

Etat de la qualité de l'air à l'échelle de la ville de Marseille après mise en service de la L2 (A507)

Juillet 2020

RESUME :

ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE DE LA VILLE DE MARSEILLE APRES MISE EN SERVICE DE LA L2 (A507)

Juillet 2020

Sur Marseille, entre 2011 et 2019, une amélioration générale de la qualité de l'air est constatée en relation avec la tendance nationale technologique, mais également, localement sur certains secteurs, par le fait de l'évolution urbaine : la couverture de la L2 protège les quartiers et secteurs « en surface » des émissions du trafic de cette autoroute (Fourragère, Canet, Tilleuls, ...) ; ajouté à l'effet L2 qui draine maintenant une partie du trafic supporté par les voies du centre-ville, l'aménagement urbain avec la piétonisation du Vieux-Port et la requalification de voiries permet de réduire le trafic sur certains quartiers et d'y observer une amélioration sensible (Jarret), ou notable (Rabatau, Plombières).

Cependant, des niveaux de pollution élevés, en dépassement des valeurs limites sont toujours présents sur Marseille, avec une exposition associée des populations. Le trafic dense dans la ville et important sur les voies d'échanges interurbaines est à l'origine de ces situations. La L2 a des effets négatifs localement au niveau des têtes de tunnels et des tranchées ouvertes.

► Le dioxyde d'azote toujours en ligne de mire sous l'influence du trafic routier

Des **concentrations moyennes annuelles estimées supérieures à la valeur réglementaire de 40 µg/m³** ont été observées sur certaines zones spécifiques de Marseille, principalement **sous influence du trafic routier dans le centre** : de Cap Pinède au Vieux-Port, tout le long de l'axe routier que représente la rocade du Jarret au niveau des boulevards Maréchal Juin, Françoise Duparc, Sakakini, Jean Moulin, ainsi que le boulevard Rabatau, mais également **autour des principaux accès à la L2** : autoroute A7, le Merlan, Frais Vallon, Kaddouz et échangeur Florian/Pont de Vivaux. Cependant, moins du tiers de la totalité des estimations annuelles réalisées dans le cadre de cette campagne est supérieur à cette valeur réglementaire.

► Une amélioration en dioxyde d'azote dans le centre malgré des niveaux élevés

Malgré le fait que les niveaux les plus importants sont relevés principalement dans le centre de Marseille, une **amélioration a été observée à la fois sur les stations fixes mais également sur certaines zones spécifiques** investiguées dans le cadre de cette campagne : diminutions notables sur Vieux-Port, Rabatau, Plombières ; diminution plus faible sur le secteur du Jarret, couplé à la requalification de l'axe routier encore en cours. Ces évolutions sont **en lien avec les aménagements urbains** qui ont été réalisés depuis 2011, dont l'ouverture de la L2, mais également la semi-piétonisation du Vieux-Port et l'ouverture du tunnel Prado-Sud.

► Une dégradation en dioxyde d'azote au niveau des têtes de tunnel de la L2

La plupart des dégradations en dioxyde d'azote observées entre 2011 et 2019 sont localisées à **proximité immédiate des têtes de tunnel et des tranchées ouvertes de faible longueur de la L2** : centre commercial du Merlan, Kaddouz, Montolivet et la Fourragère. En ces zones de proximité immédiate à la voie et à la tête de tunnel, les **moyennes annuelles sont proches voire supérieures à la valeur réglementaire annuelle** (globalement comprises entre 30 et 50 µg/m³).

Rédaction :	Revue :	Approbation :
Romain Boissat romain.boissat@atmosud.org	BouAlem Mesbah boualem.mesbah@atmosud.org	Edwige Révélat edwige.revelat@atmosud.org
Contact :	Date de parution :	Références :
Patricia Lozano patricia.lozano@atmosud.org	31/07/2020	23PT0611/L2_ETAT1

► Une amélioration globale et notable pour le benzène

La quasi-intégralité des concentrations annuelles estimées à l'échelle du domaine d'étude est inférieure à 2 µg/m³ (objectif de qualité annuel réglementaire) et nettement inférieure à 5 µg/m³ (valeur limite annuelle réglementaire). De plus, **la totalité des points de mesures réalisés en 2019 présente une diminution des concentrations moyennes de plus de 15% par rapport à 2011.**

Rédaction :	Revue :	Approbation :
Romain Boissat romain.boissat@atmosud.org	BouAlem Mesbah boualem.mesbah@atmosud.org	Edwige Révélat edwige.revelat@atmosud.org
Contact :	Date de parution :	Références :
Patricia Lozano patricia.lozano@atmosud.org	31/07/2020	23PT0611/L2_ETAT1

SOMMAIRE

1. Contexte de l'étude.....	6
2. Réalisation de la campagne de mesures.....	8
2.1 Echantillonnage géographique.....	8
2.2 Echantillonnage temporel.....	9
3. Résultats de la campagne de mesures.....	10
3.1 Dioxyde d'azote.....	10
3.1.1 Tubes passifs.....	10
3.1.2 Stations fixes.....	13
3.2 Benzène et Toluène.....	15
3.2.1 Benzène.....	15
3.2.2 Toluène.....	16
3.2.3 Étude du ratio Toluène/Benzène.....	18
4. Interprétation des résultats.....	20
4.1 Comparaison des résultats obtenus avec les valeurs réglementaires.....	20
4.2 Comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'état zéro (2011/2014).....	21
4.2.1 Tendancier moyen sur stations fixes.....	21
4.2.2 Résultats généraux.....	21
4.2.3 Zooms sur des zones d'intérêt.....	24
5. Conclusions.....	27
GLOSSAIRE.....	29
ANNEXES.....	33

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	34
ANNEXE 2	Localisation des points de mesures.....	36
ANNEXE 3	Résultats par point de mesure « tubes » et par polluant.....	40
ANNEXE 4	Résultats cartographiques des concentrations en NO ₂ (zooms).....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Période et durée d'échantillonnage par type	9
Tableau 2 : Répartition des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ par type d'influence	12
Tableau 3 : Concentrations obtenues en NO ₂ au niveau des stations fixes ou mobiles de Marseille	13
Tableau 4 : Comparaison des niveaux mesurés avec les valeurs de référence à disposition	20

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	6
Figure 2 : Représentation temporelle de la surveillance sur Marseille depuis janvier 2011	7
Figure 3 : Localisation des points de mesures NO ₂ et BTEX – Tubes passifs	8
Figure 4 : Localisation des stations AtmoSud et Météo France	9
Figure 5 : Concentration moyenne annuelle 2019 estimée en NO ₂ (µg/m ³) – campagne tubes	10
Figure 6 : Répartition des gammes de concentration moyenne annuelle en NO ₂ par distance à la L2 et par type d'influence	11
Figure 7 : Répartition des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ par type d'influence	12
Figure 8 : Concentration moyenne annuelle 2019 en NO ₂ (µg/m ³) – stations fixes	13
Figure 9 : Evolution des concentrations moyennes mensuelles en NO ₂ sur l'année 2019	14
Figure 10 : Concentration moyenne annuelle en benzène sur l'ensemble du domaine d'étude (µg/m ³)	15
Figure 11 : Concentration moyenne annuelle en toluène sur l'ensemble du domaine d'étude (µg/m ³)	16
Figure 12 : Répartition des gammes de concentration moyenne annuelle en toluène par distance à la L2 et par type d'influence	17
Figure 13 : Ratios [Toluène]/[Benzène] sur l'ensemble des couples	18
Figure 14 : Positionnement du point 141	18
Figure 15 : Ratios [Ethylbenzène]/[Benzène] et [Xylènes]/[Benzène] sur l'ensemble des couples	19
Figure 16 : Evolution des concentrations annuelles entre 2011 et 2019 sur les stations fixes	21
Figure 17 : Comparaison des plans d'échantillonnage 2011/2014 et 2019	22
Figure 18 : Evolution des concentrations en benzène et en NO ₂ au niveau des points de comparaison entre 2011/2014 et 2019	22
Figure 19 : Localisation des évolutions des concentrations en NO ₂ au niveau des points de comparaison entre 2011 et 2019	23
Figure 20 : Localisation des évolutions des concentrations en benzène au niveau des points de comparaison entre 2011 et 2019	23
Figure 21 : Evolution des concentrations moyennes en NO ₂ sur la « L2 Nord »	24
Figure 22 : Evolution des concentrations moyennes en NO ₂ sur la « L2 Est »	25
Figure 23 : Evolution des concentrations moyennes en NO ₂ sur le centre-ville de Marseille	26

1. Contexte de l'étude

Le projet de rocade L2 (A507), reliant l'A7 à l'A50, constitue un ouvrage majeur structurant à terme pour le trafic routier et la mobilité au niveau de l'agglomération marseillaise, devant permettre notamment de délester le centre-ville. AtmoSud a déployé des matériels de mesure pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air de la mise en service progressive de cette rocade, à savoir :

- Le 29 novembre 2016 pour la « partie est »,
- Le 17 octobre 2018 pour la « partie nord »

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

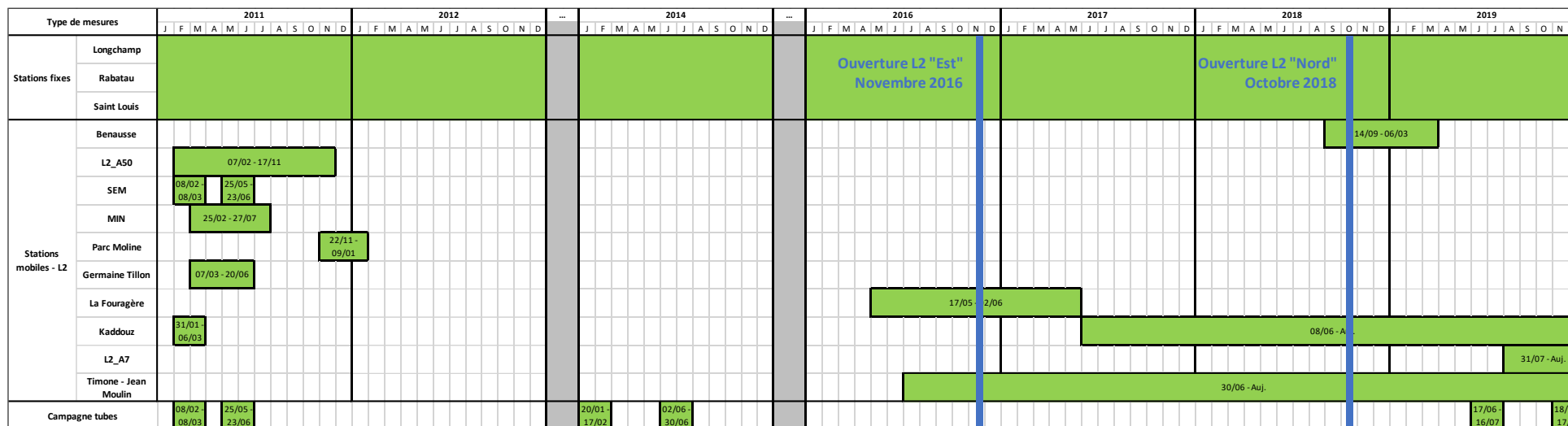


Source : http://l2-marseille.com/wp-content/uploads/2019/06/2017_en_images.pdf

Plusieurs campagnes de mesures ont été menées par AtmoSud pour évaluer la qualité de l'air sur Marseille au cours de cette période, à l'aide des dispositifs suivants :

- Les stations fixes de Longchamp, Rabatau et Saint-Louis,
- Les stations mobiles temporaires de Benausse, L2_A50, SEM, MIN, Parc de la Moline, Germaine Tillon, La Fourragère, Kaddouz, L2_A7 et Timone Jean Moulin,
- Des campagnes « tubes » ponctuelles.

Figure 2 : Représentation temporelle de la surveillance sur Marseille depuis janvier 2011



Le présent rapport présente

- Les résultats sur l'année 2019, à savoir les campagnes « tubes » ainsi que les résultats sur les stations fixes ou mobiles.
- La comparaison avec les résultats obtenus par AtmoSud avant la mise en service de la L2 en 2011¹ et 2014 (état zéro).

Pour rappel, un bilan des 3 premières années de surveillance de la qualité de l'air a été réalisé en décembre 2019, et est disponible sur notre site internet².

¹ <https://www.atmosud.org/publications/marseille-etat-initial-autour-de-la-rocade-l2-hiver-et-ete-2011>

² <https://www.atmosud.org/publications/bilan-de-3-ans-de-surveillance-de-la-qualite-de-lair-autour-de-la-rocade-l2-marseille>

2. Réalisation de la campagne de mesures

2.1 Echantillonnage géographique

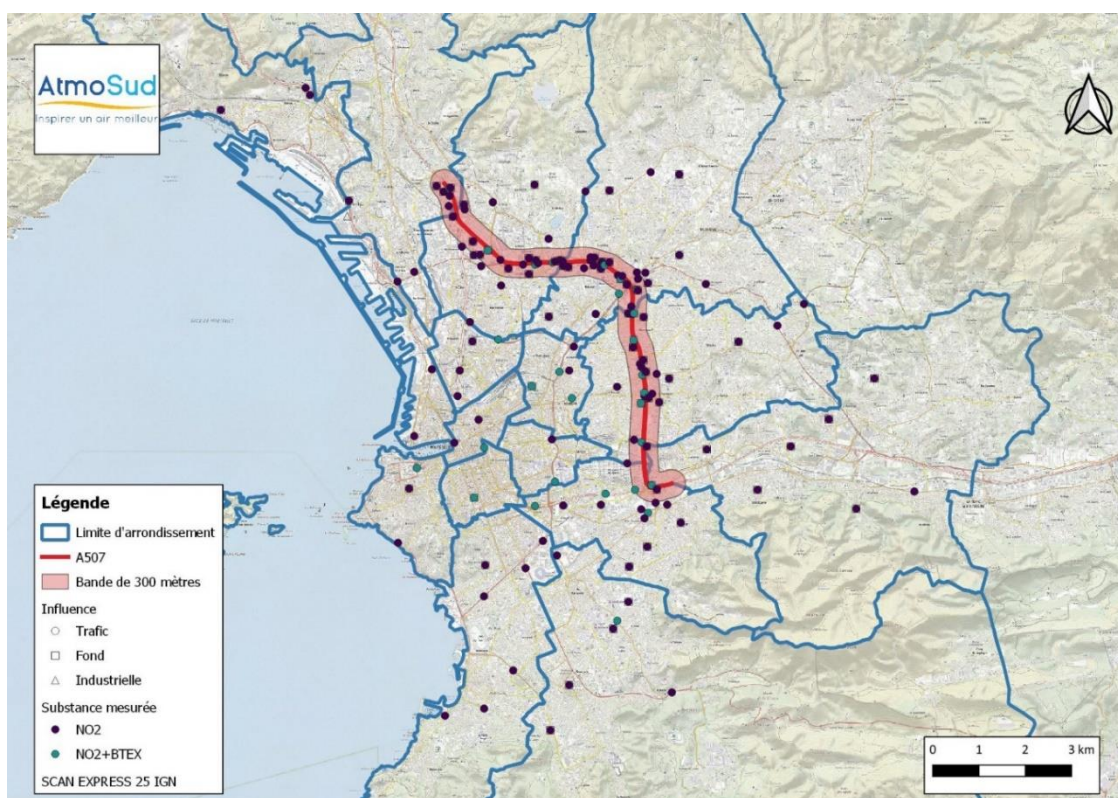
► Tubes passifs

155 points de mesures ont été mis en place dans le cadre de cette surveillance :

- Proximité de la L2 : 71 points de mesures se trouvent dans une bande de 300 mètres par rapport à cet axe routier,
- 85 points « trafic » positionnés sur l'ensemble du domaine d'étude
- Maillage densifié au niveau des têtes de tunnel

Sur ces 155 points, 29 points mesurent également les BTEX en plus du NO₂. La localisation de ces emplacements est synthétisée ci-dessous :

Figure 3 : Localisation des points de mesures NO₂ et BTEX – Tubes passifs



Pour une meilleure lecture, des cartes de zoom sont proposées en ANNEXE 2.

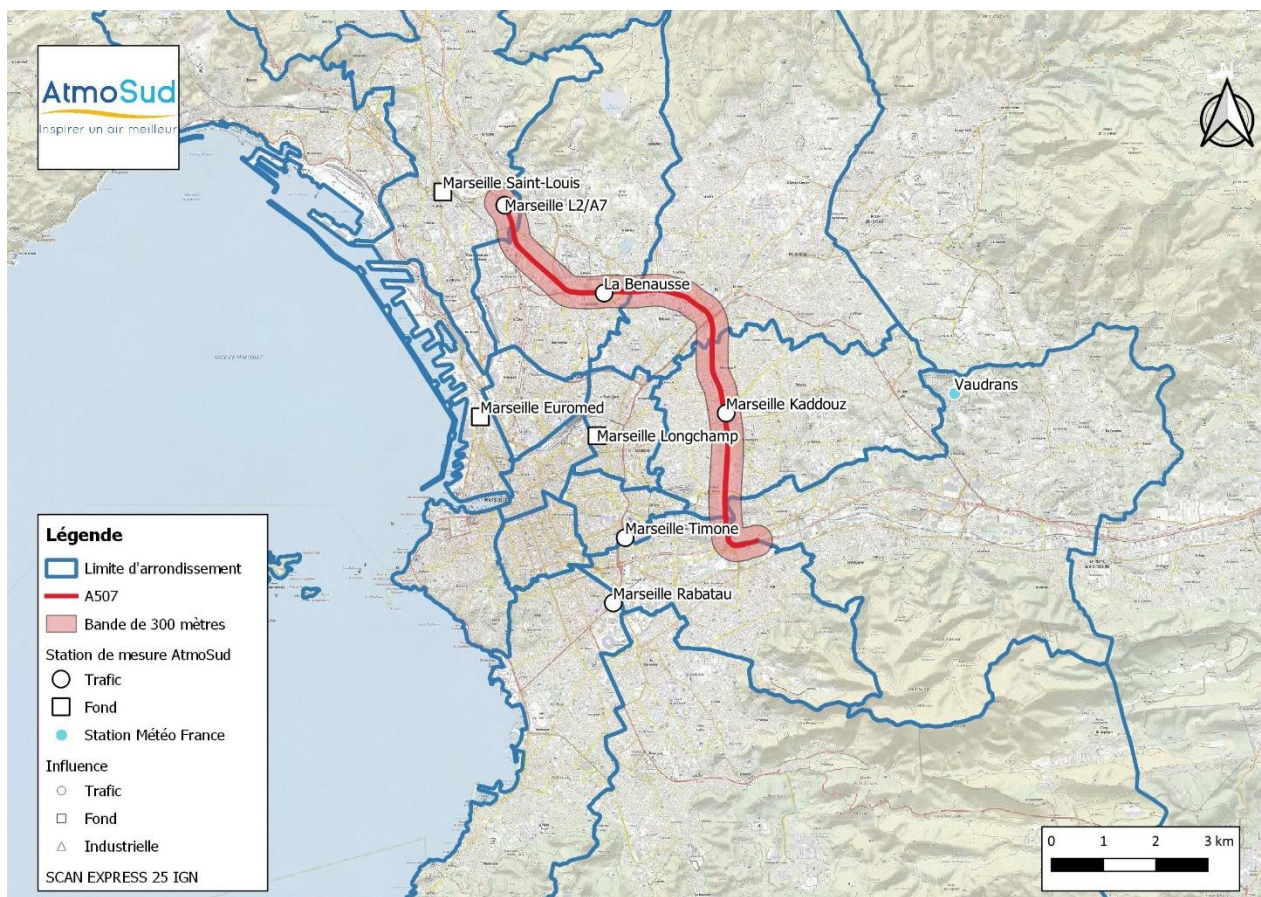
► Stations de mesures

En plus des 155 points de mesures par prélèvement passif, sont présentes au cours de l'année 2019 :

- 7 stations de mesures automatiques AtmoSud sur l'ensemble du domaine d'étude.,
- 1 station Météo France au niveau de la nécropole de Vaudrans.

Ces stations sont localisées dans la figure ci-après :

Figure 4 : Localisation des stations AtmoSud et Météo France



2.2 Echantillonnage temporel

Le tableau ci-dessous permet de synthétiser, sur l'année 2019, les différentes périodes de recouvrement des mesures (AtmoSud et Météo France) par type.

