

Diagnostic qualité de l'air et évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFEm) de Marseille

Décembre

2020

Résumé : Evaluation des scénarios de la Zone à Faibles Emissions mobilité

Décembre 2020

La création d'une **Zone à Faibles Émissions mobilité (ZFEm)** constitue un **levier efficace pour réduire les populations exposées aux polluants issus des transports routiers**. Trois polluants cibles sont étudiés dans le cadre de la présente analyse : les oxydes d'azote (NO_x) incluant notamment le dioxyde d'azote (NO_2) ainsi que les particules fines de type PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$.

Le Comité de pilotage du 21 octobre 2019 a retenu un périmètre de future mise en application composé de l'intérieur des boulevards de ceinture (Littoral - Euroméditerranée 1 et 2 – Lesseps – Plombières – Jarret – Rabatau – Prado 2). Sur la base de cette hypothèse de périmètre et en fonction des données de trafics transmises par le Métropole, AtmoSud réalise, dans le cadre de cette étude les calculs des émissions de polluants.

Le périmètre défini regroupe **84% des habitants de Marseille exposés au dépassement de la valeur limite de dioxyde d'azote (NO_2)**, soit 31 000 habitants et différentes zones urbaines à enjeux que sont les pôles d'activités (gare, espaces commerciaux, quartiers d'affaires...) et les voiries très fréquentées du centre-ville.

Ce périmètre concentre une grande partie des **établissements « sensibles »** en matière de qualité de l'air sur la commune de Marseille, incluant la **majorité des établissements scolaires et de santé** (respectivement 93% et 75%) en dépassement des valeurs règlementaires de qualité de l'air.

Trois scénarios de mise en œuvre ZFEm ont été proposés pour étude :

- Le scénario 1, dit « scénario progressif »
- Le scénario 2, dit « scénario médian »
- Le scénario 3, dit « scénario soutenu »

Ces 3 scénarios possèdent des différences quant aux niveaux des futures restrictions de la circulation aux véhicules les plus polluants ainsi que sur la progressivité dans le temps de ces restrictions, qui se baseront sur le système des vignettes Crit'Air (véhicules Crit'Air 3 restreints dès 2024 pour le scénario 3 et en 2025 pour les scénarios 1 et 2).

Les calculs d'émissions des **NO_x , PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$** (polluants dépassant les valeurs règlementaires en concentration à l'échelle du territoire) ont été réalisés à partir des données trafic issues des modélisations préalablement réalisées par SETEC Energie Environnement (bureau d'études trafic prestataire de la Métropole AMP) aux différentes échéances étudiées (2019, 2021, 2023, 2024 et 2025). Ces données initiales ont permis à AtmoSud de procéder à plusieurs calculs d'émissions de polluants sur l'ensemble des axes routiers de la commune de Marseille.

Après analyse et au sein du périmètre proposé, les 3 scénarios étudiés convergent vers le même impact à l'horizon 2025. Les mesures de restriction de la circulation aux véhicules les plus polluants permettent des gains supplémentaires quant aux émissions du secteur routier :

- Pour les **NO_x** : un gain de **21,8% par rapport au fil de l'eau (sans ZFEm)** ;
- Pour les **PM_{10}** : un gain de **6,5% par rapport au fil de l'eau** ;
- Pour les **$\text{PM}_{2,5}$** : un gain de **10,3% par rapport au fil de l'eau**

La mise en place progressive de restrictions de la circulation des véhicules les plus polluants **permettrait ainsi un abaissement significatif des émissions dues au trafic routier**. Les axes routiers structurants sont en particulier concernés par des baisses effectives. Pour les années à venir, cette baisse des émissions constitue ainsi un des éléments qui contribueront à l'amélioration de la qualité de l'air au niveau de la commune de Marseille et de son centre-ville. La qualité de l'air au sein du périmètre ZFEm sera meilleure par rapport à une situation au fil de l'eau (sans ZFEm).

Lorsque le gain global est calculé sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 serait plus efficient que les scénarios 1 et 2, avec une baisse globale plus importante du cumul des émissions de polluants.

