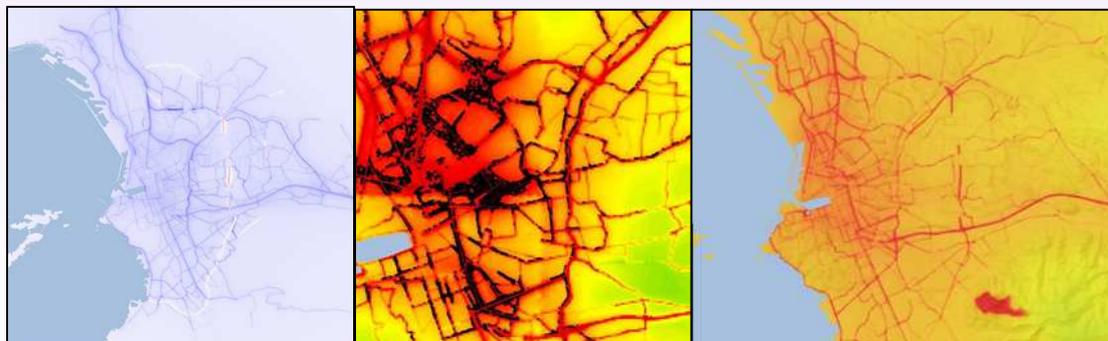


Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR

Scénarios pour une amélioration de la qualité de l'air sur le territoire Marseille Provence

Etude PUQA



www.airpaca.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR



Résumé : Scénarios pour une amélioration de la qualité de l'air sur le territoire Marseille Provence PUQA

Dans le cadre de l'étude PUQA, menée en collaboration avec le service environnement du territoire Marseille Provence, l'AgAm et la Ville de Marseille, 4 scénarios ont été modélisés pour éclairer sur l'évolution de la qualité de l'air sur Marseille et sur des pistes pour améliorer cette qualité de l'air.

1-Qualité de l'air à Marseille en 2020 après la mise en service de nouveaux ouvrages routiers (L2, BUS, Linéa)

La mise en œuvre de projets d'aménagements routiers sur le territoire de Marseille a pour but de désengorger le centre-ville des voitures en détournant les véhicules sur les axes périphériques comme la rocade L2 (A507), le Boulevard Urbain Sud (BUS) et la Liaison au Nord-Est de l'Agglomération marseillaise (LiNEA).

Les scénarios présentent la qualité de l'air à Marseille en 2020 en tenant compte de l'impact sur la circulation dans Marseille de ces trois infrastructures routières ainsi que l'évolution du parc automobile.

Entre 2013 et 2020, les émissions de polluants atmosphériques devraient diminuer de manière significative à Marseille. Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) sont presque réduites de moitié. Les émissions de particules en suspension PM10 et PM2.5 baissent respectivement de -23 % et -32 %. La baisse de la pollution est principalement due à l'amélioration technologique attendue des véhicules.

Entre 2013 et 2020, la pollution aux particules à Marseille devrait s'améliorer avec une diminution moyenne d'environ 6 µg/m³ sur la zone. Le centre-ville est particulièrement concerné par cette amélioration de la qualité de l'air. Le scénario prospectif 2020 prévoit une réduction des personnes exposées d'environ 95 % : de 122 000 personnes en 2013 à 6 000 en 2020.

Les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) diminuent principalement dans le centre de Marseille (baisse moyenne d'environ 5 µg/m³). Les aménagements urbains délestent le centre-ville mais engendrent des hausses dans les concentrations localement. Le scénario prospectif 2020 prévoit une réduction d'environ 85 % de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite : 167 000 personnes étaient exposées en 2013, 25 000 personnes devraient l'être en 2020.

2-Des livraisons de marchandises en véhicules électriques

A Marseille, comme dans tout centre urbain, les transports de livraisons de marchandises peuvent représenter une part non négligeable du trafic routier. Si ces livraisons sont indispensables, l'utilisation de véhicules moins émetteurs pourrait permettre d'améliorer la qualité de l'air en centre-ville et plus particulièrement aux heures de pointes. Ce scénario modélise le gain sur la qualité de l'air si le transport de marchandises était réalisé par des véhicules électriques à Marseille.

La livraison des marchandises à Marseille par des véhicules électriques a un impact contrasté sur les émissions en fonction du polluant considéré. Si la réduction des émissions d'oxydes

d'azote est très marquée (-38 %), elle est moindre concernant les particules en suspension (respectivement -7 % et -10% pour les PM10 et les PM2.5).

Les niveaux en NO₂ diminuent d'environ 1 µg/m³ en moyenne sur Marseille. Sur certains axes, la réduction peut atteindre 16 µg/m³. L'utilisation de véhicules électriques pour livrer les marchandises en ville permet de réduire de 50 % le nombre d'habitants exposés au dépassement de la valeur limite réglementaire (167 000 personnes exposées à 84 000).

3-Vers le respect de la Valeur Limite en NO₂ à Marseille en 2020

En 2020, 25 000 personnes devraient encore être exposées à des valeurs supérieures à la valeur limite en NO₂ (40 µg/m³ en moyenne annuelle) à Marseille.

Pour ne plus avoir de personne exposée à des zones dépassant la valeur limite de 40 µg/m³ de NO₂ à Marseille en 2020, il resterait à **réduire les émissions de NOx du trafic routier d'environ 10 %, soit 150 tonnes par an.**

Il faudrait ainsi réduire la distance parcourue par les véhicules de **300 millions de kilomètres**, soit un abaissement de **9,6 % des véhicules.km annuels**. Cette estimation est faite sur l'ensemble de la ville, mais pour réduire les niveaux d'exposition dans les zones de dépassement, les gains doivent avoir lieu sur les axes les plus congestionnés et empruntés de l'agglomération.

4-Véhicule particulier Vs bus urbain : quel gain d'émissions ? Etude sur les lignes 21 et 49

L'étude porte sur les émissions des différents véhicules circulant sur le parcours de deux lignes de bus de la RTM, la ligne 21 qui est une des lignes qui transporte le plus de passagers et qui part de la place Castellane en centre-ville pour rejoindre Luminy au Sud-Est de la ville, et la ligne 49 qui circule dans le centre-ville là où les rues étroites et l'importance du trafic contribuent à des concentrations importantes de pollution.

La ligne 21 transporte chaque jour 17 500 passagers pour un trafic moyen journalier annuel de 385 bus. Au cours de la journée, la fréquentation des bus évolue. Le taux minimal de 10 personnes est respecté sauf aux premières et dernières heures de la journée, qui sont les moins fréquentées.

Les niveaux de polluants les plus élevés ont lieu en journée aux heures de pointes de trafic pour le NO₂ et en matinée pour les particules. Ainsi les gains les plus forts des TC se font justement durant les périodes où la qualité de l'air est la plus mauvaise.

Concernant la ligne 49 les ratios sont les mêmes pour le remplissage minimal du bus avec 10 personnes. La ligne 49 transporte chaque jour 6 000 passagers pour un trafic moyen journalier annuel de 115 bus. Comme pour la ligne 21, le taux minimal de 10 personnes est respecté pour la ligne 49 sauf aux premières et dernières heures de la journée, qui sont les moins fréquentées.

Contact

Stephan Castel

stephan.castel@airpaca.org

Parution

11/2016

Remerciements

Remerciements à la SRL2 et à EGIS pour nous avoir transmis son étude de modélisation du trafic

Remerciements à la RTM pour nous avoir transmis les données trafic et transport de passagers sur les lignes 21 et 49

Remerciements au CEREMA pour ses données sur le trafic de marchandises sur Marseille.

Partenaires

- Territoire Marseille Provence de la Métropole Aix Marseille
- AGAM
- Ville de Marseille

Auteurs du document

Romain Derain

Gaëlle Luneau

Jonathan Virga



Sommaire

1	Introduction / Contexte	6
2	Qualité de l'air à Marseille en 2020 après la mise en service de nouveaux ouvrages routiers (L2, BUS, Linéa) 8	
2.1	Trafic en légère hausse entre 2013 et 2020 à Marseille	8
2.2	Evolution du parc automobile roulant	8
2.3	Diminution significative des émissions entre 2013 et 2020 à Marseille	9
2.4	Impact de l'évolution du parc et des aménagements urbains à Marseille sur l'évolution des émissions entre 2013 et 2020	11
2.4.1	Une influence majoritaire du parc roulant.....	11
2.4.2	...qui présente aussi ses limites	11
2.4.3	Des aménagements urbains aux effets positifs.....	12
2.5	Evolution des concentrations en particules PM10.....	13
2.5.1	Projection de la qualité de l'air en 2020.....	13
2.5.2	Population exposée à la valeur limite en PM10 en 2020	14
2.6	Evolution des concentrations en dioxyde d'azote	15
2.6.1	Projection de la qualité de l'air en 2020.....	15
2.6.2	Population exposée à la valeur limite en NO ₂ en 2020	15
2.6.3	Impacts des aménagements routiers seuls	16
3	Des livraisons de marchandises en véhicules électriques.....	18
3.1	Données d'entrées	18
3.2	Des impacts contrastés sur les émissions de polluants.....	18
3.2.1	Une réduction significative des émissions d'oxydes d'azote.....	18
3.2.2	Une diminution plus modérée des émissions de particules en suspension	19
3.3	Dispersion du scénario « livraisons en véhicules électriques »	20
4	Vers le respect de la Valeur Limite en NO ₂ à Marseille en 2020.....	22
4.1	Zéro population exposée	22
4.2	Une solution : limiter le nombre de véhicules	22
5	Véhicule particulier Vs bus urbain : quel gain d'émissions ?	23
5.1	Ligne 21.....	23
5.1.1	Bilan d'émissions.....	23
5.1.2	Emissions unitaires par type de véhicule	24
5.1.3	Taux de remplissage minimal des bus.....	25
5.1.4	Fréquentation de la ligne 21	26
5.2	Ligne 49.....	28
5.2.1	Bilan d'émissions.....	28
5.2.2	Emissions unitaires par type de véhicule	29
5.2.3	Taux de remplissage minimal des bus.....	30
5.2.4	Fréquentation de la ligne 49	30
5.1	Perspectives	33
6	Conclusion	34

1 Introduction / Contexte

La présente étude est un des volets de l'étude PUQA, dans le cadre d'une convention liant le territoire Marseille Provence de la métropole Aix Marseille Provence (anciennement Communauté Urbaine Marseille Provence).

Après l'abandon des ZAPA en 2013, le Ministère de l'Ecologie, a créé le Comité Interministériel de la Qualité de l'Air (CIQA) et a présenté un Plan d'Urgence de la Qualité de l'Air (PUQA). Ce plan décline 38 mesures regroupées en 5 priorités pour engager une approche plus globale et structurelle sur la problématique Air en lien avec les contentieux européens sur les particules fines (PM10) et les oxydes d'azote (NOx). Les Collectivités locales compétentes sur la qualité de l'air sont en charge des déclinaisons locales de ce plan.

Une convention de partenariat est signée entre la Communauté urbaine Marseille Provence Métropole et Air PACA le 18 novembre 2013 pour une durée de 3 ans.

Basée sur l'expertise d'Air PACA (Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air) sur le territoire de MPM (ZAPA sur le territoire voisin, évaluation PPA, GOUV'AIRNANCE, APICE...), la convention s'inscrit dans l'accompagnement assuré par Air PACA auprès du territoire Marseille Provence pour intégrer la problématique de l'air en amont des projets d'aménagement et des décisions publiques et pour évaluer et suivre les actions mises en œuvre.

L'AgAM est associé à ce travail dans la continuité du Bilan environnemental des déplacements finalisé en 2012. L'étude PUQA est inscrite au programme de travail pluriannuel élaboré entre l'agAM et MPM

Les objectifs sont :

- Amorcer la réflexion sur l'occupation de l'espace (la place du véhicule particulier, les projets d'aménagement)
- Définir des périmètres d'étude (Centre-ville de Marseille et des quartiers spécifiques comme le Vieux-Port, Euroméditerranée, la L2, le Jarret...)
- Etudier et mesurer l'impact des nouvelles infrastructures et d'actions possibles (Impact sur la qualité de l'air / Population exposée)

Dans le cadre de l'étude PUQA, menée en collaboration avec le service environnement du territoire Marseille Provence, l'AgAM et la Ville de Marseille, quatre scénarios ont été réalisés pour étudier et améliorer la qualité de l'air sur Marseille..

Le premier scénario évalue la qualité de l'air à Marseille en 2020 après la mise en service de nouveaux ouvrages routiers (L2, BUS, Linéa), avec des focus sur le Jaret.

Le deuxième scénario évalue l'impact de la mise en place d'une gestion de la logistique du dernier kilomètre par des livraisons de marchandises en véhicules électriques

Le troisième scénario se penche sur la question du nombre de véhicule à retirer de la circulation à Marseille pour respecter la Valeur Limite en NO₂ à Marseille en 2020

Le quatrième scénario évalue les gains d'émission avec le transport des personnes par bus urbain par rapport au véhicule particulier, en s'intéressant au cas des lignes 21 (entre Castellane et Luminy) et 49 (entre Canebière Bourse et Canebière Réformés) de la RTM.

2 Qualité de l'air à Marseille en 2020 après la mise en service de nouveaux ouvrages routiers (L2, BUS, Linéa)

La mise en œuvre de projets d'aménagements routiers sur le territoire de Marseille a pour but de désengorger le centre-ville des voitures en détournant les véhicules sur les axes périphériques comme la rocade L2 (A507), le Boulevard Urbain Sud (BUS) et la Liaison au Nord-Est de l'Agglomération marseillaise (LiNEA). L'estimation des émissions de polluants à l'horizon 2020 et leur dispersion dans l'atmosphère ont pour objectif de déterminer quelle sera la qualité de l'air sur la ville de Marseille après mise en place de ces aménagements en 2020.