Tableau 1 : Période et durée d'échantillonnage par type

Type de mesure		Période d'échantillonnage sur 2019		Durée
		Début	Fin	
Tubes passifs	Campagne été :	17/06/2019	16/07/2019	1 mois
	Campagne hiver :	18/11/2019	17/12/2019	1 mois
Station AtmoSud (fixe ou mobile)	Longchamp	01/01/2019	31/12/2019	1 an
	Rabatau	01/01/2019	31/12/2019	1 an
	Saint Louis	01/01/2019	31/12/2019	1 an
	Kaddouz	01/01/2019	31/12/2019	1 an
	Timone	01/01/2019	31/12/2019	1 an
	Benausse	01/01/2019	06/03/2019	2 mois
	L2/A7	04/08/2019	31/12/2019	5 mois

3. Résultats de la campagne de mesures

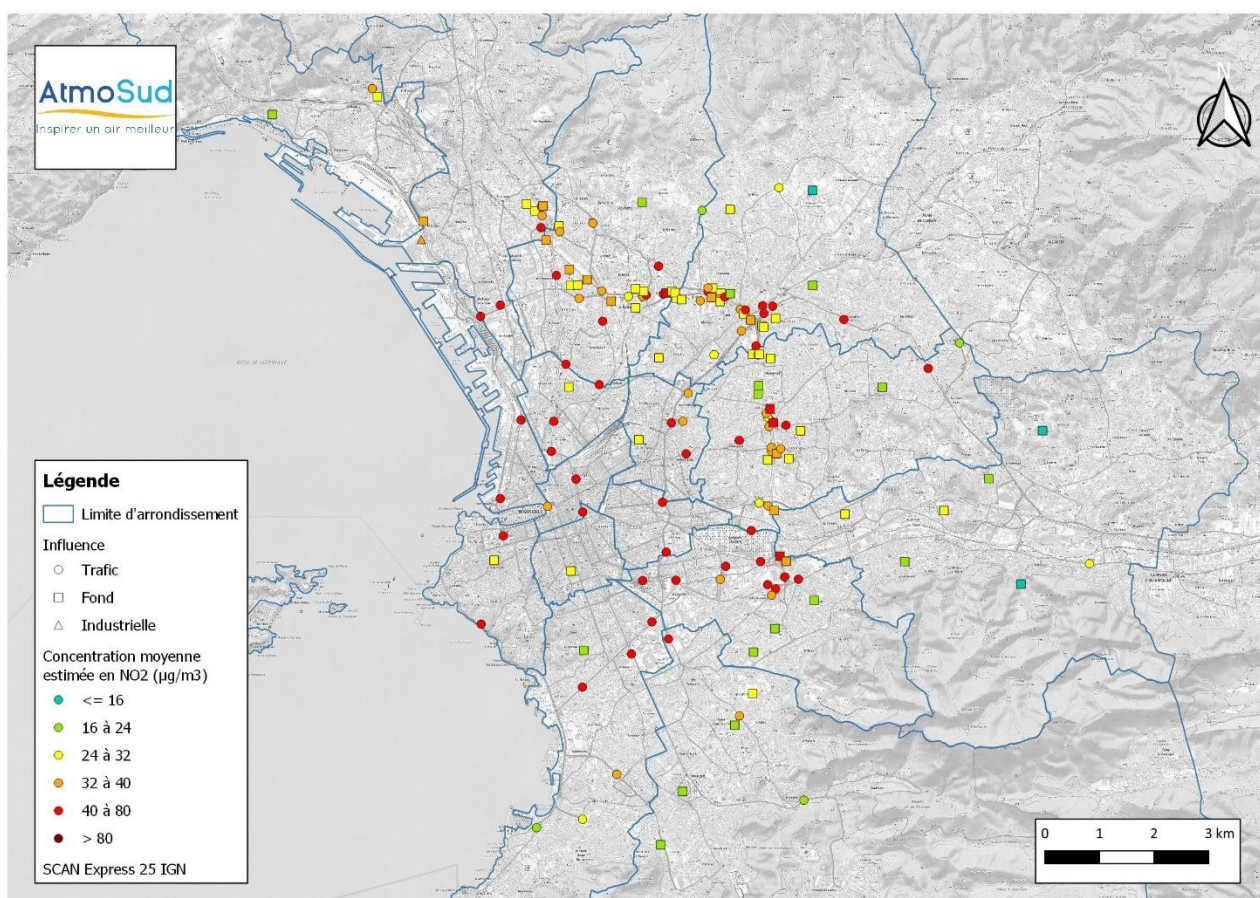
3.1 Dioxyde d'azote

3.1.1 Tubes passifs

3.1.1.1 Résultats généraux

Les concentrations moyennes annuelles estimées en NO₂ sont représentées sur la carte ci-dessous :

Figure 5 : Concentration moyenne annuelle 2019 estimée en NO₂ (µg/m³) – campagne tubes



Le détail des concentrations est proposé en ANNEXE 3

Il apparaît, à la première lecture de cette carte, que les niveaux les plus importants sont retrouvés :

- Dans le centre-ville de Marseille, des ports (Cap Pinède) au Vieux-Port,
- Tout le long de l'axe routier que représente la rocade du Jarret (boulevards Maréchal Juin, Françoise Duparc, Sakakini, Jean Moulin et la première partie de Rabatau), puis la seconde partie du boulevard Rabatau.
- Autour des principaux accès à la L2 (autoroute A7, le Merlan, Frais Vallon, Kaddouz et échangeur Florian/pont de Vivaux).

Une analyse plus fine des résultats généraux observés est proposée dans les paragraphes suivants.

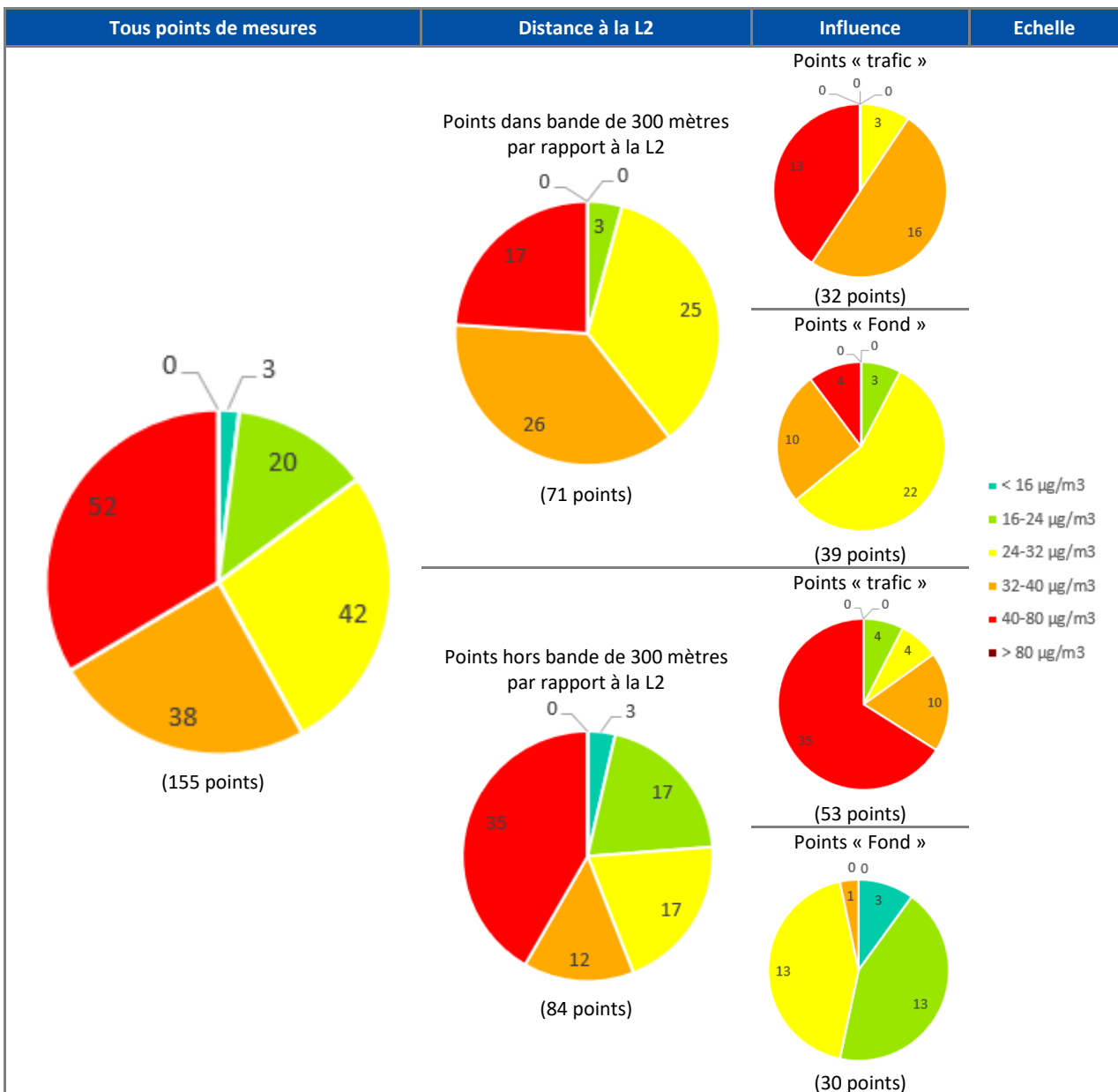
3.1.1.2 Résultats spécifiques

► Distance par rapport à la L2

Sur les 155 concentrations moyennes annuelles estimées :

- Un tiers des résultats présente une concentration supérieure ou égale à 40 µg/m³. Cependant, la répartition de ces concentrations supérieures à 40 µg/m³ ne montre pas de localisation préférentielle à l'intérieur de la bande de 300 mètres de la L2. Au contraire, ces valeurs (en rouge ci-dessous) sont plutôt rencontrées hors de la bande de 300 mètres de la L2, puisque sur les 52 moyennes annuelles estimées supérieures à 40 µg/m³, près de 70% (soit 35 mesures) sont hors de cette zone spécifique.
- En ce qui concerne les concentrations moyennes inférieures à 40 µg/m³, elles sont généralement :
 - Rencontrées pour les points de « fond »,
 - D'autant plus faibles qu'elles sont éloignées de la bande de 300 mètres de la L2

Figure 6 : Répartition des gammes de concentration moyenne annuelle en NO₂ par distance à la L2 et par type d'influence



► Données moyennes et répartition par type d'influence

Le graphique ci-dessous permet de représenter la répartition des moyennes annuelles en NO₂ obtenues sur l'ensemble des tubes par type d'influence (trafic ou fond)

Figure 7 : Répartition des concentrations moyennes annuelles en NO₂ par type d'influence

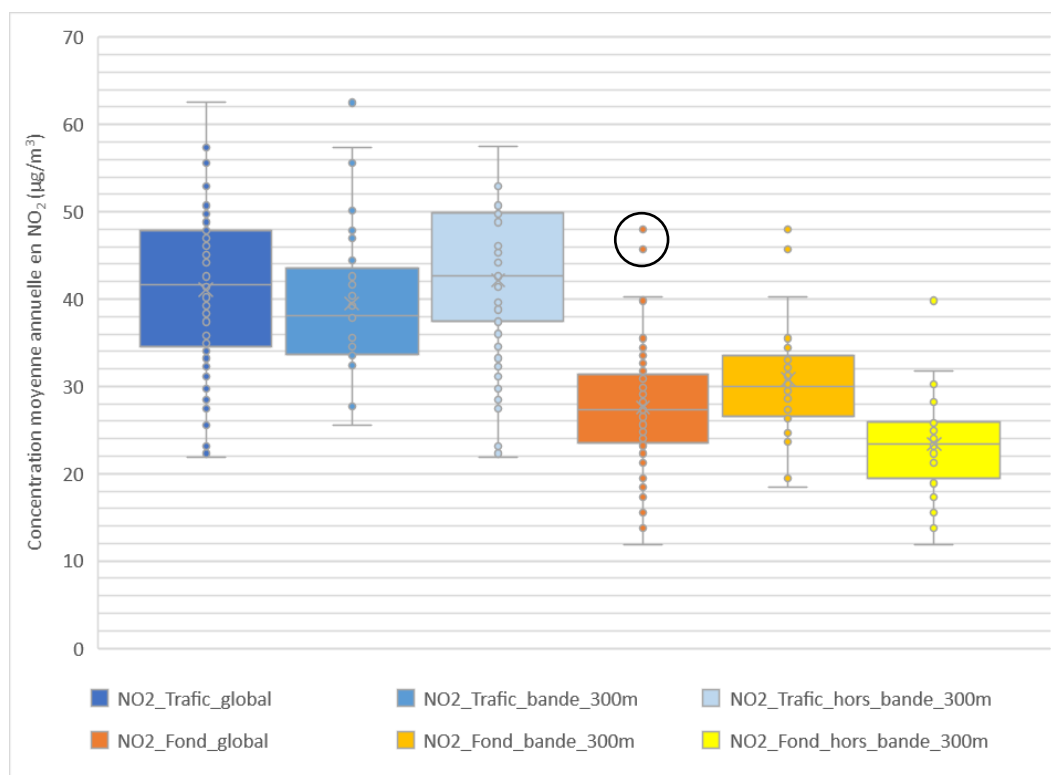


Tableau 2 : Répartition des concentrations moyennes annuelles en NO₂ par type d'influence

Concentrations obtenues en µg/m ³	Influence « trafic »			Influence « fond urbain »		
	Global	Dans bande de 300 m de la L2	Hors bande de 300 m de la L2	Global	Dans bande de 300 m de la L2	Hors bande de 300 m de la L2
Moyenne	41	39	42	28	31	23
Médiane	42	38	43	27	30	23
1^{er} quartile	35	34	37	24	27	20
3^{ème} quartile	48	44	50	31	33	26

Les concentrations annuelles observées sont donc généralement :

- Comprises entre 35 et 50 µg/m³ pour les points sous influence du trafic routier, quel que soit celui-ci (L2 ou autre axe routier de Marseille), avec une moyenne légèrement supérieure à 40 µg/m³.
- Nettement inférieures à 40 µg/m³ pour les points de mesures sous influence urbaine de fond, et généralement de l'ordre de :
 - Moins de 25 µg/m³ pour les points en dehors de la bande de 300 mètres de la L2,
 - 30 µg/m³ pour les points situés à l'intérieur de la bande de 300 mètres de la L2.

Notons cependant que 2 points de fond (cercle noir sur la Figure 7) présentent une concentration « hors gamme », et qui sont situés au niveau des points 25 (rue Joseph Proudou) et 53 (Avenue Charles Kaddouz)

3.1.2 Stations fixes

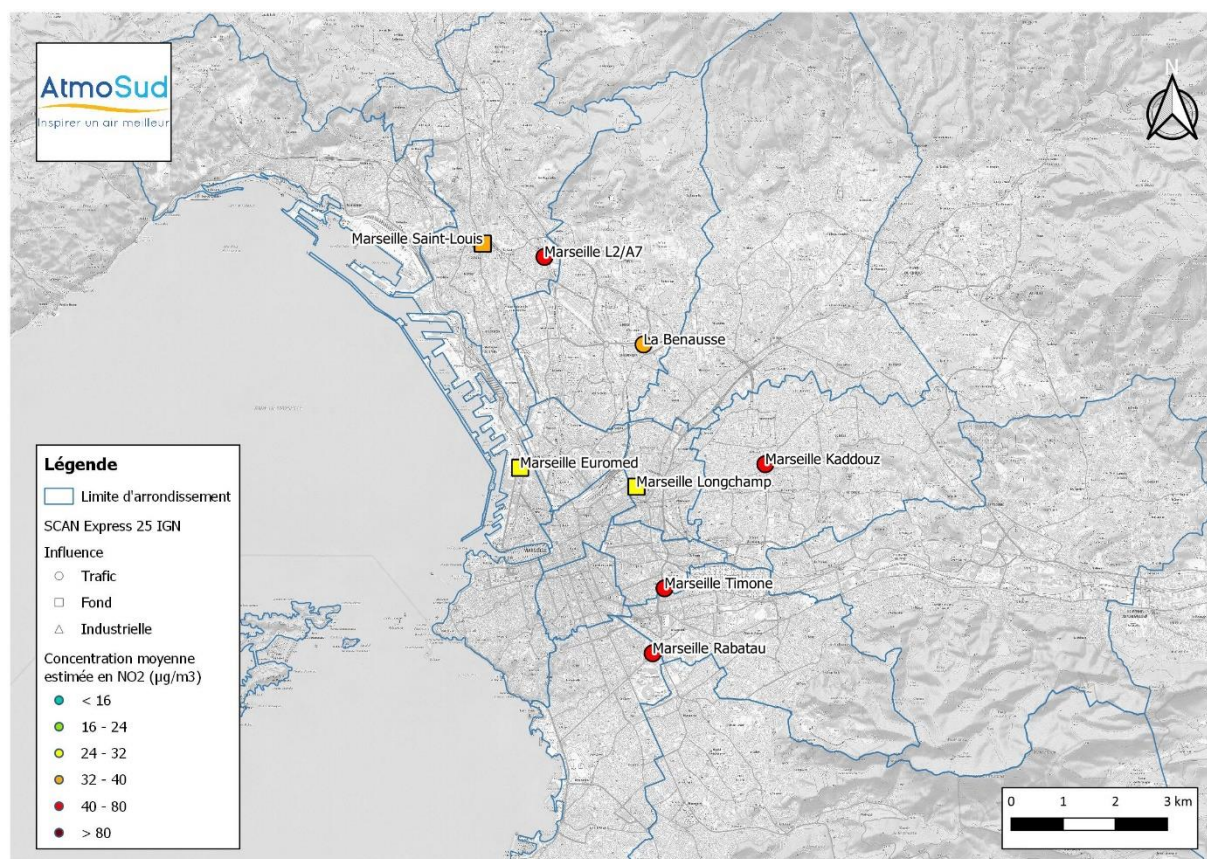
3.1.2.1 Résultats généraux

Les concentrations obtenues sur la totalité de l'année 2019 sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Concentrations obtenues en NO₂ au niveau des stations fixes ou mobiles de Marseille

Substance	Paramètre (µg/m ³)	Longchamp	Rabatau	Saint Louis	Timone	Kaddouz	Benausse	L2/A7	Place Verneuil
Type de station		Fond	Trafic	Fond	Trafic	Trafic	Trafic	Trafic	Fond
NO ₂	Concentration moyenne annuelle	26	45	33	42	41	36*	50*	31
	Concentration maximale horaire	123	183	151	270	153	139	179	127
	% annuel de données valides	95%	96%	99%	99%	95%	17%	41%	87%

Figure 8 : Concentration moyenne annuelle 2019 en NO₂ (µg/m³) – stations fixes

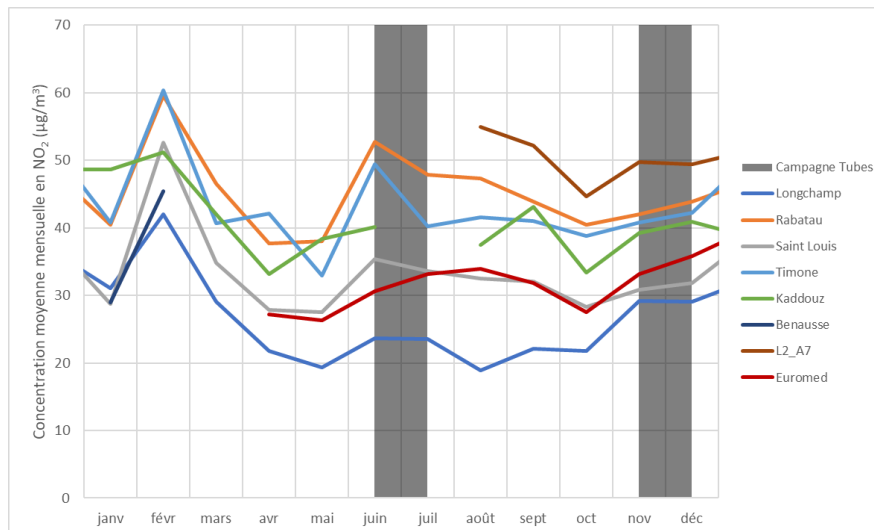


Ainsi, sur quasiment toutes les stations automatiques « trafic » de Marseille, la concentration moyenne annuelle est légèrement supérieure à 40 µg/m³ (hormis Benausse, pour laquelle nous disposons seulement de 17% de données sur l'année). En revanche, sur toutes les stations urbaines de « fond », elle est inférieure à cette valeur de 40 µg/m³. Ces données sont parfaitement cohérentes avec les observations faites précédemment sur les niveaux mesurés par tube passif.

3.1.2.2 Evolution mensuelle

En ce qui concerne les évolutions mensuelles des concentrations, le graphique ci-dessous permet de les représenter au cours de l'année 2019, sur l'ensemble des stations concernées.