- Pour exemple, le **gain global pour les NO_x du scénario 3 se chiffre à 35% par rapport à la situation sans ZFEm**, contre 24% pour le scénario 1 et 25% pour le scénario 2.

En termes de cumul des gains d'émissions sur l'ensemble de ces années, le scénario 3 se démarque des autres avec un impact environnemental favorable plus important.

Note synthétique de l'évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Emissions mobilité

Décembre 2020

Diagnostic de la qualité de l'air sur le périmètre ZFEm

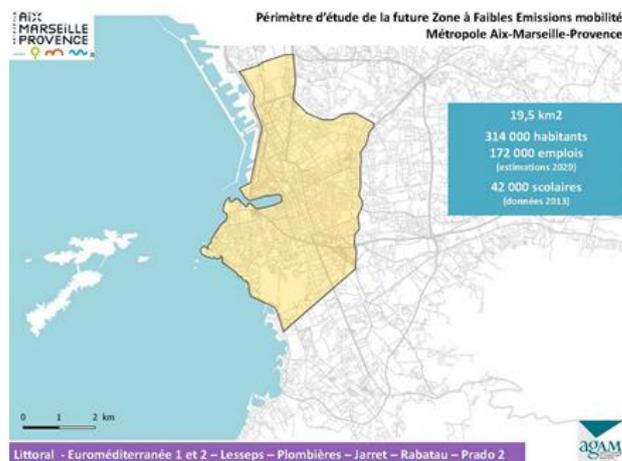
La création d'une Zone à Faibles Émissions mobilité devrait constituer un levier efficace pour réduire les populations exposées aux polluants issus en majorité des transports routiers.

Sur Marseille, le trafic routier est générateur de 46 % des émissions d'oxydes d'azote (NO_x), et respectivement de 31 % et 30 % des émissions de particules PM₁₀ et PM_{2,5}.

Une ZFEm vise à restreindre la circulation des véhicules les plus polluants (définis par les vignettes Crit'Air selon le type de véhicule), véhicules utilitaires légers et poids lourds à minima, dans un périmètre défini. Elle génère une accélération du renouvellement technologique du parc roulant de véhicules.

Le périmètre de la ZFEm a été défini en s'appuyant entre autres sur des éléments de diagnostics de la qualité de l'air. La métropole constitue une aire de déplacements, qu'ils soient pendulaires ou en termes d'activités de livraisons, de transports, de loisirs.... Les populations exposées à la « source transport routier » sont situées au niveau des centralités urbaines, ou sont résidentes à proximité des voiries et liaisons interurbaines.

Marseille est la commune la plus concernée par une pollution chronique. Le risque de dépassement de la valeur limite pour le NO₂ en 2018 est avéré, avec 37 000 personnes exposées (soit la quasi-totalité de la population métropolitaine soumise au dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂) et 419 000 personnes exposées à la ligne directrice de l'OMS pour les particules fines de type PM₁₀.



Les effets les plus positifs en termes de réduction des émissions du trafic routier, d'amélioration de qualité de l'air et en conséquence de la limitation de l'exposition des populations sont associés, à des périmètres les plus larges possibles.

Le périmètre « centre-ville élargi » retenu lors du Comité de pilotage du 21 décembre concerne l'intérieur des boulevards de ceinture (Littoral - Euroméditerranée 1 et 2 – Lesseps – Plombières – Jarret – Rabatau – Prado 2).

Sur ce périmètre, trois scénarios de mise en œuvre de la ZFEm ont été évalués en termes d'évolution des émissions de polluants.

Le scénario 1, dit « scénario progressif », prévoit une interdiction à la circulation dans le périmètre ZFEm des PL et VUL seulement, ayant une vignette Crit'Air 5 et non classés à partir de 2021. La seconde action ZFEm arriverait en 2023 avec une interdiction cette fois pour tous les types de véhicules Crit'Air 4.

La dernière action de restriction de la ZFEm concernerait tous les véhicules Crit'Air 3 et entrerait en vigueur en 2025.

Le scénario 2, dit « scénario médian », est similaire au scénario 1. Sa différence réside dans la restriction à la circulation de la totalité des types de véhicules Crit'Air 5 et non classés à partir de 2021. Pour les autres années les actions de mise en place sont identiques.