2.1 Trafic en légère hausse entre 2013 et 2020 à Marseille

D'une manière générale, d'après les résultats du modèle de trafic EMME en 2013 et 2020, le trafic routier à Marseille est en légère progression (augmentation de +1% des distances parcourues par an sur la période 2013-2020), avec quelques disparités selon le type de véhicule :

- augmentation des distances parcourues pour les véhicules particuliers (VP) et les véhicules utilitaires légers (VUL) ;
- diminution des distances parcourues pour les poids lourds (PL) et les deux roues (2R).

Tableau 1 : Evolution des trafics à Marseille entre 2013 et 2020

	2013	2020	Evolution 2013-2020
Veh.km VL (millions/an)	2554	2583	+ 1.2%
Veh.km VUL (millions/an)	564	571	+1.2%
Veh.km PL (millions/an)	156	155	-0.6%
Veh.km 2R (millions/an)	46	44	-2.8%
Veh.km TOTAL (millions/an)	3320	3353	+1.0%

2.2 Evolution du parc automobile roulant

Malgré cette très légère croissance du trafic routier, la consommation de carburants devrait diminuer de près de 10% sur cette même période à Marseille, passant de 245 ktep¹ en 2013 à 221 ktep en 2020, grâce à l'évolution technologique des véhicules.

Les figures suivantes présentent la part occupée pour chaque norme EURO pour les types de véhicules définis dans les parcs roulants 2013 et 2020 de l'IFSTTAR². S'il reste encore quelques véhicules pré-EURO dans le parc roulant 2013, ceux-ci auront totalement disparus en 2020. De plus, les véhicules les plus récents (EURO 6) sont inexistantes en 2013 alors qu'ils représenteront 40 % des VP en 2020, 50 % des VUL et plus de 60 % des PL.

¹ ktep : kilotonne équivalent pétrole

² Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

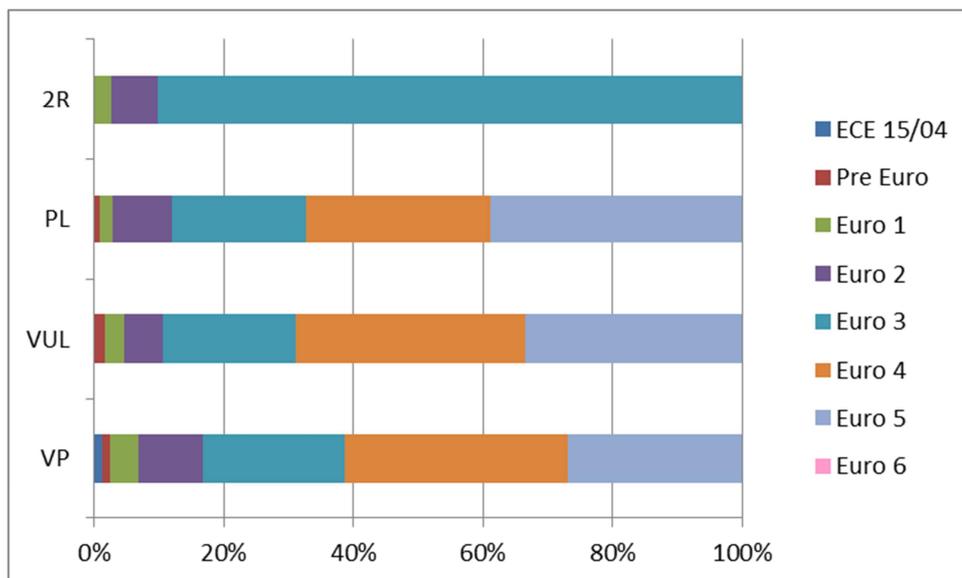


Figure 1 : Composition du parc roulant IFFSTAR 2013 par type de véhicules et norme EURO

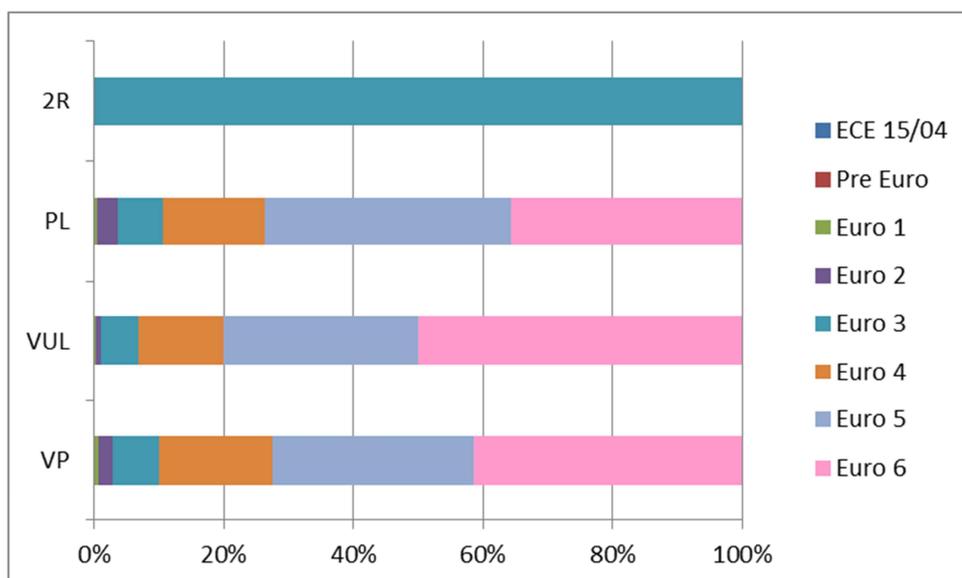


Figure 2 : Composition du parc roulant IFFSTAR 2020 par type de véhicules et norme EURO

2.3 Diminution significative des émissions entre 2013 et 2020 à Marseille

Entre 2013 et 2020, les émissions de polluants atmosphériques devraient diminuer de manière significative à Marseille. Les émissions d'oxydes d'azote sont presque réduites de moitié. Les émissions de particules en suspension PM10 et PM2.5 baissent respectivement de -23 % et -32 %.

Tableau 2 : Evolution des émissions de NOx et particules à Marseille entre 2013 et 2020

	2013	2020	Evolution 2013-2020
NOx (t)	2967	1555	-47.6%
TSP (t)	374	315	-15.9%
PM10 (t)	258	198	-23.1%
PM2.5 (t)	180	121	-32.8%

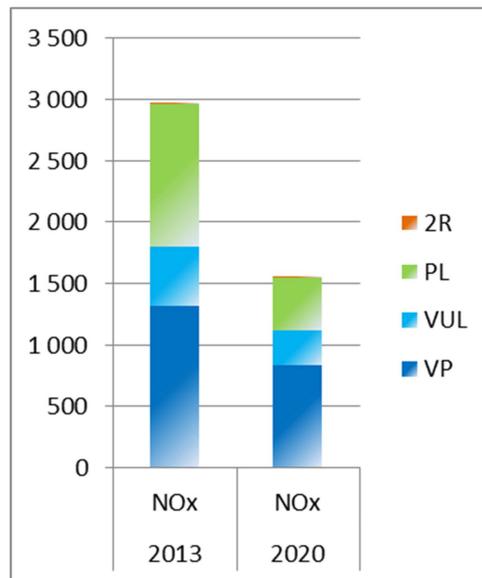


Figure 3 : Evolution des émissions de NOx à Marseille en 2013 et 2020 par catégorie de véhicules

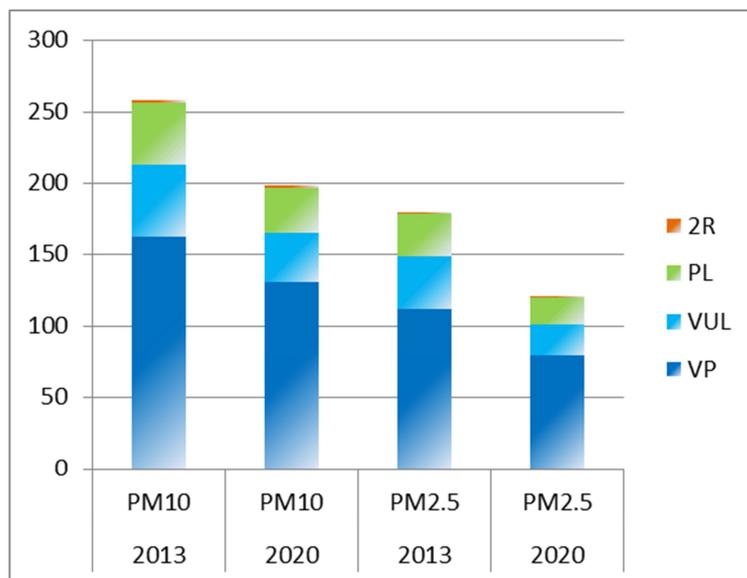


Figure 4 : Evolution des émissions de particules à Marseille en 2013 et 2020 par catégorie de véhicules

Les Poids Lourds représentent les véhicules dont les émissions diminuent le plus entre 2013 et 2020 (-60 % d'émissions de NOx, -28 % d'émissions de PM10 et -40 % des émissions de PM2.5).

Malgré une légère hausse des trafics (+1.2 %), la catégorie des VP/VUL est également moins émettrice de polluants en 2020 (-37 % de NOx, -22 % de PM10 et -31 % de PM2.5 par rapport à 2013).

Enfin, les deux-roues diminuent leurs émissions de 12 % pour les NOx et les PM10, de 15 % pour les PM2.5. Il est important de noter toutefois que, pour ces polluants-là, cette catégorie de véhicules ne représente qu'une faible part des émissions dues au trafic routier (moins de 1 %).

2.4 Impact de l'évolution du parc et des aménagements urbains à Marseille sur l'évolution des émissions entre 2013 et 2020

L'évolution des émissions entre deux situations distinctes, ici 2013 et 2020, est la résultante de l'impact de plusieurs facteurs, donc les principaux sont l'évolution des trafics (en nombre mais également en répartition géographique, fluidité, vitesse de circulation) ainsi que l'évolution technologique du parc automobile.

Un scénario supplémentaire a ainsi été calculé afin de mieux comprendre l'influence de ces facteurs : les émissions ont été calculées pour la situation 2020 (trafics EMMÉ 2020) mais avec un parc roulant actuel (parc IFSTTAR 2013).

2.4.1 Une influence majoritaire du parc roulant...

Les émissions de NOx et de particules calculées à partir du trafic 2020 et un parc roulant 2013 ne diminuent que très légèrement entre l'état 2013 et la situation 2020 (-2 % environ pour les NOx, moins de 1 % pour les particules). Ces résultats indiquent clairement la prépondérance de l'amélioration technologique des véhicules dans l'évolution des émissions de polluants atmosphériques.

Tableau 3 : Evolution des émissions de NOx et particules à Marseille entre 2013 et 2020 (parc 2013)

	2013	2020 (parc 2013)	Evolution
NOx (t)	2967	2912	-1.9%
TSP (t)	374	374	-0.2%
PM10 (t)	258	256	-0.5%
PM2.5 (t)	180	179	-0.5%

2.4.2 ...qui présente aussi ses limites

Si les évolutions technologiques des véhicules sont majoritairement responsables des baisses d'émissions de polluants, il est toutefois important de rappeler que les parcs automobiles prospectifs sont basés sur des évolutions théoriques :

- de l'impact des nouvelles normes EURO qui vont entrer en vigueur dans les années à venir ;
- ainsi que de la pénétration de ces normes EURO dans le parc de véhicules roulants (renouvellement du parc automobile).

Les estimations réalisées à partir de parcs prospectifs devront être vérifiées a posteriori.

De plus, certaines émissions ne sont pas liées à la combustion. Une part importante des émissions de particules en suspension est issue de l'abrasion des pneus et plaquettes de freins, de l'usure de la route ainsi que de la remise en suspension des particules par le passage des véhicules. Cette part des émissions non issue de la combustion est donc directement liée à la quantité de véhicules circulant et ne pourra être réduite que par ce moyen-là.

Tableau 4 : Répartition des émissions de particules selon leur origine (combustion / non combustion)

	2013	2020	Evolution 2013-2020
PM10 (t) combustion	90	31	-65.3%
PM10 (t) non combustion	168	167	-0.5%
PM10 (t) TOTAL	258	198	-23.1%
% de la non-combustion	65 %	84 %	

	2013	2020	Evolution 2013-2020
PM2.5 (t) combustion	90	31	-65.3%
PM2.5 (t) non combustion	90	90	-0.3%
PM2.5 (t) TOTAL	180	121	-32.8%
% de la non-combustion	50 %	74 %	

2.4.3 Des aménagements urbains aux effets positifs

Toutefois, avec un parc 2013, les émissions de polluants sont en baisse (même légère) malgré une hausse de + 1% des trafics entre 2013 et 2020 (cf. paragraphe 2.1). La présence effective d'axes structurants, comme la L2, la rocade sud et la LiNEA, permet de détourner les véhicules du centre-ville vers des axes plus périphérique.

