m³

Tableau 2 : Valeurs de références principales de la réglementation française (source : Airparif)

Ces informations sont présentées de manière plus détaillée en ANNEXE 1.

3.2.3 REGLEMENTATION SUR LES AMENAGEMENTS ROUTIERS

La circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n° 2005-273 du 25 février 2005, relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, accompagnée de sa révision du 18 janvier 2017, et complétée par la note méthodologique de 2001 et accompagnée de sa révision en février 2019, définit la méthodologie à mettre en œuvre pour mener à bien le volet « air et santé » des études d'impact des projets d'infrastructures routières. Ces textes précisent les modalités d'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières.

⁵ AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ et le seuil de 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures. (40 ppb ou partie par milliard=80 µg/m³)

4 niveaux d'études sont définis, selon la variation de charge prévisionnelle du trafic et le nombre de personnes impactées par le projet. Le contenu de l'étude air-santé dépend proportionnellement du niveau d'étude auquel est soumis le projet (le niveau I étant le niveau le plus élevé et le IV le plus léger).

La révision de la circulaire de 2017 a apporté les éléments suivants :

- Prise en compte des PM10 et PM2,5 (quel que soit le niveau d'étude) ;
- Considérer 3 horizons d'études (mise en service, +5ans et +20 ans) ;
- Calculs de l'Indice Pollution Population (IPP, pour les niveaux d'étude I et II) du NO2 en plus du Benzène voire du PM10.

La révision de la circulaire de 2019 a ajouté les éléments suivants :

- Choix du Dioxyde d'Azote (NO₂) en remplacement du benzène pour l'évaluation de l'exposition au travers de l'IPP ;
- Définition de la zone d'étude et des horizons d'étude : un scénario à la mise en service est réalisé en plus du scénario à 20 ans après la mise en service ;
- La liste des polluants a été actualisé dans le cadre de l'évaluation quantitative du risque sanitaire (EQRS).

Listes des polluants à prendre en compte dans les EQRS		
	Polluants figurant dans la circulaire de 2005	Polluants retenus par la présente note technique
Voie respiratoire Exposition aiguë	Acroléine Dioxyde d'azote Dioxyde de soufre Benzène	Particules PM ₁₀ et PM _{2,5} Dioxyde d'azote
Voie respiratoire Exposition chronique	Particules diesel Dioxyde d'azote Benzène Benzo(a)pyrène 1,3-butadiène Chrome Nickel Arsenic Formaldéhyde Acétaldéhyde Cadmium Acroléine Plomb	Particules PM ₁₀ et PM _{2,5} Dioxyde d'azote Benzène 16 HAP dont le Benzo(a)pyrène 1,3-butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale Exposition chronique	Benzo(a)pyrène Arsenic Chrome Nickel Cadmium Plomb Mercure Baryum	16 HAP dont le Benzo(a)pyrène

Figure 4 : Liste des polluants à prendre en compte dans les EQRS (source : legifrance)

Les dispositions de cette circulaire ne s'appliquent pas dans le cas de l'étude d'impact du présent projet car le projet n'engendre pas de modification de voirie au sens de la circulaire en vigueur.

Cependant le Maître d'ouvrage a choisi de réaliser la présente étude, suite à la première demande d'examen au cas par cas réalisée dans le cadre du projet et de l'avis de l'AE (avis n°F09320P02020) Cet avis mentionnant la demande de réaliser une évaluation environnementale suite à l'absence notamment d'études spécifiques dont l'étude air.

3.2.4 DECLINAISON DE LA REGLEMENTATION SUR LES AMENAGEMENTS ROUTIERS

3.2.4.1 Définition de la zone d'étude

Selon la note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005, « la zone d'étude correspond à l'ensemble de la zone où la qualité de l'air risque d'être impactée par le projet. Elle est établie grâce à la définition du réseau d'étude et des bandes d'études appelées « zone d'études » ».

Le réseau d'étude : est composé d'un ensemble de voies :

- Le projet routier étudié ;
- L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet ;
- L'ensemble des projets d'infrastructures routière « existants ou approuvés ».

3.2.4.2 Définition de la bande d'étude

Selon la note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005, « La bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le réseau d'étude air en lui apportant une dimension surfacique.

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation).

Pour la pollution gazeuse, la largeur de la bande d'étude est définie de la manière suivante par un trafic moyen journalier annuel (TMJA en véh/j) :

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'études ⁴⁸ , en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

Tableau 3 : Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude (source : note technique de 2019 abrogeant la circulaire de 2005)

3.2.4.3 Définition du niveau d'étude

D'après la note technique de 2019, le niveau d'étude dépend du trafic à l'horizon d'étude (sur des tronçons homogènes de plus de 1 km dans la bande d'étude et de la densité de population).

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité hab/km² dans la Bande d'étude				
GI Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km²	I	I	II	II si L projet > 5 km OU III si L projet ≤ 5 km
GII Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 25 km OU III si L projet ≤ 25 km
GIII Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km²	I	II	II	II si L projet > 50 km OU III si L projet ≤ 50 km
GIV pas de Bâti	III	III	IV	IV

Tableau 4 : Niveau d'étude en fonction du trafic, de la densité de population et la longueur du projet et positionnement projet (encadré rouge)

Dans une approche simplifiée, les densités correspondant aux différents types de bâtis sont fournies par la note méthodologique :

	Type de bâti	Densité de population
G I	Centre ville classique	30 à 40 000 hbts/km²
	Grand collectif	26 000 hbts/km²
	Petit collectif	14 000 hbts/km²
	Centre ancien des petites villes	10 000 hbts/km²
G II	Centre ancien hétéroclite	8 000 hbts/km²
	Semi collectif	7 000 hbts/km²
	Centre récent des petites villes	5 000 hbts/km²
	Pavillonnaire dense	4 000 hbts/km²
	Pavillonnaire	2 500 hbts/km²
G III	Hameau lâche	1 000 hbts/km²
	Maisons groupées	100 hbts/km²
	Maisons isolées	20 hbts/km²

Figure 5 : Densités de population et type de bâti (source : note méthodologique Cerema)

Dans le cas du projet, la densité de population dans la zone d'habitation immédiatement au Nird du site est typique d'une zone pavillonnaire, soit environ 2500 hbts.km². Mais, sur le site-même, et sur toute la zone Sud-Est, qui est une zone d'activité, il peut être considéré qu'il n'y a pas de bâti, soit un niveau de densité « G IV ». **Le niveau d'étude équivalent est donc le III voire le IV.**

Plusieurs facteurs peuvent conduire à corriger le niveau d'étude résultant du tableau ci-dessus, comme par exemple la présence de lieux dits sensibles, des différences marquées de milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons, excès de risque collectif pour plus de 100 000 habitants, existence d'un plan de protection de l'atmosphère (PPA), agglomération de plus de 250 000 habitants).

Le contenu des études selon leurs niveaux est fourni dans le tableau ci-dessous :

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
Analyse bibliographique	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
Mesures effectuées à l'état actuel	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
Estimation des émissions	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
Estimation des concentrations	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO ₂ (et éventuellement les PM ₁₀ si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
Évolution de l'exposition de la population à la pollution	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO ₂		-	-
Effets de la pollution de l'air sur la santé	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
Analyse des coûts collectifs et avantages induits	Traitée dans le volet socio-économique			
Analyse des impacts en phase chantier	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Mesures d'évitement, de réduction des impacts	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Pour rappel, sont exclues du périmètre de ce guide, les émissions de GES ⁵¹ , la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].				

Figure 6 : Synthèse du contenu attendu de l'étude de la solution retenue (source : Cerema)

S'inspirant de la méthodologie des études de niveau III et IV, la présente étude qui vise à caractériser l'état initial de la qualité de l'air à proximité du site d'étude intègre :

- Une analyse bibliographique,
- Des mesures (été + hiver) passives,
- Une synthèse bibliographique des effets de la pollution de l'air sur la santé,

Les impacts socio-économiques, les impacts de la phase chantier, et les mesures d'évitement et de réduction des impacts seront traités dans l'étude d'impact du projet.

3.2.4.4 Choix des polluants

Le « tableau 6 » dont il est fait mention dans l'extrait précédent de la note méthodologique du Cerema est fourni ci-dessous.

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NOx) Particules (PM ₁₀ PM _{2,5}) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO ₂) Arsenic Nickel Benzo[a]pyrène		
Les polluants spécifiques à l'ERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus	PM ₁₀ , PM _{2,5} Dioxyde d'azote
		Effets chroniques	PM ₁₀ , PM _{2,5} Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
	Voie orale	Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Figure 7 : Liste des polluants à prendre en compte (source : Cerema)

Dans le cas présent, pour une étude de type III ou IV, il n'est pas requis d'EQRS. Les polluants pris en compte sont donc :

NOx, PM10 et PM2,5, CO, COVNM, C6H6, SO2, As, Ni, B(a)P.

Les campagnes de mesures passives de la qualité de l'air sont réalisées sur les polluants les plus pertinents à mesures avec ce type de matériel, aussi il s'agit de : NO2, SO2, Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Nickel (Ni), Plomb (Pb) et Zinc (Zn).

Ces types de supports (passifs) sont retenus, conformément au guide de 2019 du Cerema car ils permettent de manière simple et rapide sur la zone d'étude de mesurer des concentrations moyennes sur plusieurs jours, pour un coût maîtrisé. Les résultats donnent une répartition spatiale d'un polluant donné, c'est à dire une description « semi-quantitative », un ordre de grandeur des concentrations qui permet de hiérarchiser les points de mesure. La circulaire précise que les incertitudes liées à ces mesures varient de 15 à 30% selon les fournisseurs et les composés mesurés.

Le guide précise également que la mesure passive de particules (PM) n'offre pas de retour d'expérience fiable, aussi elle ne préconise pas de l'appliquer de manière systématique.

4. ETAT INITIAL BIBLIOGRAPHIQUE

NB : Au-delà de cette première analyse bibliographique, l'état initial de la qualité de l'air du site est également évalué sur la base de campagnes de mesures de polluants. Les parties suivantes les détaillent.

4.1 ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE DE LA QUALITE DE L'AIR

4.1.1 SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT DU DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET)

L'article 10 de la loi portant sur la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (NOTRe) de 2015 introduit l'élaboration d'un Schéma Régional d'Aménagement, de Développement et d'Egalité des Territoires (SRADDET) parmi les attributions de la région en matière d'aménagement du territoire. Le SRADDET se substitue aux schémas sectoriels tels que le SRCAE, SRI, SRIT, PRPGD et doit orienter les documents majeurs de planification tels que le SCoT, le PLU, le PCAET, le PDU, etc.

Ce document a pour objectif de fixer les objectifs de moyen et longs termes en lien avec plusieurs thématiques :

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

Le SRADDET de la région Sud Provence Côte d'Azur a été adopté le 26 juin 2019. Le Préfet de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur a rendu son arrêté portant approbation du Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Egalité des Territoires le 15 octobre 2019.

Les objectifs du SRADDET sont les suivants :

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

Le diagnostic de ce schéma fait état d'un bilan d'émissions de gaz à effet de serre marqué majoritairement par l'industrie (35%), le transport (24%) et la production et distribution d'électricité (20%). La région Provence-Alpes-Côte d'Azur est particulièrement sensible à la pollution

atmosphérique. C'est l'une des régions françaises les plus émettrices en dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et composés organiques volatils (COV). Ces multiples sources d'émissions, conjuguées à un fort ensoleillement, exposent la région à une pollution photochimique à l'ozone parmi les plus élevées d'Europe.

La qualité de l'air dégradée s'explique par :

- une pollution urbaine essentiellement due aux transports sur les 4 principales agglomérations (Aix-Marseille, Toulon, Nice et Avignon),
- une pollution industrielle autour de la zone de l'Étang de Berre.

Dans ce contexte, l'amélioration de la qualité de l'air constitue en Provence-Alpes-Côte d'Azur un enjeu sanitaire majeur. Les orientations du SRCAE visent à réduire en priorité les émissions d'oxydes d'azote, les particules fines et les composés organiques volatils (COV) polluants primaires précurseurs de l'ozone.

4.1.2 LE PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHERE (PPA) DES BOUCHES DU RHONE

Le PPA des Bouches du Rhône a été révisé en mai 2013, il contribue à restaurer la qualité de l'air dans les Bouches du Rhône pour préserver la santé des populations.

De manière générale, les PPA mettent en place des mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques et d'amélioration de la qualité de l'air.

Sous l'autorité du Préfet des Bouches-du-Rhône, la DREAL a lancé la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) des Bouches-du-Rhône – objectif 2025, lors du comité de pilotage du 31 janvier 2019. Une enquête publique est ouverte du lundi 13 septembre au vendredi 22 octobre 2021.

Afin de répondre aux objectifs du PPA, 36 actions sectorielles et 1 action transversale ont été retenues sur le territoire des Bouches du Rhône :

- Transport/Aménagement/Déplacement : 23 actions ;
- Industrie : 8 actions ;
- Chauffage Résidentiel/Agriculture/Brûlage : 5 actions ;
- Tous secteurs : 1 action.

Le PPA a estimé les gains sectoriels et par polluant liés à ces actions :

	Description	Part du gain en PM ₁₀	Part du gain en PM _{2.5}	Part du gain en NOx
Industrie	Réduction des émissions diffuses et canalisées de poussières, Réduction des émissions de PM et de NOx Réduction des émissions de COV, HAP...	-3,5%	-3,7%	-2,4%
	Amélioration des connaissances			
Transport	Optimiser la gestion du trafic routier Mieux prendre en compte la qualité de l'air dans l'aménagement du territoire Inciter au report modal, au développement des Transports Public et des modes actifs Améliorer les performances des flottes de Véhicules Légers et Véhicules Utilitaires Légers			
	Réduire les émissions des Ports et Aéroports Réduire les émissions des infrastructures routières de type « Tunnels urbains Diminuer l'impact environnemental des chantiers Objectifs qualité de l'air dans le cœur dense de l'agglomération Aix-Marseille Améliorer le transport de marchandises	-4,1%	-4,3%	-5,8%
Résidentiel/ Agriculture/ Brûlage	Réduire les émissions des Installations de Combustion	-1,3%	-1,4%	-0,1%
	Veiller à l'articulation PPA et PCET			

Figure 8 : Gains par secteur et par polluants estimés par les actions du PPA des Bouches du Rhône

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.

4.1.3 SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR (RESEAU ATMO FRANCE)

La qualité de l'air de la région marseillaise fait l'objet d'un suivi régulier et l'ensemble des données disponibles est géré par l'association Atmo Sud. Le dernier bilan publié à l'échelle de la Métropole de Marseille est celui de l'année 2016.

4.1.3.1 Métropole Aix Marseille Provence

Le suivi régulier des teneurs en polluants dans l'air permet d'établir un indice hebdomadaire de la qualité de l'air : **l'indice ATMO**. Cet indice se base sur l'observation des concentrations de trois polluants dans l'air (le dioxyde de soufre (SO₂), dioxyde d'azote (NO₂) et l'ozone (O₃)).

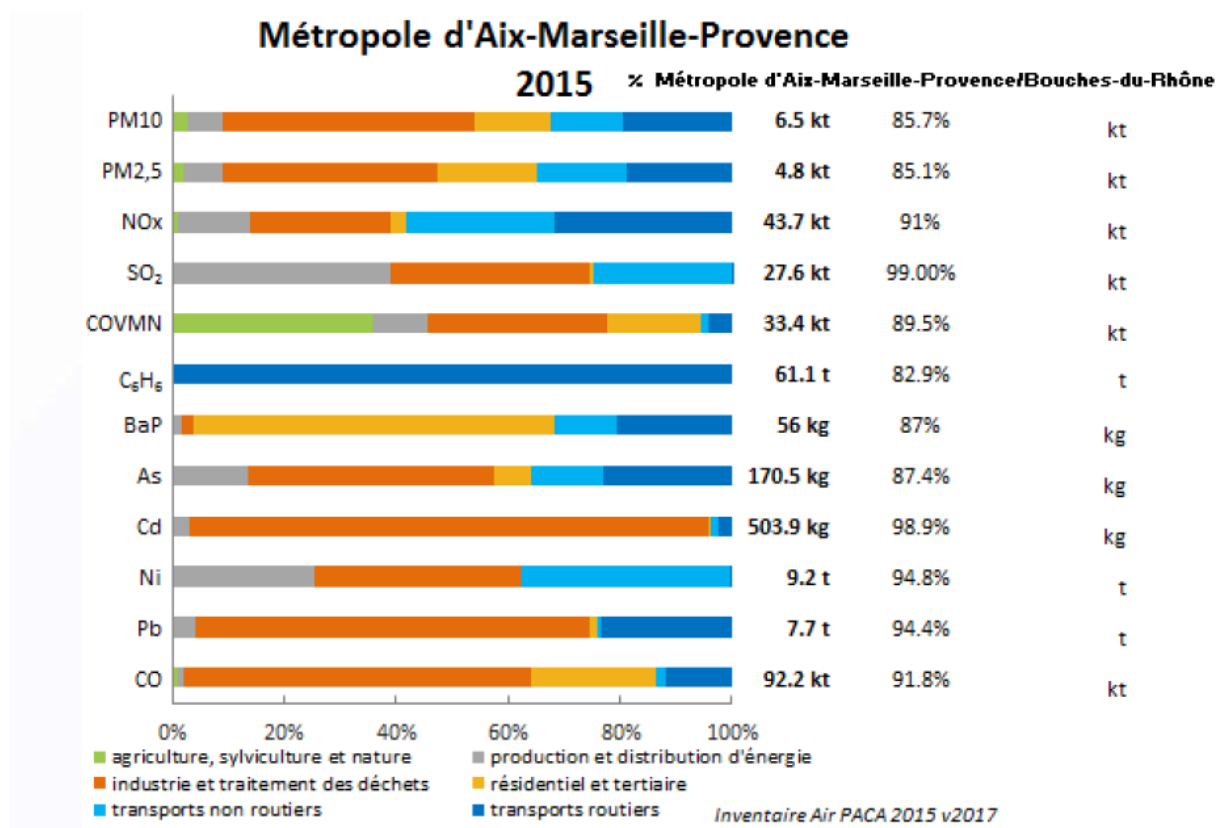


Figure 9 : Répartition des émissions polluantes sur la métropole d'Aix Marseille Provence – année 2015 (source : ATMO)

En 2016, la qualité de l'air a été globalement bonne sur la métropole et sur Marseille (52%). Quatre journées de mauvaise qualité de l'air ont été observés à Marseille. L'ozone est le polluant majoritairement à l'origine des indices.

Les particules fines (PM) sont dues principalement aux transports et résidentiel.

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.

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.

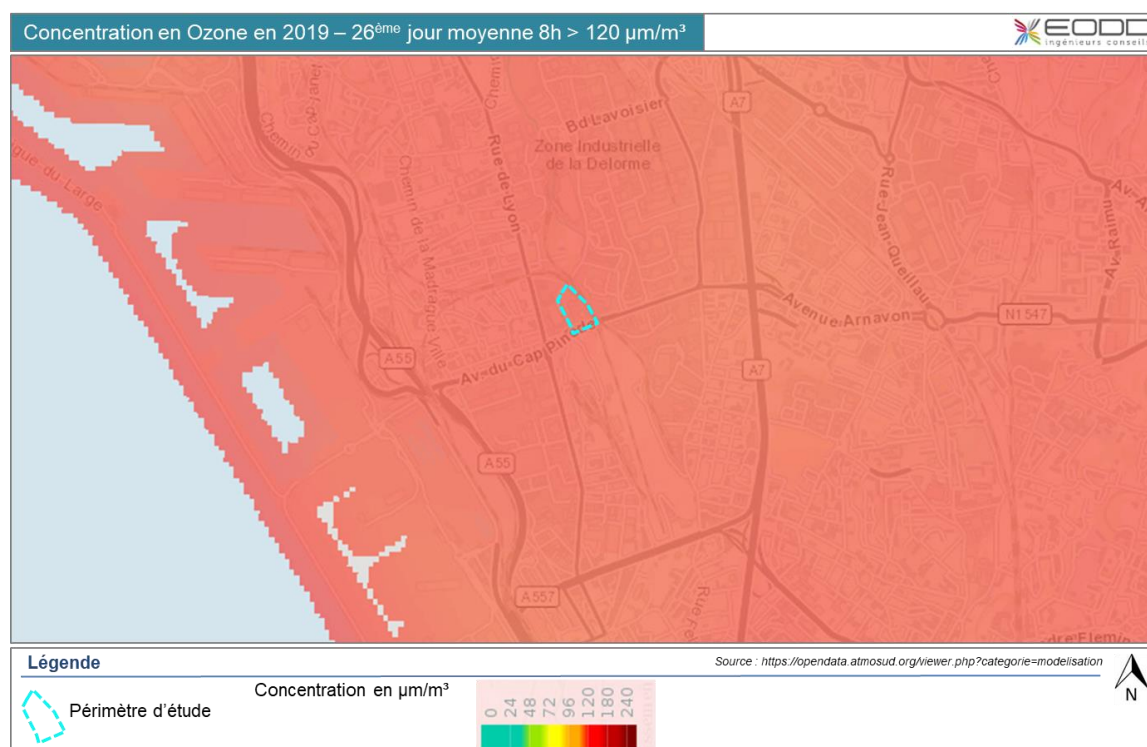


Figure 10 : Concentrations du 26^{ème} maximum journalier sur 8h de concentration en Ozone en 2019 (source : ATMO Sud/Opendata)

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (sur une plage de 8h) plus de 25 jours par an.

Particules PM_{10} :

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 PM_{10} .

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 de l'OMS pour les PM_{10} 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 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et la valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an est de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$ (Directive « Clean Air For Europe » - 2008).