Le scénario 3, dit « scénario soutenu », est identique au scénario 2 à l'exception d'une interdiction de circulation dès 2024 pour les véhicules Crit'Air 3 dans le périmètre ZFEm.

Pour une étude proposant d'évaluer l'impact d'actions sur le trafic routier, il est indispensable de disposer d'un « scénario fil de l'eau ». Ce scénario est réalisé de sorte qu'aucune action ne soit menée, laissant place à l'évolution naturelle du trafic et des parcs roulants, l'année de référence étant 2019. Ce scénario sert de fil conducteur pour l'évaluation de l'impact de mise en place de la ZFEm. Il permet une comparaison et une quantification des gains induits par les actions mises en place.

	2021	2022	2023	2024	2025
SCENARIO 1					
PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3% 		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0%		PL 14,4% VUL 15,2% VP 14% 2RM 7,1%
VL et 2RM					
SCENARIO 2					
PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3% 2RM 0%		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0%		PL 14,4% VUL 15,2% VP 14% 2RM 7,1%
VL et 2RM					
SCENARIO 3					
PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3% 2RM 0%		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0%	PL 18% VUL 18,5% VP 15,7% 2RM 9%	
VL et 2RM					

Evaluation des scénarios

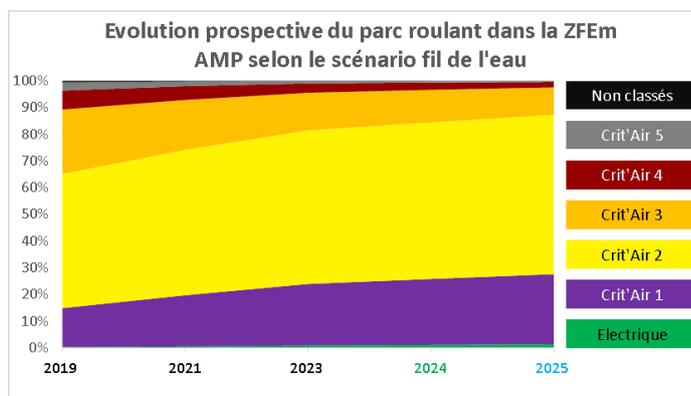
Cette évaluation passe par l'analyse à l'année 2019 et par l'analyse prospective : des parcs roulants, des distances parcourues par les différents véhicules, des émissions polluantes (PM₁₀ PM_{2,5} et NO_x) et de leur répartition géographique.

Evaluation des actions de la ZFEm sur le parc roulant

Les véhicules Crit'Air 2 sont largement majoritaires en 2019, comptant pour 51% du parc roulant total et atteignant près de 60% en 2025 selon le scénario fil de l'eau.

En 2021, une différence en termes de part roulante des véhicules Crit'Air 5 et non classés est observée entre le scénario 1 et les scénarios 2 et 3.

En 2024, le scénario 3 interdirait une part roulante des véhicules Crit'Air 3 plus importante qu'en 2025 pour les autres scénarios.



Evaluation des actions de la ZFEm sur les distances parcourues

L'objectif d'une ZFEm est d'abaisser les émissions de polluants sans pour autant avoir d'impact significatif sur les distances parcourues. Toutefois, la prise en compte des différents projets de transports collectifs lourds et dont la réalisation est prévue à l'horizon 2030 ainsi que des estimations de report modal à l'horizon 2025 induisent un léger impact sur les distances parcourues dans le périmètre ZFEm (source : SETEC Energie Environnement), avec :