2.5 Evolution des concentrations en particules PM10

L'évaluation de la qualité de l'air à Marseille est réalisée par un modèle de dispersion à l'échelle urbaine (ADMS Urban)

2.5.1 Projection de la qualité de l'air en 2020

La Figure 5 ci-dessous présente les concentrations en particules PM10 pour l'état initial de 2013 et pour le scénario prospectif de 2020. L'indicateur utilisé est le percentile 90.4 des moyennes journalières qui représente la 35e valeur la plus élevée sur une année de 365 jours (ce qui est la valeur réglementaire).

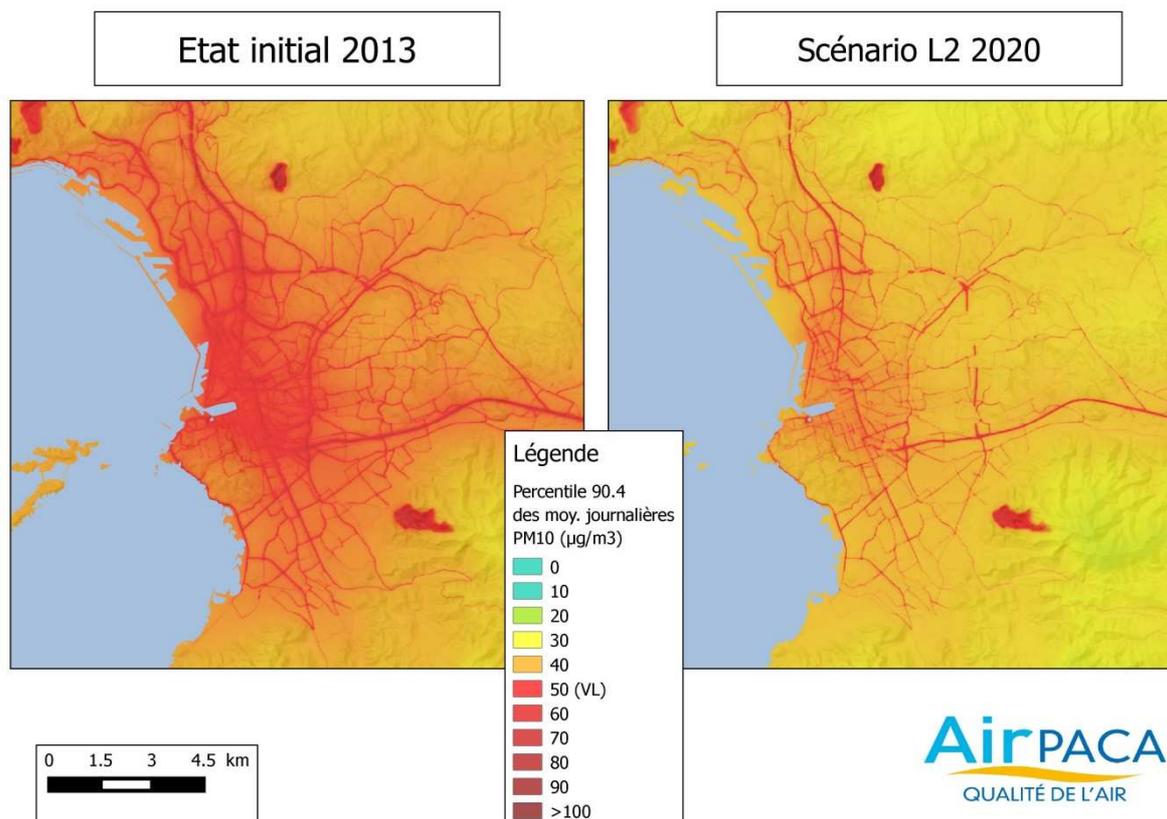


Figure 5 : Percentile 90.4 des moyennes journalières en PM10 en 2013 et 2020 à Marseille

Entre 2013 et 2020, la pollution aux particules à Marseille devrait s'améliorer avec une diminution moyenne d'environ $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la zone. Le centre-ville est particulièrement concerné par cette amélioration de la qualité de l'air. Malgré cette baisse, les principaux axes routiers restent en dépassement du seuil réglementaire. Les nouveaux aménagements urbains tels que la L2 et la rocade sud apparaissent sur la carte prospective et engendrent une augmentation locale des concentrations en particules.

2.5.2 Population exposée à la valeur limite en PM10 en 2020

L'évaluation de l'exposition des populations au dépassement de cette valeur réglementaire est réalisée par le croisement entre la population et les concentrations modélisées. Cette estimation est réalisée à population résidentielle constante entre 2013 et 2020.

Pour les particules, le scénario prospectif 2020 prévoit une réduction des personnes exposées d'environ 95 % : de 122 000 personnes en 2013 à 6 000 en 2020 (cf. Figure 6 ci-dessous).

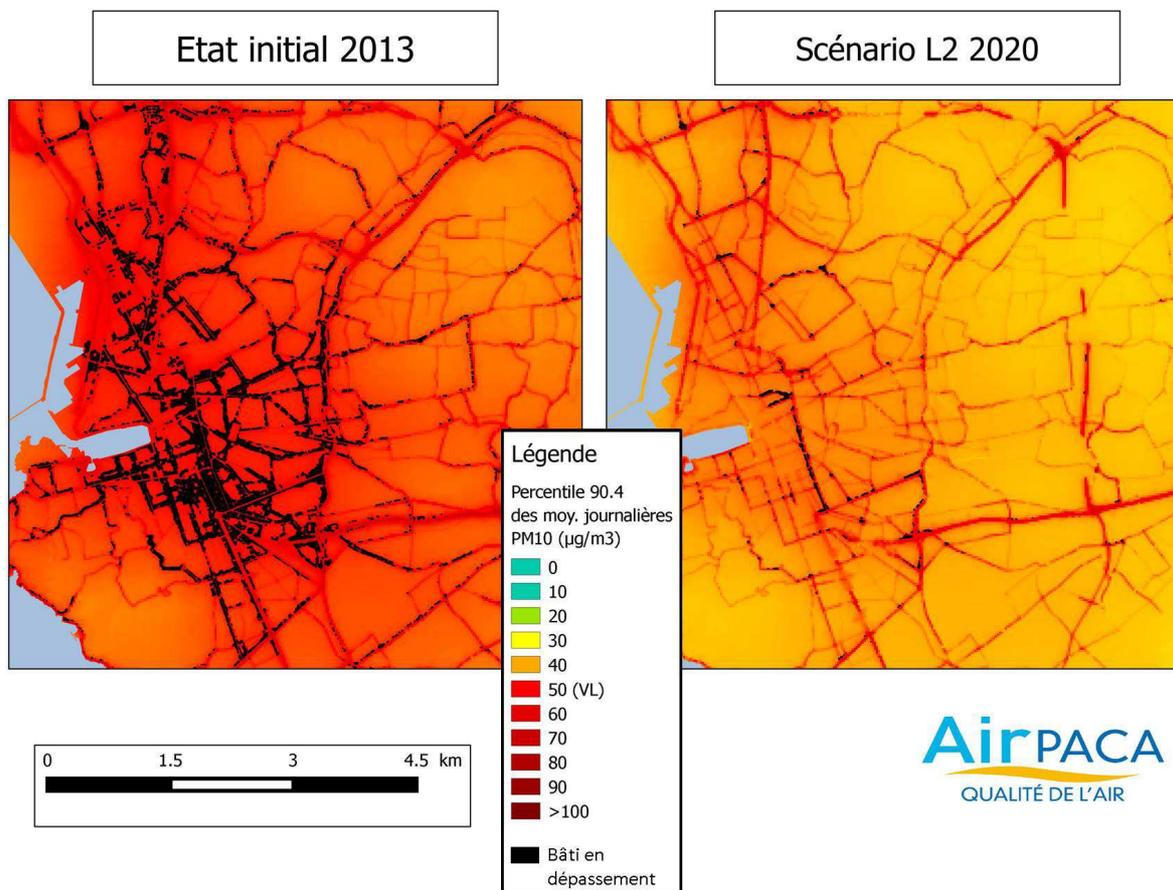


Figure 6 : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en PM10 en 2013 et 2020 à Marseille

En 2013, la population exposée au dépassement de la valeur limite est principalement concentrée en centre-ville et le long des grands axes. Selon le scénario prospectif 2020, seuls certains bâtiments en bordure d'axe routier (notamment le cours Lieutaud) restent encore exposés en 2020.

L'intégration de la L2 dans le scénario prospectif semble peu impacter les populations alentours. Cependant, cet impact est à relativiser puisque le modèle ADMS ne prend pas en compte les effets engendrés par les tunnels de la L2 (surconcentrations en entrée et sortie de tunnels).

2.6 Evolution des concentrations en dioxyde d'azote

De la même manière, l'évaluation de la qualité de l'air à Marseille est réalisée par un modèle de dispersion à l'échelle urbaine (ADMS Urban).

2.6.1 Projection de la qualité de l'air en 2020

La Figure 7 ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles en NO₂ à Marseille en 2013 et en 2020.

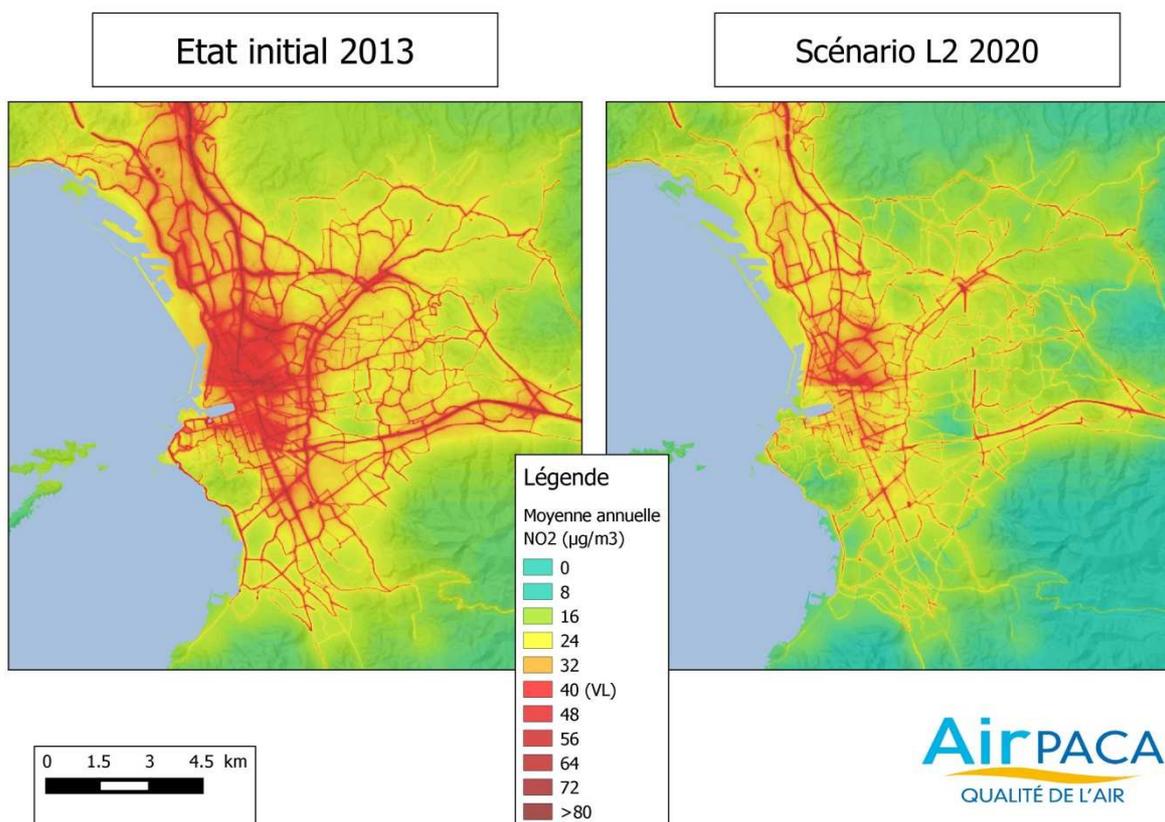


Figure 7 : Moyennes annuelles en NO₂ à Marseille en 2013 et 2020

Les concentrations en NO₂ diminuent principalement dans le centre de Marseille (baisse moyenne d'environ 5 µg/m³). Les futurs aménagements urbains apparaissent en 2020 et engendrent une hausse locale des concentrations.

2.6.2 Population exposée à la valeur limite en NO₂ en 2020

Le scénario prospectif 2020 prévoit une réduction d'environ 85 % de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³, par rapport à la situation 2013 : 167 000 personnes étaient exposées en 2013, 25 000 personnes devraient l'être en 2020.

En 2013, les 1^{er}, 2^e, 3^e et 6^e arrondissements sont plus exposés que le reste de la ville. En 2020, le nombre de bâtiments exposés a fortement diminué mais les axes en configuration

« canyon »³ impactent toujours les bâtiments à proximité (entre le boulevard Voltaire et le boulevard de la Libération notamment).

L'intégration de la L2 dans le scénario prospectif semble peu impacter les populations alentours. Cependant, cet impact est à relativiser puisque le modèle ADMS ne prend pas en compte les effets engendrés par les tunnels de la L2 (surconcentrations en entrée et sortie de tunnels).