Figure 9 : Evolution des concentrations moyennes mensuelles en NO₂ sur l'année 2019



Il apparaît que pour l'ensemble des stations, un pic ponctuel est observé au cours du mois de février 2019, puis une décroissance générale jusqu'au mois de mai, et enfin un niveau globalement constant sur le deuxième semestre.

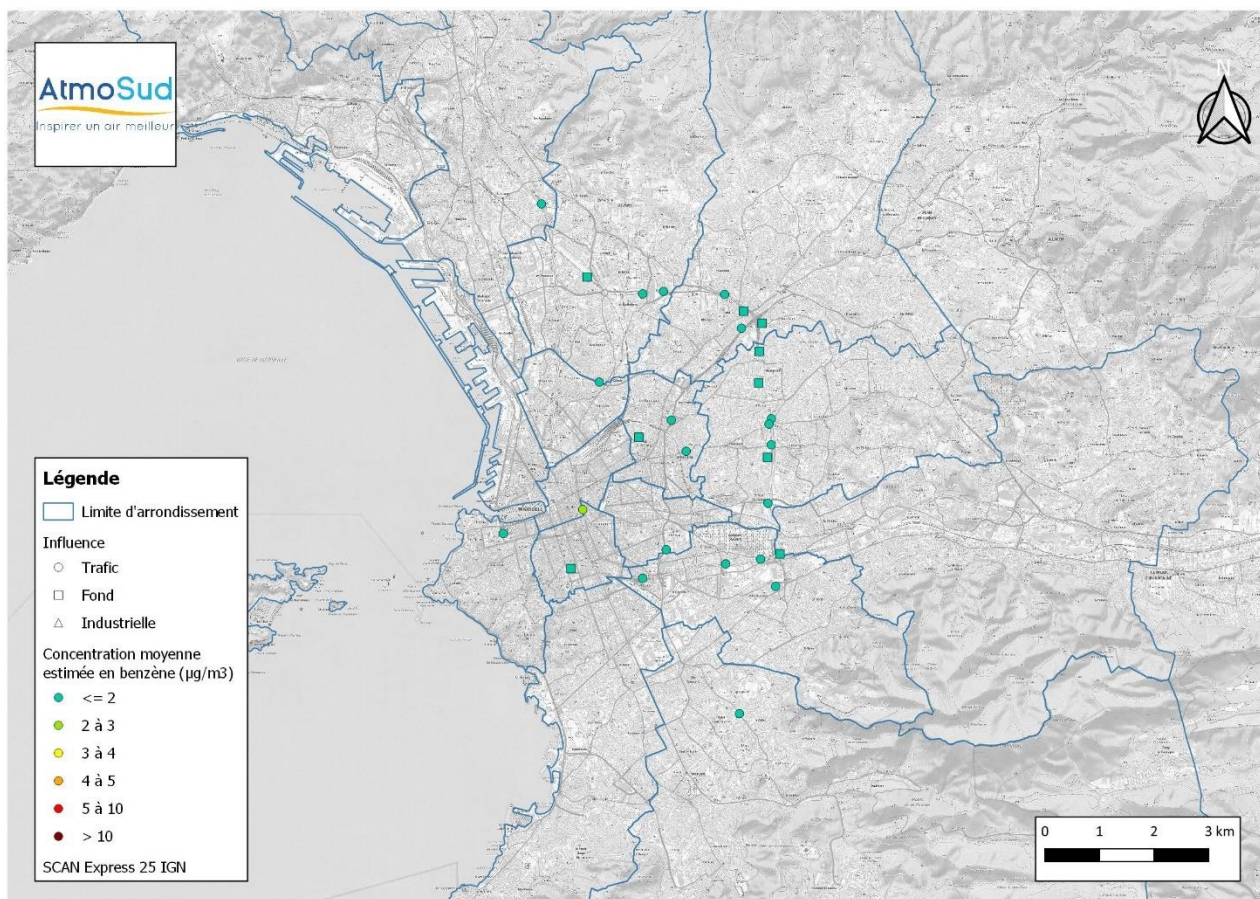
En ce qui concerne la période de réalisation des campagnes « tubes », elles sont représentées en complément des évolutions mensuelles. Elles ont été réalisées sur des périodes généralement maximales sur l'année, à l'exception du mois de février. Cependant, dans le calcul de l'estimation de la concentration moyenne annuelle, cette hausse spécifique du mois de février 2019 est prise en compte.

3.2 Benzène et Toluène

3.2.1 Benzène

Les concentrations moyennes annuelles estimées en benzène sont représentées sur la carte ci-dessous :

Figure 10 : Concentration moyenne annuelle en benzène sur l'ensemble du domaine d'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Le détail des concentrations est proposé en ANNEXE 3

La quasi-intégralité des concentrations annuelles estimées en benzène à l'échelle du domaine d'étude est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Une seule valeur légèrement supérieure ($2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est estimée au centre de Marseille (Cours Lieutaud).

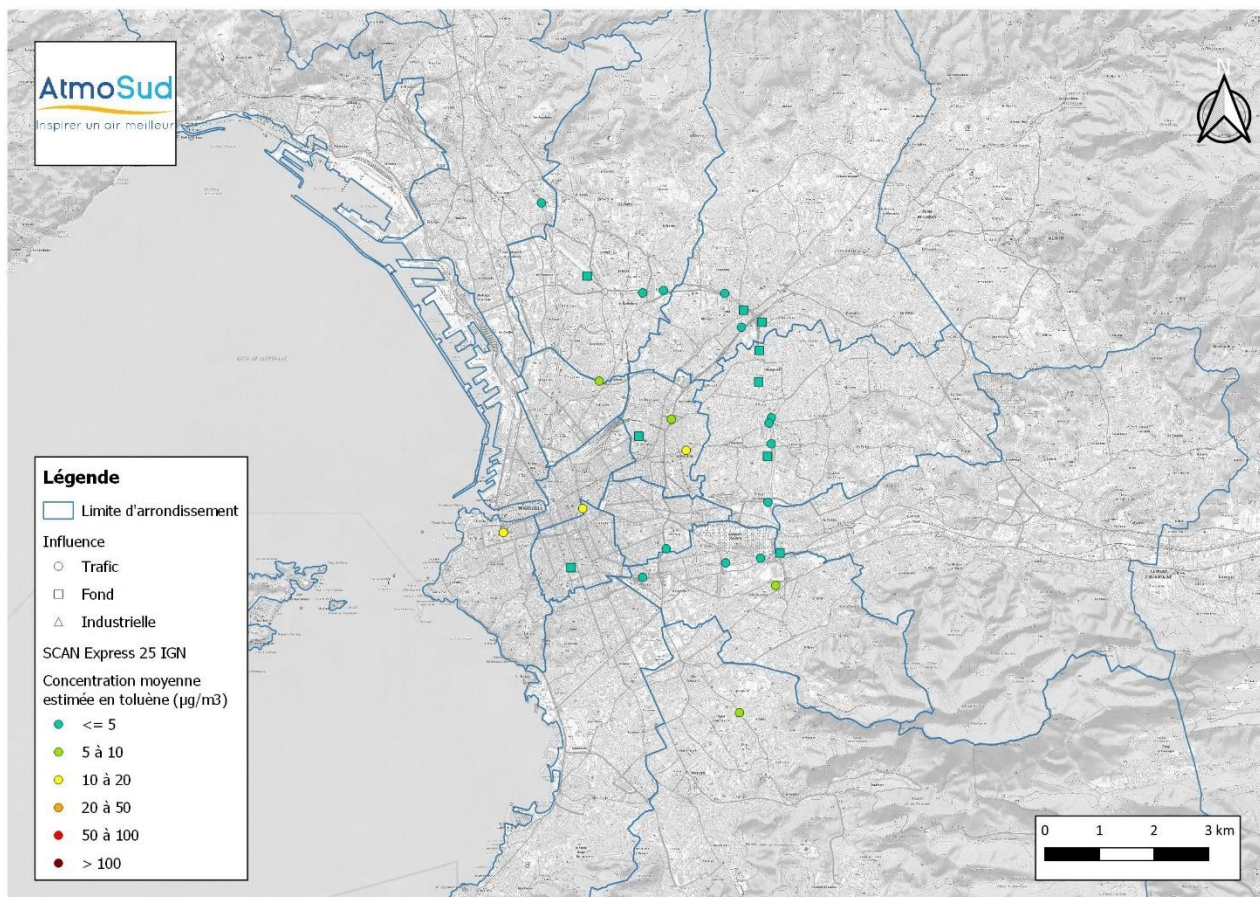
Les concentrations en benzène du cours Lieutaud sont en dépassement de l'objectif de qualité pour ce polluant. Sur cette même situation les teneurs en dioxyde d'azote sont également élevées et supérieures à la valeur limite (voir ANNEXE 3). Ces deux indicateurs sont représentatifs des émissions du trafic routier. Concernant le benzène, la conformation « canyon » du cours, est un facteur favorisant très certainement l'accumulation des polluants atmosphériques.

3.2.2 Toluène

3.2.2.1 Résultats généraux

Les concentrations moyennes annuelles estimées en toluène sont représentées sur la carte ci-dessous :

Figure 11 : Concentration moyenne annuelle en toluène sur l'ensemble du domaine d'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Le détail des concentrations est proposé en ANNEXE 3

Il apparaît que les niveaux les plus importants en toluène sont retrouvés dans le centre de Marseille (tunnel du Vieux-Port, cours Lieutaud, avenue de la Blancarde). Dans la bande de 300 mètres autour de la L2, toutes les concentrations sont inférieures à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

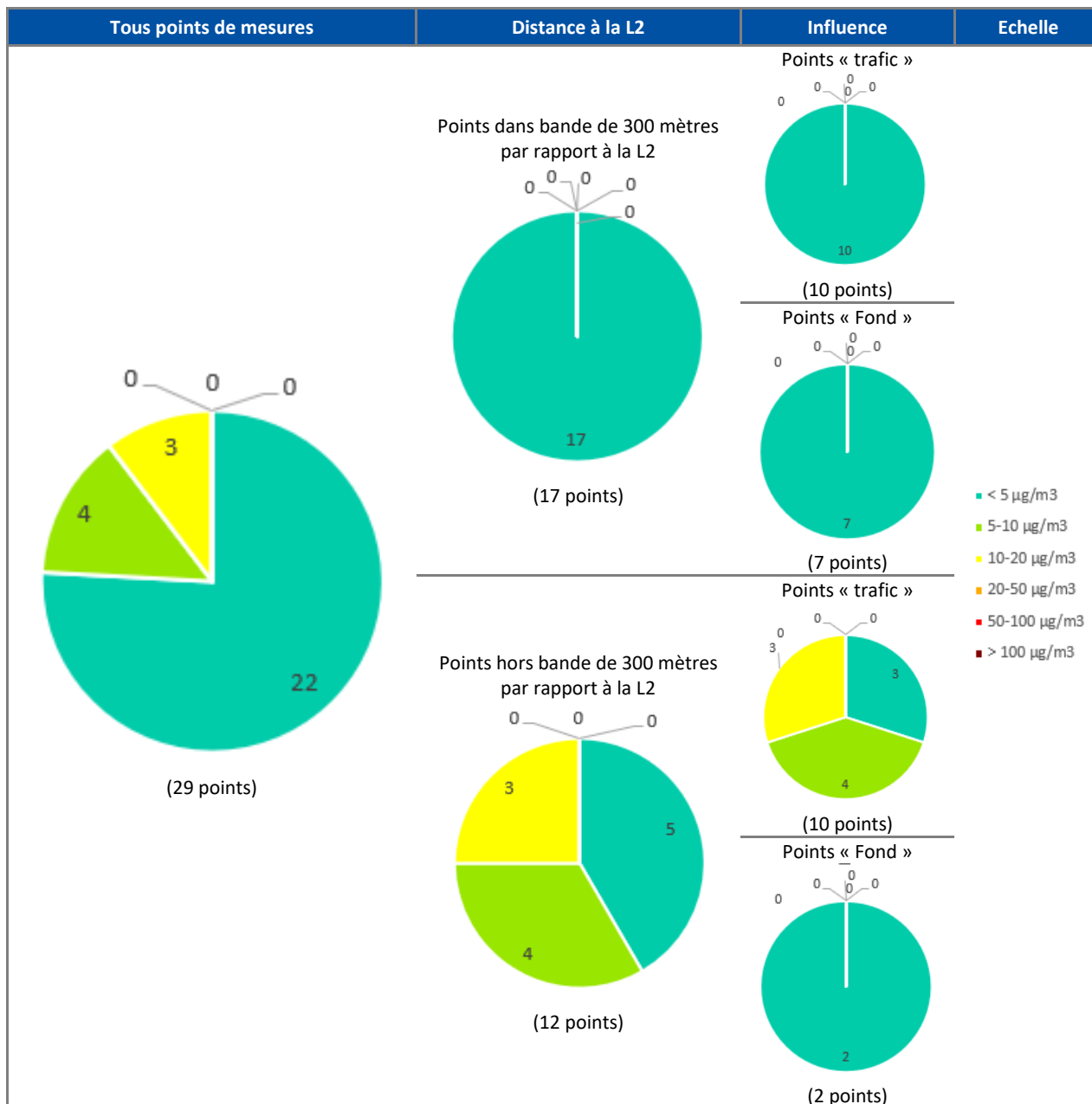
Une analyse plus fine des résultats généraux observés est proposée dans les paragraphes suivants.

3.2.2.2 Résultats spécifiques

Sur les 29 concentrations moyennes annuelles estimées :

- Plus de 75% sont inférieurs à 5 µg/m³.
- La répartition des concentrations supérieure à 5 µg/m³ ne montre pas de localisation préférentielle à l'intérieur de la bande de 300 mètres de la L2 : au contraire, comme mentionné précédemment, aucune moyenne annuelle estimée n'est supérieure à cette valeur sur les 17 points de mesures présents dans cette bande de 300 mètres.
- Toutes les concentrations supérieures à 5 µg/m³ observées hors de la bande de 300 mètres autour de la L2 le sont sous influence « trafic »

Figure 12 : Répartition des gammes de concentration moyenne annuelle en toluène par distance à la L2 et par type d'influence

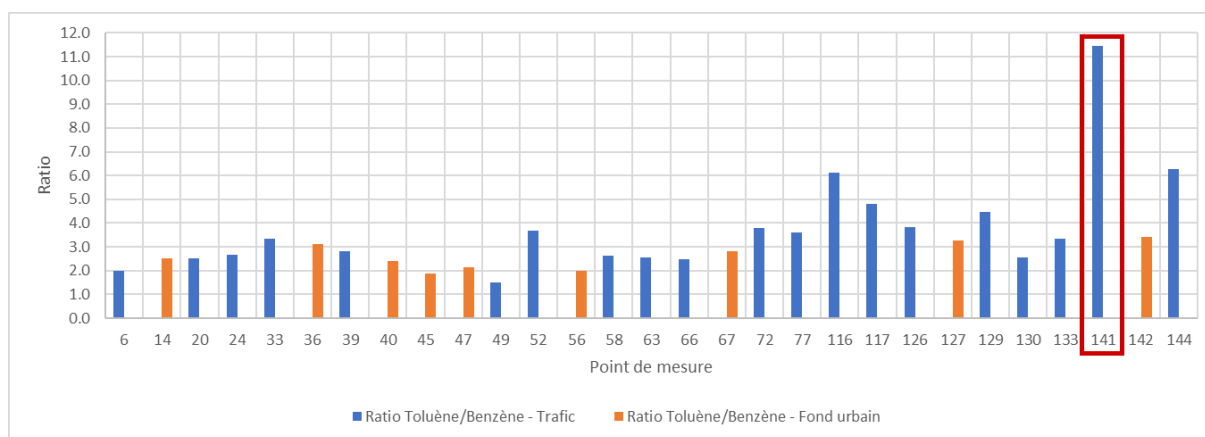


3.2.3 Étude du ratio Toluène/Benzène

Le tableau ci-dessous représente les valeurs du rapport [Toluène] / [Benzène] (ou T/B) pour les moyennes annuelles estimées. L'intérêt de ce ratio est de fournir des indications sur les contributions de différentes sources. En effet, calculé en situation « trafic », il est pris comme référence, du fait de l'oxydation des polluants dans l'air (plus la source est proche, plus le ratio est élevé) et de leur origine (même source d'émission pour le benzène et le toluène)³. Habituellement, la concentration en toluène sur un site « trafic » est de l'ordre de 2 à 3 fois la concentration en benzène⁴, des données bibliographiques peuvent proposer des ratios allant jusqu'à 5. Dans le cas d'une source de toluène significative, les rapports seraient supérieurs à celui constaté en situation trafic classique.

Dans le cadre de cette étude, une grande majorité des ratios calculés sont compris ou proches de cet intervalle, puisque 28 ratios calculés sont compris entre 1.5 et 6.

Figure 13 : Ratios [Toluène]/[Benzène] sur l'ensemble des couples



Seule une des 29 valeurs calculées est jugée comme « spécifique », au niveau du point 141, pour lequel le ratio calculé est de 11.5. Ce point de mesure, bien que considéré comme spécifique du trafic routier, est situé à proximité du bassin de carénage où sont notamment présents des petits bateaux de plaisance à moteur.

Figure 14 : Positionnement du point 141

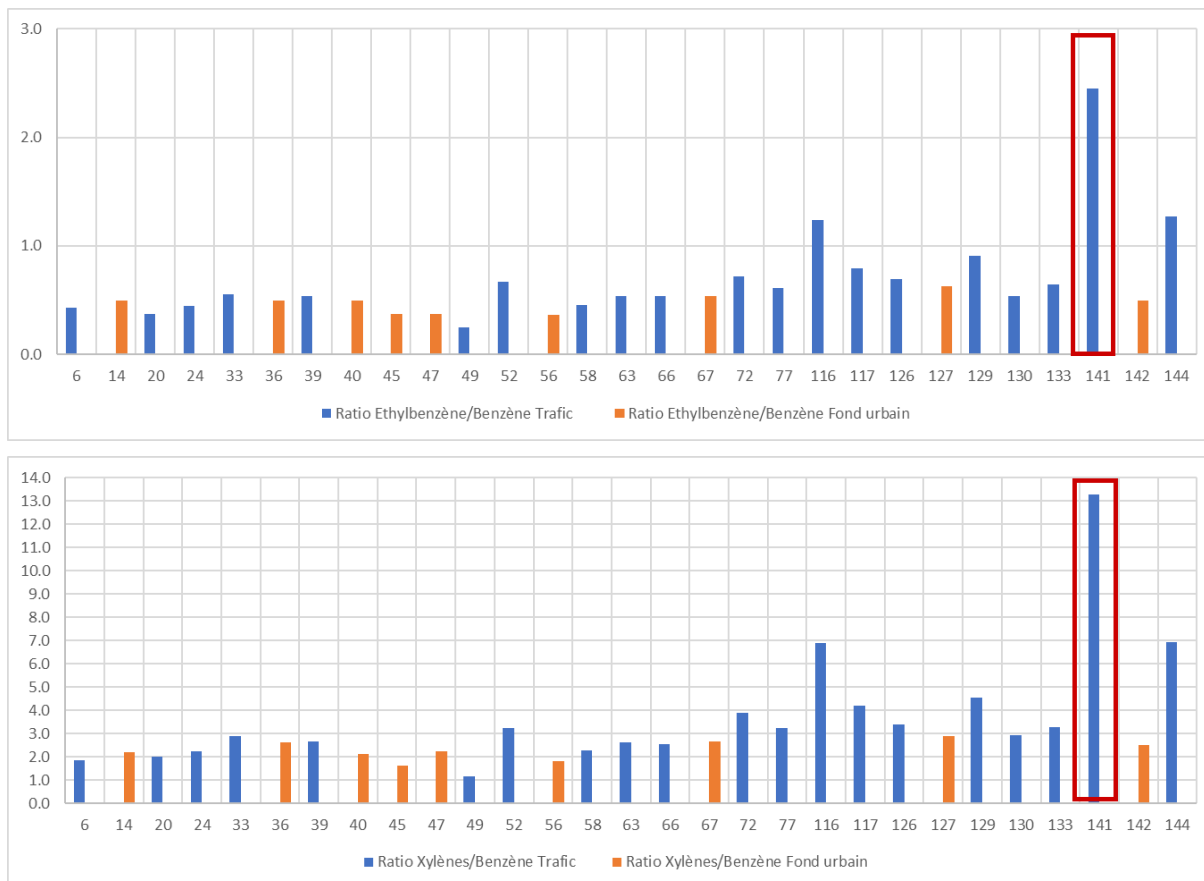


³ Rapport d'étude N°INERIS-DRC-04-56770-AIRE-n°1056-IZd - Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air - Sources, mesures et concentrations (21/12/2004)

⁴ Rapport d'étude N° INERIS- DRC-10-112289-10754A Stratégie de mesure des niveaux de concentration en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes dans l'air ambiant autour d'installations classées (05/10/2010)

Il est à noter que cette valeur remarquable pour le point 141 est également observée pour les rapports [Ethylbenzène] / [Benzène] et [Xylènes] / [Benzène], ce qui confirme qu'une source ponctuelle non liée au trafic routier est présente sur ce point, probablement en lien avec la présence des bateaux de plaisance (consommation de carburant, évaporation des essences, carénages avec émissions de vernis et peintures...).