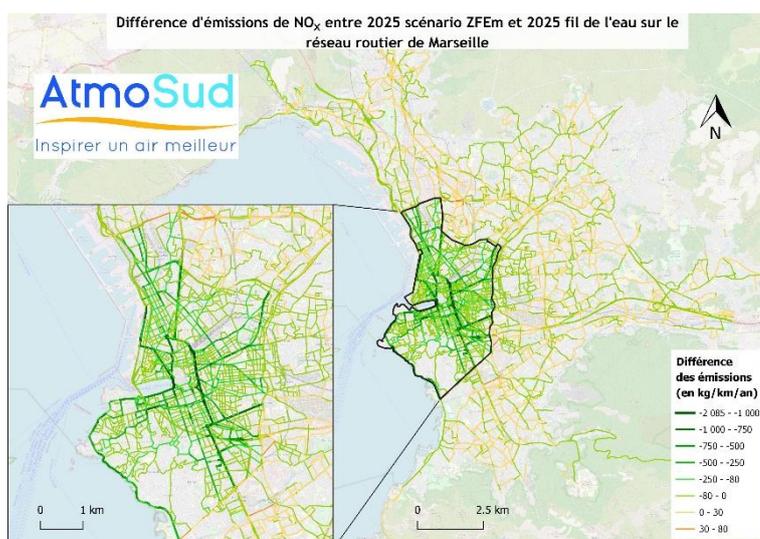
- En 2021, une différence de seulement 0,2% entre le scénario 1 et les autres scénarios
- En 2024, l'évolution globale du trafic avec le scénario 3 serait de -4% par rapport à 2019 dans le périmètre ZFEm

Evaluation de la ZFEm sur les émissions d'oxydes d'azote (NO_x)

Les émissions de NO_x issues du trafic routier dans le périmètre ZFEm, selon le scénario fil de l'eau subiraient une baisse de près de 38% due à l'évolution technologique du parc roulant avec la majorité de cette baisse qui serait due tout d'abord au poids lourds, contribuant pour 19% de la baisse et aux voitures particulières avec une baisse de 16% des émissions de NO_x.

Pour rappel, en 2025, seuls les véhicules électriques et les véhicules Crit'Air 1 et 2 seraient encore autorisés à circuler dans le périmètre ZFEm. En dehors de ce périmètre, aucune restriction ne s'applique sur la circulation des véhicules.

Avec la mise en place de la ZFEm, dans le périmètre ZFEm, les émissions de NO_x connaîtraient une baisse significative sur la quasi-totalité des axes, en particulier sur les axes structurants notamment sur le Cours Lieutaud, l'Avenue du Prado et sur le Boulevard Baille. Les gains attendus par la ZFEm sont très majoritairement obtenus à l'intérieur de ce périmètre, où se concentrent aujourd'hui les principaux enjeux de qualité de l'air dans Marseille, dont les populations exposées aux dépassements des seuils réglementaires.



Le bilan est toutefois plus contrasté en dehors du périmètre de la ZFEm. En 2025, il n'y a pas de différences sur les émissions de NO_x entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFEm. Il est observé une légère augmentation des émissions

de NO_x sur la L2. Cette faible augmentation d'émissions de NO_x est due à une augmentation des trafics sur cet axe d'environ 100 à 300 véhicules supplémentaires par jour. Cette augmentation est relativement faible au vu du volume de trafic généré sur cet axe qui est environ de 100 000 véhicules par jour.

Tableau 1 : Bilan sur les émissions de NO_x du trafic routier dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025

NO _x (en t/an)	2019 référence	2025 fil de l'eau	2025 scénario ZFEm	2025 fil de l'eau - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2025 fil de l'eau
ZFEm	271.8	167.6	131.1	-38.3%	-51.8%	-21.8%
Hors ZFEm	1 568.1	1 027.0	1 026.8	-34.5%	-34.5%	0.0%

Evaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 10 µm (PM₁₀)

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, le renouvellement du parc roulant permettrait à lui seul une diminution des émissions de PM₁₀ issues du trafic routier de 13% par rapport à 2019. La baisse des émissions de particules fines est moins marquée que pour les oxydes d'azotes du fait que la part des émissions de PM₁₀ liées à l'échappement, à la surémission à froid et aux phénomènes d'usure (pneu, frein, route) diminue effectivement sensiblement, cependant que, la contribution liée à la resuspension ne diminue que très peu. Ce phénomène limite la réduction possible d'émissions pour les PM₁₀.

Les émissions de resuspension et d'usure sont directement liées à la quantité de trafic et ne sont pas aujourd'hui impactées par le type de technologie, qu'il s'agisse des normes Euro ou des types de carburation.