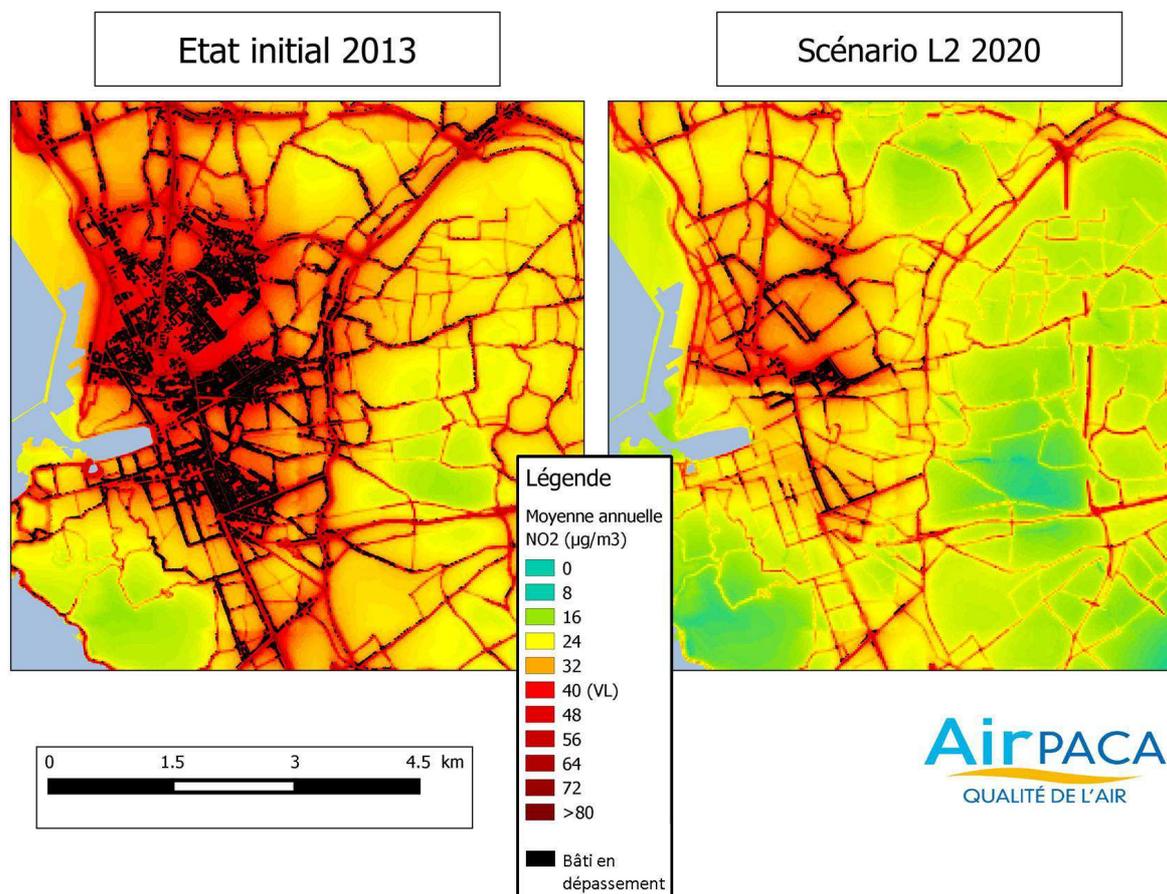


Figure 8 : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ en NO₂ en 2013 et 2020 à Marseille

2.6.3 Impacts des aménagements routiers seuls

Un scénario supplémentaire a été réalisé pour quantifier l'impact des aménagements urbains et des trafics sans tenir compte de l'évolution du parc automobile roulant (conformément aux émissions calculées au paragraphe 2.4 ci-dessous).

La Figure 9 ci-après présente l'évolution des concentrations en NO₂ à Marseille entre 2013 et 2020 dans deux cas :

- le parc automobile roulant varie en même temps que les trafics et les aménagements urbains. En mode prospectif, le parc roulant utilisé est celui de 2020 ;

³ L'effet canyon apparaît lorsque les bâtiments sont de hauteur importante par rapport à la largeur de la rue, en particulier si le trajet est tortueux. Il s'instaure alors une circulation " cellulaire " qui ralentit les échanges avec les couches supérieures de l'atmosphère et tend à accumuler les polluants émis dans la rue.

- le parc automobile roulant est considéré constant. En mode prospectif, le parc roulant utilisé est le même que pour l'état initial (2013). Ce scénario permet de visualiser l'impact des aménagements urbains seuls.

Les zones en bleu indiquent une amélioration de la qualité de l'air entre 2013 et 2020. A l'inverse, les zones en rouge mettent en avant une dégradation de la situation initiale.

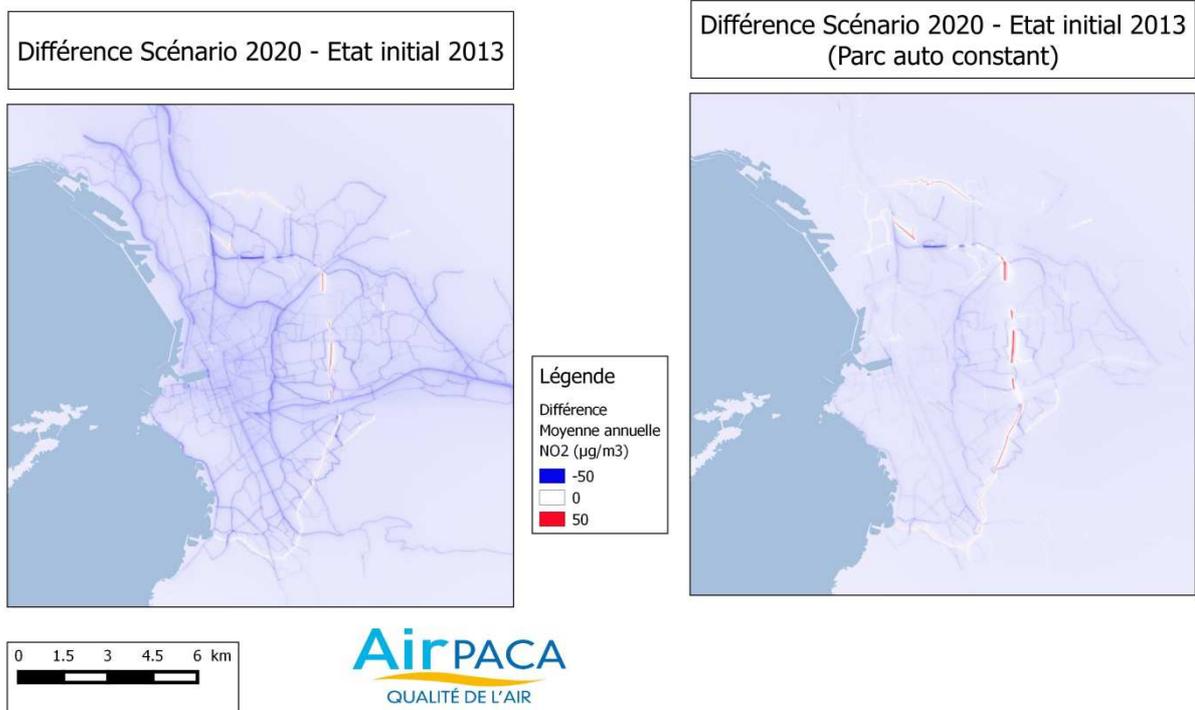


Figure 9 : Evolution des concentrations en NO₂ entre 2013 et 2020 à Marseille avec évolution du parc automobile roulant (à gauche) et à parc automobile constant (à droite)

Entre 2013 et 2020, lorsque le parc automobile évolue, les concentrations diminuent sur l'ensemble du réseau routier. Les nouveaux axes, L2 et rocade sud, apparaissent sur la carte et dégradent localement la qualité de l'air.

A parc automobile constant, l'amélioration de la concentration en NO₂ est bien moindre. Seuls les nouveaux axes et les modifications de trafic (répartition géographique, fluidité, changement de vitesse de circulation) sont pris en compte. La L2 permet de désengorger la rocade du Jarret en déviant une partie du trafic en transit. Les véhicules empruntant ce nouvel axe peuvent ainsi rejoindre l'A7 ou l'A50 sans passer par le centre-ville.

La baisse des concentrations observée sur la portion de la L2 située de part et d'autres du centre commercial du Merlan s'explique par le recouvrement de cette section. Cependant, cette amélioration locale de la qualité de l'air est à prendre avec précaution. En effet, le modèle utilisé ne permet pas de simuler correctement les surconcentrations aux têtes des tunnels.

3 Des livraisons de marchandises en véhicules électriques

A Marseille, comme dans tout centre urbain, les transports de livraisons de marchandises peuvent représenter une part non négligeable du trafic routier. Si ces livraisons sont indispensables, l'utilisation de véhicules moins émetteurs pourrait permettre d'améliorer la qualité de l'air en centre-ville et plus particulièrement pendant les heures de pointes. L'objectif de ce scénario est d'estimer le gain sur la qualité de l'air si le transport de marchandises était réalisé par des véhicules électriques à Marseille.

3.1 Données d'entrées

Sur la base des données de trafic du modèle EMME 2013 sur Marseille, les hypothèses suivantes ont été appliquées :

- suppression des émissions dues à la combustion des véhicules utilitaires légers (VUL) utilisés pour les livraisons de marchandises dans Marseille. ;
- suppression des émissions dues à la combustion des Poids Lourds (PL) hors bus et cars.

Les émissions de particules dues à la remise en suspension, à l'usure des pneus et plaquettes de frein ainsi qu'à l'abrasion de la chaussée sont conservées puisque le trafic dû aux livraisons reste le même. Seul le combustible est modifié (véhicules électriques) et engendre des émissions nulles à l'échappement.

3.2 Des impacts contrastés sur les émissions de polluants

La livraison des marchandises à Marseille par des véhicules électriques a un impact contrasté sur les émissions, en fonction du polluant considéré. Si la réduction des émissions d'oxydes d'azote est très marquée (-38 %), elle est moindre concernant les particules en suspension (respectivement -7 % et -10% pour les PM10 et les PM2.5).

Tableau 5 : Evolution des émissions de NOx et de particules sur Marseille en 2013, si le transport de marchandises était réalisé par des véhicules électriques

	2013 (état initial)	2013 (transports de marchandises en véhicules électriques)	Evolution
NOx (t)	2967	1844	-38%
PM10 (t)	258	240	-6%
PM2.5 (t)	180	162	-9%

3.2.1 Une réduction significative des émissions d'oxydes d'azote

La livraison de marchandises par des véhicules électriques a un impact important sur les émissions d'oxydes d'azote. En effet, les poids lourds sont de gros émetteurs de NOx (37 % des émissions de NOx du trafic routier proviennent des poids lourds à Marseille en 2013).

Tableau 6 : Impact de l'utilisation de véhicules électriques pour le transport de marchandises sur les émissions de NOx

	Type de véhicule	2013	2013 (transports de marchandises en véhicules électriques)	Evolution
NOx (t)	VP	1319	1319	0
	VUL	476	440	-8%
	PL	1166	79	-93%
	2R	6	6	0
	Total	2967	1844	-38%

3.2.2 Une diminution plus modérée des émissions de particules en suspension

L'impact de la livraison de marchandises par des véhicules électriques est beaucoup moins important sur les particules en suspension que sur les NOx. En effet, les émissions de particules du trafic routier ont deux origines :

- émissions issues de la combustion ;
- émissions issues de l'usure des pneus et des freins, de l'abrasion de la chaussée et de la remise en suspension due au passage des véhicules.

Le changement de motorisation, passage de moteurs thermiques à des moteurs électriques, a un impact sur les émissions de particules issues de la combustion (elles deviennent nulles pour un véhicule électrique). Mais le nombre de véhicules assurant les livraisons n'est pas modifié. Ce scénario n'a donc aucun impact sur la part des émissions de particules non issues de la combustion.

Tableau 7 : Impact de l'utilisation de véhicules électriques pour le transport de marchandises sur les émissions de PM10

	Type de véhicule	2013	2013 (transports de marchandises en véhicules électriques)	Evolution
PM10 (t)	VP	53	53	0
	VUL	20	19	-8%
	PL	16	1	-93%
	2R	1	1	0
	VP (non combustion)	110	110	0
	VUL (non combustion)	30	30	0
	PL (non combustion)	27	27	0
	2R (non combustion)	1	1	0
	Total	258	241	-6%

Tableau 8 : Impact de l'utilisation de véhicules électriques pour le transport de marchandises sur les émissions de PM2.5

	Type de véhicule	2013	2013 (transports de marchandises en véhicules électriques)	Evolution
PM2.5 (t)	VP	53	53	0
	VUL	20	19	-8%
	PL	16	1	-93%
	2R	1	1	0
	VP (non combustion)	59	59	0
	VUL (non combustion)	16	16	0
	PL (non combustion)	14	14	0
	2R (non combustion)	1	1	0
	Total	180	164	-9%

3.3 Dispersion du scénario « livraisons en véhicules électriques »

La Figure 10 ci-dessous représente les moyennes annuelles 2013 en NO₂ pour l'état de référence et pour le scénario intégrant l'utilisation de véhicules électriques pour le transport de marchandise.