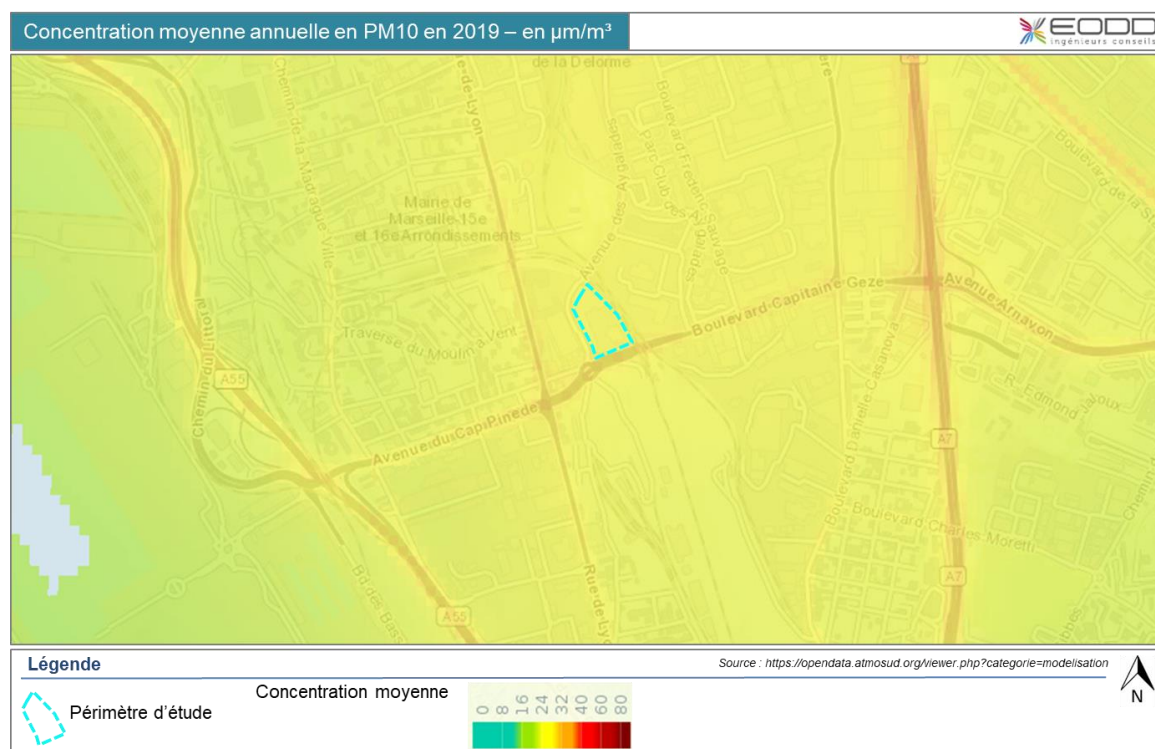


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ en 2019 (source : ATMOSud/Opendata)

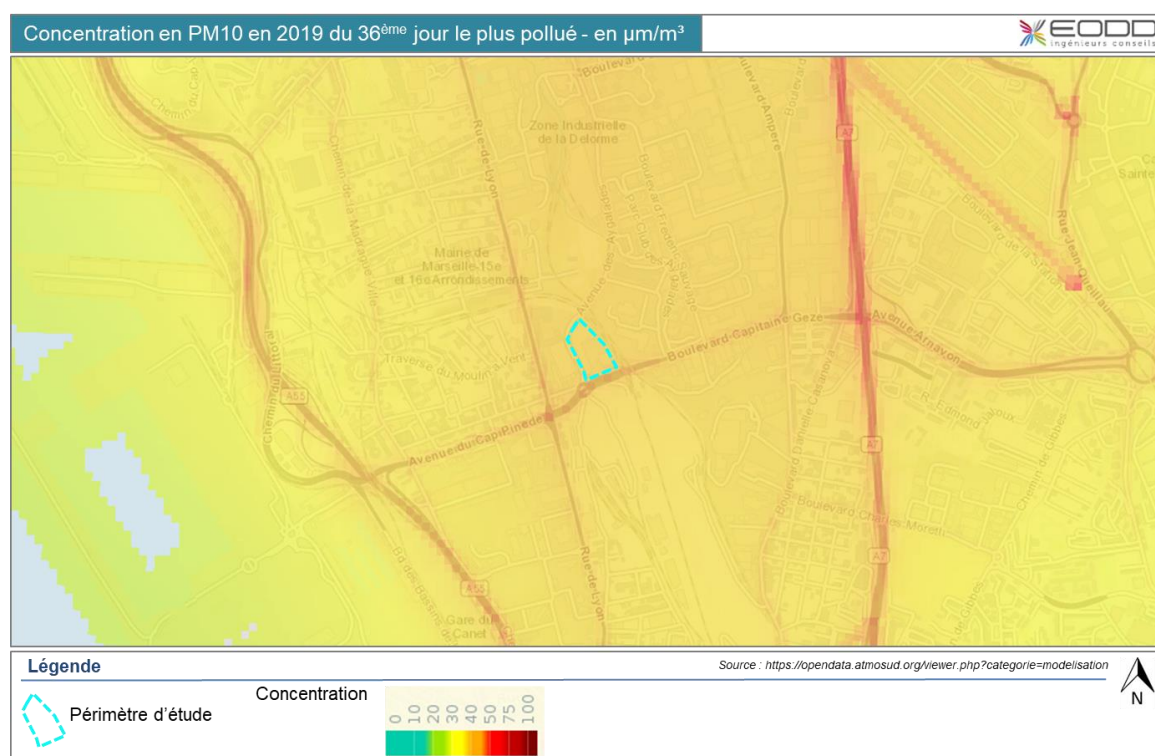


Figure 12: Concentrations en PM₁₀ en 2019 du 36^{ème} jour le plus pollué (source : ATMOSud/Opendata)

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 exposé : 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).

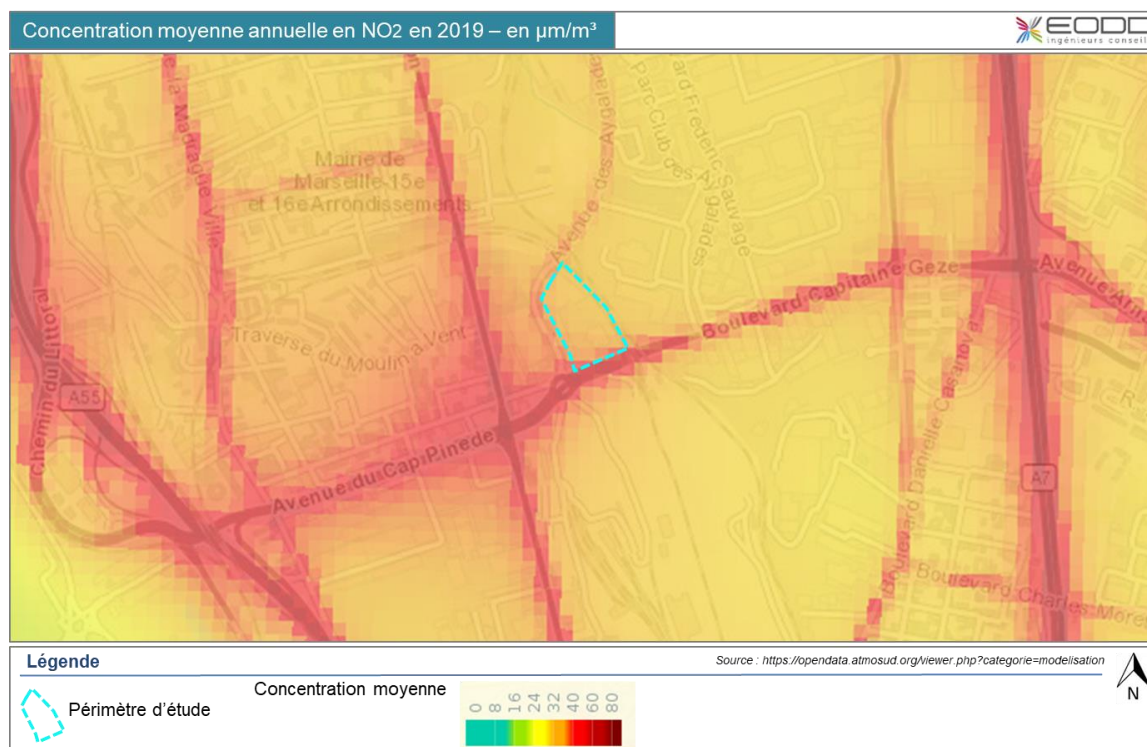


Figure 13 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ en 2019 (source : ATMOSud/Opendata)

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 »).

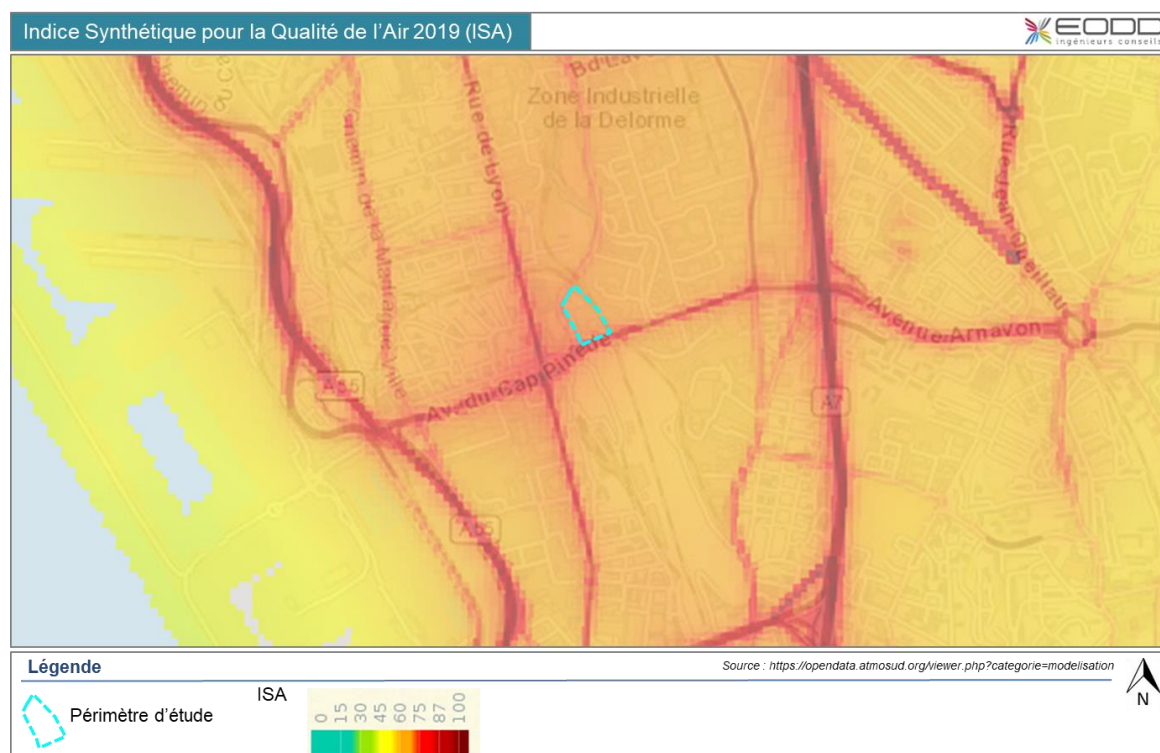


Figure 14 : Indice Synthétique de l'Air – NO₂, PM₁₀ et O₃, en 2019 dans les Bouches-du-Rhône (source : ATMO Sud/Opendata)

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.**

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.

4.1.3.2 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 ATMO⁶ dans un rapport de mai 2020 sur l'impact des ports sur la ville de Marseille⁷, 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),

⁶ 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

⁷ <https://www.atmosud.org/publications/quelle-qualite-de-lair-pour-les-riverains-des-ports-de-nice-et-marseille>

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 celle-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.

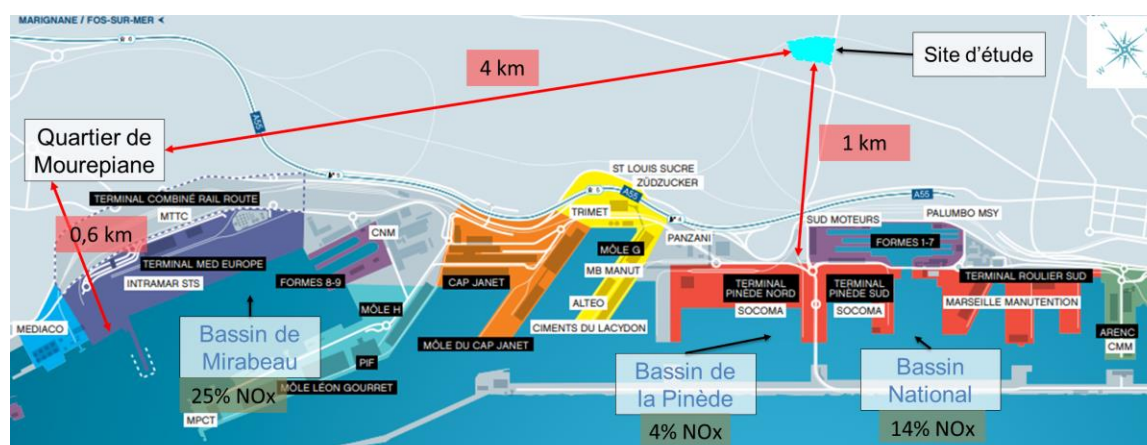


Figure 15 : Situation du site d'étude par rapport aux bassins du GPMM émetteurs de NO_x

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.

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

4.1.4.1 Stations de mesures ATMO les plus proches

La station fixe de mesure ATMO la plus proche du site d'étude est la station fixe « Saint Louis », de type « Fond/urbaine », mais également la stations « Place Verneuil » de types « Fond/urbaine ».

La station « Saint Louis » mesure les polluants suivants : NO, NO₂, NO_x, les PM_{2,5}, PM₁ et les PM₁₀.

La station « Place Verneuil » mesure en plus le SO₂ et ne mesure pas les particules.

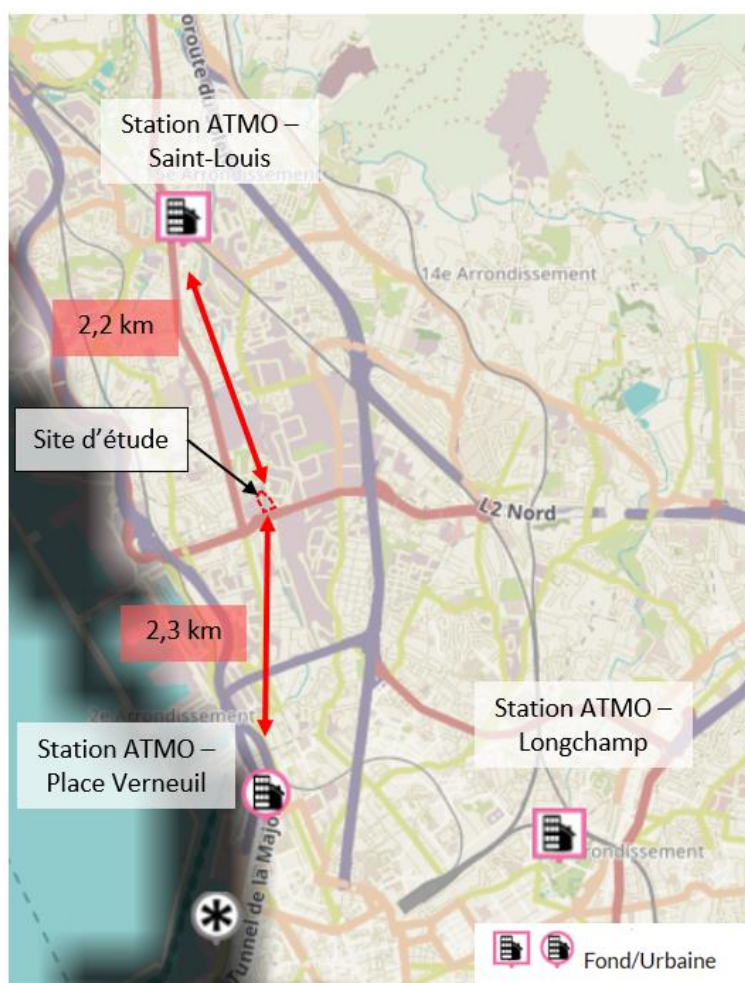


Figure 16 : Localisation des stations de mesures de qualité de l'air ATMO les plus proches (source : ATMO Sud)

	09/20	10/20	11/20	12/20	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21
NO (gazeux)												
Place Verneuil	7,6	9,1	10,6	13,6	15,9	11,3	9,9	5,5	7,3	7,3	9,1	10,6
St-Louis	11,9	10,5	14,1	14,1	10,1	16,3	14,4	9,2	7	9,2	9	11,5
NOx (gazeux)												
Place Verneuil	42,3	39,4	47,7	53,5	57,9	46,3	49,1	35,8	35,8	38,9	44,6	51,6
St-Louis	54,5	40,9	51,3	48,8	39,6	54,2	57,8	46,5	37,1	49,3	47,2	56,3
NO2 (réglementé) Valeur limite/Objectif de Qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle⁸												
Place Verneuil	30,6	25,5	31,4	32,6	33,5	29	33,9	27,4	24,7	27,8	30,7	35,3
St-Louis	36,3	24,7	29,7	27,2	24,1	29,5	35,7	32,5	26,4	35,2	33,4	38,6
SO2 (réglementé) Objectif de qualité = 40 µg/m³ en moyenne annuelle⁹												

⁸Source : <https://www.airparif.asso.fr/reglementation/normes-francaises#:~:text=En%20moyenne%20journali%C3%A8re%203A%20125%20%C2%B5g,annuelle%203A%2050%20%C2%B5g%2Fm%C2%B3.>

⁹ 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.

	09/20	10/20	11/20	12/20	01/21	02/21	03/21	04/21	05/21	06/21	07/21	08/21
Place Verneuil	0,9	0,8	1	1	2,4	0,9	1,3	1,2	1,4	1,1	1,3	1,2
PM1 (particulaire)												
Place Verneuil	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	6,2	5,7	5,9
St-Louis	7,6	4,9	11,3	7,8	10,4	8,9	10,2	6,2	3,7	6,5	6,4	6,2
PM2,5 (règlementé) Valeur limite = 25 µg/m³ en moyenne annuelle												
Place Verneuil	13,1	10	16,5	12,5	15,2	15	15,5	11,4	5,6	8,8	7,8	8,9
St-Louis	10,1	7,1	13,9	9,3	12,3	13,1	13,6	8,5	5,7	9,3	9,3	10,9
PM10 (règlementé) Valeur limite = 40 µg/m³ en moyenne annuelle												
Place Verneuil	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2	18	15,5	20,4
St-Louis	21,4	15,9	22,9	14,5	17,9	26,4	25,6	17,3	12,8	21,4	25,9	37,6

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

Sur ces deux stations, parmi les polluants règlementés, aucun dépassement de la valeur limite moyenne annuelle sur ces 12 derniers mois n'a été observé.

Sur les stations ATMO de mesure de la qualité de l'air les plus proches (2 stations à environ 2 km), au cours des 12 derniers mois (attention, année COVID), aucun dépassement de valeurs limites (moyennes annuelles) n'a été noté.

4.1.4.2 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 EuroMéditerranée¹⁰ », 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.

¹⁰<https://www.atmosud.org/publications/evaluation-de-la-qualite-de-lair-sur-la-zone-de-l-etablissement-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 :

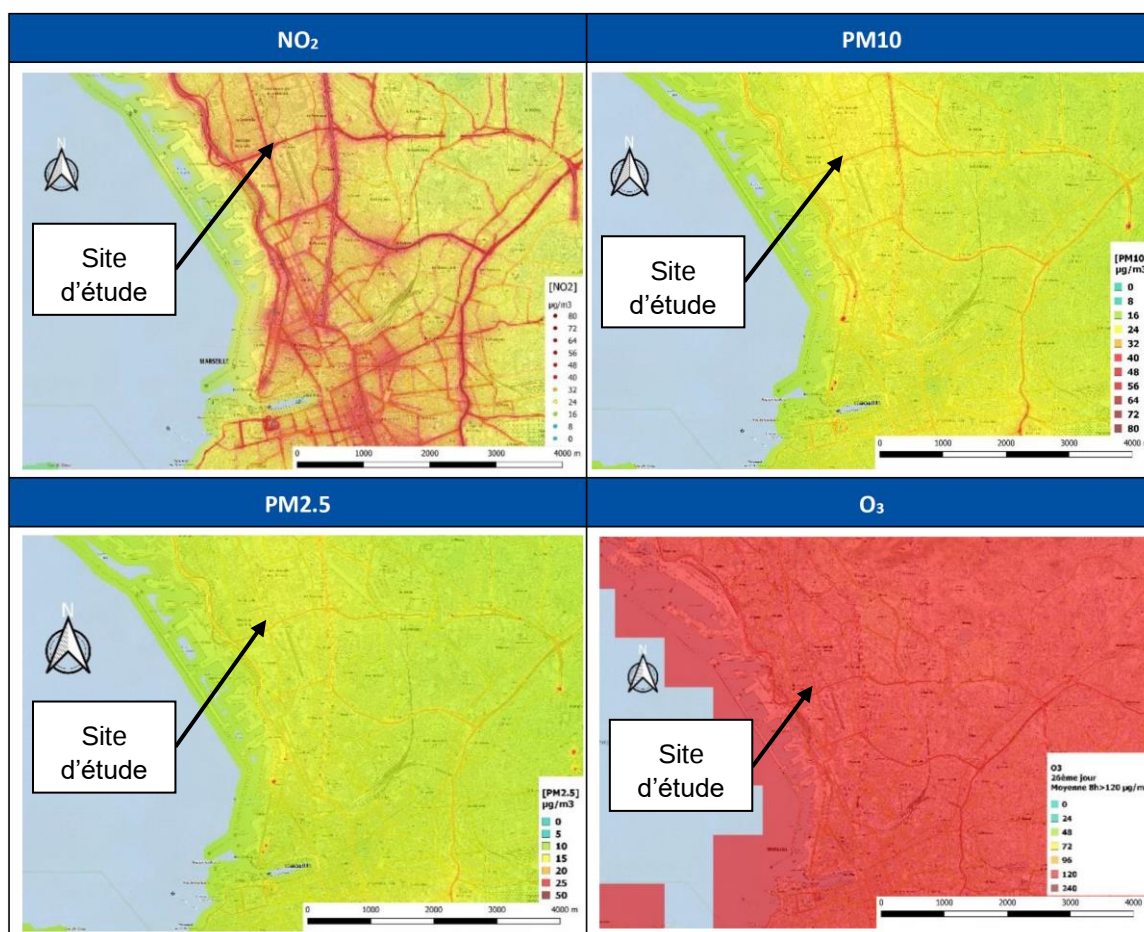


Figure 17 : Concentrations annuelles en NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} et 26ème maximum journalier de la moyenne sur 8h le plus élevé pour l'ozone pour 2018 (source : ATMO)

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 $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le maximum horaire a été enregistré à $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la valeur limite horaire est de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à ne pas dépasser plus de 24 heures par an). La valeur journalière maximale est de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, elle est inférieure à la valeur limite journalière de $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