Sur les 12,6% de baisse prévue, la majorité serait due aux VP – véhicules particuliers. En effet, les émissions liées à la resuspension des particules ne diminuent que très peu et sont directement corrélées au volume de trafic. Les VP comptant la majorité des kilomètres parcourus sur le réseau routier, la contribution de ce type de véhicules dans la baisse des émissions de PM₁₀ est donc majoritaire (Tableau 12).

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, les 3 scénarios convergent vers le même impact en 2025. En 2025, l'impact de la ZFEm permettrait de baisser les émissions de PM₁₀ de 6,5% supplémentaires par rapport au fil de l'eau. Par rapport à 2019, ce serait une diminution des émissions de PM₁₀ de plus de 18% dans ce même périmètre.

Dans le périmètre ZFEm, les émissions de PM₁₀ connaîtraient une baisse sur la quasi-totalité des axes, en particulier sur les axes structurants. Les gains attendus par la ZFEm sont très majoritairement obtenus à l'intérieur de ce périmètre également.

Le bilan est « neutre » en dehors du périmètre de la ZFEm. En 2025, il n'y a pas de différences sur les émissions de PM₁₀ entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFEm.

Evaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 2,5 µm (PM_{2,5})

En 2025, une baisse des émissions de PM_{2,5} issues du trafic routier de près de 18% est estimée, due à l'évolution technologique du parc roulant. Le constat sur la contribution des types de véhicules dans la baisse des émissions de PM_{2,5} est identique à celui dressé pour les PM₁₀. Les VP comptant la majorité des kilomètres parcourus sur le réseau routier, la contribution de ce type de véhicules dans la baisse des émissions de PM_{2,5} est donc majoritaire.

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, les 3 scénarios de la ZFEm convergent vers le même impact en 2025, avec la possibilité de baisser les émissions de PM_{2,5} de 10% supplémentaires par rapport au fil de l'eau. Par rapport à 2019, ce serait une diminution des émissions de PM_{2,5} de plus de 26% dans ce même périmètre.

Dans le périmètre ZFEm, les émissions de PM_{2,5} diminueraient sur la quasi-totalité des axes, en particulier les axes structurants. Le gain le plus important est à l'intérieur du périmètre ZFEm et nul à l'extérieur.

Tableau 2 : Bilan des 3 scénarios ZFEm

Polluant	Scénario ZFEm	2021	2023	2024	2025	
Variation des émissions dans le périmètre ZFEm par rapport au fil de l'eau	NO _x	Scénario 1	-3,6%	-8,8%	-24,4%	-21,8%
		Scénario 2	-4,8%			
		Scénario 3				
	PM ₁₀	Scénario 1	-0,9%	-2,5%	-7,6%	-6,5%
		Scénario 2	-1,9%			
		Scénario 3				
	PM _{2,5}	Scénario 1	-1,4%	-4%	-12%	-10,3%
		Scénario 2	-3%			
		Scénario 3				
Variation des émissions dans le périmètre ZFEm par rapport à l'état de référence 2019	NO _x	Scénario 1	-17,7%	-34,2%	-50,1%	-51,8%
		Scénario 2	-18,7%			
		Scénario 3				
	PM ₁₀	Scénario 1	-5,3%	-11,4%	-18,3%	-18,3%
		Scénario 2	-6,3%			
		Scénario 3				
	PM _{2,5}	Scénario 1	-8%	-16,4%	-26,4%	-26,2%
		Scénario 2	-9,5%			
		Scénario 3				

Bilan des 3 scénarios étudiés

Les 3 scénarios convergent vers la même baisse des émissions des 3 polluants étudiés à l'horizon 2025.