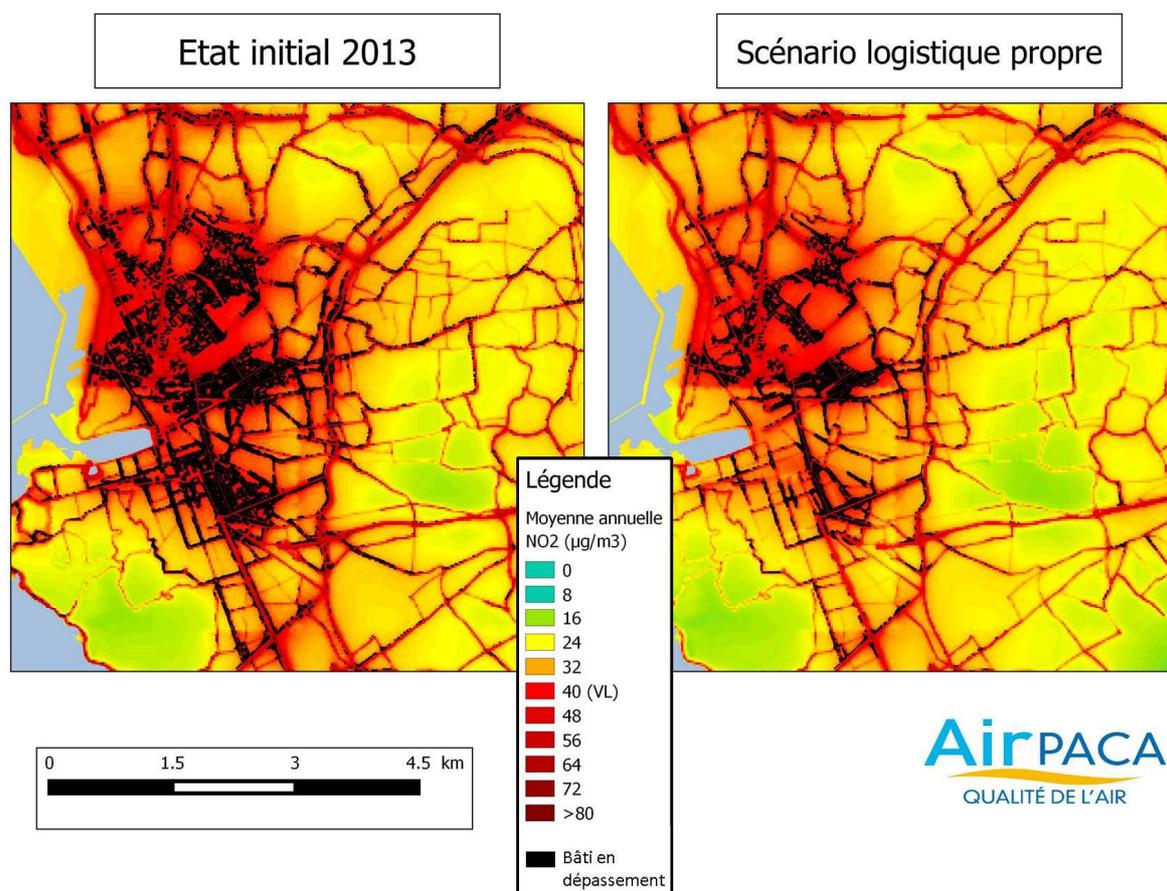


Figure 10a : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m³ en NO₂ en 2013 (état initial à gauche / scénario « logistique en véhicules électriques » à droite)

Les niveaux en NO₂ diminuent 1 µg/m³ en moyenne sur Marseille. Sur certains axes, la réduction peut atteindre 16 µg/m³. L'utilisation de véhicules électriques pour livrer les marchandises en ville permet de réduire de 50 % le nombre d'habitants exposés au dépassement de la valeur limite réglementaire (167 000 personnes exposées à 84 000).

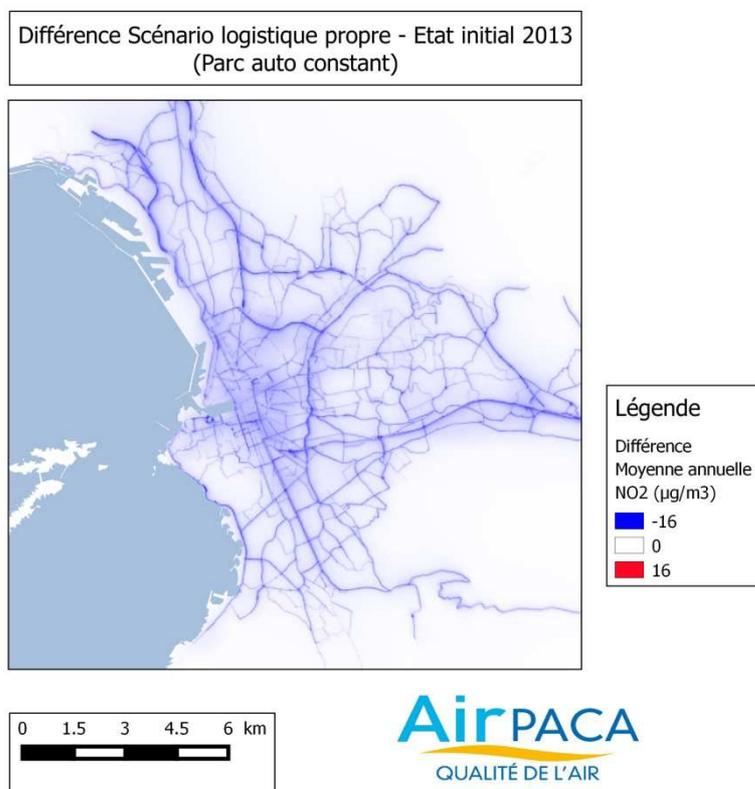


Figure 11b :

Les concentrations en particules n'ont pas été estimées car leurs émissions sont peu affectées par ce scénario.

4 Vers le respect de la Valeur Limite en NO₂ à Marseille en 2020

4.1 Zéro population exposée

En 2020, 25 000 personnes devraient encore être exposées à des valeurs supérieures à la valeur limite en NO₂ (40 µg/m³ en moyenne annuelle) à Marseille.

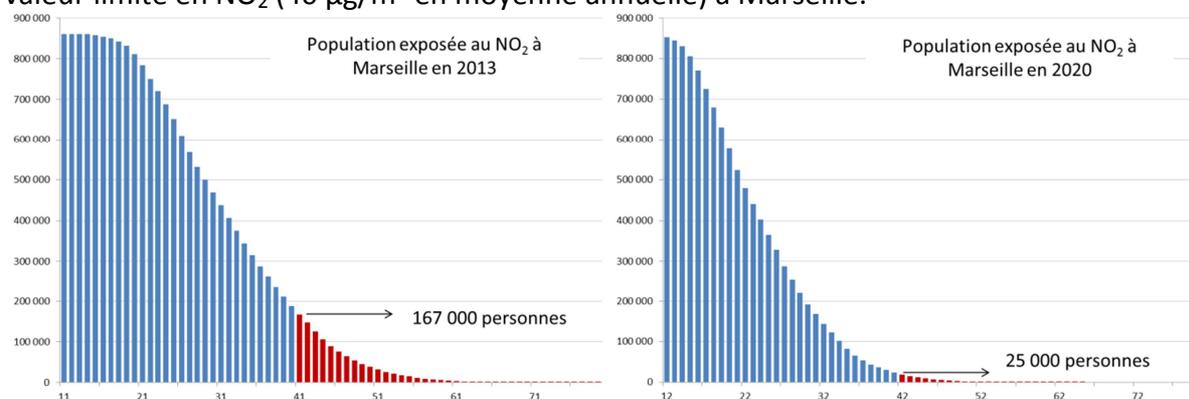


Figure 12 : Représentations graphiques de l'exposition des populations au NO₂ à Marseille en 2013 et 2020

Pour atteindre l'objectif de ne plus avoir aucune personne exposée des concentrations supérieures à 40 µg/m³ de NO₂ à Marseille en 2020, il resterait à **réduire les émissions de NOx du trafic routier d'environ 10 %, soit 150 tonnes par an.**

4.2 Une solution : limiter le nombre de véhicules

Pour réduire de 150 tonnes les émissions de NOx à Marseille en 2020, il faudrait diminuer la distance parcourue par les véhicules. En 2020, celle-ci est estimée à 3 353 millions de kilomètres par an (source : modèle EMME 2020). Pour atteindre l'objectif de ne plus avoir de personne exposée à des zones dépassant la valeur limite en NO₂, il faudrait réduire cette distance de **300 millions de kilomètres**, soit un abaissement de **9,6 % des distances parcourues (véhicules.km) annuels**. Cette estimation est faite sur l'ensemble de la ville, mais pour réduire les niveaux d'exposition dans les zones de dépassement, les gains doivent avoir lieu sur les axes les plus congestionnés et empruntés de l'agglomération.

Pour que l'objectif soit atteint, il est évident que l'aménagement de la circulation dans la ville doit être poursuivi. La diminution des véhicules ne serait pas suffisante si les conditions de circulation se dégradaient (embouteillages, allongement des durées de déplacements, fréquentation accrue des quartiers densément peuplés, etc).

5 Véhicule particulier Vs bus urbain : quel gain d'émissions ?

Les émissions de polluants ont été extraites le long du tracé des lignes de bus suivantes :

- ligne 21 : entre Castellane et Luminy ;
- ligne 49 : entre Canebière Bourse et Canebière Réformés.

Les émissions dépendent du trafic moyen journalier annuel (TMJA), de la vitesse de circulation des véhicules, du parc roulant, de la pente de l'axe, de la charge des véhicules, etc. Dans le scénario 2013 sur Marseille, les bus ont été considérés comme les autres véhicules, c'est-à-dire roulant sur les mêmes axes. Concernant la ligne 21, les résultats sont donc légèrement maximisant, puisque la circulation facilitée des bus sur la voie qui leur est dédiée n'a pas été intégrée dans ces calculs.

5.1 Ligne 21

5.1.1 Bilan d'émissions

La ligne 21 suit un tracé d'une dizaine de kilomètres environ, depuis la place Castellane jusqu'au campus de Luminy. Le TMJA moyen le long de son tracé est de 25 000 véhicules/jour, avec de fortes disparités (de 4 000 à 48 000 selon les tronçons), dont 385 bus/jour. La flotte de bus est constituée de véhicules articulés de norme Euro V (2013 et 2014).

Les émissions totales annuelles par catégories de véhicules sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Emissions totales annuelles en 2013 le long de la ligne 21 à Marseille

	Flux (%)	NOx (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5 (t/an)
VP / VUL	92	52	6	4
PL	5	34	1.3	0.9
2R	1.5	0.2	0.1	0.05
Bus Euro V	1.5	8	0.3	0.2

De manière globale le long de ce parcours, les VP et VUL représentent plus de 90 % du trafic et émettent plus de 50 % des NOx et 80 % des particules fines. Malgré une part de trafic relativement faible (5 %), les poids-lourds émettent tout de même près de 40 % des NOx et ¼ des particules. Les bus Euro V constituent 1.5 % du trafic et émettent 8 % des NOx et 4 % des particules PM10 et PM2.5..

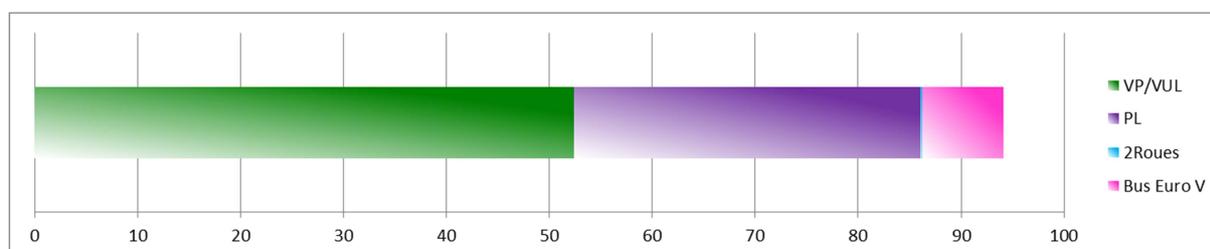


Figure 13 : Emissions totales de NOx (en t/an) le long du tracé de la ligne 21

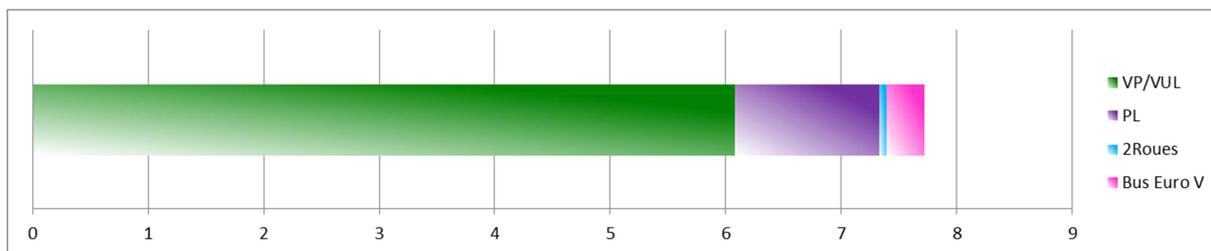


Figure 14 : Emissions totales de PM10 (en t/an) le long du tracé de la ligne 21

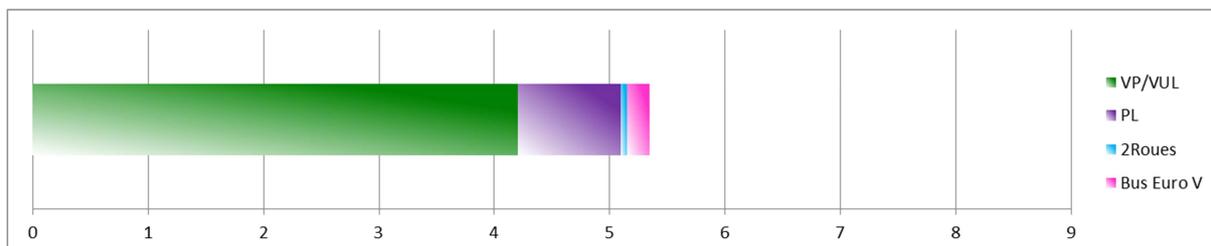


Figure 15 : Emissions totales de PM2.5 (en t/an) le long du tracé de la ligne 21

5.1.2 Emissions unitaires par type de véhicule

Pour chaque tracé de ligne de bus, les émissions unitaires par type de véhicule ont été extraites. Les bus urbains assurant la ligne 21 sont des bus articulés Mercedes G1 (Euro 5 EEV, de 2013, 2014⁴). Les émissions calculées dans le cadre de ce projet considèrent un bus Euro V « moyen » conformément au parc roulant de l'IFSTTAR de 2011.