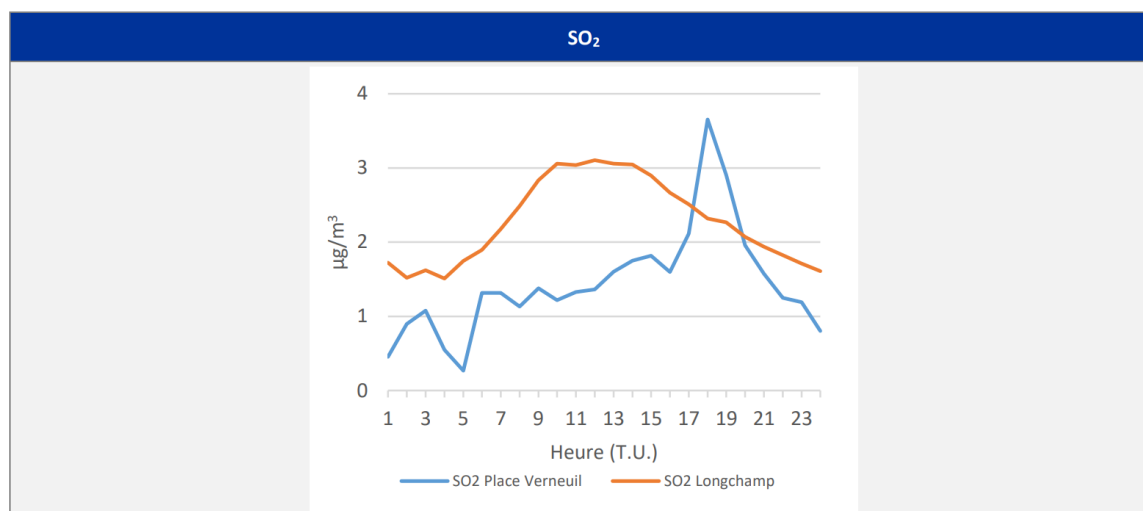


Figure 18 : Profils journaliers moyens du SO_2 à Marseille / Place Verneuil et Marseille / Longchamp en 2019

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

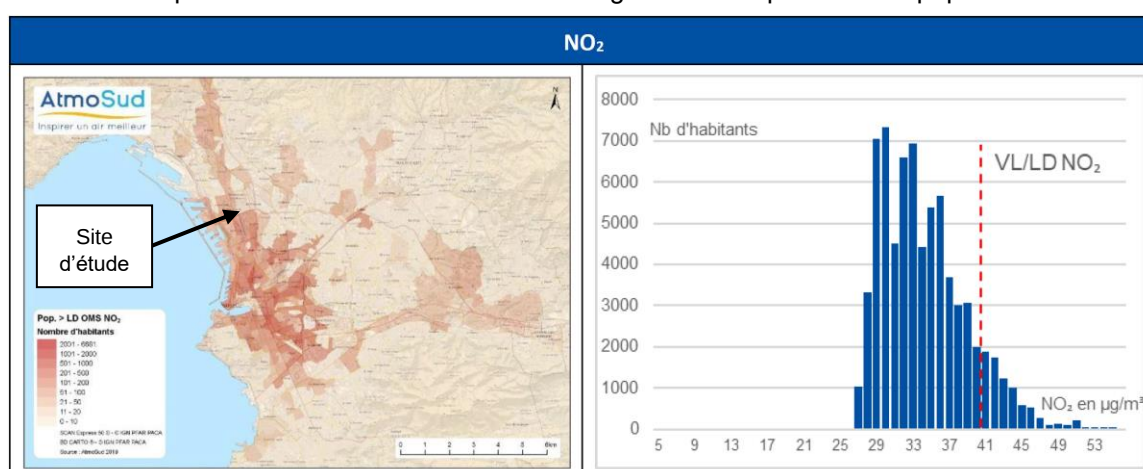


Figure 19 : A gauche = représentation cartographique du nombre d'habitants exposés à des concentrations de NO_2 supérieures à la limite réglementaire à Marseille en 2018
A droite = exposition des populations à la pollution atmosphérique sur la zone EuroMéditerranée en 2018 (source : ATMO)

Près de 8 000 personnes habitants dans la zone d'étude sont exposées à des concentrations de NO_2 supérieures à la réglementation ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), soit 11,1 % de la population de la zone EuroMéditerranée. Sur l'ensemble de la ville de Marseille, ce taux est de 4,1 %.

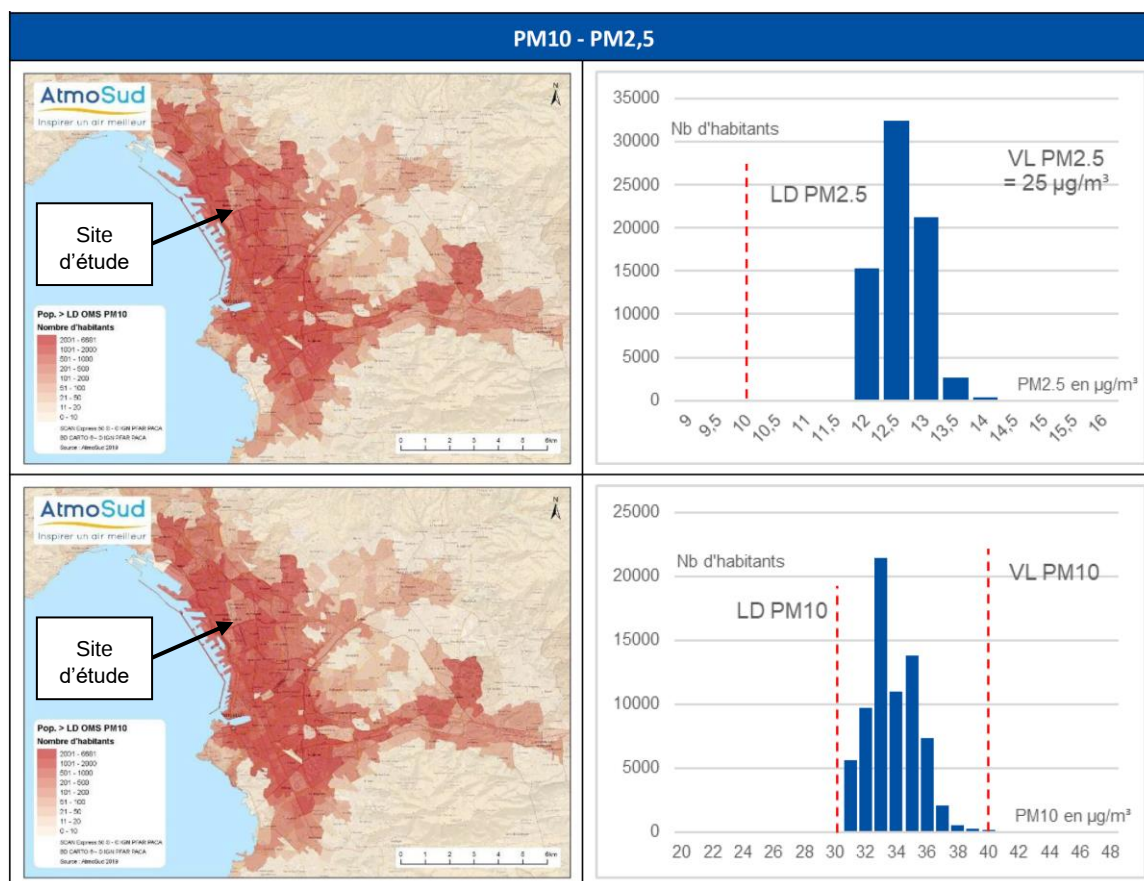


Figure 20 : A gauche = représentation cartographique du nombre d'habitants exposés à des concentrations de PM2.5 et PM10 supérieures à la limite réglementaire à Marseille en 2018, A droite = exposition des populations à la pollution atmosphérique sur la zone EuroMéditerranée (source : ATMO)

Le nombre de personnes exposées à des concentrations de PM_{2,5} et PM₁₀ au-dessus des valeurs réglementaires (valeur limite (VL) sur l'histogramme) est quasi nul sur la zone d'étude. Lorsque la valeur « objectif de qualité » fixée par l'OMS est choisie comme seuil, 100 % de la population de la zone EuroMéditerranée est exposée à la pollution de l'air des PM_{2,5} et PM₁₀.

L'étude ATMO sur le périmètre Euroméditerranée présente également l'avantage d'étudier les concentrations moyennes annuelles en 2018 en des points de mesure très localisés.

Ainsi, un site de mesure (le n°20) a été placé au début de la rue de Lyon, c'est-à-dire à environ 250m au Sud-Ouest du site d'étude Théodora.

Sur 2018, la mesure a ainsi relevé une concentration moyenne annuelle en NO₂ de 51 µg/m³, c'est-à-dire supérieure à la valeur limite annuelle de 40 µg/m³.

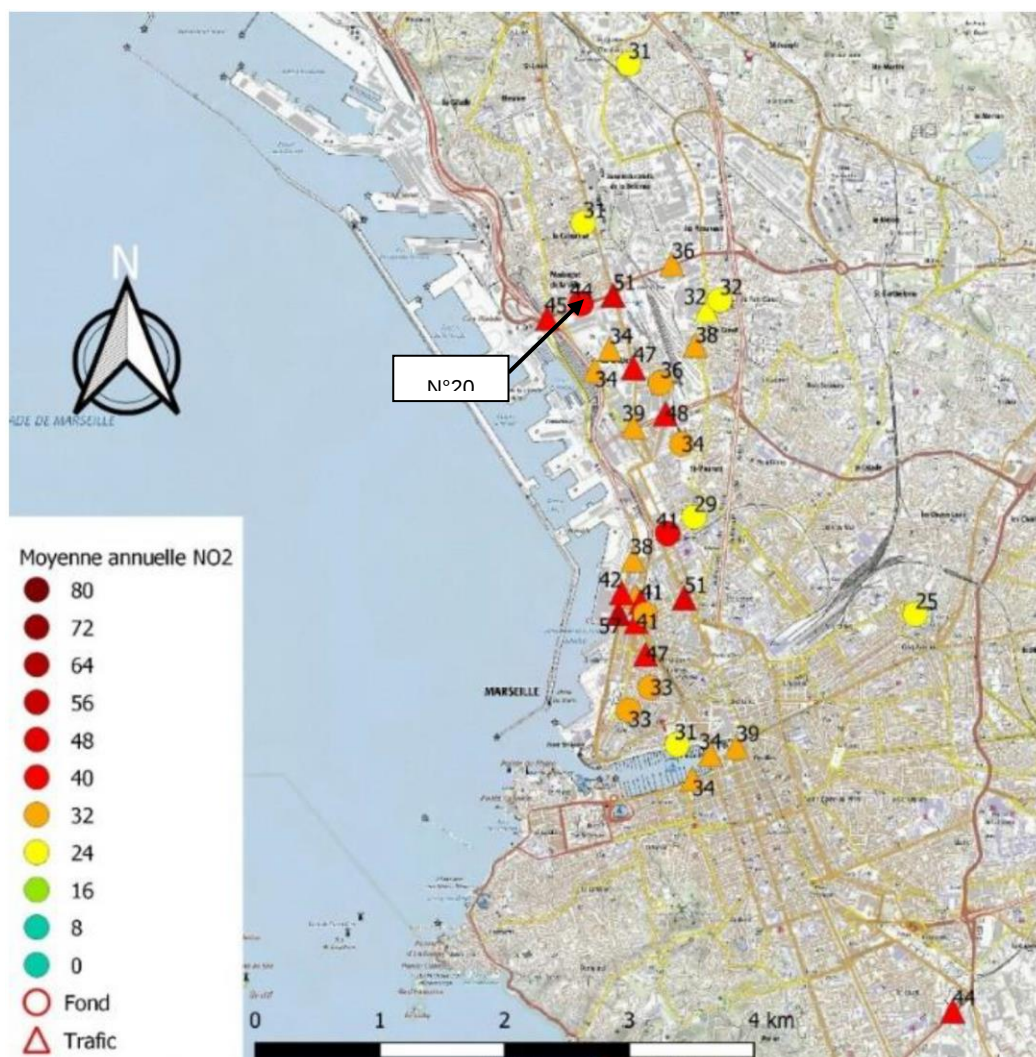


Figure 21 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en NO₂ (µg/m³) (ATMO)

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 réglementaire¹¹ est à 5 µg/m³ et l'objectif de qualité réglementaire à 2 µg/m³.

¹¹ 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.

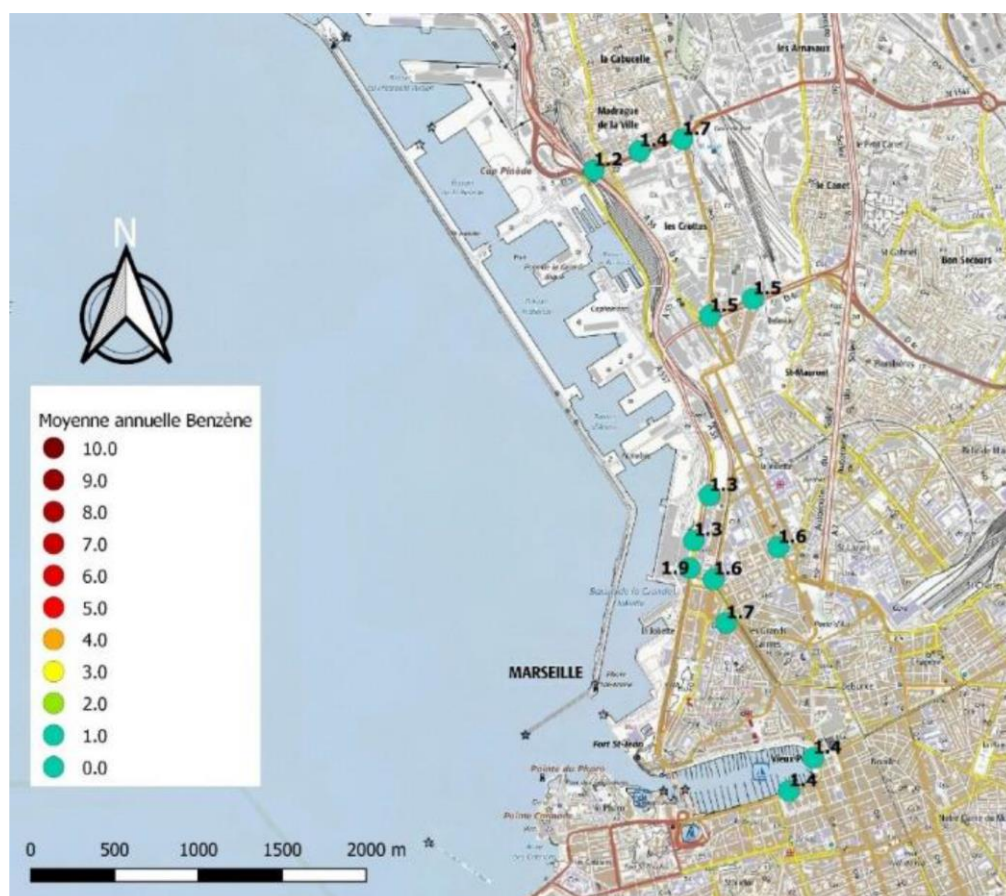


Figure 22 : Représentation des concentrations moyennes annuelles en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (ATMO)

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.

4.1.4.3 Etude 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 23 : Localisation du projet d'extensions du tramway 1 (source : Etude air/santé par EGIS)

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.

Stations		Marseille Plombières	Marseille Saint-Louis	Valeur limite	Valeur cible	Objectif de qualité
Polluants		Trafic	Urbaine	(moyenne annuelle)	(moyenne annuelle)	
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. Quatre 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.

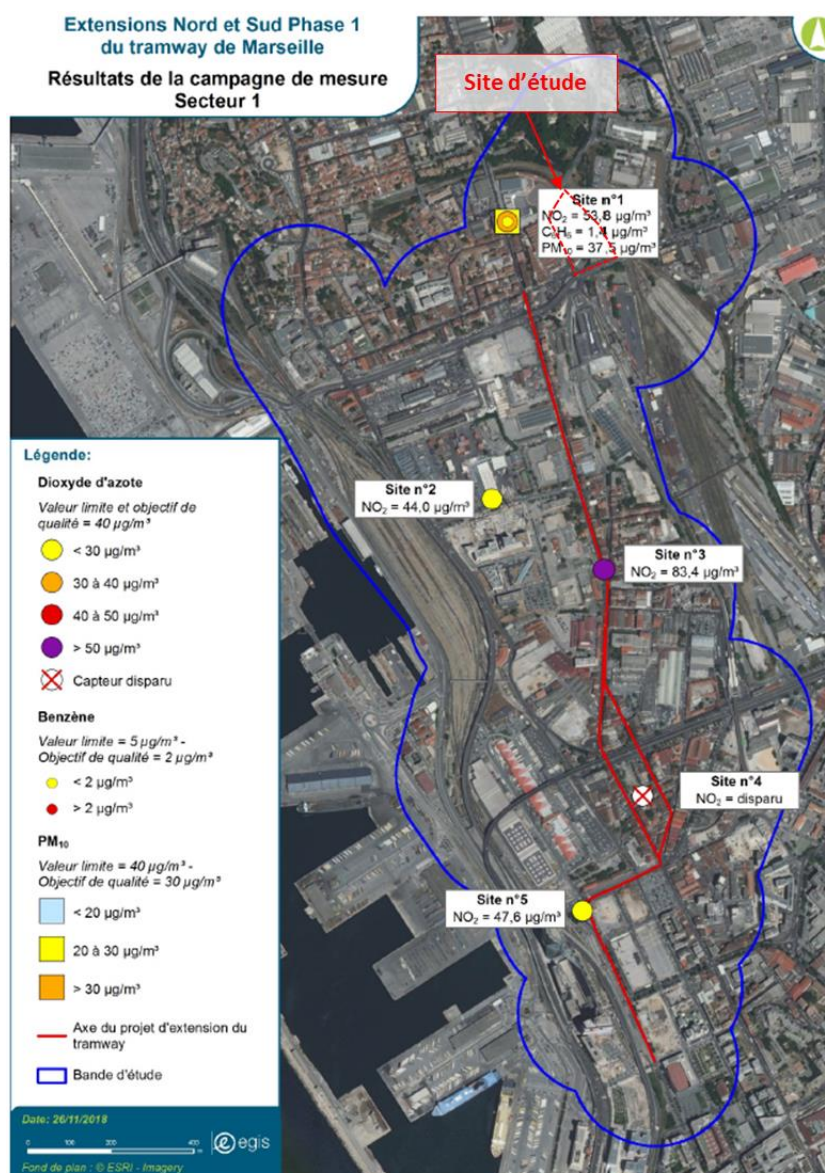


Figure 24 : Résultats de la campagne de mesures qualité de l'air de juin 2018 (source : Etude air/santé par EGIS)

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 §8.1 , mises en comparaison des calculs sur les états projetés (impacts).

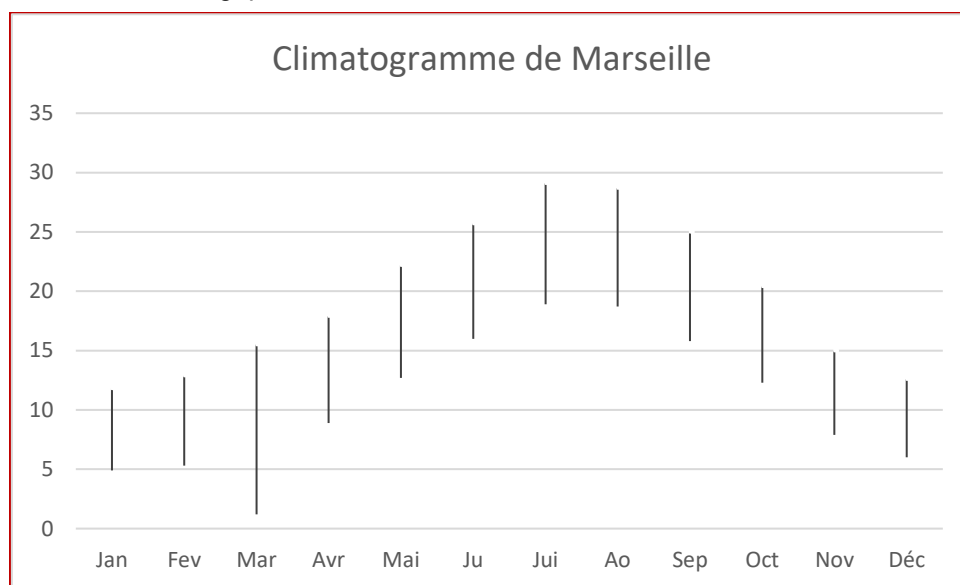
Des mesures réalisées en 2018 dans le cadre de l'étude pour le tramway à proximité du site de Théodora présentent un dépassement de la valeur cible (30 µg/m³) pour le NO₂, mais pas de sa valeur limite réglementaire (40 µg/m³), et ni l'une ni l'autre pour le Benzène et les PM₁₀.

- **Septembre 2021**

Les conditions météorologiques du mois de septembre 2021 à la station de Marseille Saint-Louis (la plus proche du secteur d'étude à environ deux kilomètres au Nord) sont détaillés sur la figure suivante.

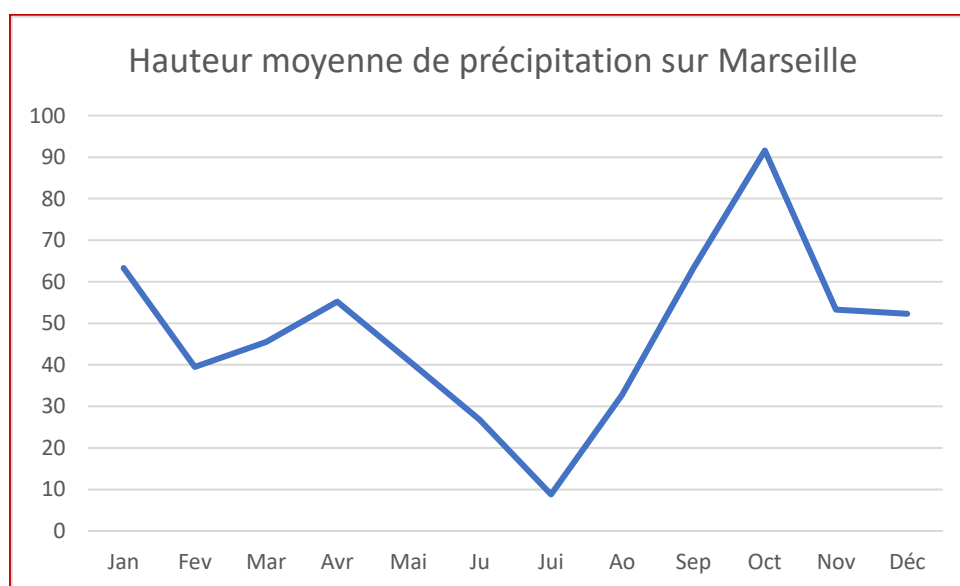
Le site du futur campus Théodora est soumis à un climat de type méditerranéen toutefois atténué par la proximité de la mer. Les températures hivernales sont plus douces et les étés moins caniculaires. Le régime des précipitations est caractérisé par une plus grande régularité mais les épisodes dits « méditerranéens », essentiellement automnaux et butant contre la Chaîne de l'Étoile, demeurent violents et impliquent de nombreux ruissellements, débordements de cours d'eau et désordres.