En 2025, dans le périmètre ZFEm par rapport au fil de l'eau, les actions de restriction à la circulation permettraient un gain supplémentaire de :

- 21,8% d'émissions de NO_x
- 6,5% d'émissions de PM₁₀
- 10,3% d'émissions de PM_{2,5}

En 2025, dans le périmètre ZFEm par rapport à l'année de référence 2019, l'évolution technologique du parc roulant ainsi que la mise en place de la ZFEm feraient baisser les émissions de :

- 51,8% pour les NO_x
- 18,3% pour les PM₁₀
- 26,2% pour les PM_{2,5}

Lorsque le gain global est calculé sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 serait plus efficient que les scénarios 1 et 2 avec une baisse globale plus importante du cumul des émissions :

- Pour les NO_x le gain global du scénario 3 se chiffre à 35% par rapport à la situation sans ZFEm, contre 24% pour le scénario 1 et 25% pour le scénario 2
- Pour les PM₁₀ : le gain global du scénario 3 se chiffre à 43% par rapport à la situation sans ZFEm, contre 28% pour le scénario 1 et 31% pour le scénario 2
- Pour les PM_{2,5} : le gain global du scénario 3 se chiffre à 46 % par rapport à la situation sans ZFEm, contre 30% pour le scénario 1 et 33% pour le scénario 2

En termes de cumul des gains d'émissions sur l'ensemble de ces années, le scénario 3 se démarque des deux autres scénarios étudiés avec un impact environnemental favorable plus important.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des structures administratives des collectivités, des bureaux d'études et des acteurs avec lesquels nous avons pu avoir des échanges techniques de qualité, notamment sur les données trafic, et partager notre expertise en matière de qualité de l'air du territoire au regard des enjeux de trafic de la ZFEm.

Merci aux services de la Métropole Aix-Marseille-Provence en charge du pilotage de cette étude, à ceux de la Ville de Marseille, au cabinet de conseil EuroGroup Consulting, au bureau d'études SETEC Energie Environnement ainsi qu'à l'AGAM Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise.

Un grand merci aux personnes avec lesquelles AtmoSud a été particulièrement en contact dans le cadre de cette étude :

Cécile BLANC, Emilie FRITSCH, Johann CECCALDI, Vincent MEYER, Louise GARAMPON, Marie HOMMEAU, Claire DUPUIS, Edouard JOURDAN, Vincent TINET et Edouard EMPTAZ.

MAITRISE D'OUVRAGE



Rédaction	Vérification	Validation
Julien POULIDOR Julien.poulidor@atmosud.org Benjamin Rocher benjamin.rocher@atmosud.org	Damien PIGA damien.piga@atmosud.org	Edwige REVELAT Edwige.revelat@atmosud.org
Contact	Date de parution	Références
Patricia LOZANO patricia.lozano@atmosud.org	04/12/20	23PT1513