Figure 15 : Ratios [Ethylbenzène]/[Benzène] et [Xylènes]/[Benzène] sur l'ensemble des couples



4. Interprétation des résultats

4.1 Comparaison des résultats obtenus avec les valeurs réglementaires

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,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- Des arrêtés préfectoraux,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Le tableau ci-dessous permet de synthétiser les valeurs pour chacune des substances en fonction du seuil concerné :

Tableau 4 : Comparaison des niveaux mesurés avec les valeurs de référence à disposition

Substance	Type de réglementation	Valeur réglementaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition
NO ₂	Seuil d'information-recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure (dépassé pendant 3h consécutives)
		200	Heure (si procédure information et recommandation la veille et prévisions de déclenchement)
	Valeur limite	200 - 18h/an	Heures/an
		40	Année
Objectif de qualité	40	Année	
Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
Toluène	Pas de valeur réglementaire à disposition		
Ethylbenzène	Pas de valeur réglementaire à disposition		
Xylènes	Pas de valeur réglementaire à disposition		

En ce qui concerne le NO₂ :

- La valeur limite horaire ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été dépassée moins de 18 heures par an sur l'ensemble des stations. Cette concentration a été dépassée 4 fois sur l'année 2019 sur la station « Timone », dont 3 entre le 25/06 et le 26/06. Précisons que dans le cadre de la rénovation du « Jarret », d'importants travaux sont menés à proximité de cette station, pouvant rendre le trafic difficile. A titre informatif, une voie a été fermée à la circulation devant la station, ce qui peut expliquer certains niveaux importants cette année au niveau de cette station. Sur toutes les autres stations, cette concentration n'a jamais été dépassée, avec des maximums horaires compris entre 120 et 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- La valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été :
 - Dépassée sur l'ensemble des stations fixes « trafic » de Marseille (Rabatau, Timone, Kaddouz, L2/A7), mais également au niveau de 52 points de mesures « tubes » spécifiques (dont 17 dans la bande de 300 mètres de la L2 et 35 dans le reste de Marseille), dont :
 - 38% sont compris entre 40 et 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - 29% sont compris entre 45 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - 31% sont compris entre 50 et 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - 2% sont supérieurs à 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,

- Respectée sur l'ensemble des stations fixes « Fond » de Marseille (Longchamp, Saint Louis, Place Verneuil), mais également au niveau de 103 points de mesures « tubes » spécifiques (dont 54 dans la bande de 300 mètres de la L2 et 49 dans le reste de Marseille),

En ce qui concerne le benzène :

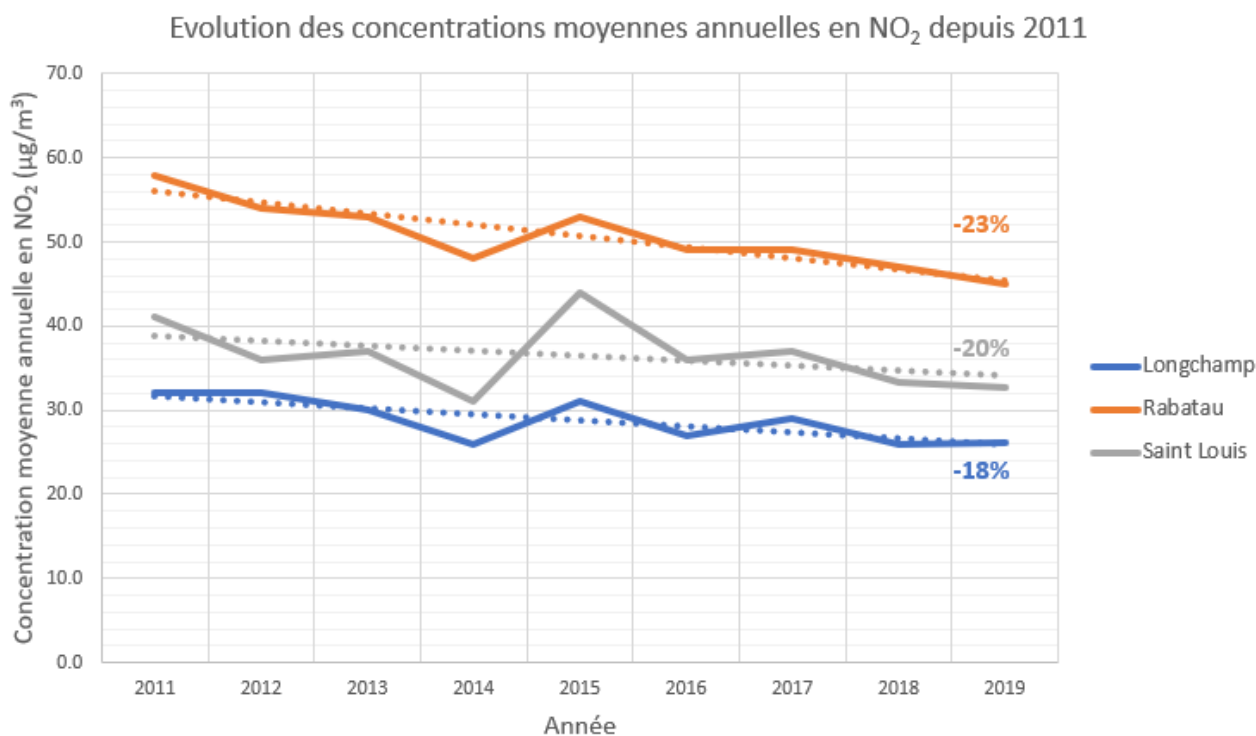
- L'intégralité des concentrations annuelles estimées sont inférieures à la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- La quasi-totalité est inférieure à l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), seule une valeur obtenue étant légèrement supérieure ($2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours Lieutaud)

4.2 Comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'état zéro (2011/2014)

4.2.1 Tendancier moyen sur stations fixes

Depuis 2011, la tendance globale sur les concentrations en dioxyde d'azote à l'échelle de la ville de Marseille est à la **baisse**, avec une diminution de l'ordre de 20% sur l'ensemble des stations.

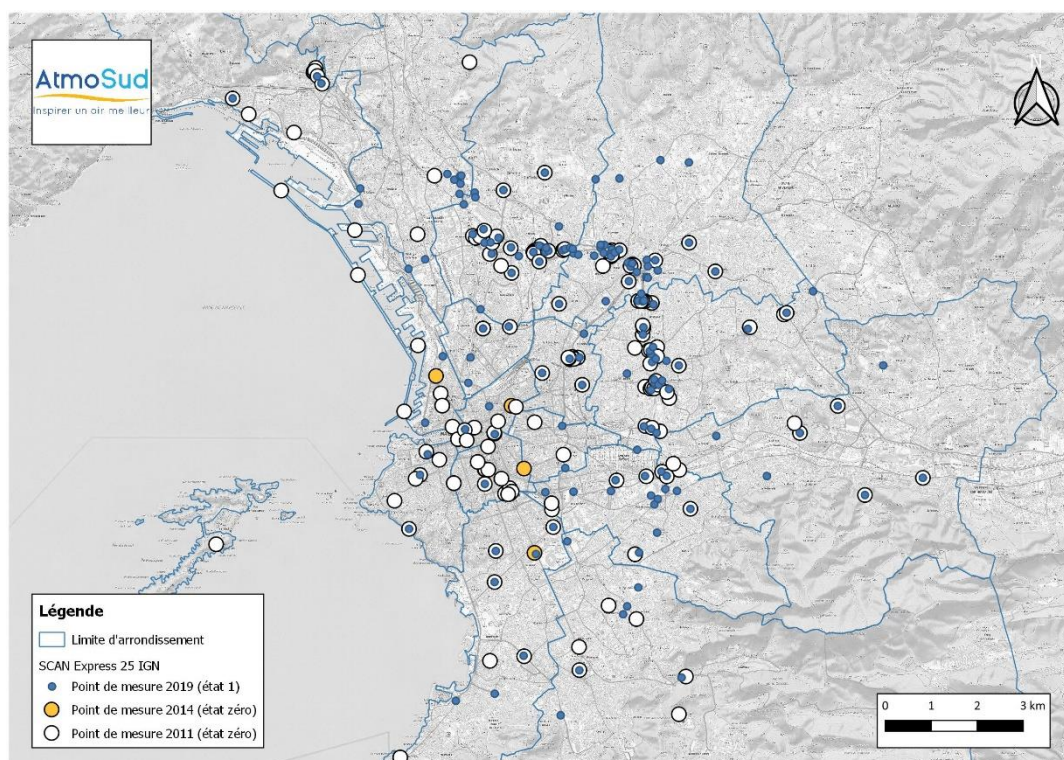
Figure 16 : Evolution des concentrations annuelles entre 2011 et 2019 sur les stations fixes



4.2.2 Résultats généraux

Comme mentionné précédemment, une grande campagne de mesures a été menée en 2011 (et complétée en 2014) afin de caractériser les niveaux de NO_2 et de benzène à l'échelle de l'agglomération marseillaise. La carte ci-dessous permet de superposer les deux plans d'échantillonnages mis en place lors de ces deux campagnes

Figure 17 : Comparaison des plans d'échantillonnage 2011/2014 et 2019



Si tous les emplacements entre les deux campagnes ne sont pas comparables, il a cependant pu être établi **80 points de comparaison pour le NO₂** (sur les 155 de cette dernière campagne) et **17 pour le benzène** (sur les 29 de cette dernière campagne), soit **plus de 50%**.

Les graphiques ci-dessous permettent d'observer, qu'entre 2011/2014 et 2019 :

- Concernant le benzène, la totalité des points de mesures présente une diminution des concentrations moyennes de plus de 15%,
- Concernant le NO₂ :
 - Près de 80 % des points de mesure reconduits montrent une diminution de la concentration, dont :
 - Plus de la moitié est supérieure à plus de 15%.
 - Environ 1/3 est comprise entre 15 et 25%, ce qui est l'évolution générale observée sur les stations fixes (voir Figure 16).
 - Environ 20% des points de mesure reconduits présentent une augmentation de la concentration, dont 40% est inférieure à plus de 15%.

Figure 18 : Evolution des concentrations en benzène et en NO₂ au niveau des points de comparaison entre 2011/2014 et 2019

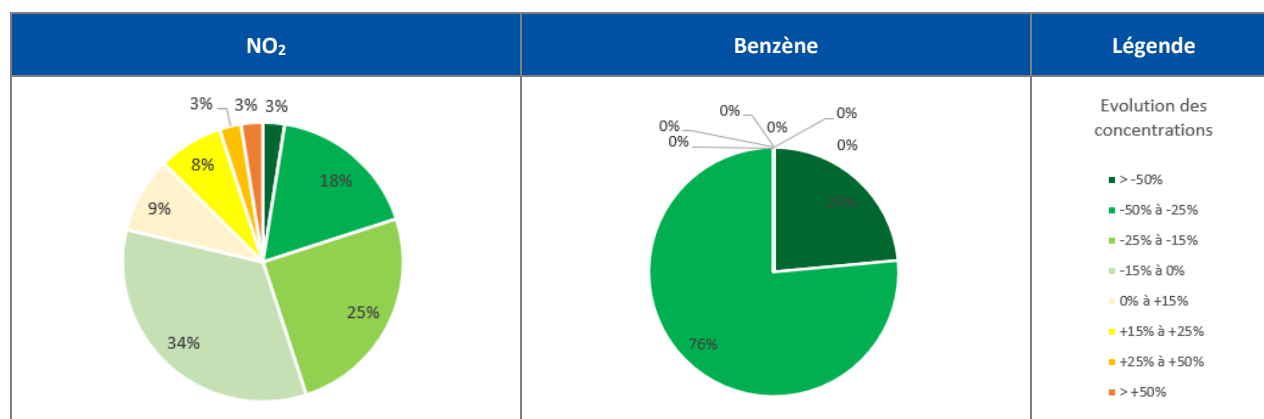


Figure 19 : Localisation des évolutions des concentrations en NO₂ au niveau des points de comparaison entre 2011 et 2019

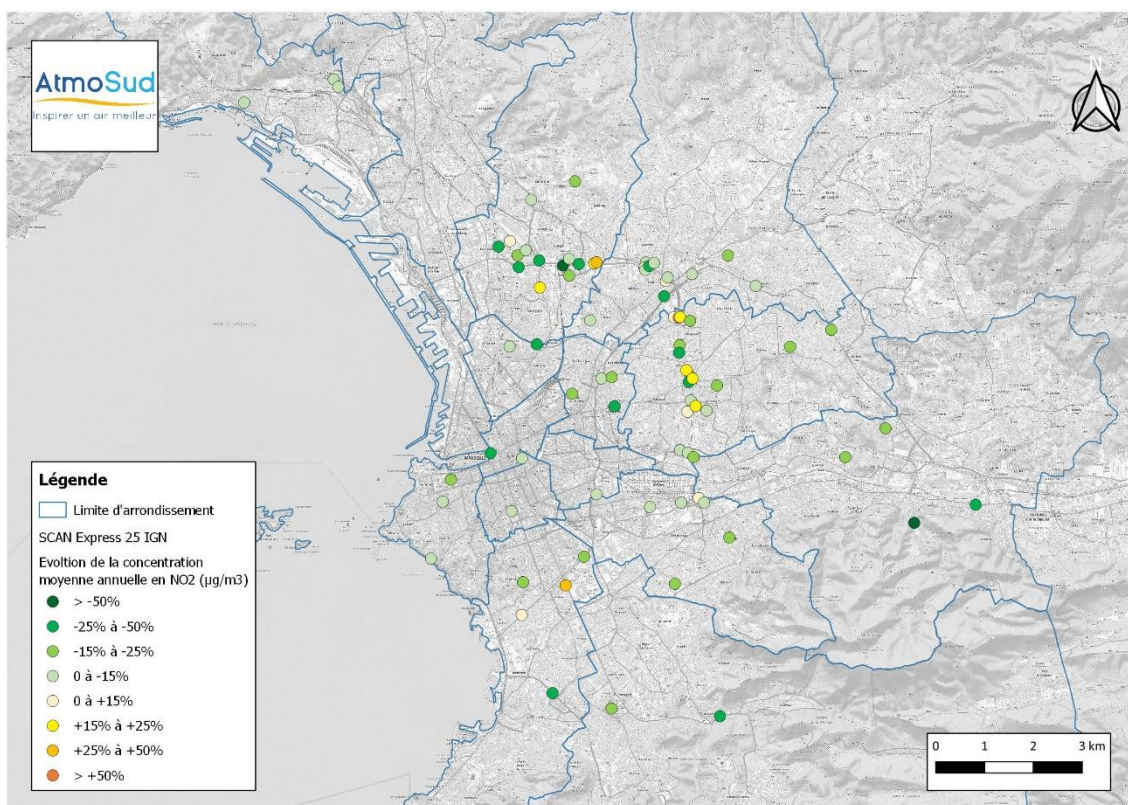
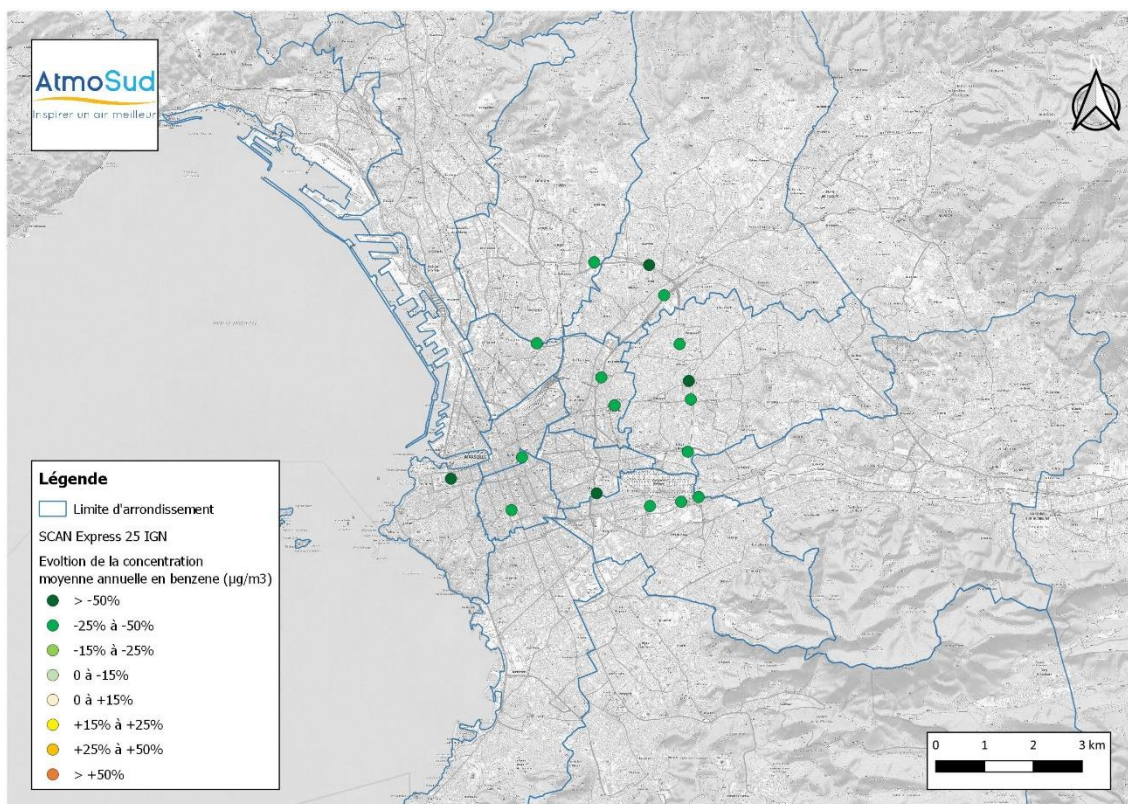


Figure 20 : Localisation des évolutions des concentrations en benzène au niveau des points de comparaison entre 2011 et 2019



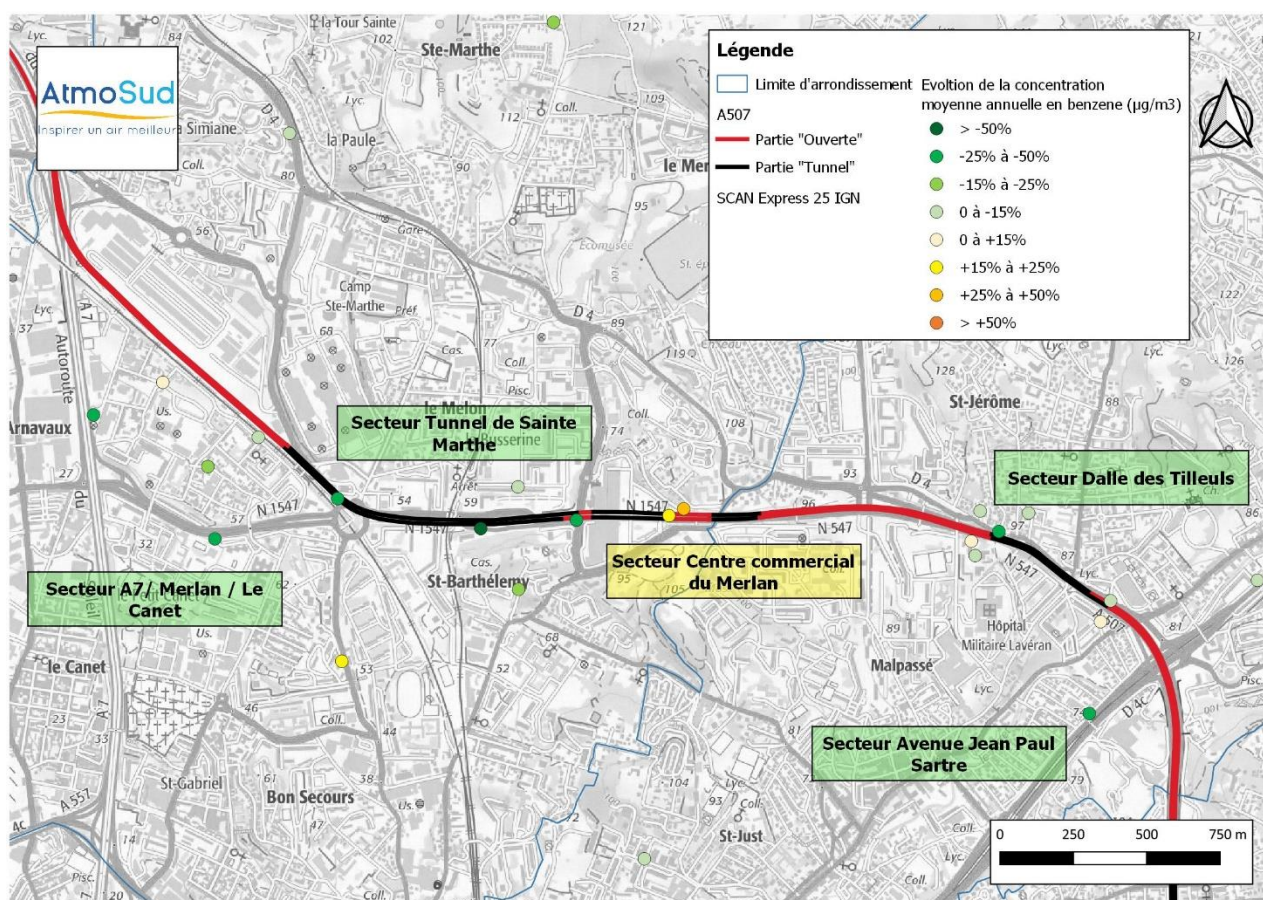
4.2.3 Zooms sur des zones d'intérêt

4.2.3.1 L2 « Nord »

Sur la partie « Nord » de la L2, les niveaux comparés entre les deux campagnes de mesures montrent globalement :

- Une amélioration des concentrations au niveau :
 - De la zone « A7 » (après échangeur avec la L2), Avenue Arnavaux, Le Canet et tunnel de Sainte Marthe
 - De l'avenue Jean Paul Sartre,
 - Du secteur de la dalle des tilleuls
- Une dégradation au niveau de la sortie du tunnel du centre commercial du Merlan. Celle-ci est estimée, au niveau des deux points de mesures situés à l'est du centre commercial, à une augmentation de la concentration moyenne d'environ +25%, aboutissant à une valeur estimée d'environ 50 µg/m³.