D'après la station météorologique de Marseille,



Source : Météo France - Station de Marseille (13) Indicatif : 130555001, alt : 75m, lat : 13°18'18"N, lon : 05°23'48"E

Figure 25 : Climatogramme de Marseille (Période 1971-2000) (source : fiche climatique de Marseille)



Source : Météo France - Station de Marseille (13) Indicatif : 130555001, alt : 75m, lat : 13°18'18"N, lon : 05°23'48"E

Figure 26 Hauteur de précipitations moyennes mensuelles de Marseille (Période 1971-2000) (source : fiche climatique de Marseille)

Normales annuelles – Marseille 1971-2000

Température minimale	11,2 °C
Température maximale	19,7 °C
Hauteur de précipitation	573,4 mm

*Tableau 5 : Normales annuelles de la station météorologique de Marseille
(source : Météo France)*

La rose des vents de la station météorologique de Marseille (13) indique que les vents ont une orientation Nord-Ouest/Sud-Est. Le mistral, orienté nord-ouest est le vent dominant, il souffle en moyenne 65 jours/an avec des rafales qui dépassent régulièrement les 100 km/h.

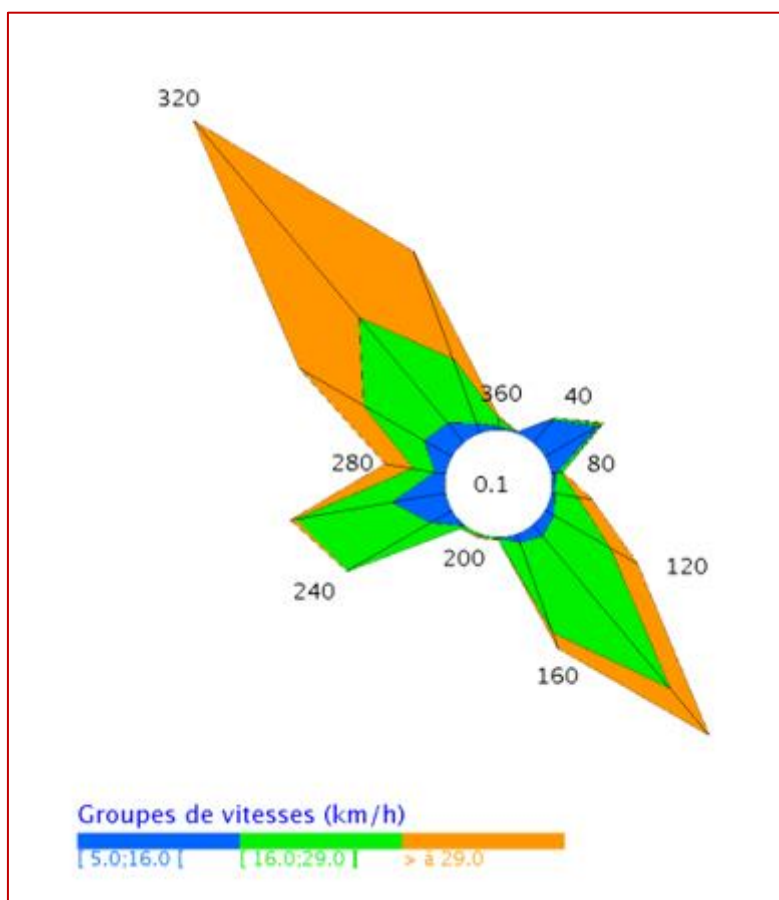


Figure 27 : Rose des vents à la station de Marseille (13) (source : fiche climatique de Marseille)

4.2 ENVIRONNEMENT DU SECTEUR D'ETUDES ET OCCUPATION DU SOL

4.2.1 SITE D'ETUDE

4.2.1.1 Occupation du sol

Le secteur d'étude, d'une superficie de 1,6 hectare, est actuellement occupé par plusieurs entreprises qui sont pour la plupart parties du site en 2021. Le site est traversé par le ruisseau des Aygalades.



Figure 28 : Occupation du site au droit du site d'étude (source : EODD)

Voici une carte listant les entreprises présentes au sein du site d'étude :

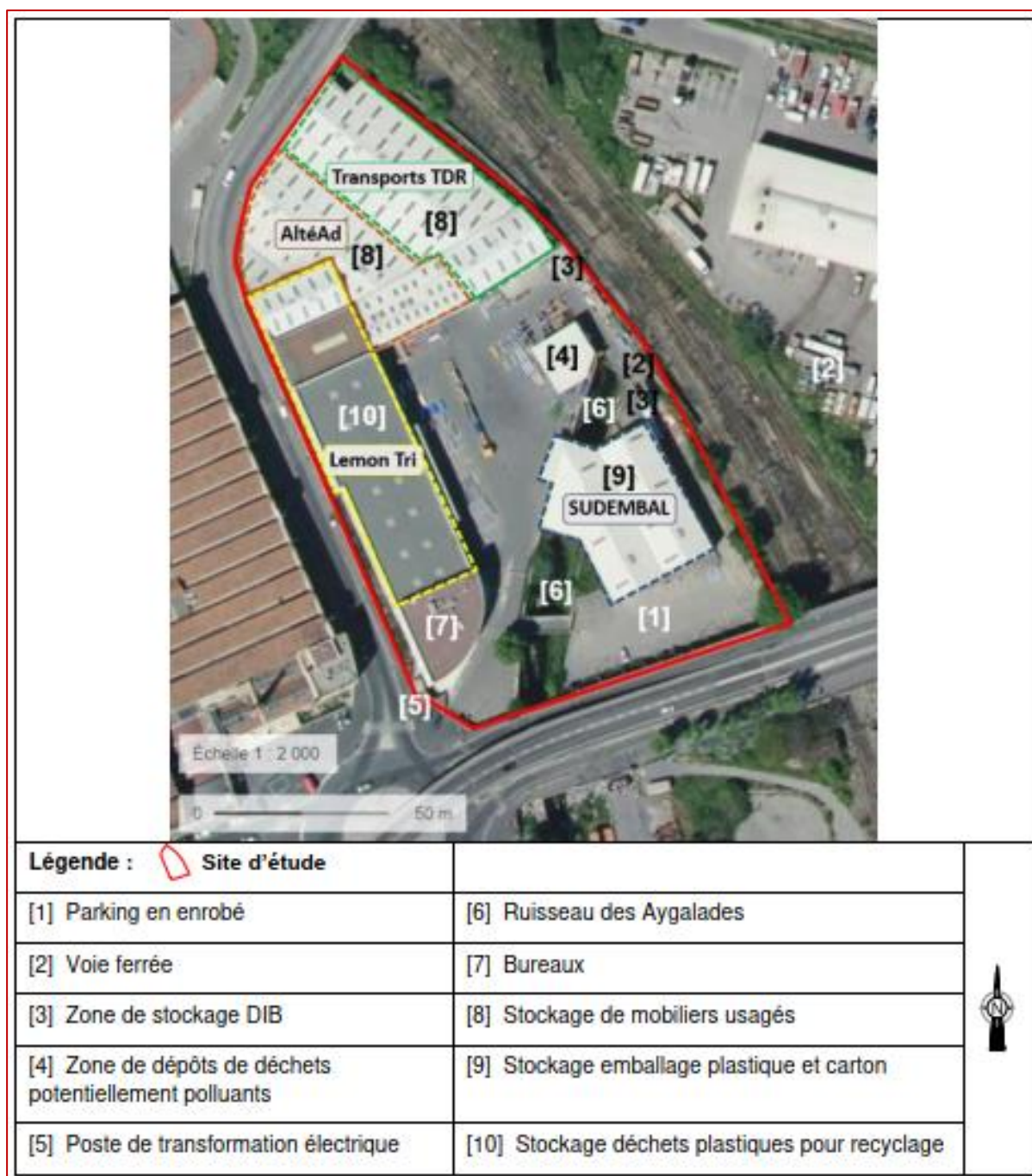


Figure 29 : Carte listant les entreprises à proximité immédiate du site (source : EODD)

4.2.1.2 Phase exploitation

La société Jaguar Network, spécialisée dans la data et les télécoms, va lancer via la Foncière Jaguar la réalisation du campus numérique démonstrateur « Théodora ».

Le site, cédé à l'Établissement public foncier PACA et racheté par l'entreprise Foncière Jaguar, est actuellement occupé par l'Assistance publique des Hôpitaux de Marseille (APHM) et par des entreprises de transport et de packaging.

Le futur campus numérique Théodora accueillera à terme des laboratoires de recherche, de développement, d'innovation et de nouvelles technologies, de la formation, un business center, des

bureaux et espaces de coworking, des commerces, des espaces de restauration, une salle de sport et un pôle résidentiel. Environ 1 000 emplois directs et 2 500 emplois autour de « *l'écosystème digital* » sont attendus à court terme.

Le projet a été confié aux cabinets d'architectes Carta Associés (Marseille) et VLEG (Martigues).

Le futur campus sera composé d'un bâtiment principal de 180 m de long en appui sur l'avenue Ibrahim Ali, sur le même principe que les constructions actuelles, et d'un pavillon central, au cœur d'un parc paysager et fortement végétalisé. Ces deux volumes distincts seront reliés par une passerelle. En complément, un sixième immeuble est prévu en R+18, détaché des autres et uniquement relié à eux via une passerelle. Cet « *îlot* », plus proche du ruisseau et de la zone inondable associé, sera ainsi édifié sur pilotis.

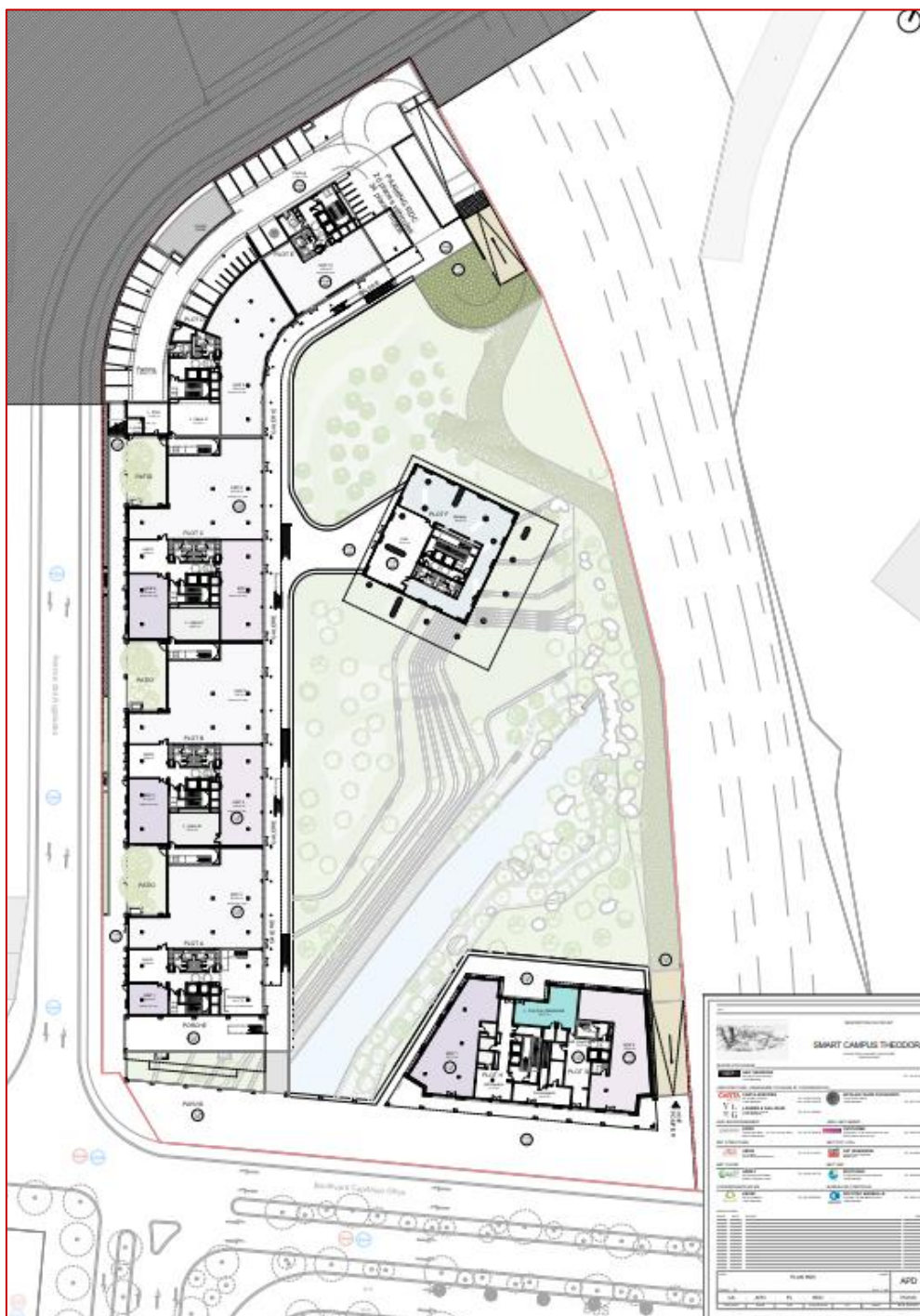


Figure 30 : Projet du campus Théodora (source : Carta Associés)

Le bâtiment principal sera divisé en cinq sous-unités :

- les plot A, B, C et D accueillant des Établissement recevant du public (ERP) en rez-de-chaussée non définis à ce stade et des activités tertiaires (le plot A recevra en plus une conciergerie dédié à l'accueil, l'information et l'orientation) ;
- le plot E sera dédié à la formation.

Le pavillon central (plot F), quasi-autonome, n'accueillera que des activités tertiaires.

4.3 INVENTAIRE DES SOURCES D'EMISSIONS

Il existe 3 typologies d'émissions, fréquemment associées à des exemples types :

- Émissions ponctuelles : émissions industrielles (cheminées) ;
- Émissions linéiques : trafic routier ;
- Émissions surfaciques : déchetteries, parkings (par exemple).

4.3.1 TRAFIC ROUTIER

Les émissions de polluants d'une infrastructure sont directement proportionnelles au flux de trafic (VL et PL), à la composition des parcs automobiles, aux émissions unitaires des véhicules et dépendent fortement de la vitesse moyenne sur le parcours.

Notons que la passerelle du boulevard du Capitaine Gèze a été démontée dans le courant de l'année 2021.

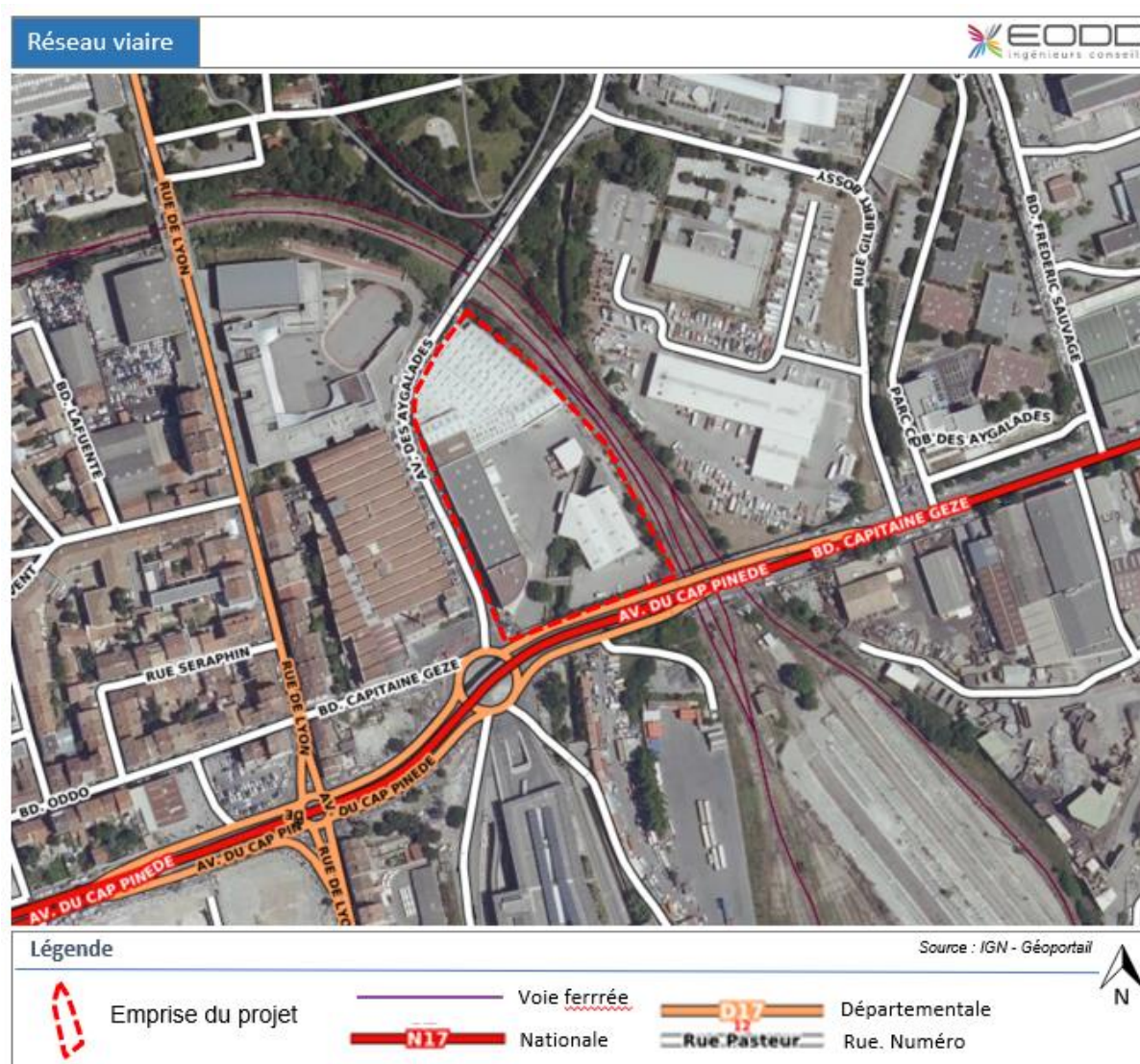


Figure 31 : Réseau viaire desservant le site d'étude (source du fond de plan : Géoportail)

D'après l'étude trafic réalisée par Transitec en 2021, les trafics retenus sont les suivants :

Voie	Situation actuelle 2020	
	TMJA	% PL
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	19880	4,9
Cap pinède, section Ibrahim Ali/Gay Lussac	19880	5
Rue de Lyon, section au sud de l'Avenue Cap Pinède	9960	2,8
Avenue Ibrahim Ali	7680	6,5
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	3280	1,4

Tableau 6 : Tableau des trafics sur les voiries entourant le site d'étude (source : Transitec/EODD)

4.3.2 AUTRES SOURCES D'EMISSIONS

Les sources d'émissions de polluants atmosphériques peuvent être de multiples natures, par exemple : industries à proximité, déchetteries, agriculture (dont certains élevages), ou encore les habitations à proximité (chauffage au bois ou au fioul notamment).

Ci-dessous sont réalisées des listes de données permettant de savoir quels établissements rejetant des polluants dans l'atmosphère sont implantés à proximité du site d'étude et susceptibles d'impacter la qualité de l'air locale.

Il est important cependant de souligner que la proximité avec une source ne confirme pas que celle-ci en particulier va plus impacter le site d'étude qu'une autre plus lointaine (cf. facteurs environnementaux et flux d'émissions notamment).

4.3.2.1 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Les informations sur les ICPE qui paraissent pertinentes dans le cadre de l'étude air (nature des activités et/ou leur importance) sont détaillées ci-dessous (sont surlignées en gras les **catégories susceptibles d'avoir des impacts sur la pollution atmosphérique**).

ICPE	Nom de l'établissement	Activités
Usine non Seveso - Autorisation	Profer Marseille	Broyeur, TTC Métaux et centre VHU
Usine non Seveso - Enregistrement	CDL	Démantèlement d'épaves
Usine non Seveso - Enregistrement	Surplus Marseille	Commerces de détail d'équipements automobiles

Tableau 7 : Sites ICPE recensés autour du secteur d'étude (source : Géorisques)

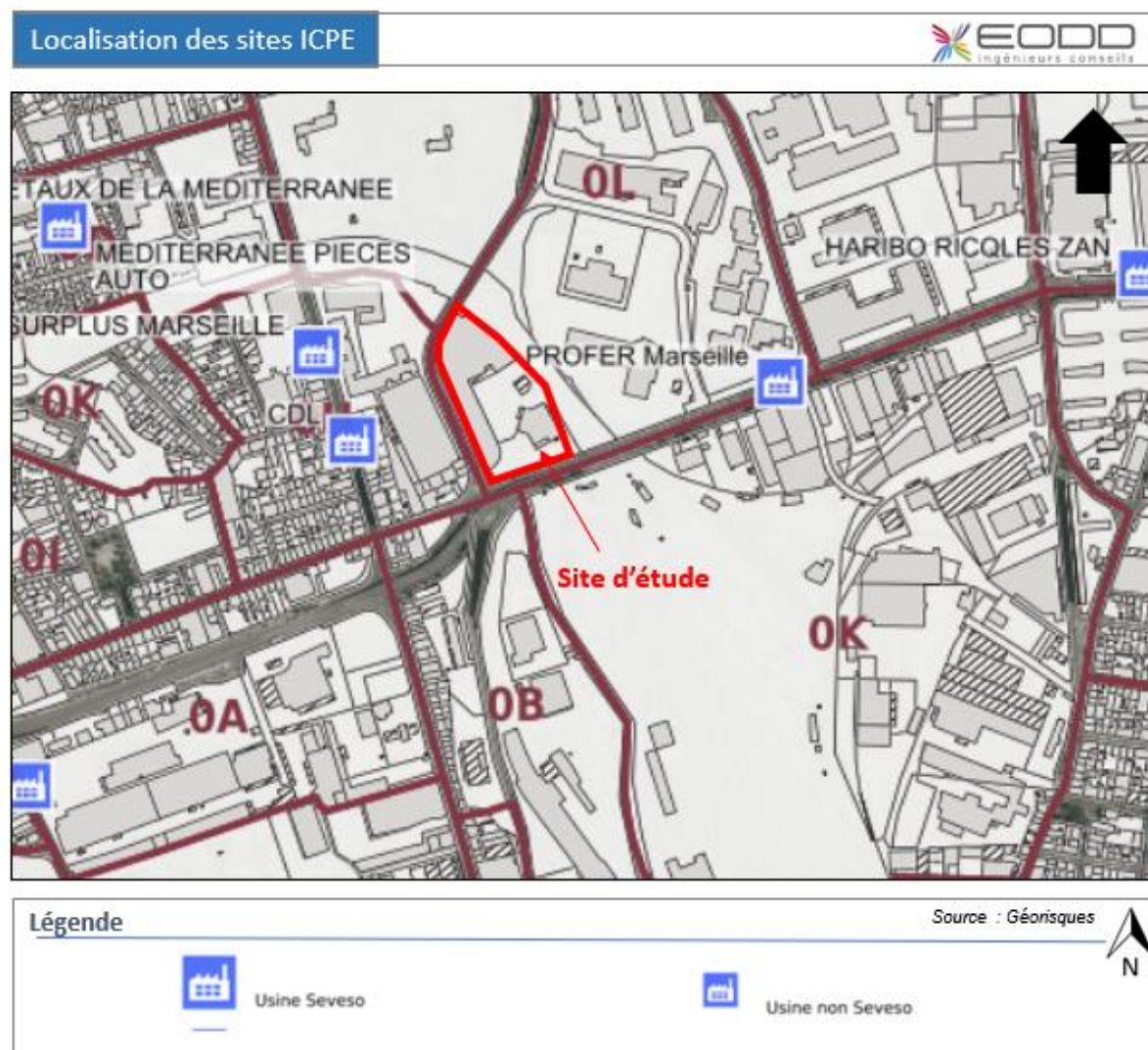


Figure 32 : Installations classées pour la protection de l'environnement - sources potentielles pouvant impacter la qualité de l'air du secteur d'étude (source : Géorisques)

4.3.2.2 Inventaire historique des sites industriels et activités de service (BASIAS)

D'après la base de données BASIAS (Inventaire historique des sites industriels et activités de service), plusieurs sites industriels et/ou activités de service encore en activité sont recensés dans un rayon d'environ 600 m autour du secteur d'étude. Pour les sites encore en activité, ils représentent des sources actives potentielles pouvant impacter la qualité de l'air du secteur d'étude. Ils sont localisés sur la figure suivante et présentés dans le tableau suivant.