Tableau 10 : Emissions unitaires par type de véhicule en 2013 le long de la ligne 21 à Marseille

	NOx (g/km)	PM10 (g/km)	PM2.5 (g/km)
VP / VUL	0.61	0.07	0.05
PL	7.96	0.30	0.21
2R	0.15	0.04	0.03
Bus Euro V	5.49	0.23	0.14

L'analyse des émissions rejetées par chaque type de véhicule (comparaison d'un véhicule à l'autre, sans notion de trafic routier) met en évidence les rejets moindres d'un véhicule de type VP/VUL comparativement à un poids-lourd ou à un bus.

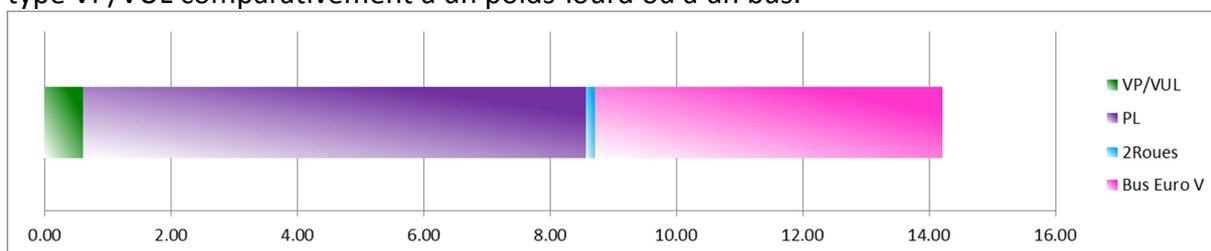


Figure 16 : Emissions unitaires de NOx (en g/km) le long du tracé de la ligne 21

⁴ Donnée transmise par la RTM.

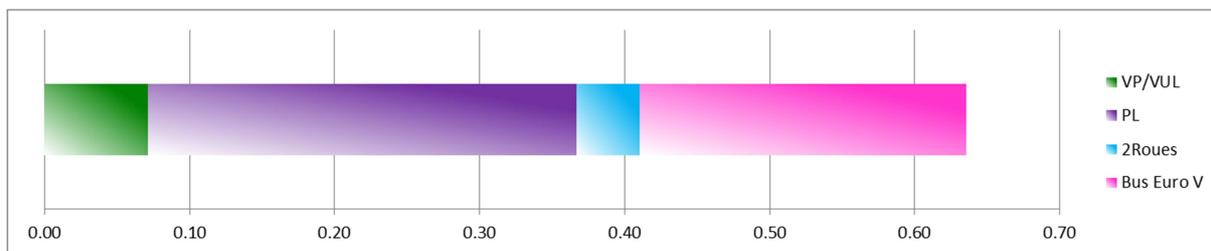


Figure 17 : Emissions unitaires de PM10 (en g/km) le long du tracé de la ligne 21

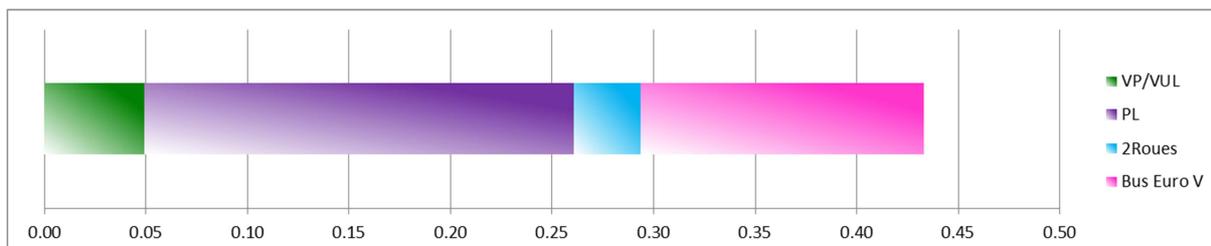


Figure 18 : Emissions unitaires de PM2.5 (en g/km) le long du tracé de la ligne 21

Mais si un bus émet plus de polluant qu'un véhicule particulier ou un deux roues, il transporte aussi beaucoup plus de passagers. L'analyse du taux de remplissage d'un bus est donc importante pour vérifier l'effet positif de cette ligne de bus sur la pollution atmosphérique.

5.1.3 Taux de remplissage minimal des bus

Un bus émet plus de polluants qu'un véhicule particulier. Pour que l'utilisation des transports en commun soit efficace sur le plan environnemental, il est nécessaire que le taux minimal de remplissage du bus soit suffisant pour que les émissions engendrées par le bus soient inférieures aux émissions totales des passagers si ceux-ci avaient pris leur VP pour effectuer le même trajet.

Ce taux de remplissage minimal est obtenu par le ratio entre les émissions unitaires des 2 types de véhicules considérés :

$$\text{Taux de remplissage minimal}_{\text{Polluant } i} = \frac{\text{Emission unitaire Bus}_{\text{Polluant } i}}{\text{Emission unitaire VP}_{\text{Polluant } i}}$$

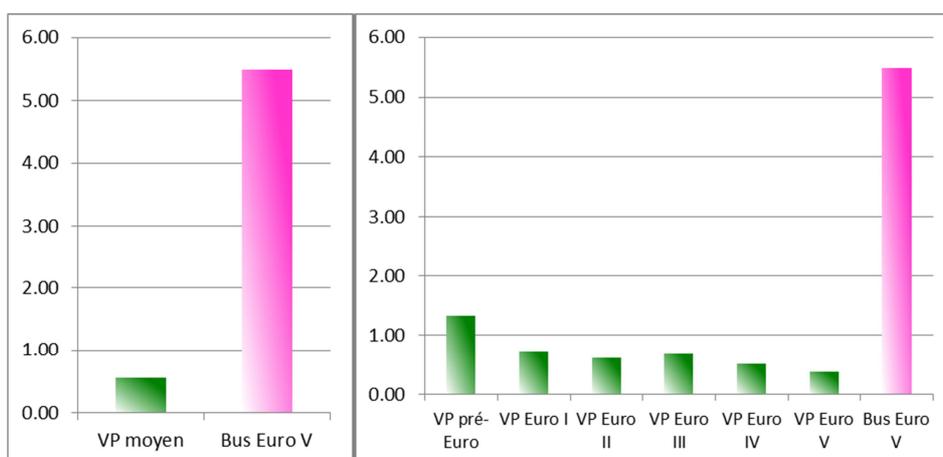


Figure 19 : Comparaison entre les émissions unitaires de NOx d'un VP moyen et d'un bus Euro V

Le taux de remplissage minimal d'un bus Euro V est de **10 personnes** (le ratio le plus défavorable est déterminé par les émissions d'oxydes d'azote). Un bus émet 10 fois plus de NOx qu'un VP : pour que son impact sur la qualité de l'air soit positif, il doit transporter à minima 10 personnes pour que ses émissions restent inférieures à celles qui auraient été émises si les passagers avaient pris leur VP.

Le taux de remplissage minimal est de 4 personnes pour les particules en suspension.

Ces ratios ont été calculés par comparaison avec un VP moyen (contenant 1 seul passager). Ce taux passe à 15 personnes par comparaison avec un VP récent (Euro V).

5.1.4 Fréquentation de la ligne 21

La ligne 21 transporte chaque jour 17 500 passagers pour un trafic moyen journalier annuel de 385 bus. Cela correspond à un **taux de remplissage moyen de 45 passagers par bus** : le taux minimal calculé précédemment (10 personnes) est donc largement atteint.

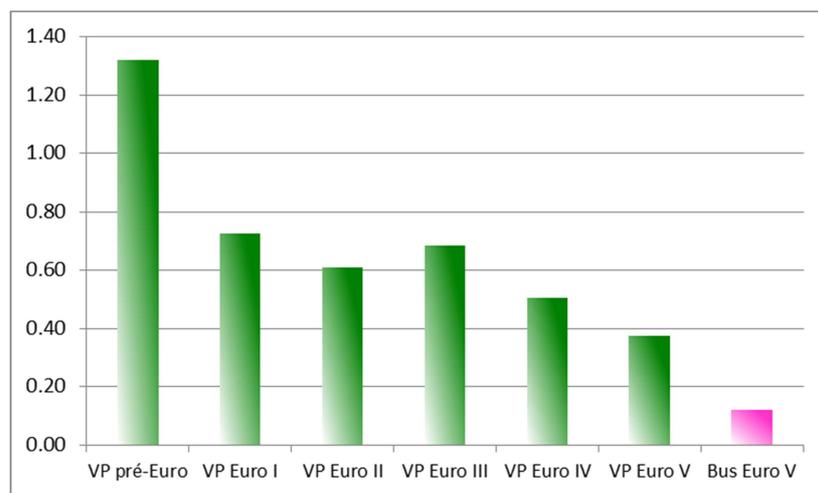


Figure 20 : Emissions de NOx par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21

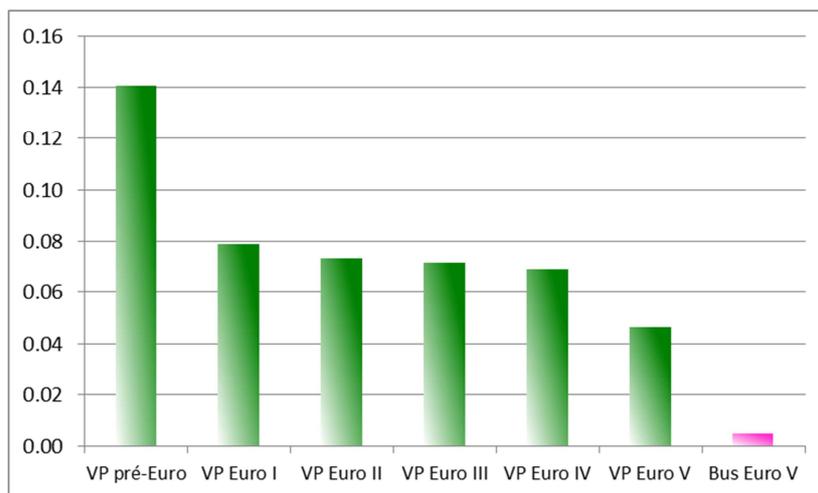


Figure 21 : Emissions de PM10 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21

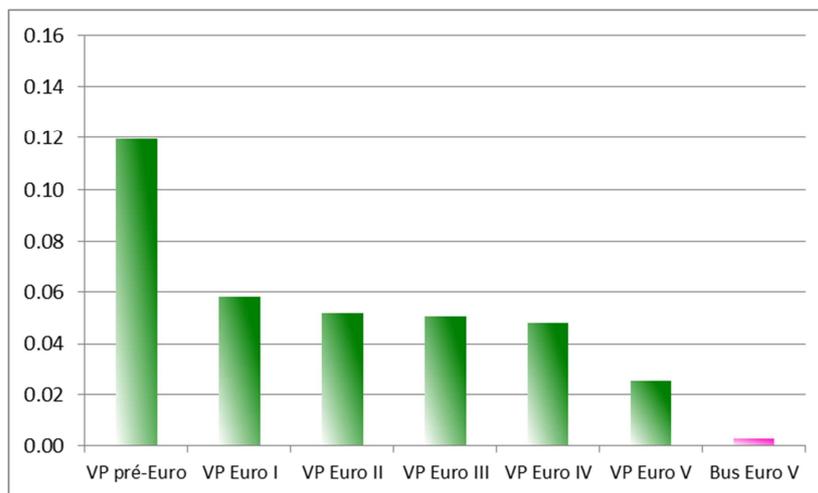


Figure 22 : Emissions de PM2.5 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21

Au cours de la journée, la fréquentation des bus évolue. Le graphique suivant présente le taux d'occupation de la ligne 21 en 2013 (source RTM). Le taux minimal de 10 personnes est respecté sauf aux premières et dernières heures de la journée, qui sont les moins fréquentées.

Les niveaux de polluants les plus élevés ont lieu en journée aux heures de pointes de trafic pour le NO₂ et en matinée pour les particules. Ainsi les gains les plus forts des TC se font justement durant les périodes où la qualité de l'air est la plus mauvaise.