Figure 21 : Evolution des concentrations moyennes en NO₂ sur la « L2 Nord »



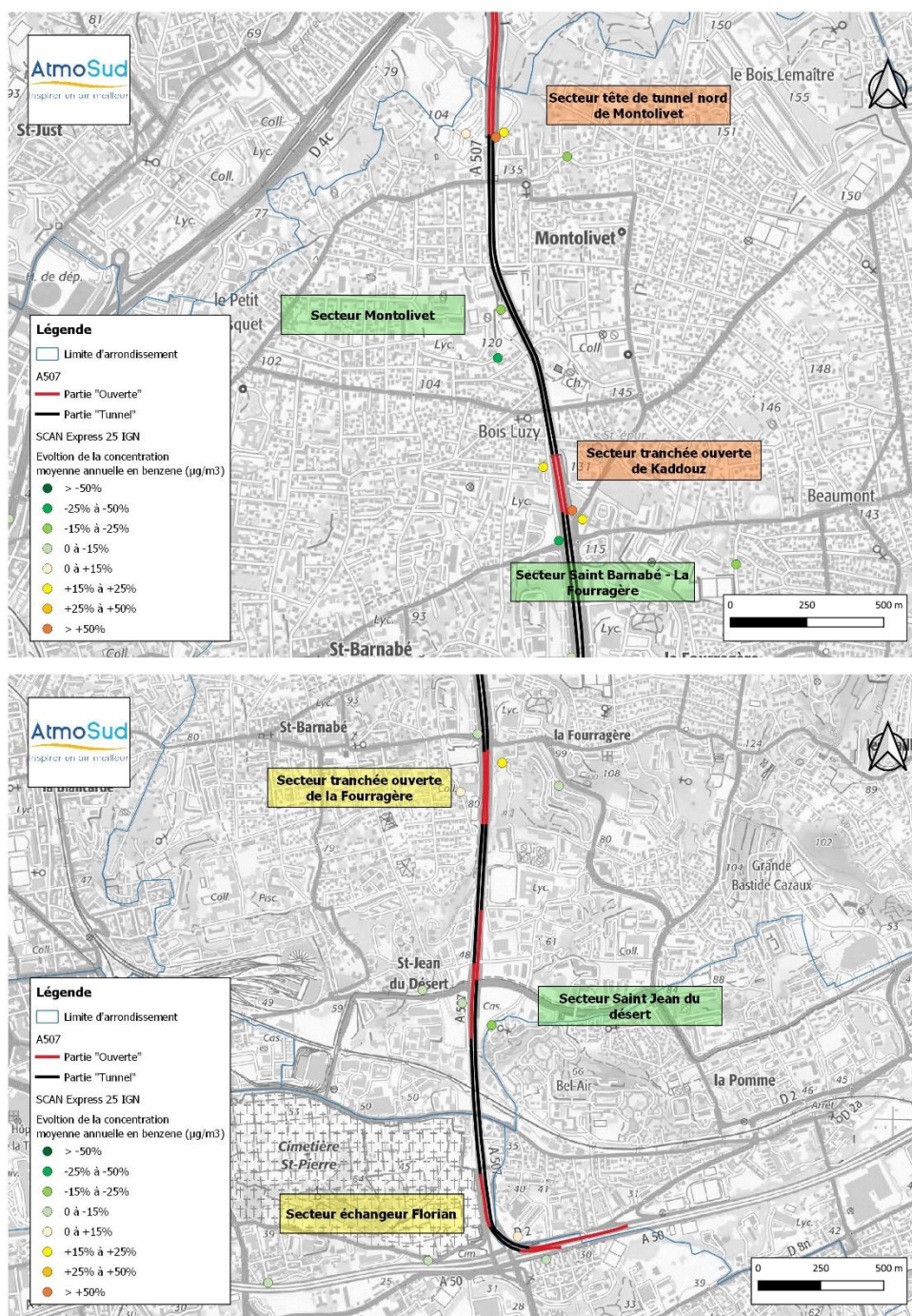
Notons cependant que le réaménagement complet de la zone n'était pas encore terminé en 2019 lors des campagnes de mesures, avec des zones de travaux au niveau du centre commercial du Merlan, pouvant expliquer ponctuellement certains niveaux plus faibles en raison de fermeture de voies secondaires.

4.2.3.2 L2 « Est »

Sur la partie « Est » de la L2, les niveaux comparés entre les deux campagnes de mesures montrent globalement :

- Une dégradation des concentrations au niveau des têtes de tunnel principales (Montolivet nord, Avenue Charles Kaddouz, la Fourragère), avec une augmentation de la concentration moyenne :
 - D'environ +60% sur les points en bordure immédiate de voie (Montolivet et Kaddouz)
 - D'environ +20% pour les points au niveau des premiers riverains situés sur ces zones
- Une faible dégradation à proximité de l'échangeur Florian (augmentation des concentrations de +10% environ)
- Une amélioration au niveau des tranchées couvertes (tunnels) de Montolivet et Saint Barnabé, mais également de Saint Jean du désert.

Figure 22 : Evolution des concentrations moyennes en NO₂ sur la « L2 Est »



En ce qui concerne les moyennes estimées, elles sont :

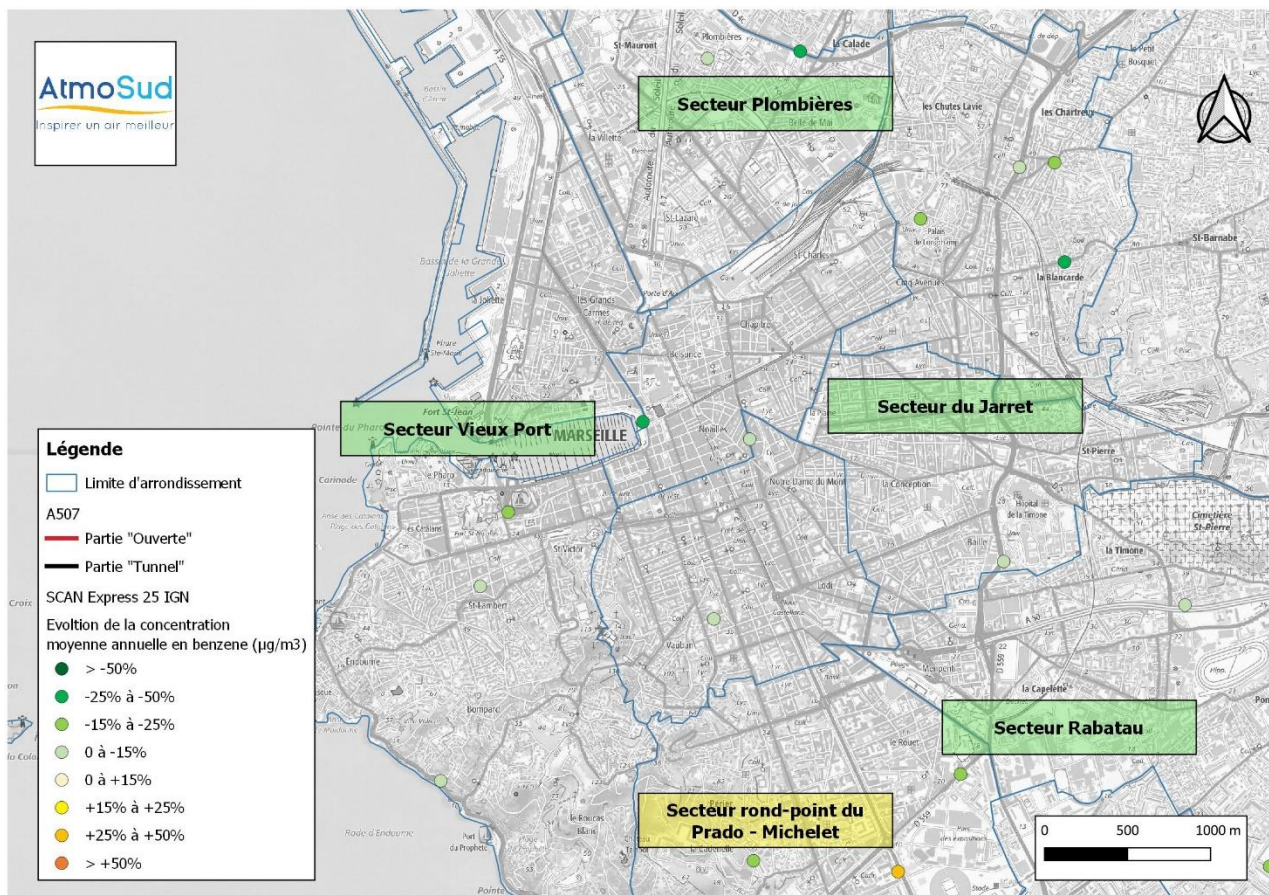
- Supérieures à 40 µg/m³ au niveau de la tranchée ouverte Kaddouz et de l'échangeur Florian,
- Inférieures à 40 µg/m³ au niveau de la tête de tunnel de Montolivet Nord et de la tranchée ouverte de la Fourragère.

4.2.3.3 Centre-ville de Marseille

Au niveau du centre-ville de Marseille, il a été vu précédemment (voir paragraphe 3.1.1.1) qu'il s'agissait de la zone présentant les plus fortes concentration moyennes annuelles (généralement supérieures à 40 µg/m³). Cependant, en mettant en relation les points comparables entre les états zéro (2011 et 2014) et actuel (2019), ainsi que les principaux aménagements urbains, il apparait que :

Aménagement urbain	Observation
Ouverture de la L2 (2016-2018)	Diminution notable sur le secteur « Plombières » Diminution notable sur le secteur du Vieux Port (échangeur du Prado) Faible diminution sur le secteur du Jarret, couplé à la requalification de l'axe routier encore en cours
Semi-piétonisation du Vieux Port (2013)	Diminution notable sur le secteur du Vieux Port (bas de la Canebière)
Ouverture du tunnel Prado-Sud	Diminution notable sur le secteur Rabatau Augmentation sur le secteur du rond-point du Prado (lieu d'accès au tunnel)

Figure 23 : Evolution des concentrations moyennes en NO₂ sur le centre-ville de Marseille



5. Conclusions

Le projet de rocade L2 (A507), reliant l'A7 à l'A50, constitue un ouvrage majeur structurant à terme pour le trafic routier et la mobilité au niveau de l'agglomération marseillaise, devant permettre notamment de délester le centre-ville.

AtmoSud a ainsi déployé des matériels de mesure, depuis 2016, pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air de la mise en service progressive de cette rocade : stations fixes et mobiles temporaires, campagnes de mesures spécifiques à grande échelle). Les principales observations de cette étude sont proposées ci-dessous :

► Dioxyde d'azote

L'interprétation des résultats de cette surveillance après la mise en service de la L2 a permis de mettre en évidence que

- Tout d'abord, les niveaux les plus importants sont retrouvés principalement dans le centre de Marseille (de Cap Pinède au Vieux-Port, tout le long de l'axe routier que représente la rocade du Jarret (boulevards Maréchal Juin, Françoise Duparc, Sakakini, Jean Moulin) ainsi que le boulevard Rabatau, mais également autour des principaux accès à la L2 (autoroute A7, le Merlan, Frais Vallon, Kaddouz et échangeur Florian/Pont de Vivaux).
- Sur la totalité des mesures réalisées, environ un tiers des moyennes annuelles estimées est supérieure ou égale à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (qui représente la valeur limite réglementaire annuelle en France), dont la majorité se trouve hors de la bande de 300 mètres de la L2.
- Ainsi, une **amélioration générale** de la qualité de l'air est sensible sur Marseille entre 2011 et 2019. Cependant, cette amélioration sur certains quartiers ou secteurs dénote d'un lien plus direct avec les programmes d'aménagement urbain spécifiques sur Marseille ces dernières années (mise en circulation de la L2, la piétonnisation du Vieux-Port, ...), et leurs reports de trafic générés. Les secteurs concernés sont le centre-ville (le Jarret sur lequel une amélioration sensible est perçue, et les secteurs concernés par un réseau de voiries structurant : Plombières, Vieux-Port, Rabatau, ...), dans la périphérie du centre-ville et aux abords de la L2 où les quartiers bénéficiant de la mise en couverture de la L2 sont épargnés par les émissions du trafic de celle-ci.
- Ainsi, si depuis 2011, **une grande majorité des points de mesures indique une diminution de la concentration moyenne en dioxyde d'azote entre 2011 et 2019**, il apparaît cependant une **augmentation** sur certaines zones spécifiques localisées :
 - Pour la « L2 Nord » : Au niveau de la sortie du tunnel du centre commercial du Merlan. Celle-ci est estimée, au niveau des deux points de mesures situés à l'est du centre commercial, à une augmentation de la concentration moyenne d'environ +25%, aboutissant à une concentration moyenne annuelle estimée d'environ $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Pour la « L2 Est » : Au niveau des têtes de tunnel principales (Montolivet nord, Avenue Charles Kaddouz, la Fourragère), avec une augmentation de la concentration moyenne d'environ +60% sur les points en bordure immédiate de voie (Montolivet et Kaddouz) et d'environ +20% pour les points au niveau des premiers riverains situés sur ces zones ; mais également à proximité de l'échangeur Florian (augmentation des concentrations de +10% environ).
- La répartition statistique des concentrations moyennes annuelles estimées permet d'indiquer que celles-ci sont généralement :
 - Comprises entre 35 et plus de $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les points sous influence du trafic routier, quel que soit celui-ci (L2 ou autre axe routier de Marseille), avec une moyenne légèrement supérieure à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - Inférieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les points de mesures sous influence urbaine de fond, et généralement de l'ordre de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les points hors de la bande de 300 mètres de la L2, et $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les points situés à l'intérieur de la bande de 300 mètres de la L2.

► Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX)

En ce qui concerne le benzène, la quasi-intégralité des concentrations annuelles estimées à l'échelle du domaine d'étude est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (objectif de qualité annuel réglementaire) et bien inférieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite annuelle réglementaire). De plus, la totalité des points de mesures réalisés en 2019 présente une diminution des concentrations moyennes de plus de 15% par rapport à 2011.

Des niveaux faibles sont également observés pour le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes, même si ceux-ci ne présentent pas de valeurs réglementaires annuelles spécifiques.

► Zones dégradées

Il a, comme mentionné précédemment, été observé une dégradation de la concentration moyenne en dioxyde d'azote sur 4 zones principales autour de la L2, en comparaison des données disponibles avant mise en service :

- L2 « Nord » : Centre commercial du Merlan
- L2 « Est » : têtes de tunnel principales (Montolivet nord, Avenue Charles Kaddouz, la Fourragère), et dans une moindre mesure au niveau de l'échangeur Florian.

En ce qui concerne l'avenue Charles Kaddouz, si les concentrations sont bien en augmentation, la présence d'une station depuis juin 2017 permet de disposer d'un nombre de données conséquent sur les niveaux observés en ce point, et notamment une concentration moyenne annuelle en 2019 supérieure à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A partir de 2021, il apparaît pertinent d'investiguer (ou de réinvestiguer) des zones où une dégradation est observée, mais où également des concentrations importantes sont toujours observées, comme par exemple :

- 2021 : à proximité de la tête de tunnel « Est » du centre commercial du Merlan (ou les estimations des moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont de l'ordre de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 2022 : à proximité de l'échangeur Florian,
- 2023 : à proximité de l'échangeur de Frais Vallon, de la tête de tunnel de Montolivet Nord et des axes secondaires qui y conduisent (avenue de la Rose, avenue Jean-Paul Sartre, ...)

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur huit heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

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

Seuil d'information-recommandations à la population : 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.

Objectif de qualité : n niveau de concentration 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.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief, ...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1er mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale** : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence Industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence Trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de Fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXES

ANNEXE 1 Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l'utilisation de produits d'usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l'isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D'autres COV sont également émis naturellement par les plantes.