Figure 33 : carte de localisation des sites BASIAS au droit du site d'étude (source : BASIAS Géorisques)

Identifiant	Ref carte	Nom de l'établissement	Etat d'occupation du site	Activité	Date de début activité
PAC1317412	1	Ets Rocca, Tassy et de Roux	Activité terminée	- Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales (huile végétale et animale, y compris fonderie de suif), hors huile minérale - Dépôt de liquides inflammables - Traitement et revêtement des métaux (traitement de surface, sablage et métallisation, traitement électrolytique, application de vernis et peintures)	01/01/1111

Identifiant	Ref carte	Nom de l'établissement	Etat d'occupation du site	Activité	Date de début activité
PAC1302369	2	L.Court de Payen et L.Falque	Ne sait pas	Fabrication de savons, de produits d'entretien et de parfums	09/06/1925
PAC1302432	3	Sté Lille Bonnière et Colombes	Activité terminée	Dépôt de liquides inflammables	01/01/1923
PAC1302670	4	Atelier de M. Brissac	Activité terminée	Apprêt et tannage des cuirs ; préparation et teinture des fourrures et cuirs (tannerie, mégisserie, corroierie, peaux vertes ou bleues)	01/01/1908
PAC1317411	5	Ets Rocca, Tassy et de Roux	Activité terminée	Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales (huile végétale et animale, y compris fonderie de suif), hors huile minérale - Dépôt de liquides inflammables	01/01/1111

Tableau 8 : Sites BASIAS recensés à proximité immédiate du site d'étude (source : BASIAS Géorisques)

Seuls les 3 premiers sites sont inclus dans le périmètre d'étude.

4.4 DONNEES DE POPULATION

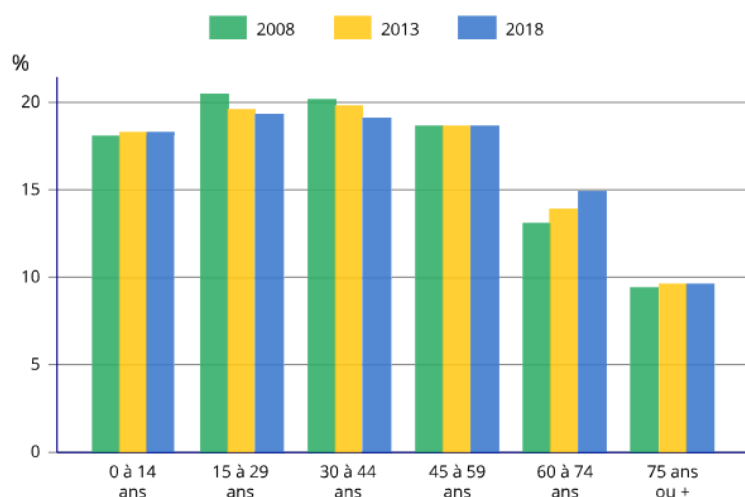
4.4.1 STRUCTURE DE LA POPULATION DE LA COMMUNE

Selon le site de l'Insee¹², les données population de la commune de Marseille sont détaillées sur la figure suivante.

Population en 2018	868 277
Densité moyenne (hab/km ²) en 2018	3 608,5
Variation annuelle moyenne de la population en % (2013 à 2018)	0,3
Taux de natalité (%) en 2018	14,8
Taux de mortalité (%) en 2018	8 ,6

Tableau 9 : Données de populations de la commune de Marseille (source : Insee RP2018 exploitations principales)

¹² Institut national de la statistique et des études économiques



Entre 2008 et 2018, la population est marquée par un léger vieillissement (13,1 % à 14,9% pour la tranche d'âges 60 à 74 ans et une légère stabilisation pour les 75 ans et plus). Les tranches d'âges des 15-29 ans et 30-44 ans recule légèrement passant de 20 à 19 % de la population.

4.5 VOIES D'EXPOSITION DE LA POPULATION

4.5.1 EXPOSITION QUOTIDIENNE

Les zones accueillant une population au quotidien représentent un enjeu pour la santé humaine en matière d'exposition aux pollutions. Sont considérées comme des zones d'exposition quotidienne pour les populations les zones d'habitat, commerces, terrains récréatifs, voies de passage, autres infrastructures, jardins ouvriers ou familiaux, zones de loisirs...

La carte ci-dessous recense les différentes typologies de zones présentes au droit du site d'étude.



Figure 34 : Environnement proche du site d'étude (source : EODD)

La voie ferrée n'est actuellement plus utilisée

4.5.2 ETABLISSEMENTS SENSIBLES

Il s'agit des établissements susceptibles d'accueillir des populations vulnérables. Il s'agit :

- Des structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies, maternités ;
- Des établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges, lycées ;
- Des structures d'accueil des personnes âgées : maisons de retraite, EHPAD ;
- Des établissements de santé : hôpitaux, cliniques ;
- Des lieux dédiés à la pratique du sport en extérieur.

Plusieurs établissements sensibles sont présents dans un rayon de 800 mètres environ autour du site d'étude.



Figure 35 : Cartographie des établissements pouvant accueillir des personnes sensibles aux alentours du projet (source du fond de plan : Géoportail)

5. METHODOLOGIE

5.1 CAMPAGNE DE MESURES IN SITU

5.1.1 METHODOLOGIE GENERALE

Conformément à la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B no 2005-273 du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, les investigations réalisées par un opérateur spécialisé d'EODD ingénieurs conseils, se sont déroulées du 17 au 27 septembre 2021, comme suit :

- Réalisation de 6 points de mesures (prélèvements d'air extérieur) dans le secteur d'étude :
 - 1 : Giratoire ;
 - 2 : Pointe Nord ;
 - 3 : Avenue Capitaine Gèze ;
 - 4 : Centre du site ;
 - 5 : Avenue Ibrahim Ali ;
 - 6 : Le long du bâti (côté intérieur).
- Hauteur des prélèvements : entre 1,2m et 1,5 m ;
- Prélèvements au moyen de :
 - Plaquettes de dépôt pour les **éléments traces métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc)**;
 - Tubes Radiello (tubes dont les parois sont perméables aux gaz et disposant d'une cartouche absorbante adaptée aux polluants à mesurer en son centre) : **pour le dioxyde d'azote (NO₂) et dioxyde de soufre (SO₂)**.

L'étude de la qualité de l'air est basée sur le principe de l'échantillonnage passif. Ces essais sont basés sur la convection naturelle ou diffusion de l'air vers un adsorbant ou un support solide imprégné de réactif chimique, adapté à l'adsorption spécifique du polluant gazeux. Le polluant est transporté vers l'échantillonneur par diffusion moléculaire laminaire à travers une couche statique d'air jusqu'à la zone de piégeage où il est retenu.

Les supports de prélèvements (plaquettes de dépôt et tubes Radiello) ont été protégés durant leur pose sur site. Ils ont été laissés sur place pendant au moins 10 jours, conformément aux recommandations nationales (protocole analytique harmonisé pour les tubes passifs).

Les durées de prélèvement ont été définies en fonction des seuils de quantification du laboratoire, de manière à atteindre à minima les valeurs guides ou référentiels disponibles des polluants recherchés. Après prélèvement, les supports ont été rebouchés avec des bouchons plastiques étanches puis stockés à basses températures et à l'abri de la lumière dans des boîtes isothermes, puis transportés au laboratoire dans un délais court (24h) par la navette du laboratoire.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire Wessling, accrédités COFRAC.

Les normes respectées par le laboratoire d'analyses Wessling sont mentionnées dans le tableau ci-dessous en fonction des paramètres analysés :

Paramètre	Norme	Laboratoire
Poussière totale sur plaquettes de dépôt	NF X43-007	Wessling Lyon (F)
Nitrite	D'ap EN 26777	Wessling Lyon (F)
Sulfites	D'ap EN ISO 10304-1	Wessling Lyon (F)
Métaux en air des lieux de travail	NF X43-275(A)	Wessling Lyon (F)

*Tableau 10 : Normes pour les méthodes d'analyses des échantillons d'airs prélevés sur site
(source : Wessling)*

5.1.2 POINTS DE PRELEVEMENTS

Les points de prélèvement ont été positionnés de manière à représenter l'ensemble du secteur d'étude : la stratégie de définition du plan d'échantillonnage a été de couvrir l'ensemble du périmètre étudié ici, et d'être représentatif de situations variées (proximité des routes, espaces isolés) tout en prenant en compte les contraintes du terrain (points de fixation disponibles à hauteur souhaitée, pérennité et protection du support). Ils sont présentés sur le plan suivant.

Localisation des points de mesure

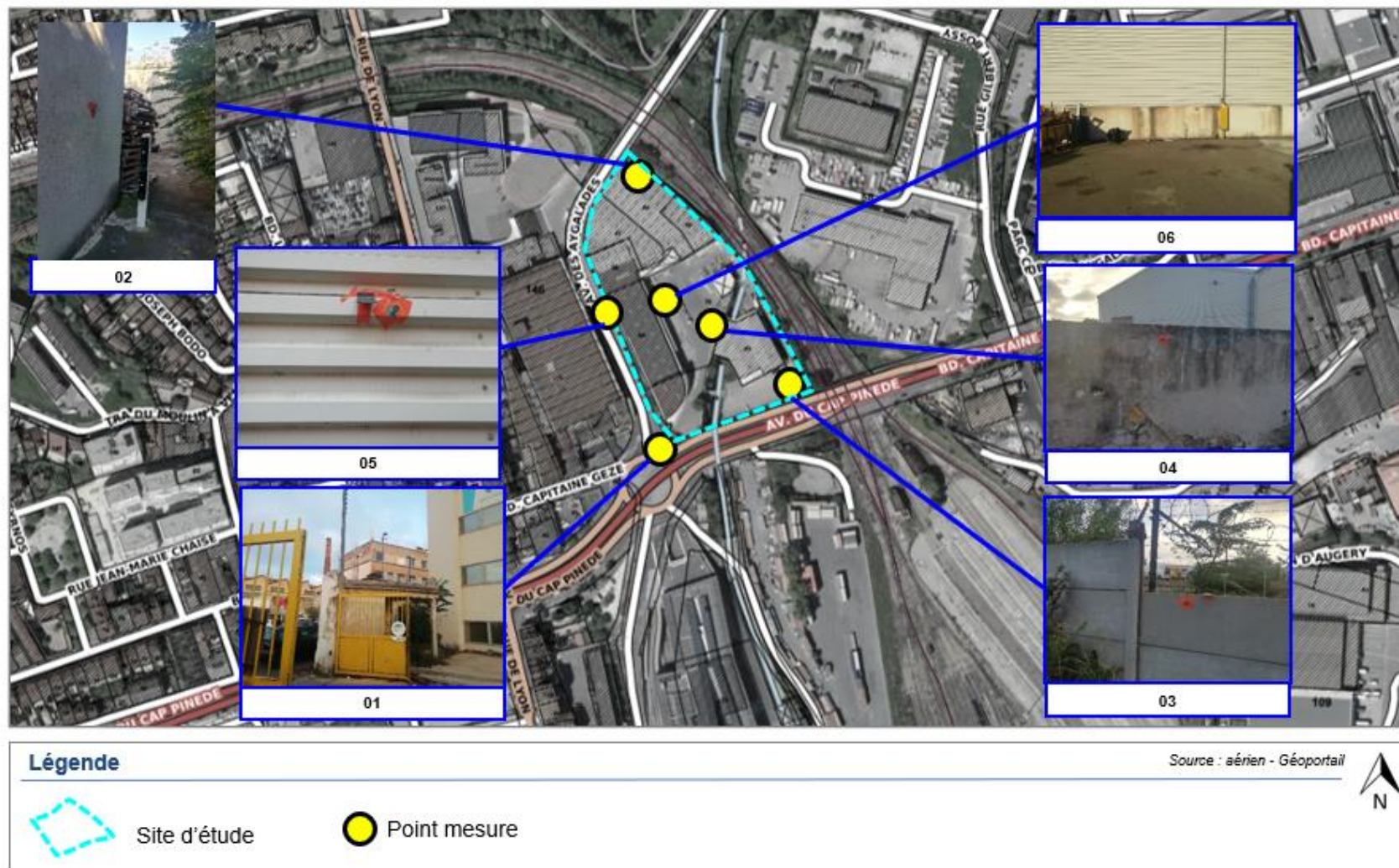


Figure 36 : Localisation des points de mesures (source : EODD)

N° point	N° suivi labo	Date et heure de pose	Date et heure de dépose	Remarques (météo, position...)	Image pose
1	DJ511	17/09/2021 7h40	27/09/2021 7h09	Au-dessus du portail d'entrée contre le bâtiment à gauche . N'est pas couvert par la végétation.	
2	DJ516	17/09/2021 8h55	27/09/2021 7h52	Derrière le bâtiment sur un poteau en face de la voie de chemin de fer	
3	DJ513	17/09/2021 8h15	27/09/2021 7h35	Contre la voie de chemin de fer en dessous de l'avenue capitaine Gèze De nombreux insecte sont collés	

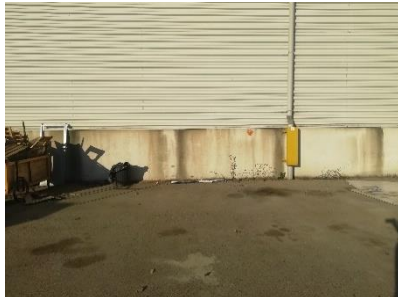
N° point	N° suivi labo	Date et heure de pose	Date et heure de dépose	Remarques (météo, position...)	Image pose
4	DJ514	17/09/2021 8h25	27/09/2021 7h25	Sur le mur le long du ruisseau Radiello retrouvé par terre	
5	DJ412	17/09/2021 8h	27/09/2021 7h20	Contre le bâtiment au niveau de l'avenue Ibrahim Ali	
6	DJ515	17/09/2021 8h45	27/09/2021 7h45	A côté d'une gouttière après les locaux Lemon tri	

Tableau 11 : Données concernant la pose et la dépose des supports de prélèvements de la campagne : Images et détails associés au terrain
(source : EODD)

5.1.3 SUIVI DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les conditions météorologiques détaillées relevées au plus proche du site pendant les périodes de prélèvements sont synthétisées ci-après.

Les prélèvements d'air se sont déroulés du 17 au 27 septembre 2021.

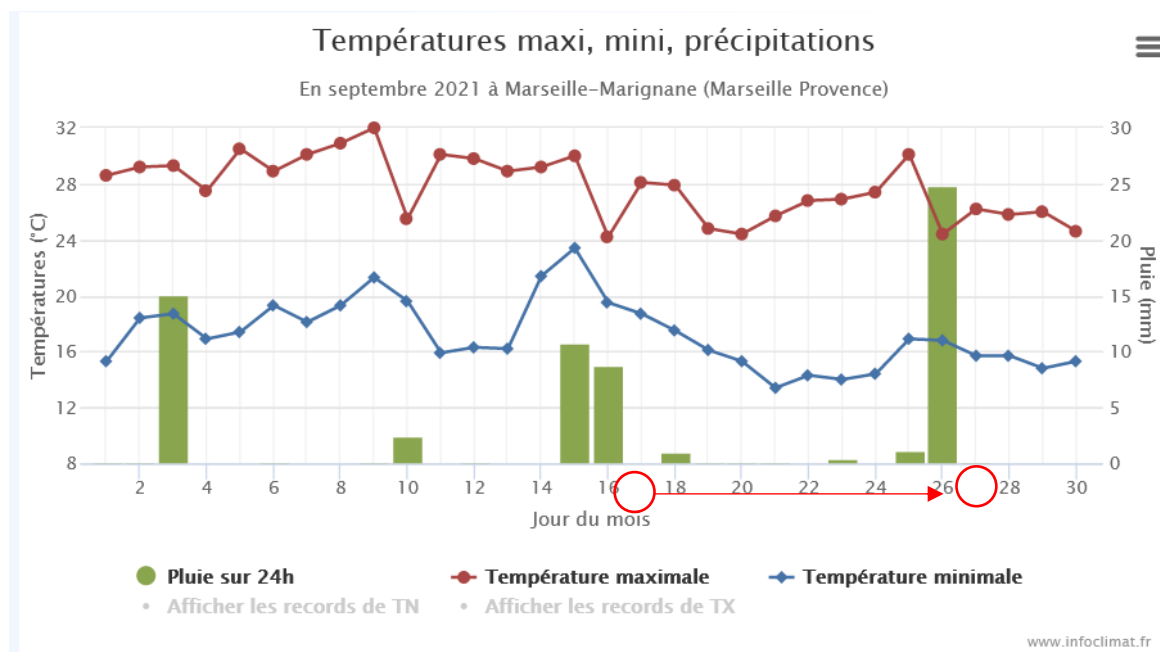


Figure 37 : Relevés de septembre 2021 : précipitations, températures maximales et minimales - source : Infoclimat – Station de Marseille-Marignane)

Date	Température minimale (°C)	Température maximale (°C)	Précipitations (mm)	Rafale maximale de vent (km/h)
Données mesurées du 17 au 27 septembre 2021				
17/09/2021	18,7	28,1	0	40,7
18/09/2021	17,5	27,9	1	41,8
19/09/2021	16,1	24,8	0,2	57,6
20/09/2021	15,3	24,4	0,2	46,8
21/09/2021	13,4	25,7	0,2	39,6
22/09/2021	14,3	26,8	0	36,4
23/09/2021	14	26,9	0,4	36
24/09/2021	14,4	27,4	0	23
25/09/2021	16,9	30,1	1,2	47,2
26/09/2021	16,8	24,4	24,9	66,2
27/09/2021	15,7	26,2	0,2	39,6

Tableau 12 : Relevés météorologiques sur les durées des prélèvements (17 au 27 septembre 2021) – source : Infoclimat Station de Marseille-Marignane

Sur la période de prélèvement :

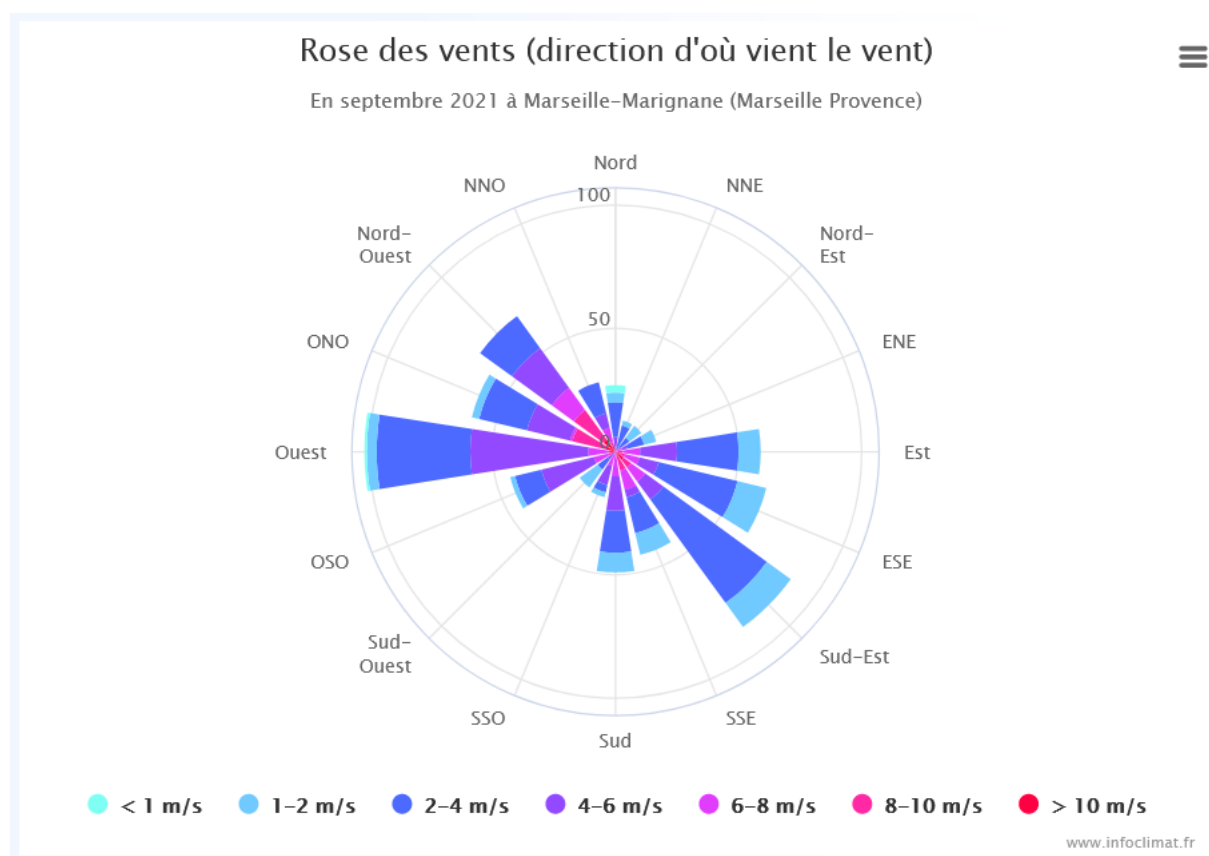
- Les températures ont oscillé entre 16 et 18°C ;
- Il a plu 24.9 mm, le 26/09.