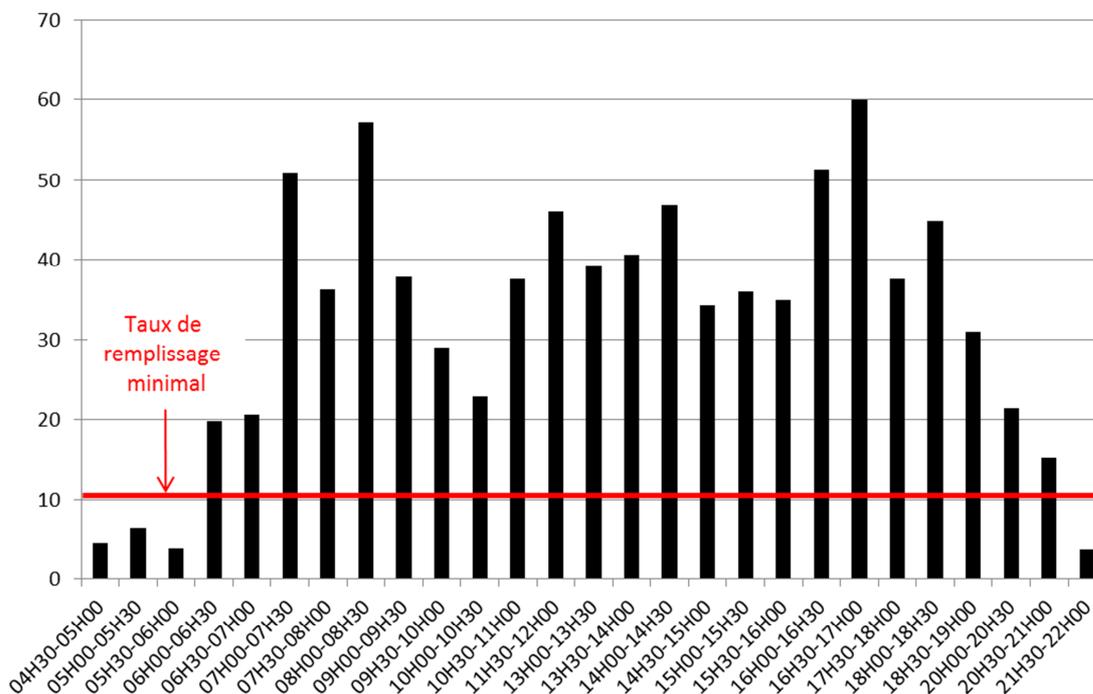


Figure 23 : Taux d'occupation de la ligne 21 en 2013 (source RTM)

5.2 Ligne 49

5.2.1 Bilan d'émissions

La ligne 49 suit un tracé de 7.5 kilomètres environ, depuis l'église des Réformés en haut de la Canebière jusqu'au centre Bourse. Le TMJA moyen le long de son tracé est de 7 500 véhicules/jour, avec de fortes disparités (de 1 000 à 17 000 selon les tronçons), dont 115 bus/jour. La flotte de bus est constituée de véhicules de normes Euro IV et V (2007 à 2010).

Les émissions totales annuelles par catégories de véhicules sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Emissions totales annuelles en 2013 le long de la ligne 49 à Marseille

	Flux (%)	NOx (t/an)	PM10 (t/an)	PM2.5 (t/an)
VP / VUL	92	14	2	1
PL	5	8	0.3	0.2
2R	2	0.1	0.02	0.01
Bus Euro IV et V	1	2	0.1	0.1

De manière globale le long de ce parcours, les VP et VUL représentent plus de 90 % du trafic et émettent plus de 50 % des NOx et 80 % des particules fines. Malgré une part de trafic relativement faible (5 %), les poids-lourds émettent tout de même près de 35 % des NOx et 15 % des particules. Les bus Euro IV et V constituent 1 % du trafic et émettent 8 % des NOx et 4 % des particules PM10 et PM2.5.

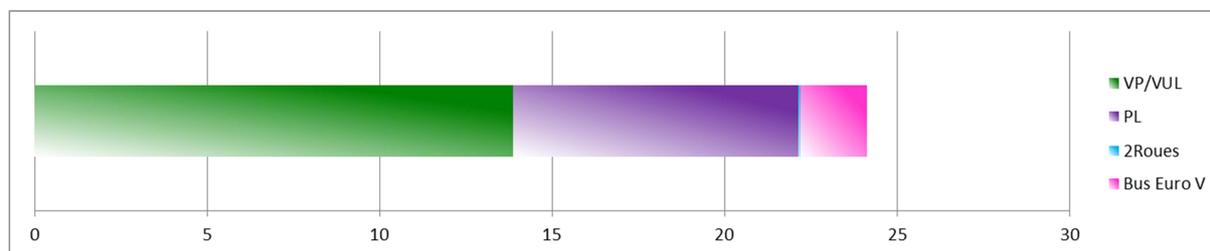


Figure 24 : Emissions totales de NOx (en t/an) le long du tracé de la ligne 49

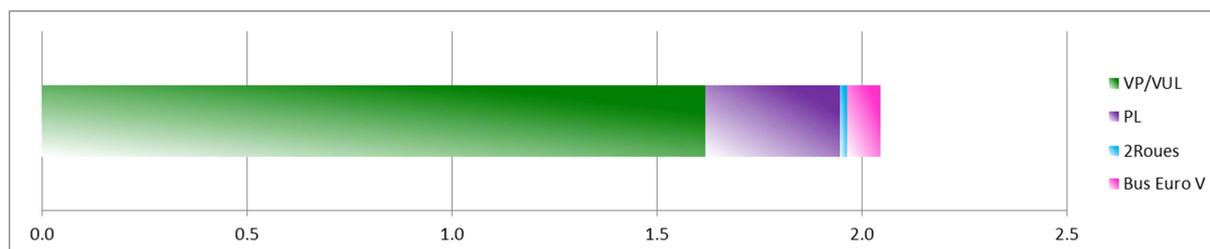


Figure 25 : Emissions totales de PM10 (en t/an) le long du tracé de la ligne 49

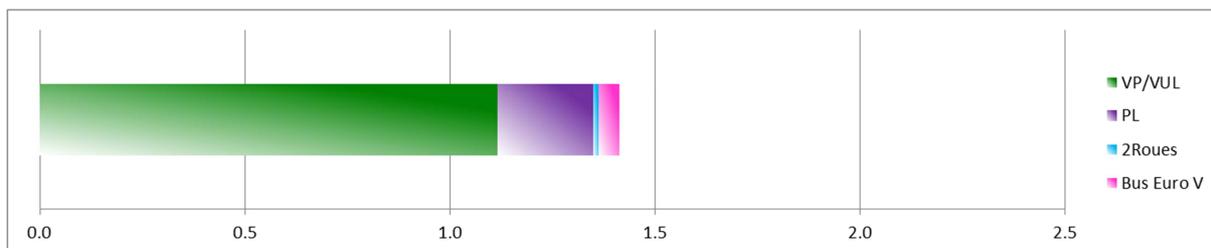


Figure 26 : Emissions totales de PM2.5 (en t/an) le long du tracé de la ligne 49

5.2.2 Emissions unitaires par type de véhicule

La flotte de la ligne 49 est constituée de bus Heuliez GX127 (Euro IV ou Euro V EEV, de 2007, 2008 et 2010), avec 0.61 % de bus Euro IV et 0.39 % de bus Euro V⁵.

Les émissions unitaires sont sensiblement identiques à celles obtenues le long de la ligne 21. Le parc de véhicules utilisé dans les calculs est le même (parc IFSTTAR 2011). Les bus considérés sur la ligne 49 sont une agrégation des bus Euro IV et Euro V, au prorata de la flotte définie par la RTM.

Tableau 12 : Emissions unitaires par type de véhicule en 2013 le long de la ligne 49 à Marseille

	NOx (g/km)	PM10 (g/km)	PM2.5 (g/km)
VP / VUL	0.61	0.07	0.05
PL	7.35	0.29	0.21
2R	0.15	0.04	0.03
Bus Euro IV et V	5.27	0.22	0.14

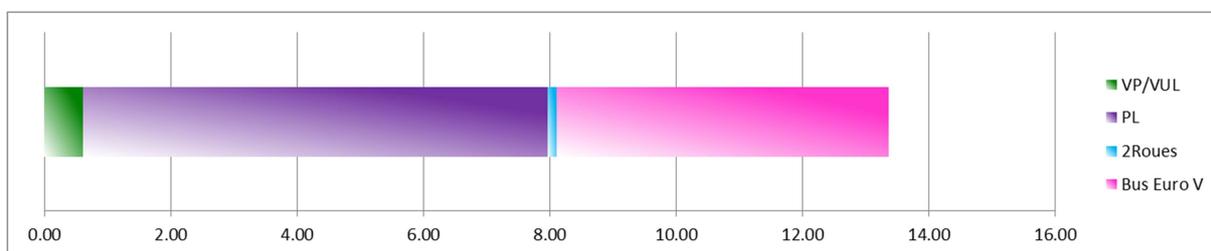


Figure 27 : Emissions unitaires de NOx (en g/km) le long du tracé de la ligne 49

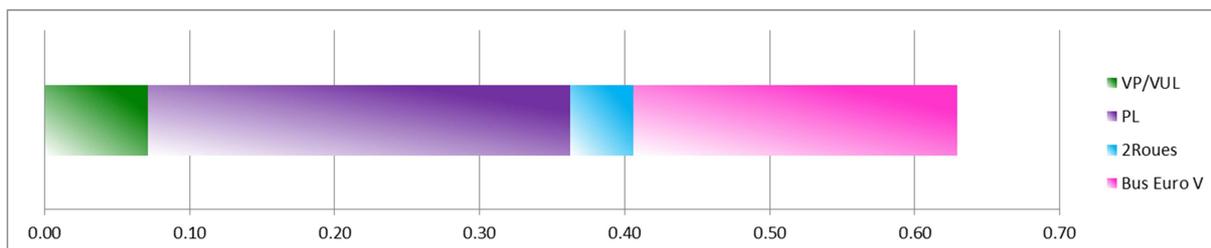


Figure 28 : Emissions unitaires de PM10 (en g/km) le long du tracé de la ligne 49

⁵ Donnée transmise par la RTM.

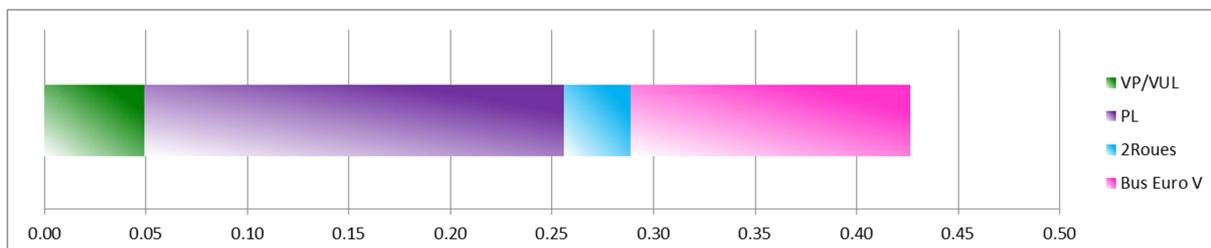


Figure 29 : Emissions unitaires de PM2.5 (en g/km) le long du tracé de la ligne 49

L'analyse du taux de remplissage d'un bus est donc importante pour vérifier l'effet positif de cette ligne de bus sur la pollution atmosphérique.

5.2.3 Taux de remplissage minimal des bus

Comme pour la ligne 21, la comparaison entre les émissions unitaires d'un véhicule particulier « moyen » et d'un bus « moyen » roulant sur la ligne 49 donne un taux de remplissage minimal de **10 personnes** (ratio obtenu avec les oxydes d'azote). Ce taux passe à 15 personnes si on considère uniquement des VP Euro V.

5.2.4 Fréquentation de la ligne 49

La ligne 49 transporte chaque jour 6 000 passagers pour un trafic moyen journalier annuel de 115 bus. Cela correspond à un **taux de remplissage moyen de 52 passagers par bus** : le taux minimal calculé précédemment (10 personnes) est donc largement atteint.

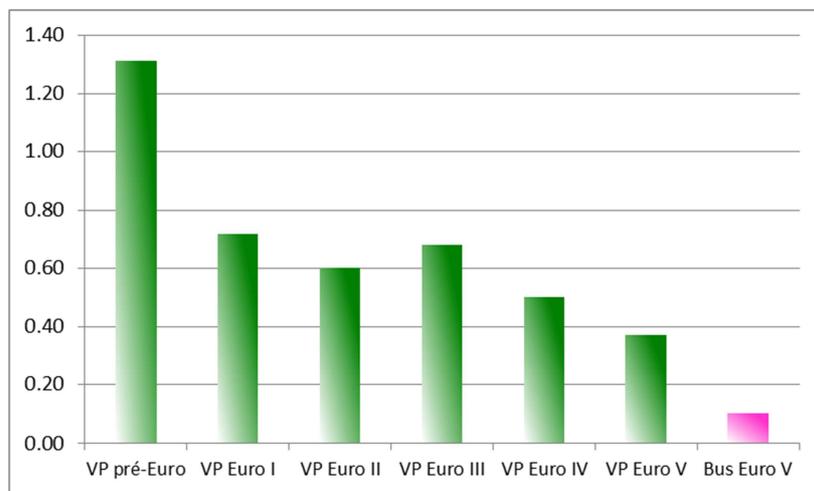


Figure 30 : Emissions de NOx par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49

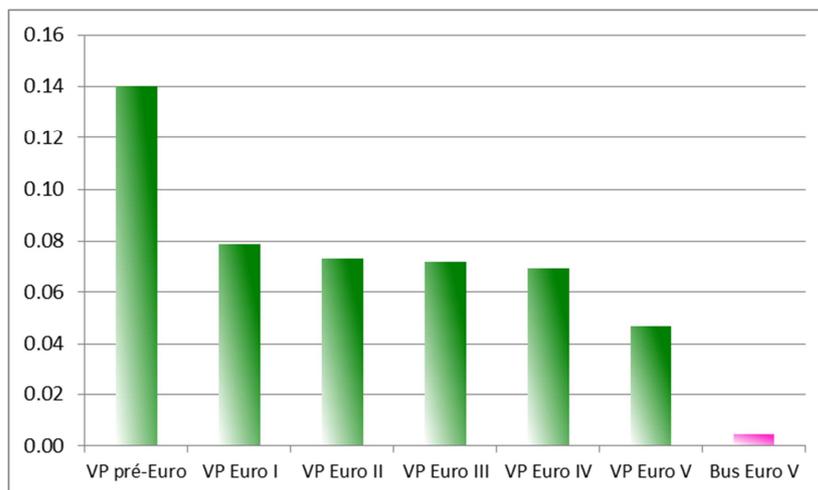


Figure 31 : Emissions de PM10 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49