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
NO_x Oxydes d'azote	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Formation de l'ozone

Réglementation

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,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition
NO₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
C₆H₆ Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année

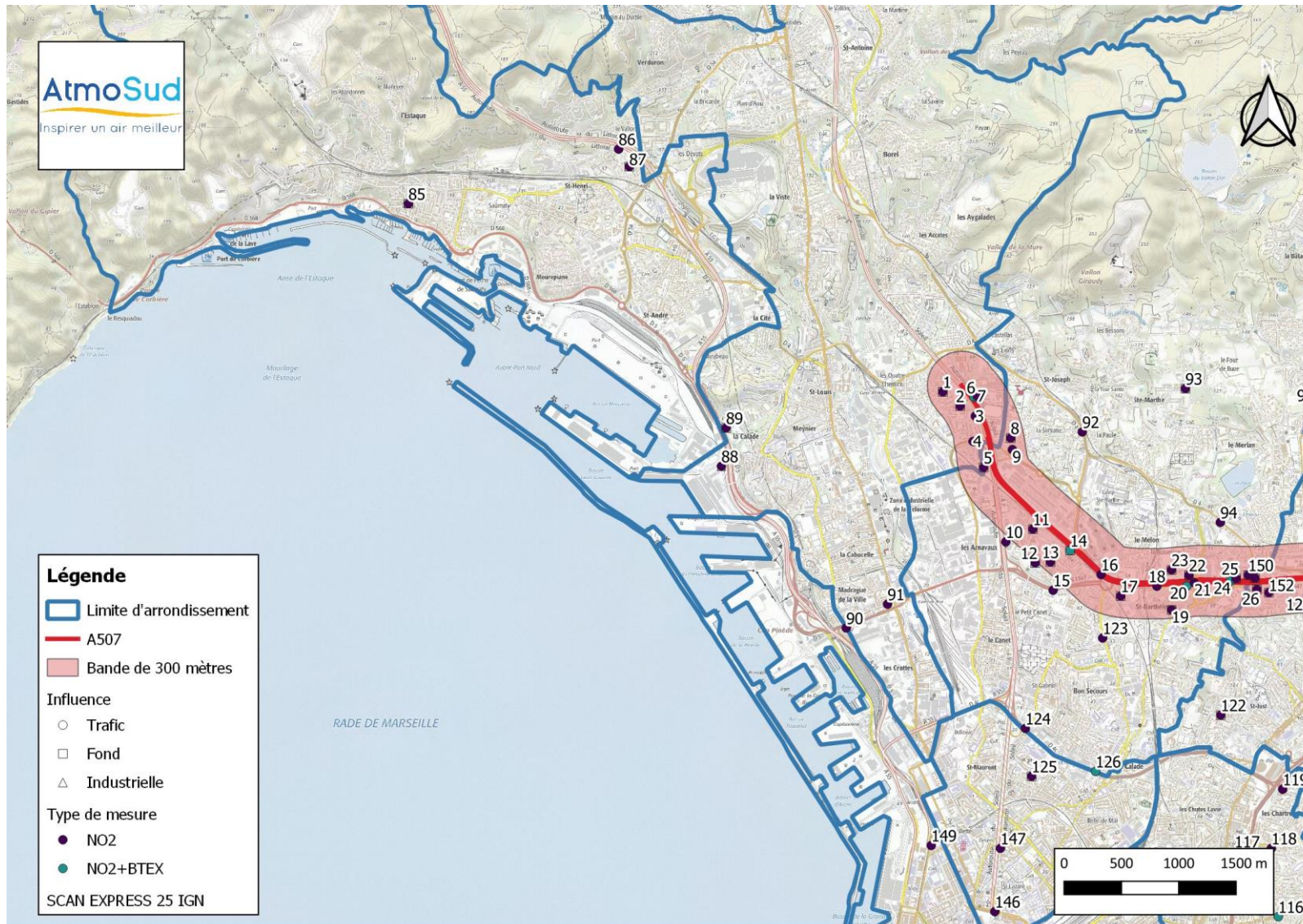
Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

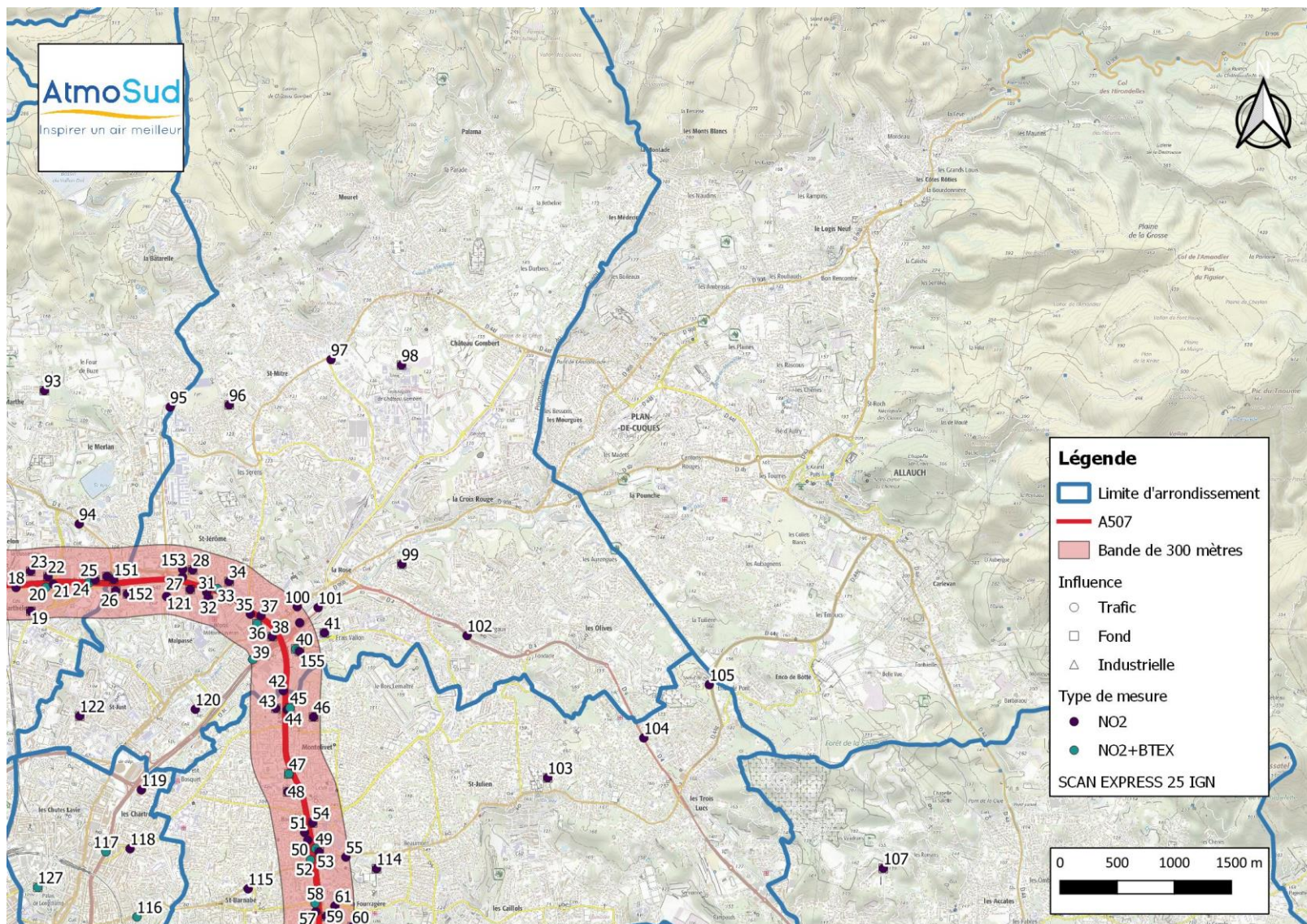
Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

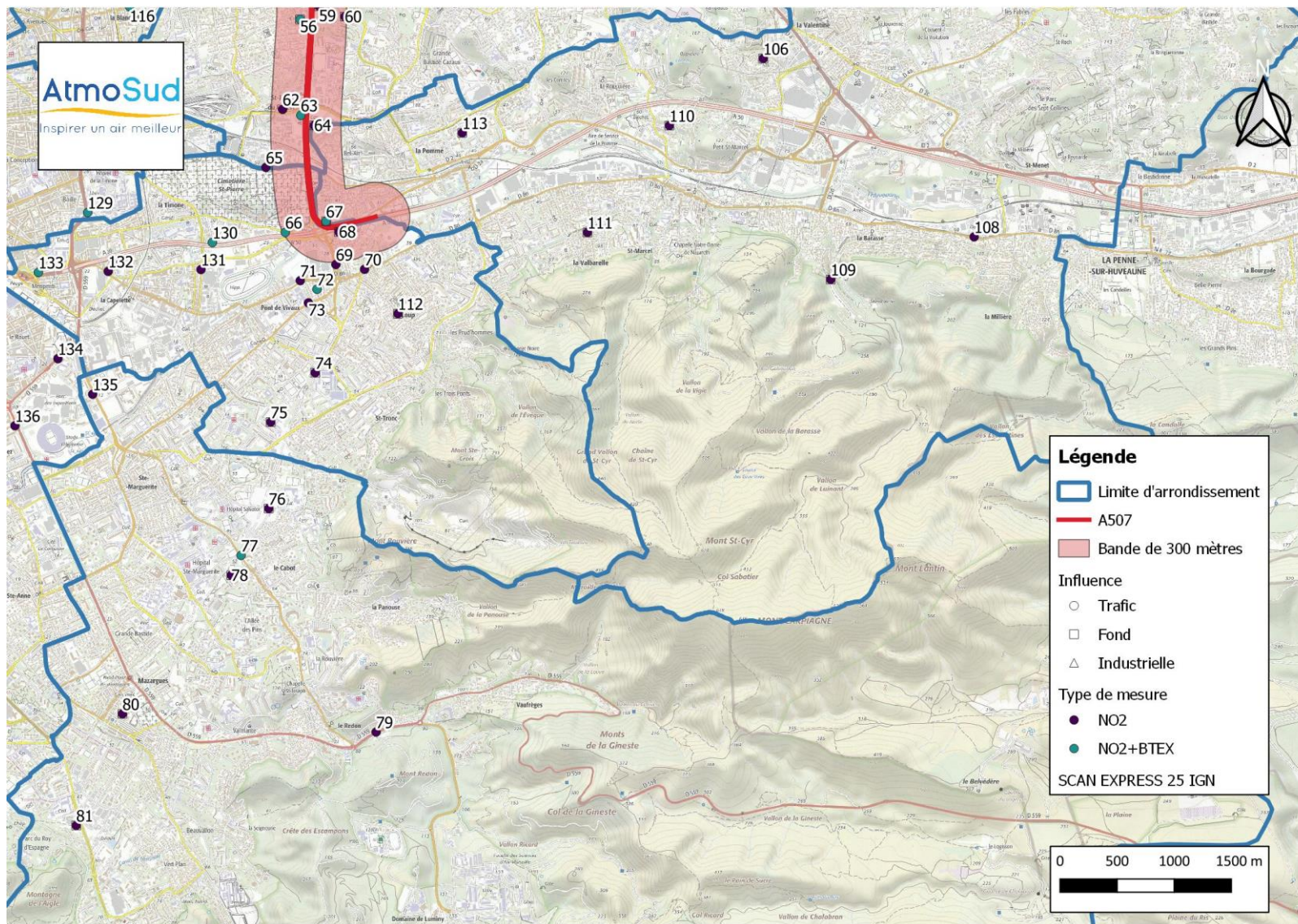
Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
NO₂ Dioxyde d'azote	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	Heure
		40	Année

ANNEXE 2 Localisation des points de mesures









ANNEXE 3 Résultats par point de mesure « tubes » et par polluant

POINT	X	Y	Polluant mesuré	Influence	Bande_300m	NO ₂	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylènes	M+P-xylènes
1	892365	6252485	NO2	Fond	Oui	30.9					
2	892516	6252360	NO2	Fond	Oui	31.4					
3	892649	6252273	NO2	Trafic	Oui	33.7					
4	892629	6252052	NO2	Trafic	Oui	43.2					
5	892721	6251825	NO2	Fond	Oui	34.4					
6	892638	6252437	NO2+BTEX	Trafic	Oui	47	0.7	1.4	0.3	0.4	0.9
7	892667	6252449	NO2	Fond	Oui	35.5					
8	892957	6252082	NO2	Fond	Oui	28.6					
9	892972	6251980	NO2	Trafic	Oui	34.5					
10	892914	6251176	NO2	Trafic	Non	41.4					
11	893150	6251287	NO2	Fond	Oui	32.6					
12	893171	6250992	NO2	Fond	Non	30.2					
13	893303	6251000	NO2	Fond	Oui	26.3					
14	893475	6251100	NO2+BTEX	Fond	Oui	32.7	1	2.5	0.5	0.6	1.6
15	893327	6250754	NO2	Trafic	Non	36					
16	893745	6250891	NO2	Trafic	Oui	35.8					
17	893916	6250703	NO2	Fond	Oui	35.5					
18	894232	6250789	NO2	Trafic	Oui	25.5					
19	894361	6250582	NO2	Fond	Oui	24.7					
20	894493	6250790	NO2+BTEX	Trafic	Oui	32.5	0.8	2	0.3	0.5	1.1
21	894558	6250818	NO2	Trafic	Oui	41.6					
22	894511	6250884	NO2	Fond	Oui	25.4					
23	894359	6250931	NO2	Fond	Oui	27.3					
24	894873	6250833	NO2+BTEX	Trafic	Oui	50.1	0.9	2.4	0.4	0.6	1.4
25	894923	6250856	NO2	Fond	Oui	48					
26	895104	6250760	NO2	Fond	Oui	31.2					
27	895689	6250881	NO2	Trafic	Oui	47.9					
28	895777	6250943	NO2	Fond	Oui	29.9					
29	895756	6250772	NO2	Fond	Oui	35					
30	895932	6250849	NO2	Fond	Oui	27.6					
31	895902	6250746	NO2	Trafic	Oui	34.9					
32	895915	6250697	NO2	Fond	Oui	26.5					
33	895996	6250779	NO2+BTEX	Trafic	Oui	40.4	0.9	3	0.5	0.7	1.9
34	896097	6250842	NO2	Fond	Oui	23.6					
35	896283	6250556	NO2	Trafic	Oui	35.6					
36	896342	6250472	NO2+BTEX	Fond	Oui	30	0.8	2.5	0.4	0.6	1.5

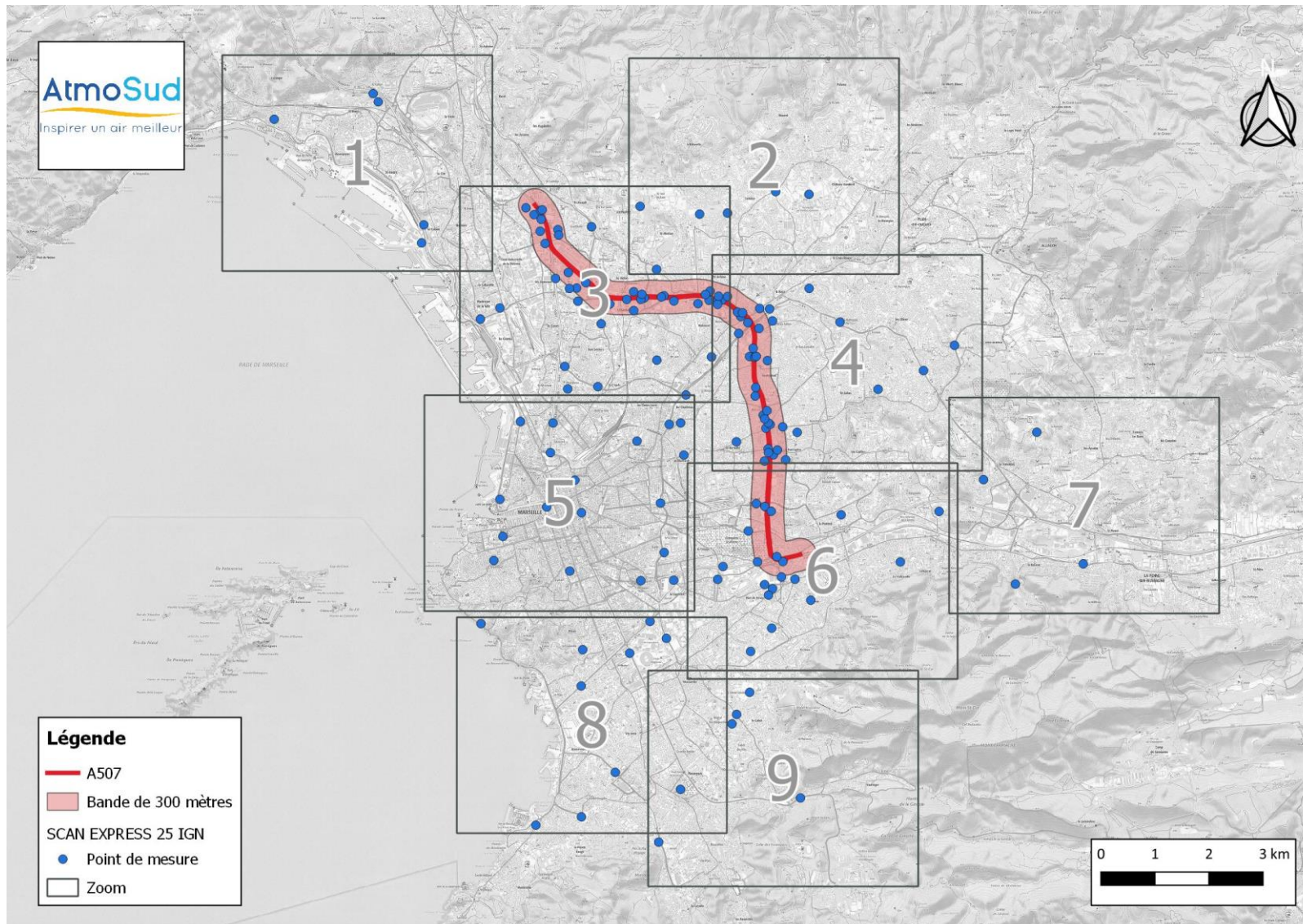
POINT	X	Y	Polluant mesuré	Influence	Bande_300m	NO ₂	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylènes	M+P-xylènes
37	896376	6250543	NO2	Trafic	Oui	57.4					
38	896473	6250359	NO2	Fond	Oui	33.5					
39	896304	6250159	NO2+BTEX	Trafic	Oui	37.8	1.5	4.2	0.8	1.1	2.9
40	896681	6250251	NO2+BTEX	Fond	Oui	30.3	1	2.4	0.5	0.6	1.5
41	896931	6250392	NO2	Fond	Non	24.4					
42	896572	6249885	NO2	Trafic	Oui	62.5					
43	896506	6249731	NO2	Fond	Oui	24.8					
44	896604	6249719	NO2	Trafic	Oui	39.2					
45	896630	6249735	NO2+BTEX	Fond	Oui	29.1	0.8	1.5	0.3	0.4	0.9
46	896836	6249656	NO2	Fond	Oui	27.6					
47	896620	6249157	NO2+BTEX	Fond	Oui	19.5	0.8	1.7	0.3	0.7	1.1
48	896610	6249000	NO2	Fond	Oui	18.4					
49	896853	6248503	NO2+BTEX	Trafic	Oui	42.6	1.2	1.8	0.3	0.4	1
50	896786	6248577	NO2	Trafic	Oui	27.9					
51	896758	6248644	NO2	Trafic	Oui	33					
52	896809	6248404	NO2+BTEX	Trafic	Oui	34	0.9	3.3	0.6	0.9	2
53	896886	6248473	NO2	Fond	Oui	45.7					
54	896828	6248728	NO2	Fond	Oui	48.2					
55	897119	6248429	NO2	Trafic	Oui	44.4					
56	896782	6247793	NO2+BTEX	Fond	Oui	27.5	1.1	2.2	0.4	0.6	1.4
57	896856	6247951	NO2	Trafic	Oui	38.3					
58	896850	6248024	NO2+BTEX	Trafic	Oui	34.2	1.1	2.9	0.5	0.7	1.8
59	896948	6247909	NO2	Fond	Oui	33					
60	897174	6247817	NO2	Fond	Oui	24.1					
61	897023	6248000	NO2	Trafic	Oui	39.4					
62	896630	6247005	NO2	Trafic	Oui	27.7					
63	896789	6246953	NO2+BTEX	Trafic	Oui	32.4	1.3	3.3	0.7	1	2.4
64	896906	6246865	NO2	Fond	Oui	32.1					
65	896483	6246497	NO2	Trafic	Non	41.6					
66	896653	6245928	NO2+BTEX	Trafic	Oui	45.1	1.5	3.7	0.8	1.1	2.7
67	897010	6246025	NO2+BTEX	Fond	Oui	40.3	1.5	4.2	0.8	1.1	2.9
68	897123	6245932	NO2	Fond	Oui	35.7					
69	897096	6245647	NO2	Trafic	Non	50.7					
70	897347	6245605	NO2	Trafic	Non	53.2					
71	896784	6245506	NO2	Trafic	Non	41.6					
72	896931	6245430	NO2+BTEX	Trafic	Non	53	1.8	6.8	1.3	2	5
73	896856	6245311	NO2	Trafic	Non	38.8					
74	896915	6244699	NO2	Fond	Non	23					
75	896525	6244267	NO2	Fond	Non	21.6					