Les conditions météorologiques observées lors de cette campagne ont été globalement assez peu pluvieuses, douces, et plutôt marquées par le vent (66 km/h le 26/09).

La dispersion des polluants a donc pu se faire normalement, d'autant que le vent est en général un facteur favorisant la dispersion, et donc abaissant les concentrations à proximité des sources émettrices.

Le facteur ayant le plus d'influence sur la représentativité d'une mesure d'air ponctuelle est le vent :

- sa force qui détermine la distance sur laquelle les polluants sont transportés ;
- sa direction qui détermine la direction dans laquelle les polluants sont transportés.



Les vents les plus forts provenaient de l'Ouest et du Sud-Est, de manière marquée, et les vents plus légers du Nord-Ouest et Est-Sud-Est.

5.1.4 SUIVI ATMOSPHERIQUE PENDANT LES MESURES

Un suivi quotidien des prévisions de pollution atmosphérique a été réalisé pendant les périodes de mesure via le site ATMO Sud. Le suivi a porté sur les polluants suivants : PM₁₀, O₃, NO₂ et PM_{2,5}.

En ce qui concerne le NO₂ (composé recherché sur les points de mesure du secteur d'étude), le suivi met en évidence un indice de qualité de l'air moyen à dégradé, voire mauvais au droit des axes routiers bordant le site d'étude.

Les cartes suivantes présentent l'indice de pollution en NO₂ mis en évidence au cours des périodes de mesure.

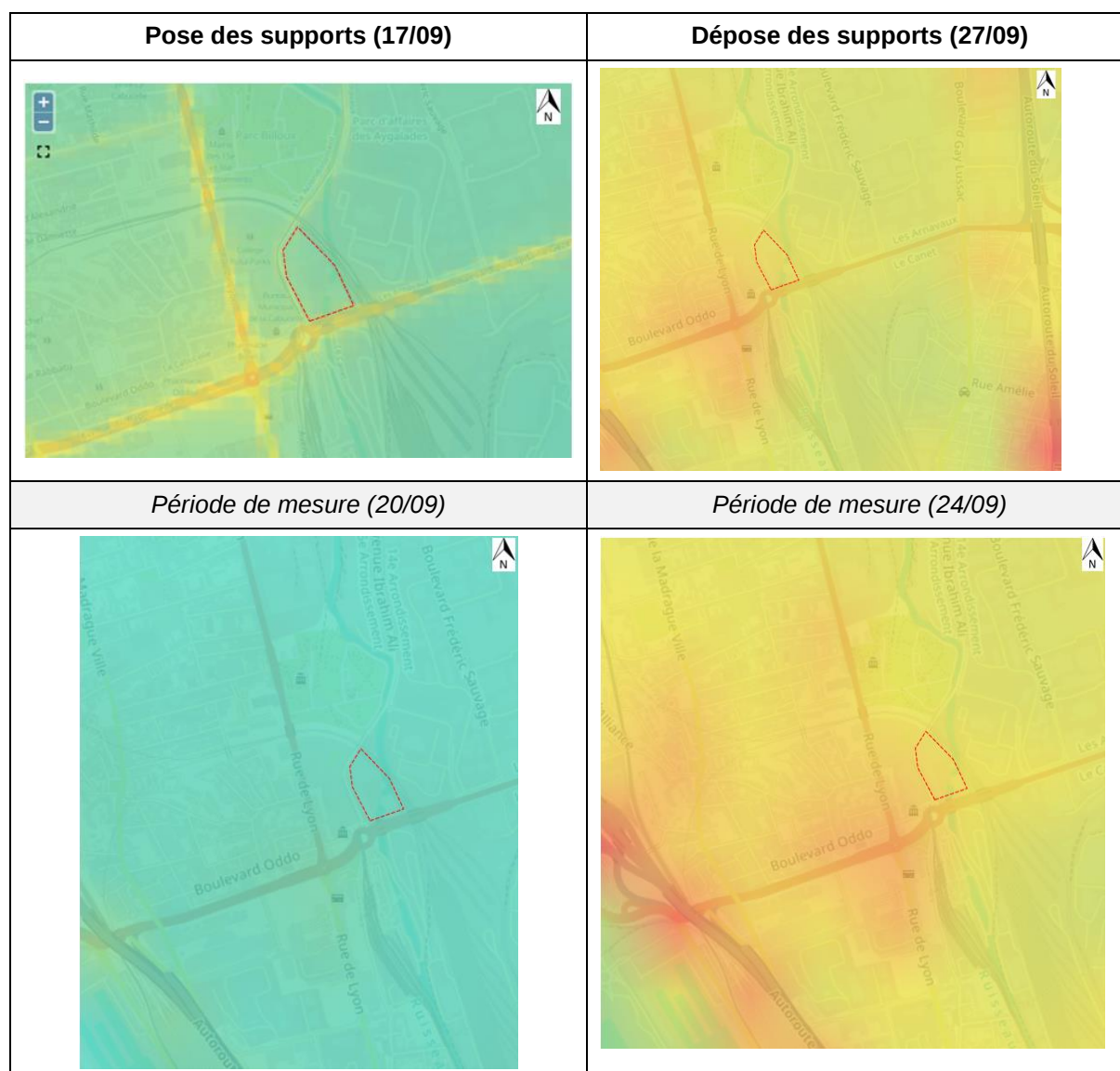


Tableau 13 : indice de pollution en NO₂ sur la période de mesure (source : ATMO Sud)

Les cartographies ci-dessus montrant l'indice de pollution en NO₂ lors de la campagne de mesures font ressortir une absence de pollution au NO₂ lors de la première partie des mesures puis une légère pollution au NO₂. Notons que la commune de Marseille est touchée par la pollution au NO₂ en lien avec les infrastructures de Marseille cependant en fonction des secteurs, la pollution est plus ou moins marquée. Ceci pour s'expliquer par la présence du vent qui était plus marquée sur la fin de la campagne de mesure.

5.2 METHODOLOGIE DE L'ESTIMATION DE POLLUANTS DUS AU TRAFIC ROUTIER

Source(s) : Thèse de Masoud Fallah Shorshani « Modélisation de l'impact du trafic routier sur la pollution de l'air et des eaux de ruissellement », ADEME Réduction des émissions de polluants du transport de marchandises Septembre 2015

5.2.1 PRINCIPE – MODELE COPERT

Les modélisations routières réalisées pour obtenir les émissions de polluants dues au trafic routier doivent correspondre avec les besoins de la (ou des) modélisation de dispersion atmosphérique, et donc le recueil des données de trafic doit être fait en adéquation avec ces scénarii.

Le principe de la modélisation de trafic est d'utiliser des données de trafic et environnementales pour les transformer en un bilan des émissions par polluants en unité de masse par unité de temps (ex. kg/j).

La méthodologie utilisée pour cette étude est celle développée par le centre commun de recherche de la Commission européenne, intitulée « Computer Program to calculate Emissions from Road Transport » (ou « COPERT »).

COPERT est à la fois un outil (logiciel disponible en ligne par l'éditeur « Emisia »), et une méthode, principalement explicitée dans la méthodologie européenne d'inventaire qui distingue les émissions à l'échappement, les émissions par évaporation de carburant, par usure de pneumatiques et des freins, et par abrasion de la route.

Il permet de réaliser un inventaire agrégé d'émission par tronçons routiers à partir des trafics routiers sur des tronçons de routes donnés evt des vitesses de circulation représentatives. Il calcule :

- les émissions à chaud pour les véhicules légers (voitures, véhicules utilitaires légers, 2-roues) et lourds (camions, autobus et autocars) ;
- les surémissions à froid pour les véhicules légers ;
- les surémissions liées à la pente et au chargement pour les véhicules lourds ;
- les corrections liées aux améliorations des carburants ;
- les corrections liées au vieillissement des catalyseurs et leur maintenance ;
- les émissions par évaporation des véhicules légers (essence) ;
- l'émission non-échappement (usure des freins et pneumatiques seulement).

Les véhicules sont subdivisés en 242 types (63 VP, 14 VUL, 99 PL, 46 bus, 20 deux roues) selon le carburant utilisé, la taille du moteur ou le poids du véhicule, la technologie et les réglementations portant sur les émissions.

Les émissions totales sont calculées par sommation sur les catégories détaillées de véhicules, des différents phénomènes d'émissions (échappement de moteur chaud et froid, et évaporation), chacun résultant de produits de facteurs d'émission par une donnée d'activité. Les émissions du véhicule dépendant fortement des conditions de circulation (et de fonctionnement du moteur), on différencie également les émissions en zones urbaine, rurale et autoroute.

Équation de base pour le calcul des émissions :

$$E = A * Fem$$

E : Emission, généralement exprimée en masse ;

A : Activité des émetteurs (par exemple un nombre de véhicules.km ou consommation de carburant) ;

Fem : Facteur d'émission unitaire (en unité de polluant par unité de l'activité de l'émetteur, par exemple en mg/km).

Le facteur d'émission unitaire permet donc de convertir des données quantitatives d'activité en émissions de polluants. Il désigne la quantité de polluant émis par un véhicule sur une unité de distance ou de temps et dépend de nombreux facteurs comme :

- le type de véhicules : véhicules particuliers (VP), véhicules utilitaires légers (VUL), poids lourds (PL), bus, car, 2 roues motorisées ;
- le mode de carburation (essence, diesel, GPL) ;
- la cylindrée (ou le PTAC (poids total autorisé en charge) pour les PL) ;
- la date de mise en circulation (pour tenir compte des normes d'émission, notamment les normes Euro7, et de l'âge du véhicule) ;
- la température des organes du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement) ;
- le polluant considéré ;
- la cinématique du véhicule lors de son trajet (vitesse, accélération) ;
- la pente de la voie ;
- la charge du véhicule ;
- etc.

Les émissions totales du trafic routier se calculent en pondérant les émissions unitaires de chaque classe de véhicule par la part de cette classe dans le trafic considéré. Ces données sont rentrées via le paramétrage du parc de véhicules (cf. partie suivante).

Le modèle fournit des émissions par tronçon pour un pas de temps choisi, pour 30 polluants, dont : CO₂, CO, NOx, COV, benzène, PM, SO₂, Pb, Cd, CH₄, COVNM, N₂O, NH₃, HAP, Cu, Cr, Ni, Se, Zn, Ba, As, acroléine, formaldéhyde, 1,3-butadiène, acétaldéhyde, et benzo(a)pyrène.

5.2.2 PARC AUTOMOBILE

D'après l'ADEME, l'observation ou l'estimation du parc automobile circulant en un point donné repose généralement sur un comptage manuel (par enquêteurs) ou sur un enregistrement (par caméra) des plaques d'immatriculation à un endroit et pendant une période donnée, pour remonter au fichier central des automobiles, et connaître la date de première mise en circulation et donc sa norme Euro.

On calcule alors, pour les différentes catégories de véhicules, la structure du trafic (% de chaque norme Euro) circulant en ce point. Ensuite, un calage sur les données de comptage exhaustif permet de rétablir le volume du trafic.

Plusieurs fournisseurs de données de parc automobile existent, et chaque parc a sa propre nomenclature de classes de véhicules (carburant, norme Euro, date de mise en circulation, kilométrage parcouru, type d'urbanisation, etc.). L'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux), le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) sont par exemple deux fournisseurs de parcs automobiles de référence.

Les deux-roues ne sont pas pris en compte dans la méthodologie de calcul des facteurs d'émission.

Sous-catégorie	Carburant	Cylindrée	Classe technologique
VEHICULE PARTICULIER (VP)	ESSENCE	< 1.4 l 1.4 l < <2 l > 2 l	Pré ECE ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15-04 ECE 15-05 Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	DIESEL	< 2 l > 2 l	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	GPL	Toutes	Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	HYBRIDE ESSENCE	Small Medium Big	Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	HYBRIDE DIESEL	Small Medium Big	Euro 5 Euro 6
VEHICULE UTILITAIRE LEGER (VUL)	ESSENCE	< 3.5 t	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	DIESEL	< 3.5 t	Conventionnel Euro 1 Euro 2 Euro 3 Euro 4 Euro 5 Euro 6
	ELECTRIQUE	Toutes	Toutes

Figure 38 : Types de véhicules utilisés (source : Thèse de Masoud Fallah Shorshani « Modélisation de l'impact du trafic routier sur la pollution de l'air et des eaux de ruissellement »)

Le parc utilisé est celui de l'IFSTTAR datant de 2013, qui se décline selon les typologies : urbain, rural, autoroute et global.

5.2.3 BRINS CONSIDERES

Les tronçons modélisés sont ceux portant le trafic routier le plus significatif.



Figure 39 : Brins considérés uniformes pour le trafic dans les différents scénarios : Initial + référence à gauche, état projet au milieu et impacts cumulés à droite (source : EODD)

5.2.4 TRAFIC PAR TRONÇON

Les données sur les volumes de trafic sont nécessaires pour estimer les émissions de polluants.

Les données utilisées proviennent de l'étude trafic réalisée par Transitec dans le cadre du projet Théodora.

Le scénario « de référence » est défini par un réseau routier avec les mêmes infrastructures qu'à l'état initial, ainsi que les mêmes trafics¹³. Ce qui différencie ce scénario de l'initial n'est donc ni le réseau ni le trafic, mais l'année de modélisation (2020 en initial, 2030 en référence), c'est-à-dire que c'est le parc de véhicules qui évolue.

L'utilisation de données trafic en TMJA est ici privilégiée afin de lisser les données et être plus représentatif de la qualité de l'air en général plutôt que de considérer les données de pointe, particulièrement élevées. La présente étude recherche globalement un risque associé des expositions à long terme avec des valeurs moyennes et non des expositions courtes et aiguës. Les données d'émissions de polluants seront donc obtenues en gramme/jour.

Dans le cas où certaines données de trafic sont exprimées en heure de pointe du matin et pointe du soir (HPM/HPS), elles sont converties pour obtenir le trafic moyen journalier. Selon la pratique courante, à partir des données en heure de pointe du matin et pointe du soir (HPM/HPS), on utilise un facteur 8 pour obtenir des TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel). Cette valeur a été validée avec le bureau d'étude Transitec en charge de l'étude trafic.

Les tronçons ne disposant pas de données de trafic sont complétés par méthode de recollement (additions, soustractions) grâce à ceux qui les jouxtent.

Les trafics pris en compte sont présentés dans le tableau ci-dessous :

¹³ Il est difficile d'évaluer la variation des trafics sans projet, qui pourrait être positive tirée par un nombre global de trajets en augmentation sur la métropole, ou bien négative, tirée par une part modale de la voiture qui serait en baisse au profit des modes doux ou transports collectifs.

Voie	Situation actuelle 2020		Situation référence (2030)		Situation 2030 avec projet	
	TMJA	% PL	TMJA	% PL	TMJA	% PL
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	19880	4,9	13460	5	13640	5
Cap pinède, section Ibrahim Ali/Gay Lussac	19880	5	17360	5	18080	5
Rue de Lyon, section au sud de l'Avenue Cap Pinède	9960	2,8	3560	3	4020	3
Avenue Ibrahim Ali	7680	6,5	4040	7	5360	7
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	3280	1,4	8460	2	8760	2

Tableau 14 : Trafic issu de l'étude trafic de Transitec au droit du site d'étude (source : étude de trafic de Transitec)

5.2.5 VITESSES MAXIMALES AUTORISEES

Les vitesses moyennes sont nécessaires pour le calcul des émissions liées au trafic routier. On utilise ici les vitesses maximums autorisées sur les tronçons.

N'ayant pas les données spécifiées pour les poids lourds, on considère que leur vitesse est égale à celle des véhicules légers sur la plupart des tronçons, hormis ceux où la vitesse maximale autorisée est de 90 km/h, dans ces cas-là la vitesse considérée pour les poids lourds est de 80 km/h.

5.2.6 CARACTERISTIQUES D'UN DEPLACEMENT MOYEN DU TERRITOIRE

Source : PDU de la métropole de Marseille suite à l'enquête déplacement ménage de 2009 remis à jour

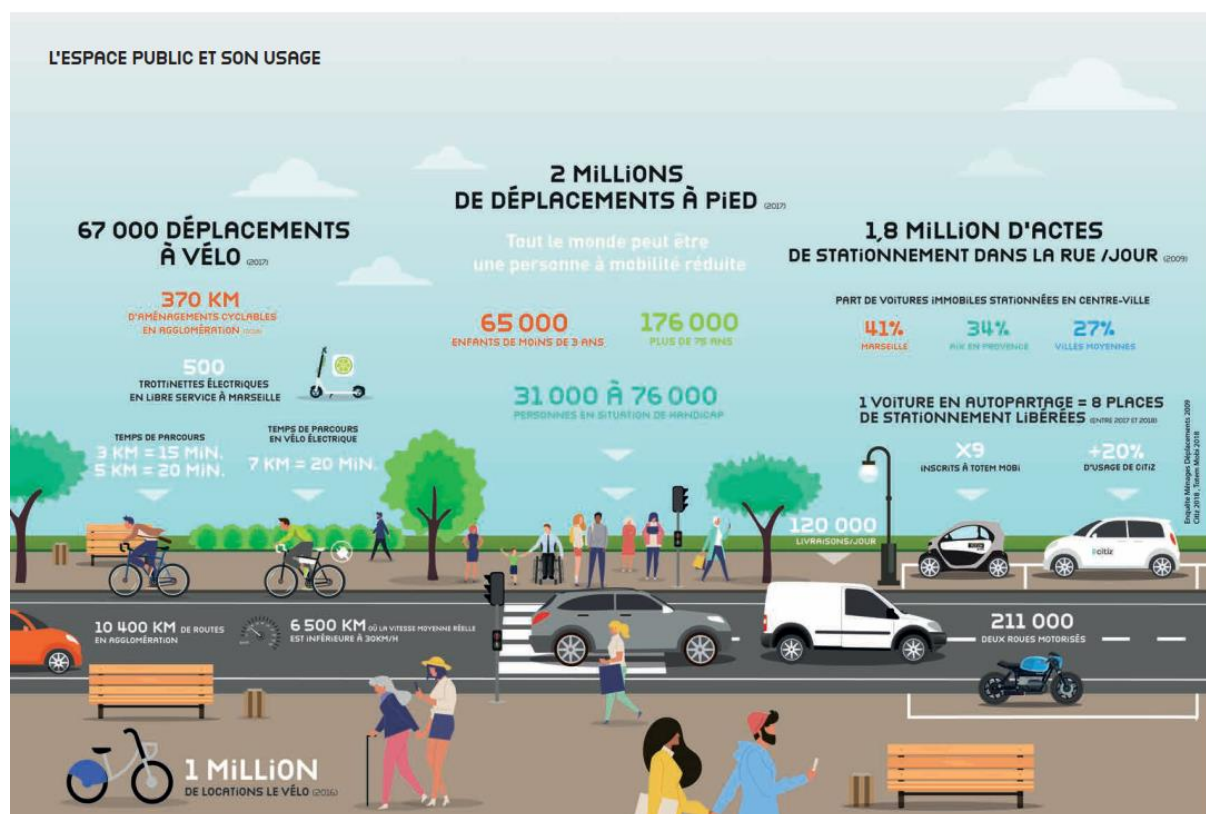
Ce sont 969 000 voitures et 211 000 deux roues et 22 % des ménages qui n'ont pas de voiture.

Les transports collectifs sont bien développés sur le territoire métropolitain avec un millions de voyages par jour pour 320 000 km parcourus par jour.

Le tramway de Marseille est très fréquenté avec 143 000 voyageurs par jour.

L'illustration ci-dessous montre les usages des différents modes de déplacements aussi bien par les voitures que les modes actifs :

Les modes actifs sont relativement développés sur la métropole de Marseille.



6. CAMPAGNE DE MESURE IN SITU

La méthodologie suivie pour la réalisation de ces campagnes est détaillée au 5.1, précisant la localisation des points retenus, le matériel et les polluants analysés, et les conditions météorologiques au moment des campagnes.

6.1 PRESENTATION DES VALEURS DE REFERENCE

Les valeurs retenues pour une comparaison à titre indicatif avec les résultats des concentrations mesurées sont celles présentées en partie 3.2.2 (valeurs réglementaires) qui sont complétées le cas échéant. Ainsi, les valeurs de référence suivantes ont été retenues.

Le 28/09/2021, l'OMS publie de nouvelles lignes directrices relatives à la qualité de l'air et notamment la modification de valeurs seuils pour certains polluants (les modifications sont inscrites en violet).

Polluant	Valeurs limites	Objectif de qualité de l'air	Seuil de recommandation et d'information	Seuil d'alerte	OMS Valeur guide
Dioxyde d'azote (NO₂)	Moyenne annuelle : 40 µg/m ³ Moyenne horaire : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18h par an	Moyenne annuelle : 40 µg/m ³	Moyenne horaire : 200 µg/m ³	Moyenne horaire : 400 µg/m ³ à ne pas dépasser pendant 3h consécutives 200 µg/m ³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain	Moyenne annuelle : 40 µg/m ³ <i>passé à 10 µg/m³</i> Moyenne horaire : 200 µg/m ³
Dioxyde de soufre (SO₂)	Moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an Moyenne horaire : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24h par an	Moyenne annuelle : 50 µg/m ³	Moyenne horaire : 300 µg/m ³	Moyenne horaire sur 3h consécutives : 500 µg/m ³	Exposition de 24 heures : 20 µg/m ³ <i>passé à 40 µg/m³</i> Exposition de 10 minutes : 500 µg/m ³

Tableau 15 : Valeurs réglementaires – seuils de qualité de l'air (Sources : directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur publié le 21 mai 2008)

En France, il n'existe pas de valeurs réglementaires concernant les **retombées atmosphériques** de métaux lourds (analysés via les **plaquettes de dépôt**). En Allemagne, la loi pour le maintien de la pureté de l'air (TA Luft) du 24 juillet 2002 donne les valeurs de référence pour les dépôts de poussières et métaux en moyenne annuelle. En Suisse l'Ordonnance de la protection de l'air du 03 juin 2003 fixe des valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle (zinc).

Les valeurs indicatives données en zone urbaine et zone rurale viennent de l'Ineris, d'après leur citation dans le document intitulé « Qualité de l'air dans l'environnement du centre de traitement et de valorisation des déchets Valorena », datant de septembre 2012, dont l'auteur est « Air Pays de la Loire ».