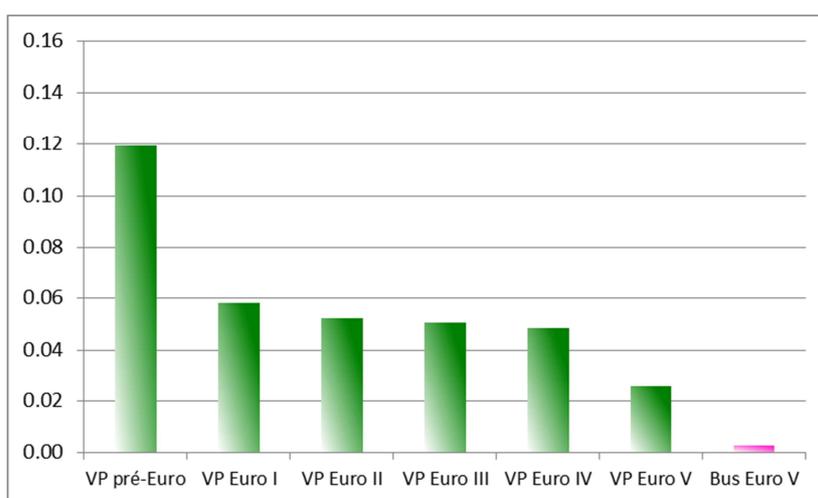


Figure 32 : Emissions de PM2.5 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49

Comme pour la ligne 21, le taux minimal de 10 personnes est respecté pour la ligne 49 sauf aux premières et dernières heures de la journée, qui sont les moins fréquentées.

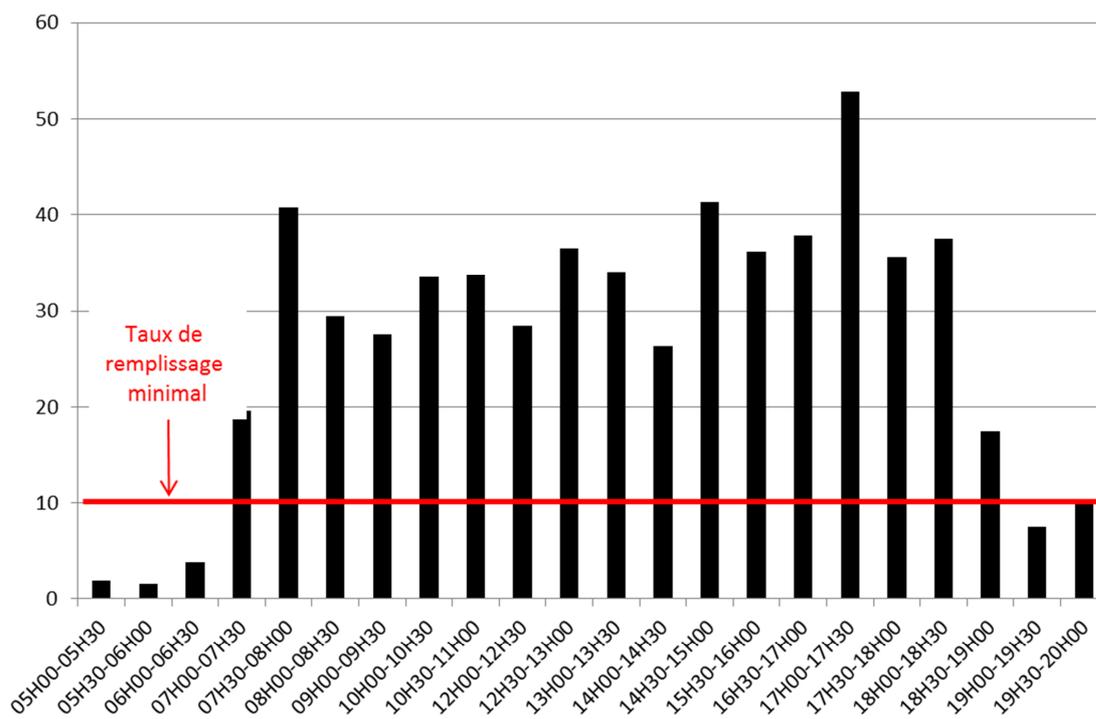


Figure 33 : Taux d'occupation de la ligne 49 en 2011 (source RTM)

5.1 *Perspectives*

L'intégration des bus urbains reste encore un point à améliorer dans les modèles urbains de qualité de l'air. A l'heure actuelle, faute de donnée disponible, un pourcentage moyen de bus est appliqué par défaut à l'ensemble des axes routiers pris en compte. Pour améliorer l'intégration de ces véhicules, le trafic moyen journalier annuel de chaque ligne de bus ainsi que la composition de la flotte des bus urbains marseillais constituent des données essentielles.

6 Conclusion

Les quatre scénarios apportent des éclairages complémentaires sur les perspectives d'amélioration de la qualité de l'air à Marseille susceptibles d'assister les élus métropolitains.

Le « levier infrastructure » avec la prise en compte de l'impact de la L2, du Boulevard Urbain Sud et de la Linéa apporte une amélioration dans le centre-ville de Marseille, zone d'intérêt particulier avec une population importante exposée à des valeurs de pollutions (NO₂ et PM) supérieures aux valeurs réglementaires.

Le « levier réglementation » et organisation du trafic ouvre des perspectives avec le scénario logistique propre du dernier kilomètre. Electrifier l'ensemble des livraisons dans le centre-ville de Marseille pourrait diminuer de 50% la population exposée à des valeurs excédant les valeurs réglementaire de NO₂.

A noter également qu'avec 10% de circulation en moins (9,6 % des véhicules.km annuels) et plus particulièrement sur les zones les plus exposées, il peut être envisagé de ne plus avoir de population exposée à des seuils supérieurs aux valeurs réglementaire de NO₂.

Un focus sur le réseau de transport en commun montre qu'avec 10 personnes par bus, les déplacements sont moins émetteurs de polluants par passager transporté que les autres moyens motorisés.

L'amélioration de la qualité de l'air à Marseille ne pourra passer que par un ensemble de dispositifs complémentaires dont les effets cumulés ouvrent la possibilité de réduire fortement la population exposée à la pollution.

Les choix de scénarios ont été orientés vers les solutions touchant au trafic, mais d'autres sources existent comme par exemple le brulage ou les sources de chauffage.

Avec la mise en place de la métropole, des scénarios trafic à cette nouvelle échelle sont envisageables avec l'évaluation de différentes options.

Table des illustrations

Figure 1 : Représentation spatiale des trafics sur Marseille en 2013 (modèle EMME) ..	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : Représentation spatiale des trafics sur Marseille en 2020 (modèle EMME) ..	Erreur ! Signet non défini.
Figure 3 : Composition du parc roulant IFFSTAR 2013 par type de véhicules et norme EURO.....	9
Figure 4 : Composition du parc roulant IFFSTAR 2020 par type de véhicules et norme EURO.....	9
Figure 5 : Evolution des émissions de NOx à Marseille en 2013 et 2020 par catégorie de véhicules.....	10
Figure 6 : Evolution des émissions de particules à Marseille en 2013 et 2020 par catégorie de véhicules.....	10
Figure 7 : Percentile 90.4 des moyennes journalières en PM10 en 2013 et 2020 à Marseille	13
Figure 8 : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de 50 µg/m ³ en PM10 en 2013 et 2020 à Marseille.....	14
Figure 9 : Moyennes annuelles en NO ₂ à Marseille en 2013 et 2020	15
Figure 10 : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m ³ en NO ₂ en 2013 et 2020 à Marseille.....	16
Figure 11 : Evolution des concentrations en NO ₂ entre 2013 et 2020 à Marseille avec évolution du parc automobile roulant (à gauche) et à parc automobile constant (à droite)	17
Figure 12 : Bâtiments exposés à un dépassement de la valeur limite de 40 µg/m ³ en NO ₂ en 2013 (état initial à gauche / scénario « logistique en véhicules électriques » à droite)	20
Figure 13 : Représentations graphiques de l'exposition des populations au NO ₂ à Marseille en 2013 et 2020 ..	22
Figure 14 : Emissions totales de NOx (en t/an) le long du tracé de la ligne 21	23
Figure 15 : Emissions totales de PM10 (en t/an) le long du tracé de la ligne 21	24
Figure 16 : Emissions totales de PM2.5 (en t/an) le long du tracé de la ligne 21	24
Figure 17 : Emissions unitaires de NOx (en g/km) le long du tracé de la ligne 21	24
Figure 18 : Emissions unitaires de PM10 (en g/km) le long du tracé de la ligne 21.....	25
Figure 19 : Emissions unitaires de PM2.5 (en g/km) le long du tracé de la ligne 21.....	25
Figure 20 : Comparaison entre les émissions unitaires de NOx d'un VP moyen et d'un bus Euro V	25
Figure 21 : Emissions de NOx par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21	26
Figure 22 : Emissions de PM10 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21 ...	26
Figure 23 : Emissions de PM2.5 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 21 ..	27
Figure 24 : Taux d'occupation de la ligne 21 en 2013 (source RTM)	27
Figure 25 : Emissions totales de NOx (en t/an) le long du tracé de la ligne 49.....	28
Figure 26 : Emissions totales de PM10 (en t/an) le long du tracé de la ligne 49	28
Figure 27 : Emissions totales de PM2.5 (en t/an) le long du tracé de la ligne 49	29
Figure 28 : Emissions unitaires de NOx (en g/km) le long du tracé de la ligne 49	29
Figure 29 : Emissions unitaires de PM10 (en g/km) le long du tracé de la ligne 49.....	29
Figure 30 : Emissions unitaires de PM2.5 (en g/km) le long du tracé de la ligne 49.....	30
Figure 31 : Emissions de NOx par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49	30
Figure 32 : Emissions de PM10 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49 ...	31
Figure 33 : Emissions de PM2.5 par passager (g/km) selon le mode de transport utilisé le long de la ligne 49 ..	31
Figure 34 : Taux d'occupation de la ligne 49 en 2011 (source RTM)	32



Scénarios pour une amélioration de la qualité de l'air sur le territoire Marseille Provence

Etude PUQA

Dans le cadre de l'étude PUQA, 4 scénarios ont été modélisés pour évaluer l'impact de différentes actions pour améliorer la qualité de l'air.

1-Qualité de l'air à Marseille en 2020 après la mise en service de nouveaux ouvrages routiers (L2, BUS, Linéa)

Les aménagements routiers de 2020 devraient diminuer le trafic en centre-ville et donc améliorer la qualité de l'air. Toutefois les baisses de concentrations notées dans les modélisations sont principalement le fait des améliorations attendues du parc automobile. Entre 2013 et 2020, la pollution aux particules à Marseille devrait s'améliorer avec une diminution moyenne d'environ 6 µg/m³, et de 5 µg/m³ pour le NO₂.

2-Des livraisons de marchandises en véhicules électriques

Une logistique du dernier kilomètre entièrement par véhicules électriques permettrait une réduction de la concentration annuelle moyenne de NO₂, sur certains axes, pouvant atteindre 16 µg/m³, et une baisse de 50 % du nombre d'habitants exposés au dépassement de la valeur limite réglementaire (167 000 personnes exposées à 84 000).

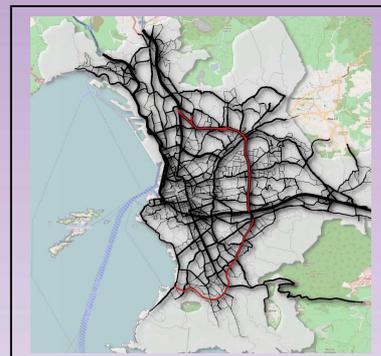
3-Vers le respect de la Valeur Limite en NO₂ à Marseille en 2020

Pour atteindre l'objectif de ne plus avoir aucune personne exposée aux 40 µg/m³ de NO₂ à Marseille en 2020, il faudrait réduire la distance parcourue par les véhicules de 300 millions de kilomètres, soit un abaissement de 9,6 % des véhicules.km annuels.

4-Véhicule particulier Vs bus urbain : quel gain d'émissions ?

Etude sur les lignes 21 et 49

Le taux de remplissage minimal d'un bus Euro V est de 10 personnes les émissions d'oxydes d'azote (et 4 pour les particules) pour être moins polluant par passager transporté qu'un véhicule particulier moyen selon le parc marseillais. Ce taux minimal est respecté sauf aux premières et dernières heures de la journée, qui sont les moins fréquentées.



AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR
www.airpaca.org

Siège social

146, rue Paradis
« Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex 06
Tél. 04 91 32 38 00
Télécopie 04 91 32 38 29

Établissement de Martigues

Route de la Vierge
13500 Martigues
Tél. 04 42 13 01 20
Télécopie 04 42 13 01 29

Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais
06200 Nice
Tél. 04 93 18 88 00
Télécopie 04 93 18 83 06



MÉTROPOLE
AIX-MARSEILLE
PROVENCE

AGENCE D'URBANISME
DE L'AGGLOMÉRATION
MARSEILLAISE