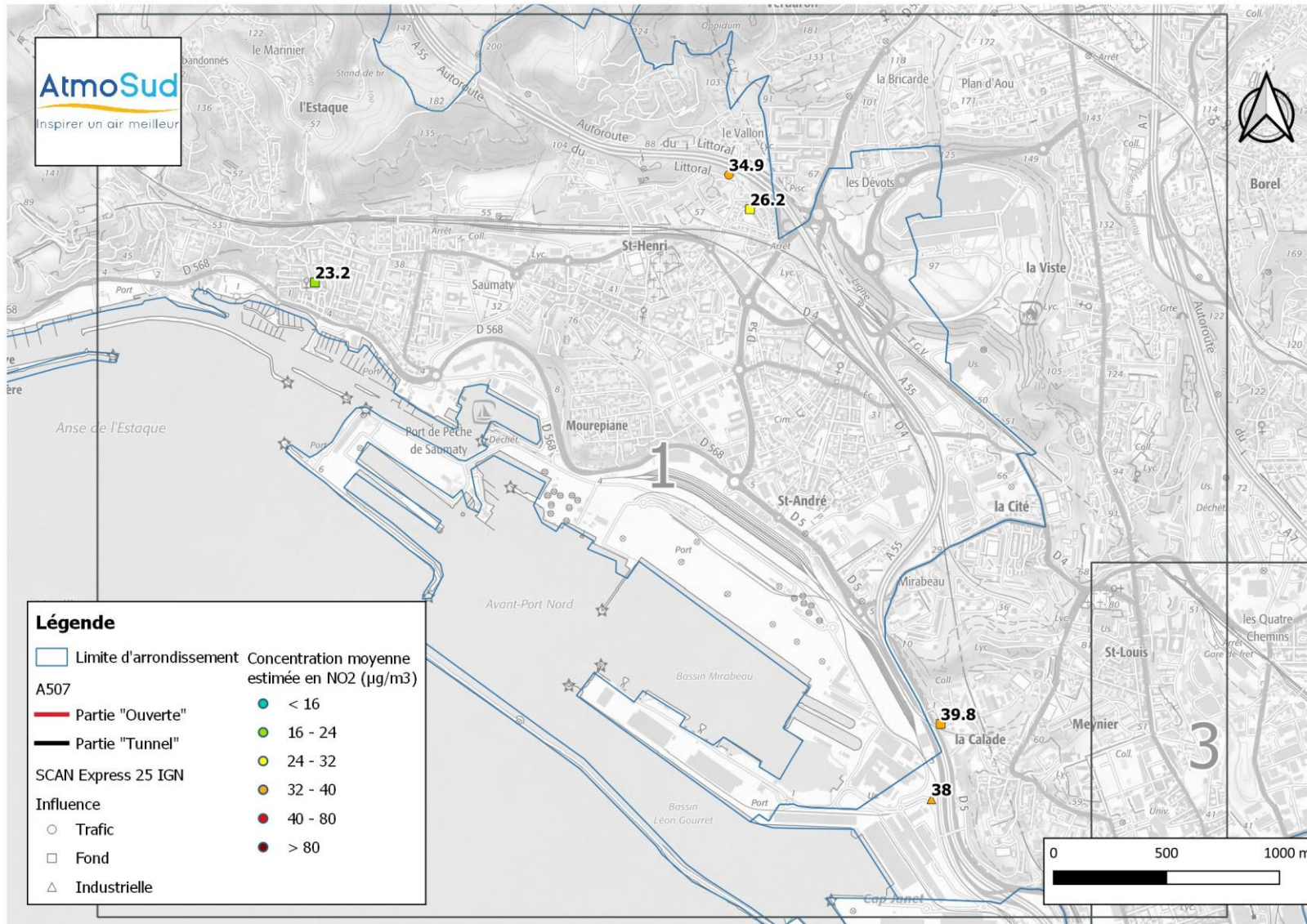
POINT	X	Y	Polluant mesuré	Influence	Bande_300m	NO ₂	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylènes	M+P-xylènes
76	896508	6243510	NO2	Fond	Non	24					
77	896266	6243100	NO2+BTEX	Trafic	Non	37.4	1.8	6.5	1.1	1.6	4.2
78	896180	6242926	NO2	Fond	Non	17.3					
79	897448	6241553	NO2	Trafic	Non	23.3					
80	895228	6241712	NO2	Fond	Non	19.5					
81	894823	6240735	NO2	Fond	Non	18.9					
82	894020	6242027	NO2	Trafic	Non	32.3					
83	893393	6241203	NO2	Trafic	Non	28.5					
84	892549	6241049	NO2	Trafic	Non	23.1					
85	887705	6254126	NO2	Fond	Non	23.2					
86	889538	6254603	NO2	Trafic	Non	34.9					
87	889631	6254450	NO2	Fond	Non	26.2					
88	890434	6251836	NO2	Industrielle	Non	38					
89	890475	6252170	NO2	Fond	Non	39.8					
90	891523	6250424	NO2	Trafic	Non	51.3					
91	891883	6250632	NO2	Trafic	Non	49.8					
92	893581	6252135	NO2	Trafic	Non	37.5					
93	894480	6252513	NO2	Fond	Non	19.6					
94	894785	6251346	NO2	Trafic	Non	41.7					
95	895581	6252369	NO2	Trafic	Non	21.9					
96	896098	6252388	NO2	Fond	Non	28.7					
97	896989	6252785	NO2	Trafic	Non	29.7					
98	897606	6252736	NO2	Fond	Non	13.8					
99	897609	6250994	NO2	Fond	Non	18.9					
100	896693	6250621	NO2	Trafic	Oui	55.6					
101	896876	6250613	NO2	Trafic	Non	53.3					
102	898180	6250368	NO2	Trafic	Non	42					
103	898885	6249123	NO2	Fond	Non	19.5					
104	899727	6249472	NO2	Trafic	Non	49.9					
105	900300	6249938	NO2	Trafic	Non	22.3					
106	900837	6247450	NO2	Fond	Non	23.5					
107	901823	6248330	NO2	Fond	Non	15.5					
108	902683	6245889	NO2	Trafic	Non	27.4					
109	901427	6245516	NO2	Fond	Non	11.8					
110	900015	6246863	NO2	Fond	Non	25.6					
111	899298	6245927	NO2	Fond	Non	22.3					
112	897639	6245216	NO2	Fond	Non	21.2					
113	898202	6246799	NO2	Fond	Non	25.8					
114	897387	6248327	NO2	Fond	Non	24.4					

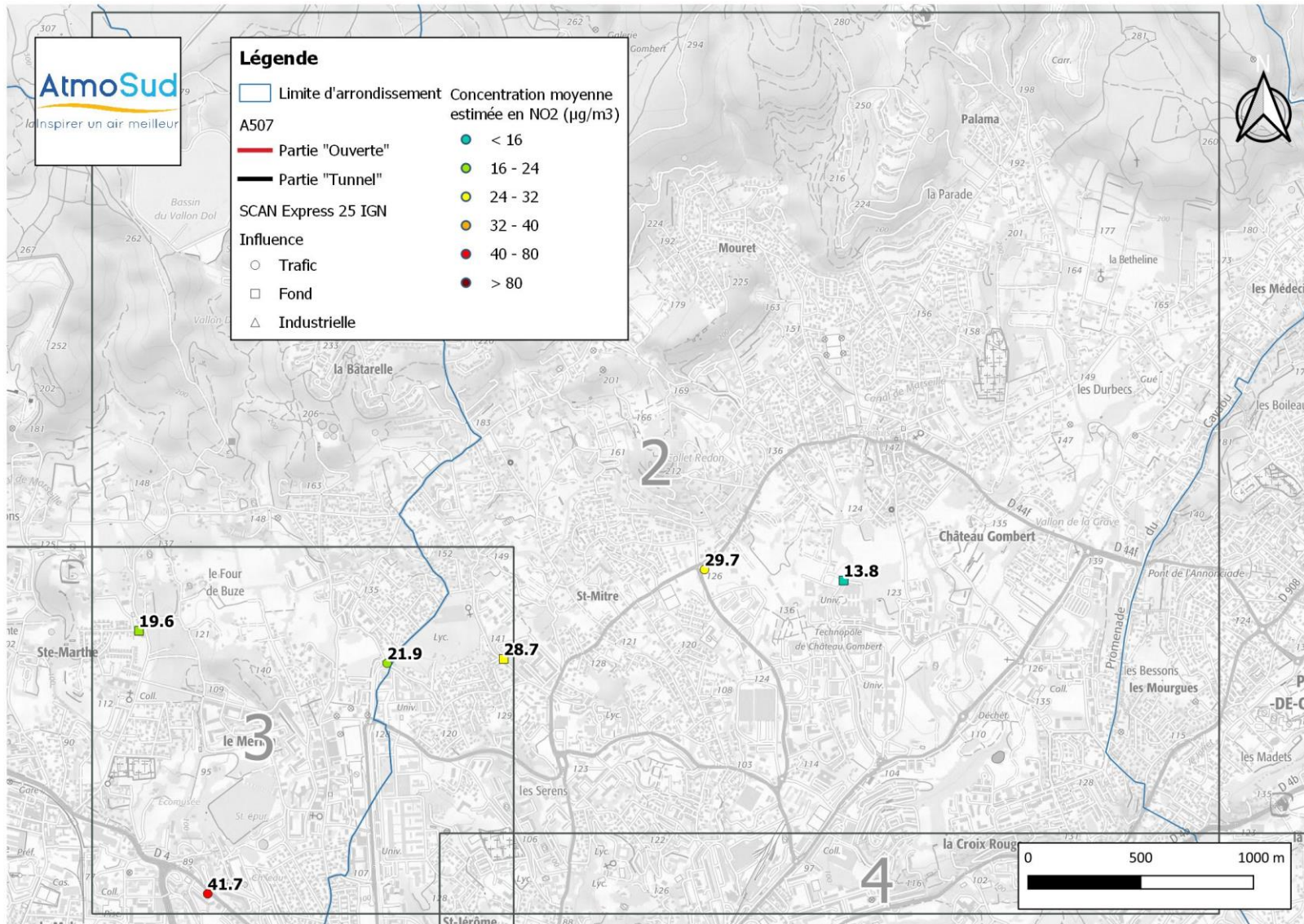
POINT	X	Y	Polluant mesuré	Influence	Bande_300m	NO ₂	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylènes	M+P-xylènes
115	896263	6248151	NO2	Trafic	Non	42.1					
116	895290	6247905	NO2+BTEX	Trafic	Non	44.2	1.7	10.4	2.1	3.2	8.5
117	895018	6248475	NO2+BTEX	Trafic	Non	57.5	1.9	9.1	1.5	2.2	5.8
118	895230	6248502	NO2	Trafic	Non	34.5					
119	895329	6249017	NO2	Trafic	Non	39.6					
120	895801	6249723	NO2	Trafic	Non	31.1					
121	895550	6250711	NO2	Trafic	Oui	33.5					
122	894789	6249664	NO2	Fond	Non	24.9					
123	893759	6250337	NO2	Trafic	Non	48.8					
124	893085	6249548	NO2	Trafic	Non	51.1					
125	893139	6249130	NO2	Fond	Non	31.8					
126	893697	6249173	NO2+BTEX	Trafic	Non	49.3	1.3	5	0.9	1.2	3.2
127	894422	6248164	NO2+BTEX	Fond	Non	25.8	0.8	2.6	0.5	0.7	1.6
128	894857	6247016	NO2	Trafic	Non	50.4					
129	894923	6246102	NO2+BTEX	Trafic	Non	45.5	1.1	4.9	1	1.4	3.6
130	896015	6245840	NO2+BTEX	Trafic	Non	43.2	1.3	3.3	0.7	1.1	2.7
131	895915	6245603	NO2	Trafic	Non	33.2					
132	895103	6245587	NO2	Trafic	Non	45.3					
133	894492	6245578	NO2+BTEX	Trafic	Non	46.1	1.4	4.7	0.9	1.3	3.3
134	894663	6244822	NO2	Trafic	Non	49.1					
135	894967	6244511	NO2	Trafic	Non	45.8					
136	894287	6244235	NO2	Trafic	Non	53					
137	893389	6243627	NO2	Trafic	Non	40.2					
138	893416	6244301	NO2	Fond	Non	21.8					
139	891533	6244782	NO2	Trafic	Non	44.4					
140	891771	6245953	NO2	Fond	Non	28.2					
141	891939	6246399	NO2+BTEX	Trafic	Non	46.1	1.1	12.6	2.7	4	10.6
142	893177	6245756	NO2+BTEX	Fond	Non	30.5	1.2	4.1	0.6	0.9	2.1
143	892750	6246943	NO2	Trafic	Non	39.7					
144	893394	6246838	NO2+BTEX	Trafic	Non	53.6	2.2	13.8	2.8	4.1	11.1
145	893271	6247441	NO2	Trafic	Non	52.9					
146	892819	6247950	NO2	Trafic	Non	50.4					
147	892867	6248502	NO2	Trafic	Non	42.6					
148	891882	6247086	NO2	Trafic	Non	51					
149	892264	6248527	NO2	Trafic	Non	42.7					
150	895028	6250886	NO2	Fond	Oui	29.5					
151	895086	6250860	NO2	Fond	Oui	29.7					
152	895208	6250733	NO2	Fond	Oui	31.6					
153	895691	6250948	NO2	Trafic	Oui	33.5					

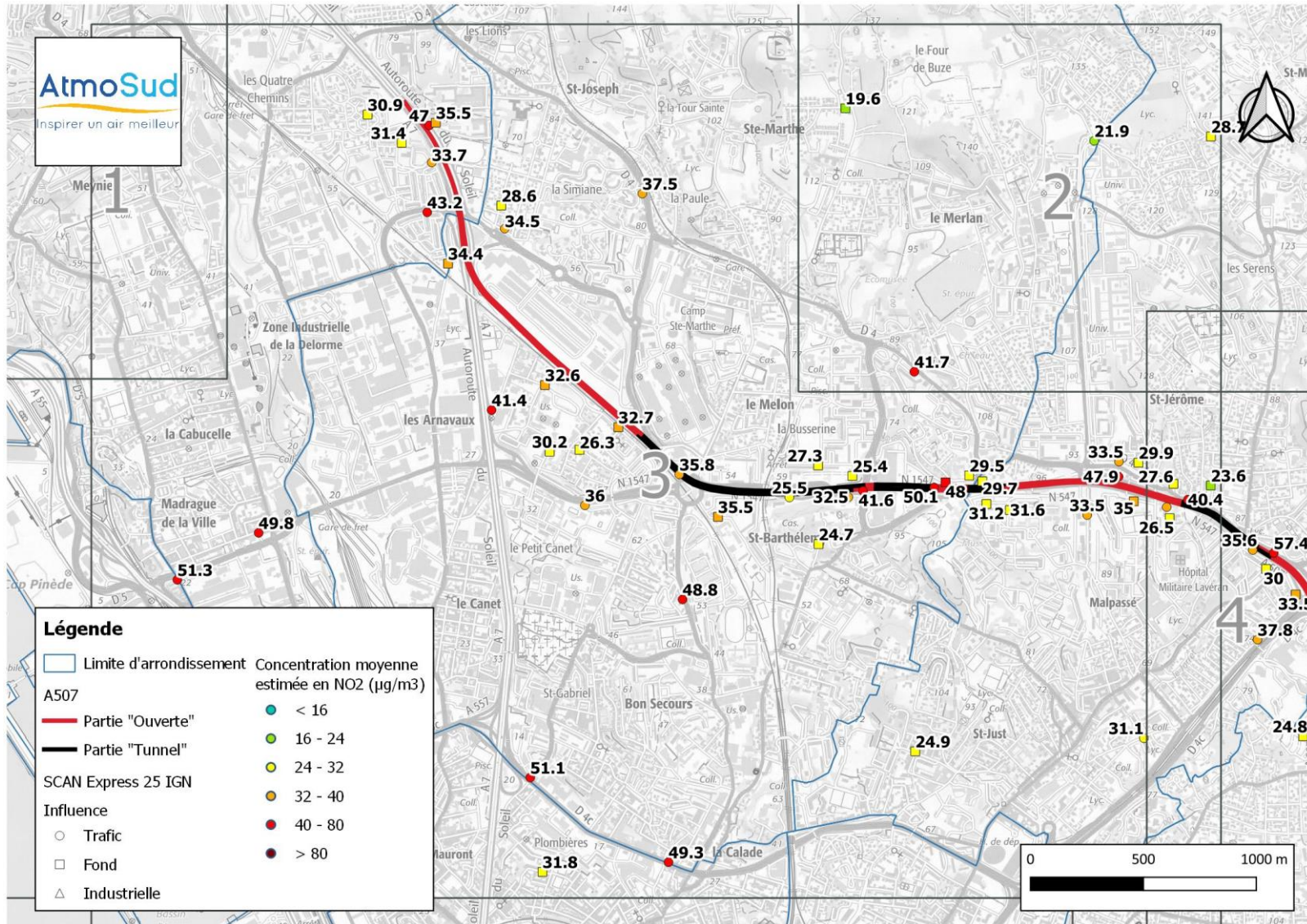
POINT	X	Y	Polluant mesuré	Influence	Bande_300m	NO ₂	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	O-xylènes	M+P-xylènes
154	896715	6250480	NO2	Trafic	Oui	41.9					
155	896713	6250229	NO2	Fond	Oui	24.9					

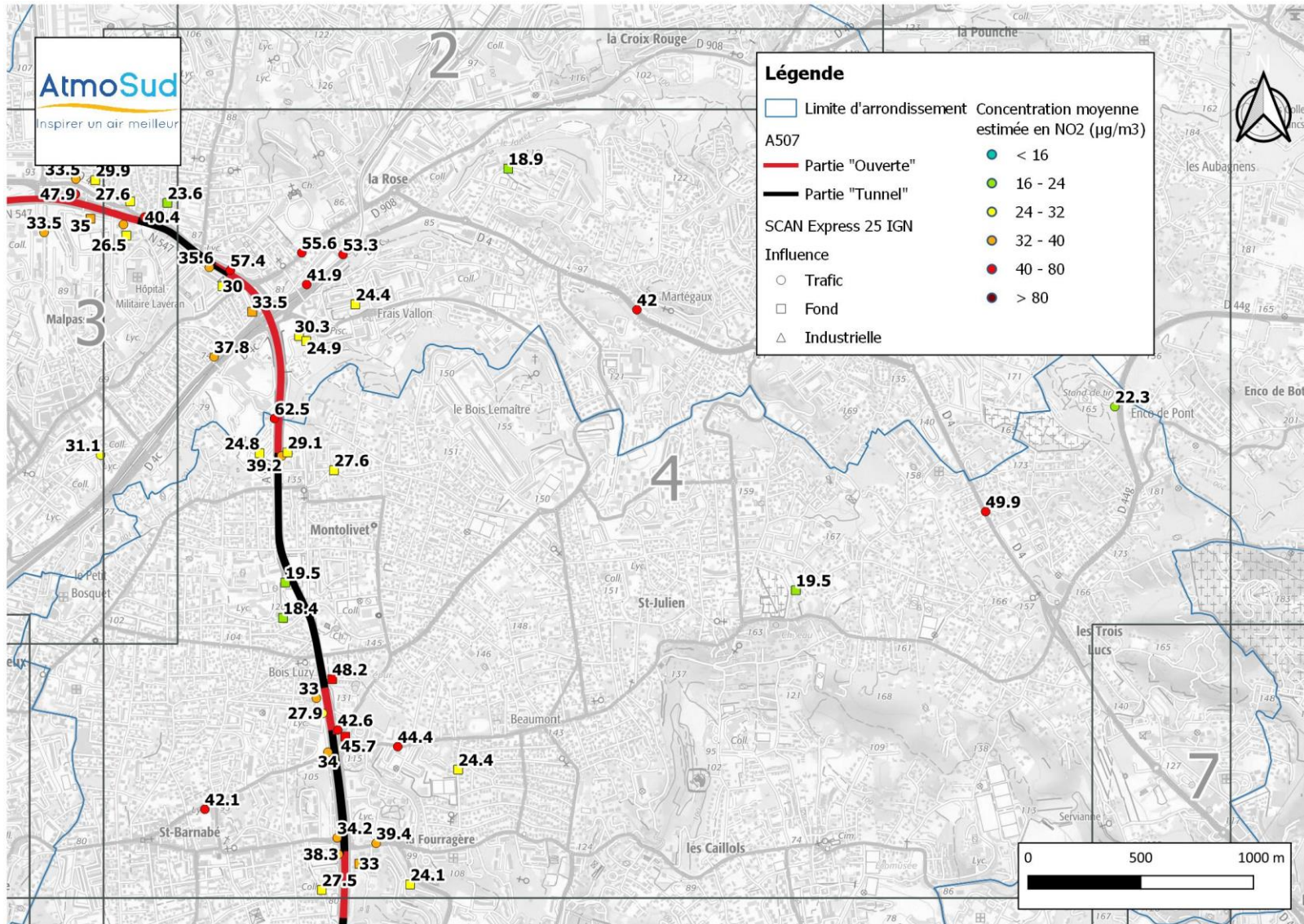
ANNEXE 4 Résultats cartographiques des concentrations en NO₂ (zooms)