Les valeurs de référence sont présentées ci-après.

Substances étudiées	Unités	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 (Allemagne)	Ordonnance de la protection de l'air du 3 juin 2003 (Suisse)	Zone urbaine (Ineris)	Zone rurale (Ineris)
Cadmium (Cd)	µg/m ² /jour	2	-	0,3 – 3,0	0,2 – 0,9
Chrome (Cr)	µg/m ² /jour	-	-	1,8 – 17,6	1,7 – 6,7
Cuivre (Cu)	µg/m ² /jour	-	-	2,1 – 67,9	3,5 – 9,5
Nickel (Ni)	µg/m ² /jour	15	-	1,0 – 22,9	1,6 – 3,7
Plomb (Pb)	µg/m ² /jour	100	-	0,4 – 106	3,3 – 10,3
Zinc (Zn)	µg/m ² /jour	-	400	10 – 285	17,8 – 219

Tableau 16 : Valeurs de référence sur les retombées atmosphériques (plaquette de dépôt)

6.2 PRESENTATION DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE

Des conversions ont été réalisées à partir des résultats bruts provenant du laboratoire d'analyses, comme suit.

- pour les métaux et les poussières (plaquettes de dépôt) : masse récoltée sur le support (µg ou mg) convertie en µg/m²/jour selon la norme NFX43-007 ;
- pour les dioxydes d'azote et de soufre (tube Radiello) : masse convertie en µg/m³ selon les débits de piégeage et les calculs spécifiques à réaliser (procédure Radiello).

Une campagne a été menée du 17 septembre au 27 septembre 2021.

Il est à noter que les valeurs de référence sont données en moyennes réalisées statistiquement sur une année, alors que les résultats des mesures correspondent à des moyennes réalisées statistiquement sur 10 jours dans notre cas.

Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau ci-dessous et comparés aux valeurs de référence présentées dans le paragraphe ci-avant.

Les résultats sont également présentés sous forme cartographique afin de mieux appréhender leur interprétation par rapport aux caractéristiques du site (proximité avec des sources de polluants).

Les cartographies sont séparées en deux catégories :

- **les polluants suivis et soumis à des seuils réglementaires**
- **ceux qui ne le sont pas.**

Substances étudiées	Unités	Valeurs de référence et source (objectifs de la qualité de l'air)			Points de mesure						
					Référence temporelle	1 : Giratoire	2 : Pointe Nord	3 : avenue C.Gèzee	4 : centre du site	5 : avenue Ibrahim Ali	6 : Le long du bâti (côté intérieur)
Tube Radiello – POLLUANTS REGLEMENTES : Objectifs de qualité de l'air											
Dioxyde d'azote (NO ₂)	µg/m ³	40	en moyenne annuelle civile	article R. 221-1 du code de l'environnement	En moyenne sur 8 jours de mesures	65,75	14,35	25,10	30,37	48,06	38,43
Dioxyde de soufre (SO ₂)	µg/m ³	50	en moyenne annuelle civile	article R. 221-1 du code de l'environnement	En moyenne sur 8 jours de mesures	<4,34	<0,87	<1,74	<0,87	<1,61	<0,88
Plaquette de dépôts – NFX43-007 : POLLUANTS NON REGLEMENTES : Valeurs de référence indicatives											
Cadmium (Cd)	µg/m ² /jour	2	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m ² /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	1,82	<0,56	<0,56	<0,56	<0,56	1,98
Chrome (Cr)	µg/m ² /jour	1,8 – 17,6	-	Zone urbaine (Ineris)	En moyenne sur 8 jours de mesures	98	62	92	40	92	144
Cuivre (Cu)	µg/m ² /jour	2,1 – 67,9	-	Zone urbaine (Ineris)	En moyenne sur 8 jours de mesures	220	58	50	76	62	154
Nickel (Ni)	µg/m ² /jour	15	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m ² /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	52	30	44	22	42	70
Plomb (Pb)	µg/m ² /jour	100	en moyenne annuelle civile	Valeur limite TA Luft 24/07/2002 en µg/m ² /jour (Allemagne)	En moyenne sur 8 jours de mesures	136	20	30	60	28	154
Zinc (Zn)	µg/m ² /jour	400	en moyenne annuelle civile	Ordonnance de la protection de l'air du 3 juin 2003 en µg/m ² /jour (Suisse)	En moyenne sur 8 jours de mesures	620	86	140	190	200	740

Tableau 17 : Résultats d'analyses de l'air (concentrations) sur le secteur d'étude comparées aux valeurs de référence

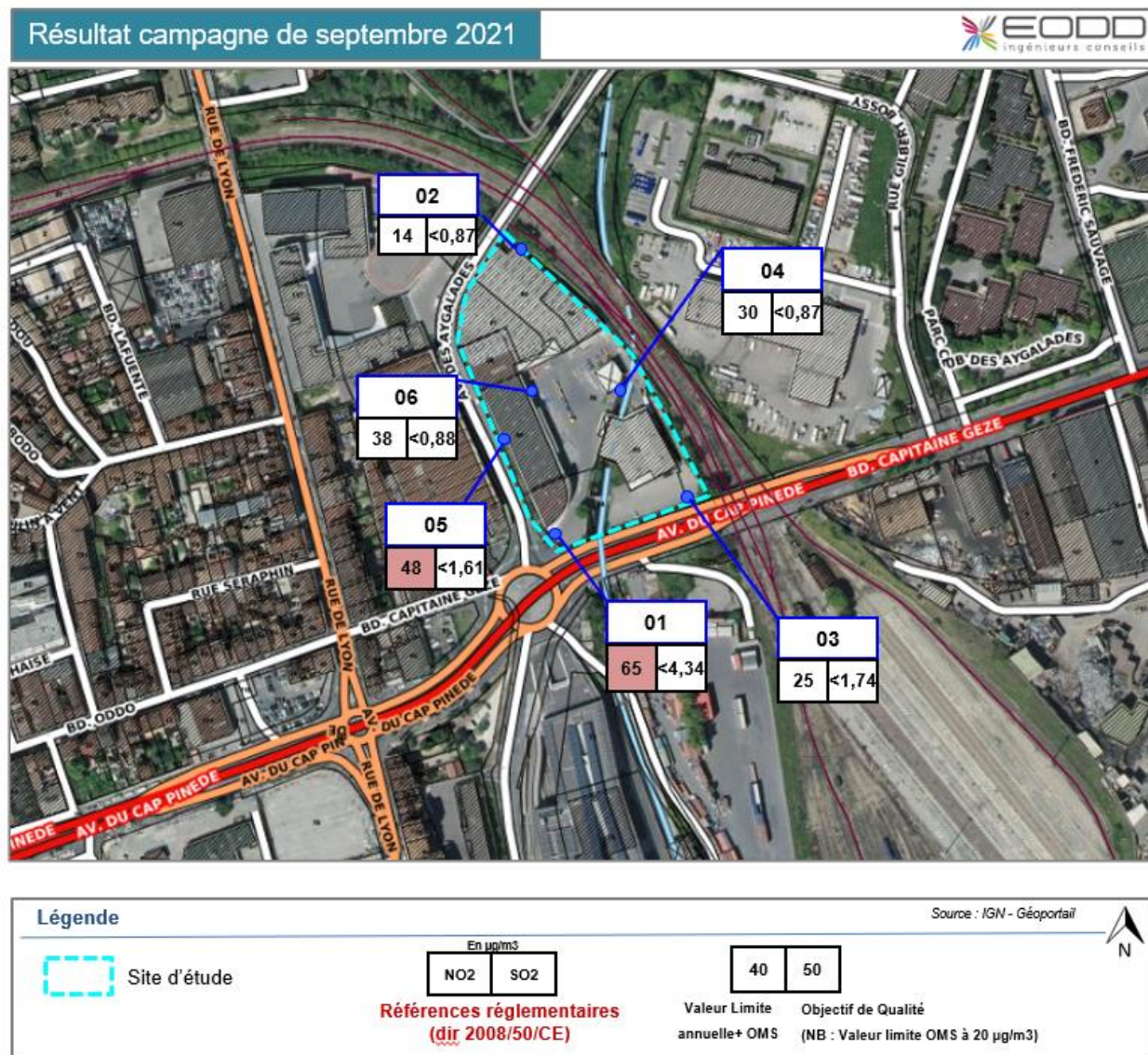


Figure 40 : Cartographie des résultats de la campagne de mesures sur site de septembre 2021– Polluants suivis règlementairement

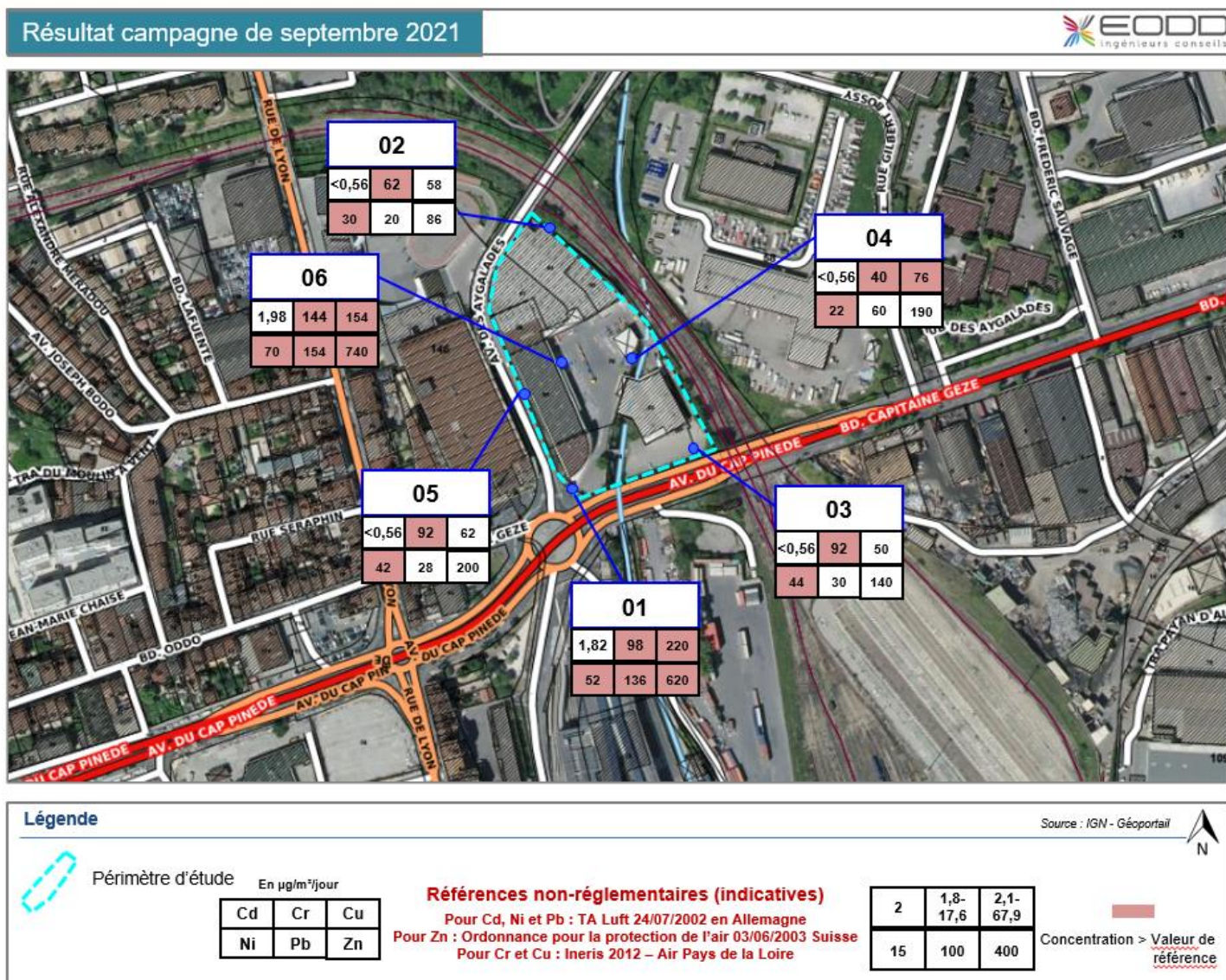


Figure 41 : Cartographie des résultats de la campagne de mesures sur site de septembre 2021 – Polluants non suivis réglementairement

6.3 INTERPRETATION PAR POLLUANT

Le NO₂ et le SO₂ sont les deux seuls polluants pour lesquels il existe des valeurs réglementaires auxquelles on peut se référer dans le cadre de la campagne de mesures in situ.

6.3.1 DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)

Les résultats aux différents points sont dans la même gamme de valeurs.

Une faible variation spatiale des concentrations est observée. Il s'agit donc d'une pollution diffuse sur le secteur d'étude.

Les oxydes d'azote (communément définis comme NO_x = NO + NO₂) proviennent essentiellement de la combustion des combustibles fossiles et de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, traitement de surfaces, etc.).

Ces concentrations mesurées, plutôt moyennes en été, peuvent s'expliquer en raison des variations saisonnières des émissions de dioxyde d'azote. Les niveaux de dioxyde d'azote sont d'ordinaire plus soutenus en période hivernale qu'en période estivale pour deux raisons (source : Airparif) :

- **Emissions** : Le dioxyde d'azote est rejeté majoritairement par le trafic routier qui connaît un fléchissement au mois d'août. Il est également émis en partie par le chauffage résidentiel (plus soutenu pendant la période hivernale).
- **Réaction chimique** : en période estivale, le dioxyde d'azote subit une transformation chimique pour former de l'ozone. Ses concentrations dans l'air ambiant sont donc moins soutenues.

Les points 1 et 5 présentent une valeur de concentration en NO₂ supérieure à la valeur seuil réglementaire. Ces deux points de mesure se localisent le long d'axe routier ce qui explique leur forte concentration par rapport aux autres points situés en recul des infrastructures. Cela montre également que la diffusion de ce polluant ne se fait pas en direction du site de projet ou alors que les bâtiments présents font « obstacle » à la propagation de ces polluants dans l'air.

6.3.2 DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

Les résultats sont dans la même gamme de valeurs.

Les concentrations observées **lors de la campagne de mesure (septembre 2021)** sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire qui est bien inférieure à la valeur seuil réglementaire.

Aucune anomalie n'est donc observée pour ce paramètre.

Les rejets de dioxyde de soufre (SO₂) sont dus en grande majorité à l'utilisation de combustibles fossiles soufrés (charbon, lignite, coke de pétrole, fioul lourd, fioul domestique, gazole, etc.).

6.3.3 METAUX LOURDS

Les résultats ne sont pas dans les mêmes gammes de valeurs aux différents points. Il n'existe pas de seuil réglementaire pour ces substances.

Les concentrations sont inférieures aux valeurs guides essentiellement pour le cadmium :

- Les émissions anthropiques de cadmium (Cd) sont induites par la production de zinc et l'incinération de déchets essentiellement. La combustion des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendre également une part significative des émissions.

Des dépassements aux valeurs guides en milieu urbain sont observées pour les substances suivantes sur au moins l'un des points de mesure :

- **Le plomb (Pb) : Des dépassement de la valeur guide ont été observés sur deux points.** Il était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée (1er janvier 2000). Les autres sources de plomb sont la première et de la seconde fusion du plomb, la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal), etc.
Le centre du site était un lieu de passage et de stockage de toutes sortes de matières au vu de la diversité des entreprises présents : zone de stockage DIB, zone de dépôt de déchets potentiellement polluants, stockages de mobiliers, emballages plastiques et cartons.
- **Chrome (Cr) : les concentrations observées sur le secteur d'étude pour le chrome sont jusqu'à quatre fois plus élevées que les valeurs de référence. Elles sont excessivement hautes avec des concentrations allant jusqu'à 144 µg/m³ au point 06.**
Le chrome est un polluant en partie issu de l'érosion des freins des véhicules et des trains et émis au roulage (érosion des pneumatiques, des roues et des rails des trains etc.), mais il peut aussi avoir comme origine des aciéries électriques et des fonderies de fonte ainsi que de certaines installations de production de verre. **Le dépassement des seuils peut être lié à la présence des axes de transport (roue, fer), ainsi que d'activité industrielle à proximité du secteur d'étude, comme par exemple, les entreprises de démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.**
- **Cuivre (Cu) : la valeur guide est dépassée de manière certaine au point le plus proche des infrastructures et au cœur du site d'étude.**
Le cuivre provient majoritairement de l'usure des caténaires induit par le trafic ferroviaire et de l'usure des plaquettes de frein des véhicules. Le point 1 est directement exposé aux trafics routiers ce qui peut expliquer sa valeur relativement haute : 220 µg/m²/jour.
Le trafic ferroviaire ainsi que le trafic routier peut-être la source de l'émission de cuivre qui mène au dépassement de la valeur guide. Cependant, les points 4 et 6 présentant un dépassement ne sont pas les plus proches des voies ferroviaires ni routières : deux explications sont possibles, ces particules auront pu être portées jusqu'à la zone centrale la plus découverte et la partie centrale du site d'étude était un lieu de stockage pur l'ensemble des entreprises travaillant sur site. Au vu de la nature de l'ensemble de ces entreprises, ceci peut expliquer certaines pollutions.
- **Nickel (Ni) : dépassement de la valeur guide (15 µg/m²/jour) au droit de tous les points de mesures. Les points présentant les plus fortes valeurs sont : 1,6, 3 et 5 avec respectivement 52 µg/m²/jour, 70 µg/m²/jour, 44 µg/m²/jour et 42 µg/m²/jour.**
Le nickel est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd qui contient de traces de ce métal mais aussi par les aciéries électriques ou industrie de traitement de surface. **Le dépassement des valeurs guides pourraient être lié à la présence des travaux sur le site d'étude, ainsi qu'à la proximité d'installations industrielles notamment celle sur le démantèlement d'épaves (cf. partie 4.2.1).**

- **Zinc (Zn) : deux dépassements significatifs de la valeur guide (400 µg/m³/jour) par la valeur correspondant au point de mesure le plus central et au droit de l'entrée du site.**

Le zinc provient de la combustion du charbon et du fioul lourd mais aussi de certains procédés industriels appartenant à la métallurgie des métaux ferreux et non ferreux ainsi qu'à l'incinération des déchets.

On pourrait expliquer ce dépassement par la proximité d'installations industrielles potentiellement émettrices de ce type d'éléments (cf paragraphe 4.2.1).

6.4 INTERPRETATION POUR CERTAINS POINTS DE MESURE

- **Point 01**

Les mesures au point 01 peuvent se révéler les plus fortes que les autres dans la mesure où les supports étaient placés au droit de l'entrée du site, face au giratoire de l'avenue du capitaine Gèze (nœud routier).

- **Point 06**

Le point 06 présente des concentrations de polluants plus élevées que les autres points. Ce point est localisé au centre du site, lieu de stockage et de passage des l'ensemble des entreprises présentent sur le site.

Les polluants pour lesquels les valeurs de référence sont dépassées sur l'ensemble des points sont le chrome et le nickel.

Les valeurs de référence sont ensuite dépassées pour d'autres polluants mais cela ne concerne que certains points. Les dépassements peuvent s'expliquer également en raison de la proximité d'entreprises pouvant générer ce genre de métaux ou encore avec la proximité des infrastructures de transports routiers et ferroviaires.

6.5 INTERPRETATION GENERALE DES RESULTATS DES CAMPAGNES ET ENJEUX LIES A LA POLLUTION DE L'AIR SUR LE SECTEUR DU PROJET

Les points 01 et 06 présentent le plus de dépassement de valeurs cibles de référence au niveau des métaux où seul le Cadmium est en dessous de la valeur de référence. Et ce sont les points 01 et 05 où il a été observé des concentrations en deçà de la valeur de référence pour le NO₂. Cela s'explique par la localisation au droit du giratoire du capitaine Gèze pour le point 01 et le long de l'avenue Ibrahim Ali pour le point 05.

Il reste cependant difficile d'identifier la part des polluants imputable aux industries et axes de transport à proximité (participant à la pollution « de fond » sur le territoire).

Les émissions de polluants et leur transformation en polluants dérivés constituent un risque sanitaire plus ou moins grand en fonction de leur nature mais aussi et surtout de leur concentration dans l'air que nous respirons. La surveillance de la qualité de l'air permet de connaître l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique et de quantifier les risques engendrés par cette exposition.

Compte tenu du projet d'aménagement, les enjeux liés à la pollution de l'air sont liés à l'exposition des futurs usagers du secteur d'étude. **Deux dépassements des valeurs réglementaires en NO₂ ont été observé au droit des point 01 et 05.**

Au-delà des enjeux réglementaires et au vu des résultats, les valeurs guides pour les autres polluants sont :

- respectées sur les 6 points de mesures pour le SO₂ et le cadmium (métaux) ;
- et sont dépassées en chrome et nickel (pour tous les points).

Cette conclusion partielle (mesures in situ uniquement) amène la qualité de l'air sur le site, une fois les travaux terminés, à être compatible avec le projet.

7. RISQUES SANITAIRES

7.1 BILAN ET COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES

D'après la campagne de mesures in situ, les polluants suivants présentent des dépassements aux seuils réglementaires :

- **Le Nickel (Ni) et le Chrome (Cr)**, d'après les mesures in situ (dépassements ponctuels).
Remarque : les résultats des mesures en Ni et Cr sont comparés à des valeurs de référence mais non réglementaires, car il n'en existe pas.

Espèce	Mesure in situ – octobre 2021
NO ₂	Dépassement du seuil réglementaire (pour les points 1 et 5)
SO ₂	Inférieure au seuil réglementaire
Ni	Dépassements de la valeur de référence
Cr	Dépassements de la valeur de référence
Cd	Inférieur aux seuils de référence
Pb	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Zn	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1 et 6)
Cu	Dépassement du seuil de référence (pour les points 1, 4 et 6)

Tableau 18 : Tableau récapitulatifs des résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air

Pour rappel, concernant les mesures in situ, qui reflètent des situations ponctuelles, seuls le NO₂ et le SO₂ sont réglementés en France. Les autres polluants mesurés sont comparés à des valeurs de référence à titre informatif.

7.2 SUBSTANCES ETUDIEES : ORIGINE ET IMPACTS SUR LA SANTE

7.2.1 OXYDES D'AZOTE (NOX)

D'après Atmo, les émissions d'oxydes d'azote (monoxyde d'azote et dioxyde d'azote) apparaissent dans toutes les combustions, à haute température, de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...). Le monoxyde d'azote (NO) n'est pas toxique pour l'homme aux concentrations auxquelles on le rencontre dans l'environnement, contrairement au dioxyde d'azote (NO₂).

Le secteur du trafic routier est responsable de plus de la moitié des émissions de NO_x et le chauffage de près de 20%.

Zoom sur le NO₂

Le dioxyde d'azote provient de l'oxydation du monoxyde d'azote rejeté dans l'atmosphère par l'ozone. Mais une partie du dioxyde d'azote est également émise telle quelle dans l'atmosphère.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est principalement produit par les moteurs à combustion interne. Ses effets sur la santé sont les suivants :

- C'est un gaz toxique entraînant une inflammation importante des voies respiratoires à des concentrations dépassant 200 µg/m³, sur de courtes durées.
- C'est le principal agent responsable de la formation des aérosols de nitrates, qui représentent une proportion importante des PM_{2.5} et d'ozone, en présence de rayons ultraviolets.

- Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO₂. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations actuellement mesurées (ou observées) dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

7.2.2 DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

D'après les données Atmo, les émissions de dioxyde de soufre proviennent de la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gazole...) mais dépendent de la teneur en soufre de ceux-ci.

Ce gaz irrite les muqueuses de la peau et des voies respiratoires supérieures.

A plus de 50% il est rejeté dans l'atmosphère par les activités industrielles, dont celles liées à la production d'énergie comme les centrales thermiques. Mais il est également émis par le chauffage résidentiel, commercial ou des entreprises.

7.2.3 METAUX LOURDS

D'après les données Atmo, cette famille comprend le plomb (Pb), le mercure (Hg), l'arsenic (As), le cadmium (Cd) et le nickel (Ni). Les métaux proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères mais aussi de certains procédés industriels.

Le plomb était principalement émis par le trafic routier jusqu'à l'interdiction totale de l'essence plombée en 2000, ne posant ainsi plus de problème dans l'air marseillais.

Ces polluants peuvent s'accumuler dans l'organisme, avec des effets toxiques à plus ou moins long terme.

8. EFFETS DU PROJET

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.

8.1 EVOLUTIONS D'APRES LA BIBLIOGRAPHIE - ETUDE AIR-SANTE DES EXTENSIONS DU TRAMWAY

8.1.1 ESTIMATIONS DES EMISSIONS

Afin d'évaluer ensuite l'impact du projet d'extension du tramway sur la qualité de l'air du secteur, trois scénarii 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 42 : 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 Ibrahim Ali 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 au 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 **scénarii de référence et au 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 **scénarii au 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 au 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 %).

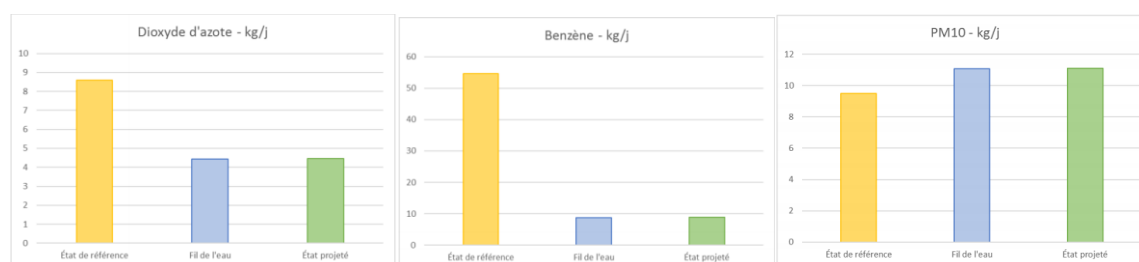


Figure 43 : Comparaison des émissions de 3 polluants calculées entre les 3 scénarios

8.1.2 MODELISATION 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, au 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 au 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 44 : 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 scénarii 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 au 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.

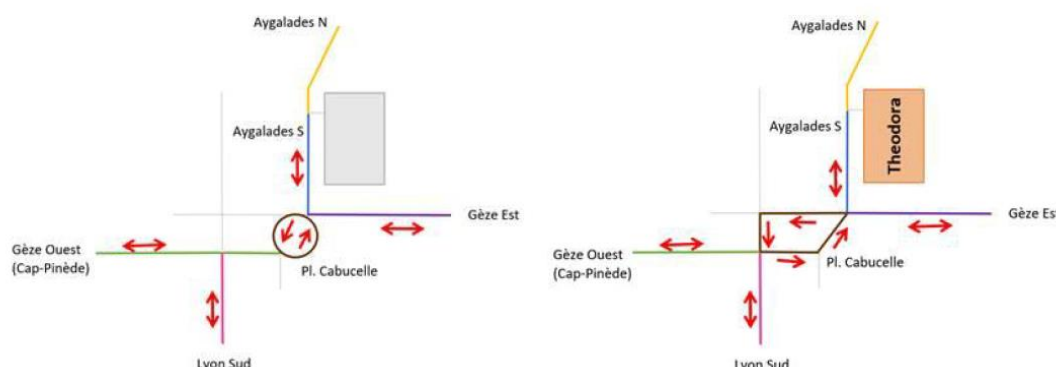
Aucun habitant n'est dénombré dans la zone où les polluants présentent des dépassements de valeurs limites.

8.2 ESTIMATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES 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, cinq 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 2030 lors de la mise en œuvre du projet Théodora), le réseau modélisé est légèrement adapté à ce niveau entre les deux scénarios.

Notons que l'avenue des Aygalades a changé de nom et est devenue l'avenue Ibrahim Ali. Dans le cadre de cette estimation, nous gardons « l'ancien nom ».



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

Figure 45 : Réseau modélisé de tronçons routiers de desserte du site à l'état initial (2020, à gauche) et à l'état avec projet (2030, 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 (2030)	% évolution	Longueur 2020	Longueur 2030	%PL
Av. Ibrahim Ali	7 680			100 m	100 m	10 %
Cap pinède, section Avenue Ibrahim Ali / Rue de Lyon	19 880			750 m	750 m	10 %
Cap pinède, section Ibrahim Ali / Gay Lussac	19 880			650 m	650 m	8 %
Boulevard Oddo, section Avenue Ibrahim Ali/Rue de Lyon	31 800			700 m	600 m	8 %
Rue de Lyon Sud	15 467			400 m	400 m	10 %
Place de la Cabucelle	35 864			100 m	350 m	10 %
Total	127 718					

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 cinq 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 la même horizon de réalisation que le projet mais en l'absence des flux supplémentaires induits par le projet, sont présentées ci-dessous :

	Flux routier	NO _x (kg)	PM (kg)	CO (kg)	HC (kg)	CO ₂ (t)	Moyenne polluants
1. Etat initial (2020)	60 680	19	0,2	17	2	5	
2. Situation projet (2030)	49 860	6	0,1	10	2	3	
Evolution brute 2%1	-18%	-69 %	-45 %	-41 %	-34 %	-35 %	-45 %
3. Fil de l'eau (2030)	60 680	7	0,1	13	2	4	
Evolution 3%1	0%	-61 %	-29 %	-23 %	-14 %	-18 %	-5 %
Evolution nette 2%3	-18%	-8 %	-15 %	-18 %	-20 %	-17 %	-16 %

Tableau 8 : Comparaison des émissions journalières de polluants selon les scénarii (source : EODD)

L'intérêt du scénario "au 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 diminution de -18 % de flux routiers en TMJA, les émissions de polluants induites devraient diminuer en « brut » de -45 % en moyenne sur les cinq polluants étudiés (de -34 % pour le HC à -69 % pour les NO_x).

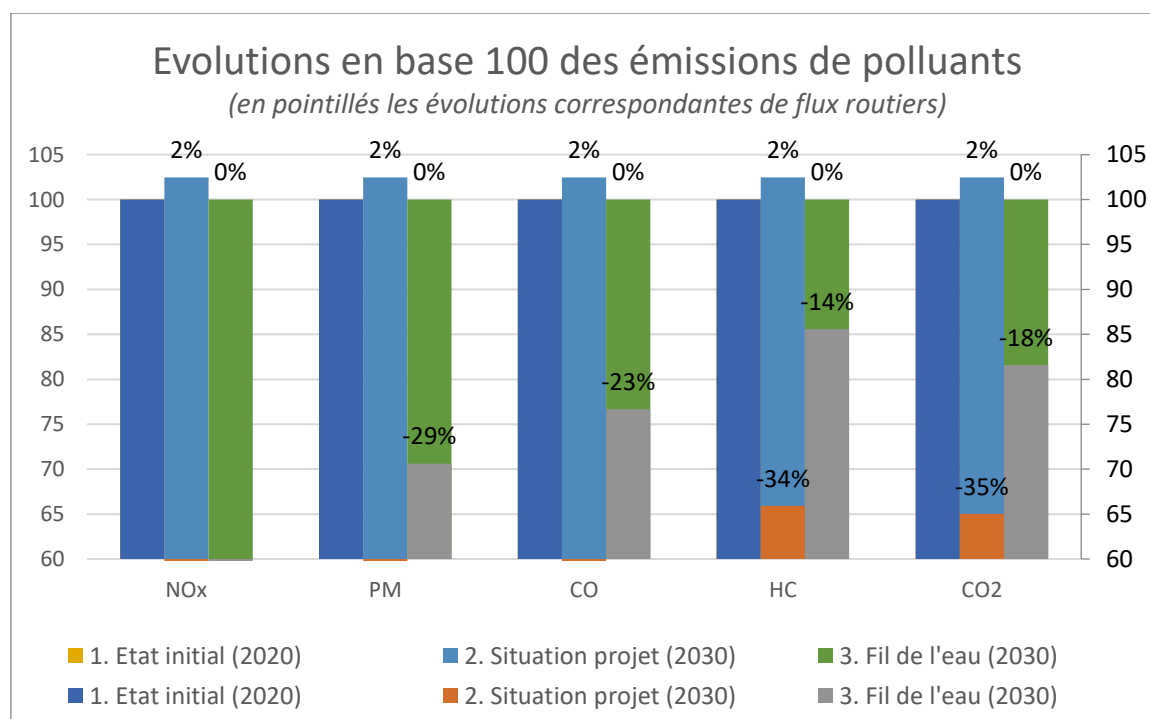


Figure 26 : Evolution en base 100 des émissions de polluants entre les trois scénarii considérés

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 (-45 %) est due à l'évolution du parc automobile prise en compte (-5 % sur le scénario fil de l'eau par rapport à l'état initial), puisqu'en évolution « nette », les émissions de NO_x diminuent avec le projet (-16 %).

Pour les émissions des oxydes d'azote NO_x, on observe une réduction « brute » des émissions (- 69 %) et une diminution « nette » (-8 %). 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 » (-45 %), et une diminution « nette » (-15 %). 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 » (-41 %), et une diminution « nette » (-18 %). 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 diminution « brute » (-34 %), et une diminution « nette » (-20 %). 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 est attendue.

Pour les émissions de dioxyde de carbone CO₂, on observe une diminution « brute » (-35 %), ainsi qu'une diminution « nette » (-17 %). 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 diminution de la circulation et également des émissions de polluants (en « net », en faisant abstraction de l'amélioration du parc routier automobile) en raison du peu de trafics générés (-18 %).

Cependant, au vu des trafics déjà présents sur les axes de desserte, ceci reste non significatif et permet donc aux polluants supplémentaires (-16 %) de se diluer dans l'air.

9. MESURES TYPES

9.1 LIMITER L'EXPOSITION DES USAGERS AUX POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES

De manière générale, **un des enjeux pour toute opération, en zone où la qualité de l'air est déjà moyenne à l'état initial, consiste à limiter l'exposition potentielle de nouveaux usagers à une pollution atmosphérique urbaine.**

Des dispositions peuvent être mises en œuvre à l'échelle des constructions pour limiter l'exposition des nouveaux occupants et usagers du site. Ces dispositions pourront être reprises dans le cadre des fiches de lot et cahier des charges de cession de terrain venant encadrer les caractéristiques des futures constructions.

9.2 ORGANISER LA FORME URBAINE POUR FAVORISER LA DISPERSION DES POLLUANTS

La forme urbaine a un effet direct sur la capacité du site à disperser ou non les polluants atmosphériques. Plusieurs préconisations peuvent ainsi être émises :

- Limiter les effets de coin - bâtiment en L - qui sont des zones d'accumulation de polluants, plus encore si la forme est face à des vents dominants.
- Privilégier les orientations favorisant la ventilation naturelle par les vents dominants et organiser des voiries et les immeubles en fonction des vents : les façades sous le vent sont des zones de stagnation de la pollution atmosphérique.

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.

9.3 VEGETALISER L'ILOT

Le rôle épurateur de l'air par la végétation est aujourd'hui mal connu. Leur rôle 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.

Les légumineuses présentent un intérêt particulier lié à leur capacité à former une symbiose avec des bactéries du sol du genre *Rhizobium*.

D'après certaines études par 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, qui induit un stress oxydant dans les feuilles des végétaux. Ceci pose donc la question de l'effet à long terme des dommages provoqués par l'ozone sur les structures foliaires et le métabolisme des arbres et donc de la pérennité de leur capacité potentielle à fixer ce polluant.

CE QUE DIT LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Des tests de fumigation en laboratoire sur plus de 200 espèces végétales (herbacées sauvages, cultivées, arbustes et arbres) ont permis de classer le magnolia de Kobé, le gommier blanc et le peuplier noir parmi les espèces à forte capacité d'assimilation pour le NO₂, qui, selon les auteurs, sont de ce fait adaptées pour une implantation dans les espaces verts près des routes.

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 dont le diamètre est 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.

Les toitures végétalisées peuvent également contribuer au piégeage des particules atmosphériques. L'efficacité d'accumulation par les toitures végétalisées varie en fonction des espèces présentes mais aussi de la concentration en polluants, des conditions météorologiques et de la croissance des plantes. Ainsi, l'accumulation sera plus importante au printemps-été au moment où les feuilles des plantes sont complètement développées, période fréquemment corrélée avec les hauts niveaux de pollution.

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.

9.4 ADAPTER LES BATIMENTS

Des dispositions peuvent être prises sur les bâtiments en eux-mêmes :

- **En agissant sur la ventilation pour réduire la concentration des polluants dans le bâtiment :**
 - Mettre en place une ventilation mécanique contrôlée double flux comprenant une filtration de l'air.
 - Préconiser un taux de renouvellement d'air efficace des locaux (18 à 25 m³/h/occupant pour des bureaux).
 - Privilégier les bâtiments traversants pour favoriser la ventilation naturelle et le renouvellement d'air au sein des pièces : cette action limite la concentration de particules et est très efficace.
- **En agissant sur les sources internes au bâtiment pour limiter la présence de polluants au sein de celui-ci :**
 - Mettre en œuvre de matériaux sains, afin d'éviter les émissions de Composés Organiques Volatiles (COV) ou de formaldéhydes en contact avec l'air intérieur des bâtiments : Étiquette A+ pour tous les matériaux en contact avec l'intérieur, Peinture faible émission de COV, En cas de bois traité, traitement certifié CTB P+.
 - Faire réaliser des mesures de pollution de l'air à réception à minima dans les lieux sensibles.
 - Informer les usagers sur les risques d'exposition et les bons gestes (ouverture de fenêtres, limiter les éléments diffusants comme les bougies...). Ventilation naturelle ou ventilation permettant la récupération de chaleur (ventilation double-flux) privilégiées.
- **En mettant en œuvre des solutions passives pour limiter les effets des sources externes au bâtiment et empêcher la diffusion des pollutions dans le bâtiment :**
 - Sélectionner la classe de filtre correspondant à une qualité de l'air fourni SUP 3, conformément à l'annexe B.4.2 de la norme EN 16798-3.
 - Positionner les prises d'air au regard des vents dominants et des sources de pollution atmosphérique locales (loin des bouches d'air vicié, de parkings ou de garages ou d'une cheminée (en conformité avec le document technique unifié NF-DTU 68.3)).

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.

10. CONCLUSIONS

- En septembre 2021, une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant extérieur a été réalisée. Elle a consisté en la réalisation de prélèvements d'air ambiant au moyen d'échantillonneurs passifs (Radiello et plaquettes de dépôt) pendant dix jours avec analyse de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote, d'éléments métalliques (Cadmium, Chrome, Cuivre, Nickel, Plomb, Zinc) au droit de 6 points de prélèvements liés à l'emprise du projet d'aménagement ;
- Une estimation des flux d'émissions de polluants a été réalisée. Elle a été réalisée sur plusieurs horizons temporels : état initial (2020), état avec projet (2030) et état avec projet « au fil de l'eau » (2030) dans le cas où le projet ne génère pas de flux supplémentaire ;
- ATMO Sud réalise un suivi global de la qualité de l'air dans la région, plus particulièrement dans la métropole de Marseille, et plus localement du dioxyde d'azote, de monoxyde d'azote, et des particules en suspension de 2,5 µm et de 10 µm.

Pour l'état initial, la mise en perspective de ces différents résultats indique un **dépassement de valeurs limites réglementaires pour les NOx**. Ces dépassements sont classiquement observés en zones périurbaines présentant des conditions de trafic similaires. La bibliographie (ATMO) confirme ces dépassements au niveau des axes routiers à fort trafic dans le secteur d'étude.

Les mesures ont également mis en avant des dépassements de valeurs indicatives mais non réglementaires **en métaux lourds (Nickel et Chrome sur l'ensemble des points)**. Dans le cas présent, ces valeurs importantes peuvent aussi être expliquées par les entreprises à proximité spécialisées entre autres dans le démantèlement d'épaves ou encore un commerce de détail d'équipements automobiles.

La qualité de l'air est donc globalement moyenne à bonne, avec des **concentrations plus importantes le long des infrastructures routières** que sont l'avenue Ibrahim Ali, le boulevard Capitaine Gèze. Les dépassements de valeurs limites réglementaires en NOx imputables au trafic se dispersent peu, et restent localisées principalement sur les axes routiers eux-mêmes. Les dépassements en métaux lourds sont ponctuels, et relèvent d'une pollution « de fond » sur l'ensemble de la région, et dont le trafic routier n'est pas particulièrement émetteur.

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.

Concernant les estimations des flux d'émissions de polluants sur les trois scénarii montre une diminution des polluants aussi bien dans le cadre du projet « au fil de l'eau » que de l'état projeté (2030).

Le projet n'est pas de nature à détériorer la qualité de l'air locale, au contraire, une diminution du trafic est mis en avant. De plus, l'évolution technologique du parc automobile considéré (véhicules plus performants et moins émissifs, ici à l'échelle nationale, mais en réalité le parc est propre au territoire) confirme la baisse de polluant engendré par le parc automobile.

Les polluants qui pourraient être jugés comme à enjeu (NOx, Ni et Cr) relèvent d'échelles plus larges que le projet d'étude, et donc de la gestion de la qualité de l'air au niveau du secteur des transports et des industries de la Métropole voire de la région PACA.

11. LIMITES DE L'ETUDE

▪ Limites des supports de mesures passifs

Ces types de supports sont retenus, conformément au guide de 2019 du Cerema car ils permettent de manière simple et rapide sur la zone d'étude de mesurer des concentrations moyennes sur plusieurs jours, pour un coût maîtrisé. Les résultats donnent une répartition spatiale d'un polluant donné, c'est à dire une description « semi-quantitative », un ordre de grandeur des concentrations qui permet de hiérarchiser les points de mesure. La circulaire précise que les incertitudes liées à ces mesures varient de 15 à 30% selon les fournisseurs et les composés mesurés. Le guide précise également que la mesure passive de particules (PM) n'offre pas de retour d'expérience fiable, aussi elle ne préconise pas de l'appliquer de manière systématique. C'est pourquoi cela n'a pas été réalisé ici, malgré le fait que les PM soient des polluants pertinents à mesurer pour qualifier une pollution émise par le trafic routier, et qu'ils représentent des enjeux sanitaires importants.

▪ Limites opératoires des mesures in situ

On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. La durée de mesure peut être également discutée (14 jours d'exposition au plus selon la norme NF S31-010 de décembre 1996). Les investigations de terrain sont ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont ainsi donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut être importante.

Les plaquettes de dépôt qui permettent de mesurer les retombées atmosphériques subissent l'action des intempéries : lessivage par la pluie, neutralisation par le givre ou la neige, et également le masquage par les chutes de feuilles ou autres dépôts.

De plus, le panel de mesures n'a pas pu être aussi large qu'envisagé à cause de la détérioration de matériel lors des deux campagnes de mesures

▪ Limites générales de méthode et conclusions

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister aux alentours.

Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet de vérifications.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique et du niveau d'étude prescrit.

Des modifications de la méthodologie ou des connaissances scientifiques, une évolution du contexte environnemental ou industriel peut survenir ultérieurement à la réalisation de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les figures, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.

12. ANNEXE

12.1 ANNEXE 1 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR EN FRANCE (SOURCE : MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE ET SOLIDAIRE, CONSULTE LE 01/06/2020)

Tableau des normes Qualité de l'Air

OMS / UE / FR = origines des valeurs

DIOXYDE d'AZOTE (NO ₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Niveau critique pour la protection de la végétation (NO _x)	30 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³ (FR)	en moyenne horaire
Seuils d'alerte	400 µg/m ³ (UE)	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	ou si 200 µg/m ³ en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m ³ à J+1 (FR)	

OXYDES D'AZOTE (NO _x)		
Niveau critique pour la protection de la végétation	30 µg eq NO ₂ .m ³	en moyenne annuelle

PARTICULES (PM ₁₀)		
Objectif de qualité	30 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Seuil d'information et de recommandation	50 µg/m ³ (FR)	en moyenne sur 24 heures
Seuil d'alerte	80 µg/m ³ (FR)	en moyenne sur 24 heures

PARTICULES (PM _{2,5})		
Objectif de qualité	10 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	20 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite 2015 pour la protection de la santé humaine	25 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

DIOXYDE de SOUFRE (SO ₂)		
Objectif de qualité	50 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m ³ (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Niveau critique pour la protection des écosystèmes	20 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuil d'alerte	500 µg/m ³	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives

OZONE (O ₃)		
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h. (UE)	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240 µg/m ³	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³	en moyenne horaire

MONOXYDE de CARBONE (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m ³ soit 10 000 µg/m ³ (FR)	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

BENZÈNE (C ₆ H ₆)		
Objectif de qualité	2 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

MÉTALUX LOURDS			
Objectif de qualité	Plomb (Pb)	0.25 µg/m³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine		0,5 µg/m³ (UE)	
Valeur cible à compter de 2013	Arsenic (As)	6 ng/m³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀
	Cadmium (Cd)	5 ng/m³ (UE)	
	Nickel (Ni)	20 ng/m³ (UE)	

BENZO(A)PYRÈNE (B[A]P)		
Valeur cible à compter de 2013	1 ng/m³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM ₁₀

Définitions des normes Qualité de l'Air

Objectif de qualité : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble;

Valeur cible : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné ;

Valeur limite : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble;

Seuil d'information et de recommandation : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates;

Seuil d'alerte : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement justifiant l'intervention de mesures d'urgence.