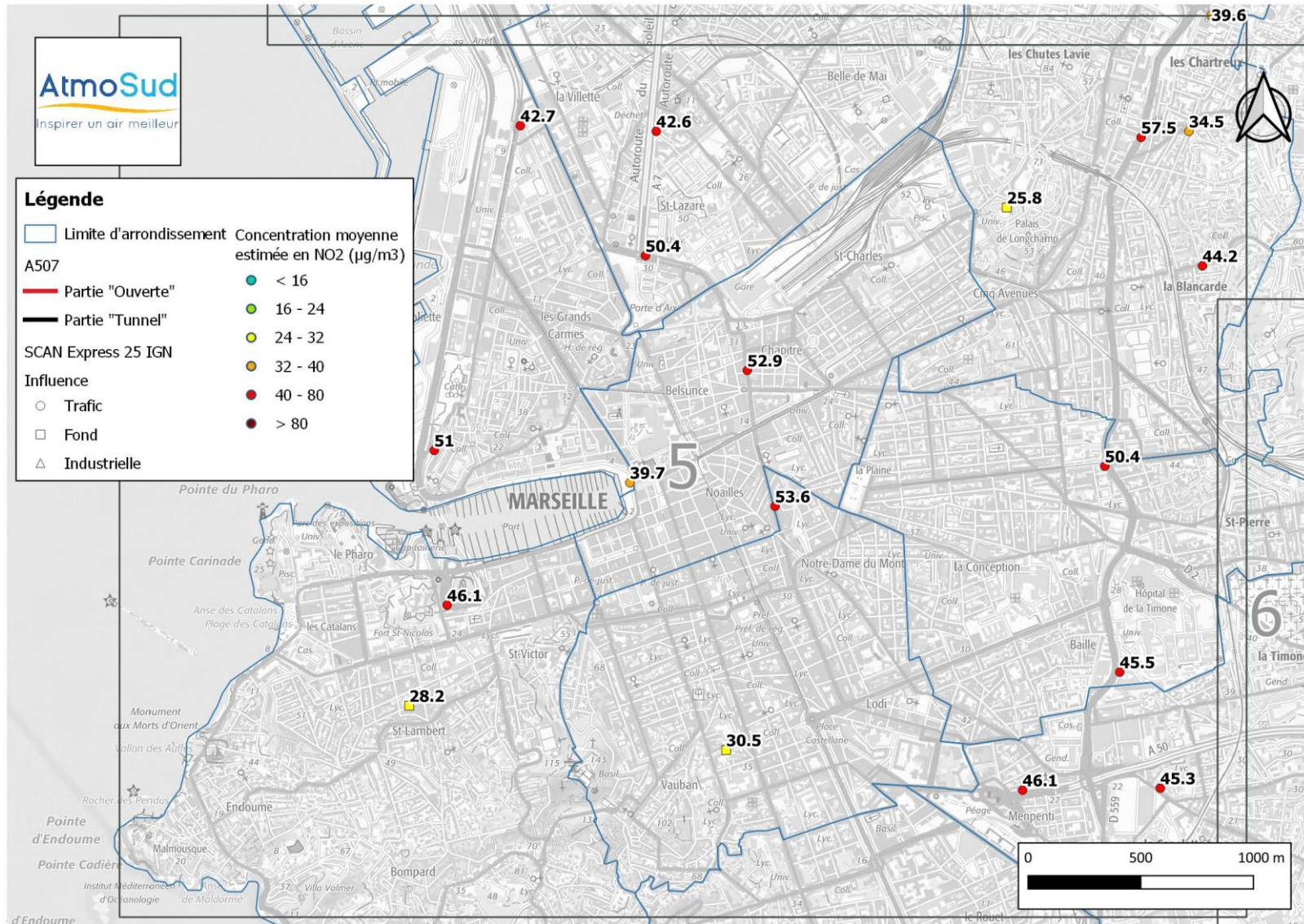


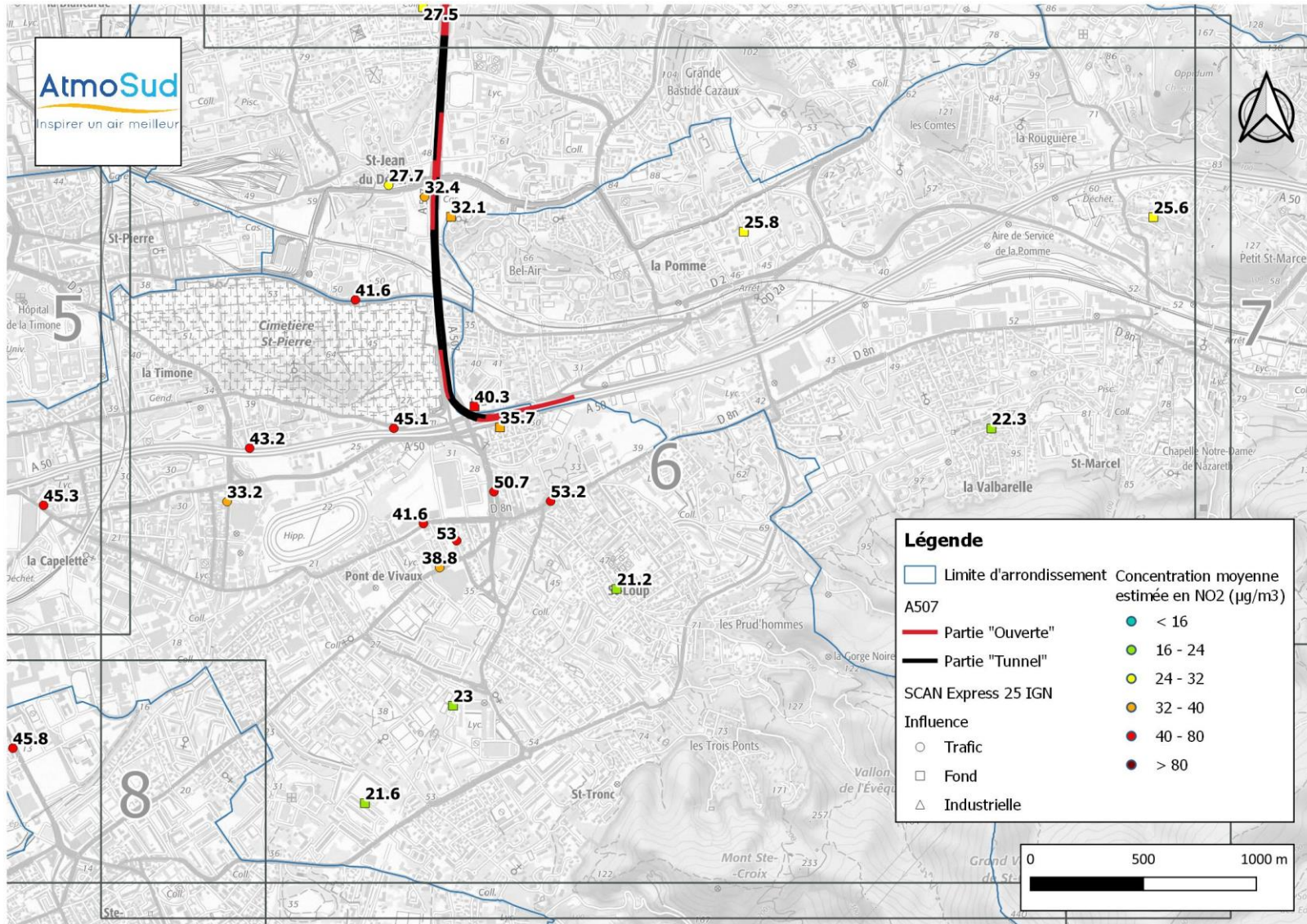


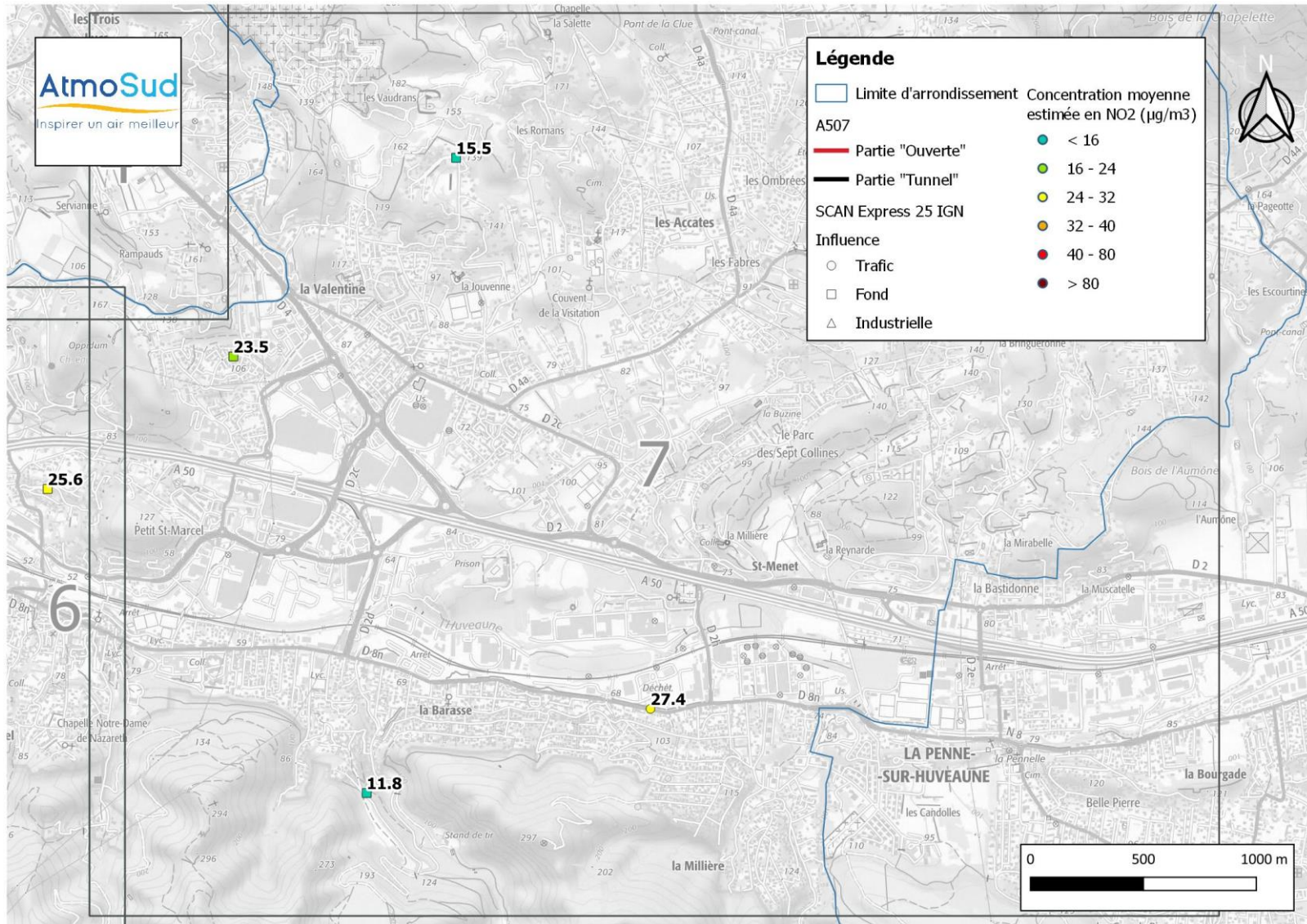


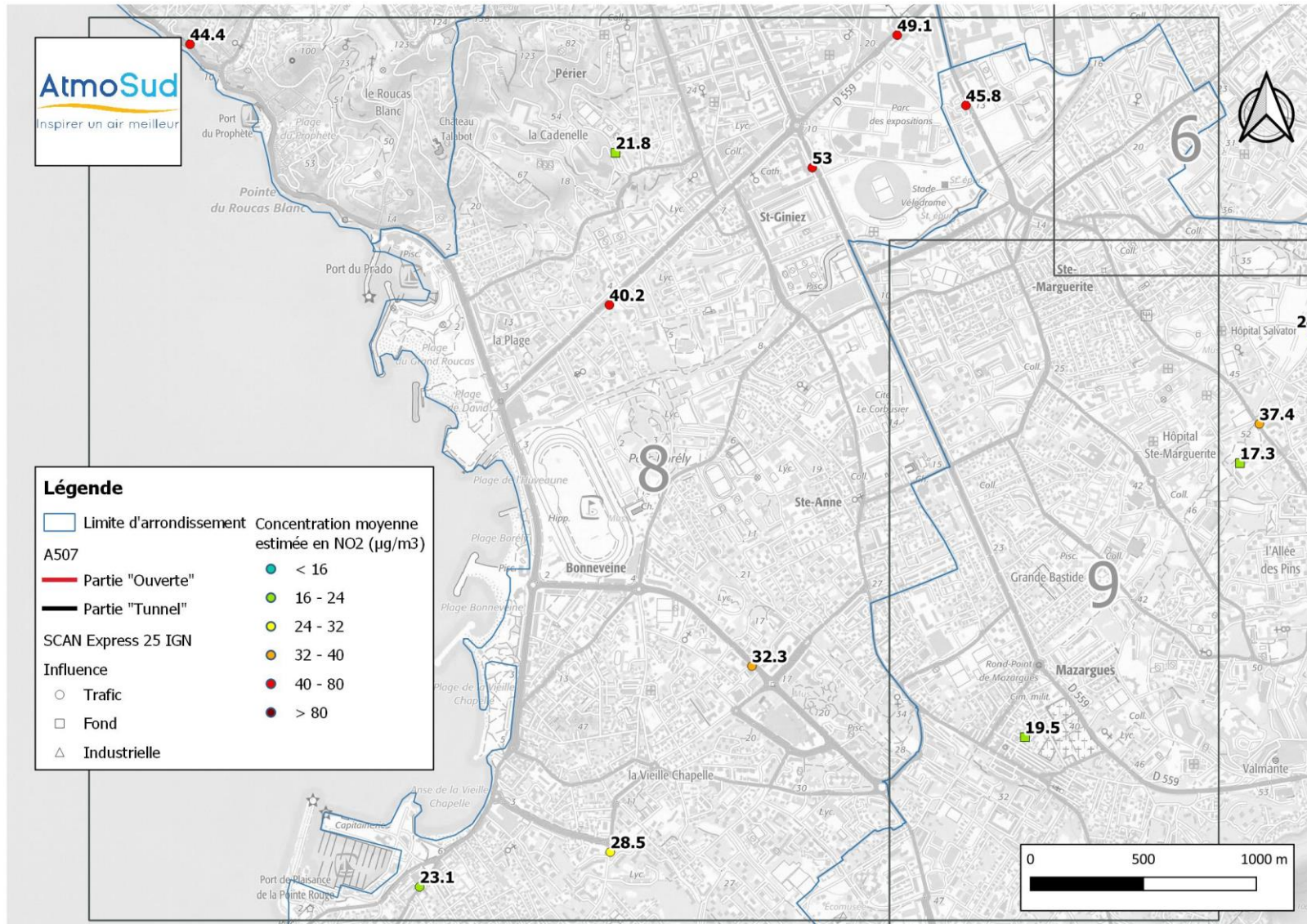


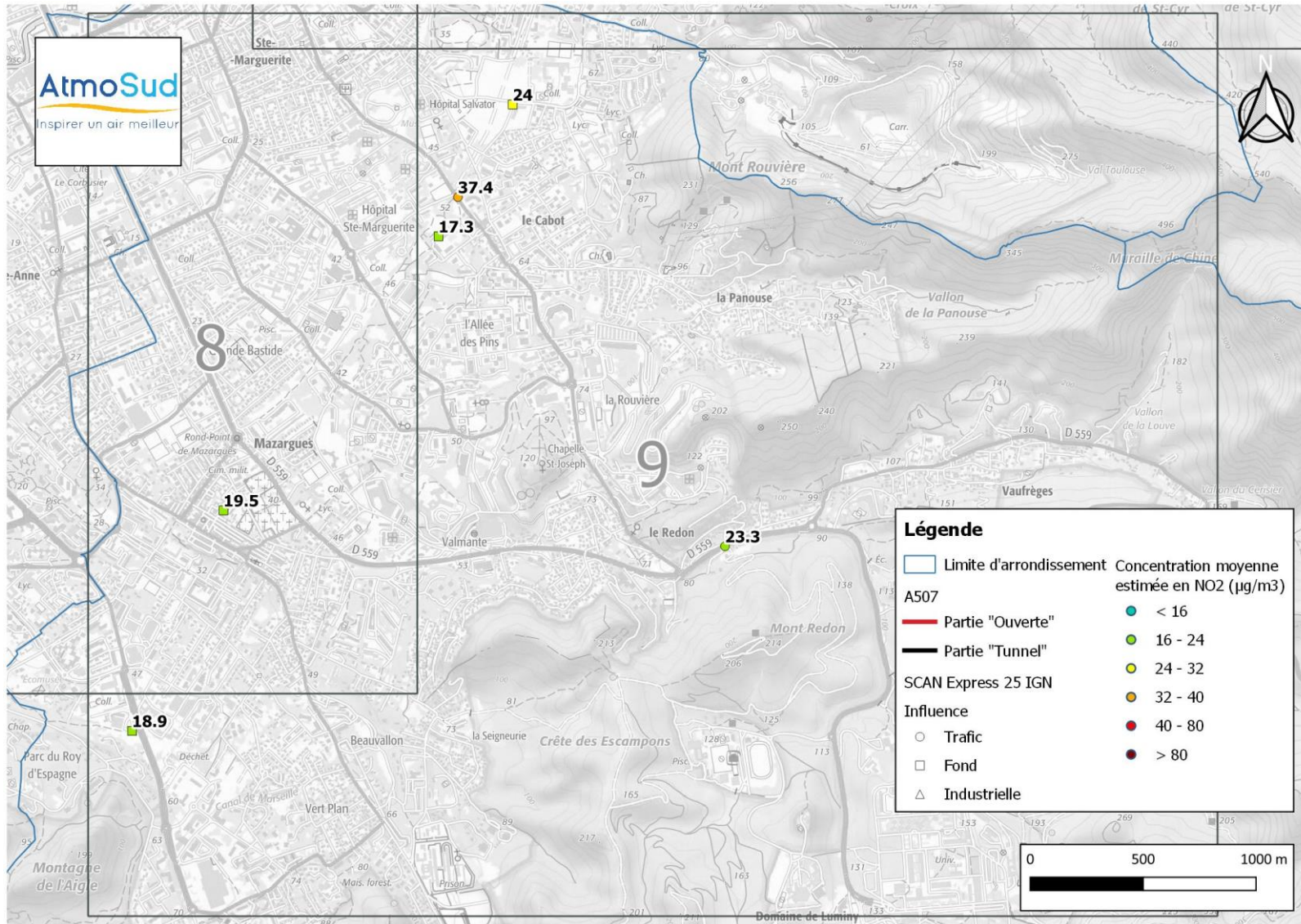












RESUME :

ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE DE LA VILLE DE MARSEILLE APRES MISE EN SERVICE DE LA L2 (A507)

Juillet 2020

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air suite à l'ouverture complète de la L2, AtmoSud a réalisé une campagne de mesures à grande échelle pour estimer son impact sur la qualité de l'air à proximité immédiate de cet axe mais également à l'échelle globale de Marseille. Les principales observations de cette étude sont proposées ci-dessous :

► Le dioxyde d'azote toujours en ligne de mire sous l'influence du trafic routier

Des concentrations moyennes annuelles estimées supérieures à la valeur réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été observées sur certaines zones spécifiques de Marseille, principalement sous influence du **trafic routier** dans le centre (de Cap Pinède au Vieux-Port, tout le long de l'axe routier que représente la rocade du Jarret (boulevards Maréchal Juin, Françoise Duparc, Sakakini, Jean Moulin) ainsi que le boulevard Rabatau, mais également autour des principaux accès à la L2 (autoroute A7, le Merlan, Frais Vallon, Kaddouz et échangeur floriant/pont de Vivaux). Cependant, moins du tiers de la totalité des estimations annuelles réalisées dans le cadre de cette campagne est supérieure à cette valeur réglementaire.

► Une amélioration en dioxyde d'azote dans le centre malgré des niveaux élevés

Malgré le fait que les niveaux les plus importants sont relevés principalement dans le centre de Marseille, une amélioration a été observée à la fois sur les stations fixes mais également sur certaines zones spécifiques investiguées dans le cadre de cette campagne (Vieux Port, Rabatau, Plombières) en lien avec les aménagements urbains qui ont été réalisés depuis 2011 (dont l'ouverture de la L2, mais également la semi-piétonnisation du Vieux Port et l'ouverture du tunnel Prado-Sud)

► Une dégradation en dioxyde d'azote au niveau des têtes de tunnel de la L2

La plupart des dégradations en dioxyde d'azote observées entre 2011 et 2019 sont localisées à proximité immédiate des têtes de tunnel et des tranchées ouvertes de faible longueur de la L2 (centre commercial du Merlan, Kaddouz, Montolivet et la Fourragère). En ces zones de proximité immédiate à la voie et à la tête de tunnel, les moyennes annuelles sont proches voire supérieures à la valeur réglementaire annuelle (globalement comprises entre 30 et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

► Une amélioration globale et notable pour le benzène

La quasi-intégralité des concentrations annuelles estimées à l'échelle du domaine d'étude est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (objectif de qualité annuel réglementaire) et bien inférieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite annuelle réglementaire). De plus, la totalité des points de mesures réalisés en 2019 présente une diminution des concentrations moyennes de plus de 15% par rapport à 2011.



Responsable de publication : Romain Boissat

Publication : Mai 2020