SOMMAIRE

Résumé : Evaluation des scénarios	2
de la Zone à Faibles Emissions mobilité	2
Note synthétique de l'évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Emissions mobilité	3
1. Contexte	12
1.1 Un enjeu de santé publique	12
1.2 Polluants atmosphériques, sources et effets	13
1.3 Procédures contentieuses liées à la qualité de l'air	14
1.4 ZFEm et cadre juridique national	14
1.5 Mission d'expertise qualité de l'air d'AtmoSud pour accompagner la définition de la ZFEm du centre de Marseille.....	15
2. Périmètre de la ZFEm au regard de la qualité de l'air et des expositions des populations	16
2.1 Diagnostic du territoire	16
2.2 Choix du périmètre.....	18
2.2.1 Quatre périmètres étudiés.....	18
2.2.2 Synthèse des enjeux des quatre périmètres étudiés	20
2.3 Périmètre retenu	22
3. Evaluation de différents scénarios de mise en œuvre	25
3.1 Introduction de la démarche	25
3.2 Méthodologie employée pour calcul de l'évolution des émissions	26
3.2.1 Mode de calcul des émissions du trafic routier.....	26
3.2.2 Données d'entrée et hypothèses utilisés	27
3.2.3 Parcs roulants utilisés.....	29
3.3 Evaluation de l'impact de la ZFEm sur les distances parcourues	32
3.3.1 Bilan des distances parcourues en 2025 sans ZFEm.....	32
3.3.2 Bilan des distances parcourues dans la ZFEm	33
3.4 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions d'oxydes d'azote (NO _x)	35
3.4.1 Emissions de NO _x dans le périmètre ZFEm - Scénario fil de l'eau	35
3.4.2 Emissions de NO _x dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios.....	36
3.4.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de NO _x en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille.....	39
3.4.4 Synthèse de l'évaluation de la ZFEm sur les émissions de NO _x	41
3.5 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 10 µm (PM ₁₀)	43
3.5.1 Emissions de PM ₁₀ dans le périmètre ZFEm – Scénario fil de l'eau.....	43
3.5.2 Emissions de PM ₁₀ dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios	44
3.5.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de PM ₁₀ en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille.....	46
3.5.4 Synthèse des émissions de PM ₁₀ dans le périmètre ZFEm AMP	47
3.6 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 2,5 µm (PM _{2,5})	50
3.6.1 Emissions de PM _{2,5} dans le périmètre ZFEm – Scénario fil de l'eau	50
3.6.2 Emissions de PM _{2,5} dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios	51
3.6.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de PM _{2,5} en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille.....	53
3.6.4 Synthèse des émissions de PM _{2,5} dans le périmètre ZFEm AMP.....	54
4. Conclusion de l'analyse	57
GLOSSAIRE.....	58
ANNEXES	61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Bilan sur les émissions de NO _x du trafic routier dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025.....	5
Tableau 2 : Bilan des 3 scénarios ZFEm	6
Tableau 3 : Indicateurs de qualité de l'air – Echelle Métropole (en 2018)	17
Tableau 4 : Indicateurs de qualité de l'air – par périmètre ZFEm et hors périmètre au regard de la métropole (en 2018)	20
Tableau 5 : Emissions 2019 du trafic routier dans le périmètre ZFEm	23
Tableau 6 : Présentation des scénarios étudiés pour mise en œuvre de la ZFEm de Marseille	26
Tableau 7 : Données utilisées selon les paramètres nécessaires aux calculs des émissions de polluants.....	28
Tableau 8 : Estimation de la part modale des différents modes de transports aux horizons futurs	29
Tableau 9 : Contribution de chaque type de véhicules dans la réduction des émissions de NO _x dans le périmètre ZFEm et pour le scénario fil de l'eau par rapport à 2019	36
Tableau 10 : Bilan sur les émissions de NO _x dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025	40
Tableau 11 : Gains cumulés sur les émissions de NO _x des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025	42
Tableau 12: Contribution de chaque type de véhicules sur les gains en émission de PM ₁₀ dans le périmètre ZFEm et pour le scénario fil de l'eau	44
Tableau 13 : Bilan sur les émissions de PM ₁₀ dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025	47
Tableau 14 : Gains cumulés sur les émissions de PM ₁₀ des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025	49
Tableau 15 : Contribution de chaque type de véhicules sur les émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm et pour le scénario fil de l'eau	51
Tableau 16 : Bilan sur les émissions de PM _{2,5} dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025	54
Tableau 17 : Gains cumulés sur les émissions de PM _{2,5} des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025	56
Tableau 18 : Analyse des trafics et des émissions de NO _x sur le Cours Lieutaud entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau.....	96
Tableau 19 : Analyse des trafics et des émissions de NO _x sur le Boulevard Baille entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau.....	96
Tableau 20 : Analyse des trafics et des émissions de NO _x sur le l'Avenue du Prado entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau.....	96

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de l'Indice Synthétique de l'Air (ISA) sur les Bouches-du-Rhône en 2018.....	17
Figure 2 : Périmètres proposés pour la ZFEm de Marseille	18
Figure 3 : Carte des niveaux de NO ₂ en 2018.....	19
Figure 4 : Localisation des établissements scolaires selon leur classement CSA (Carte Stratégique Air)	19
Figure 5 : Localisation des établissements de santé selon leur classement CSA (Carte Stratégique Air)	20
Figure 6 : Réseau routier évalué dans le cadre de la ZFEm de Marseille	23
Figure 7 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier.....	27
Figure 8 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau	29
Figure 9 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1.....	30
Figure 10 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2.....	30
Figure 11 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3.....	31
Figure 12 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en millions de km parcourus par an)	32
Figure 13 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en millions de km parcourus par an)	33
Figure 14 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en millions de km parcourus par an)	33
Figure 15 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm Marseille selon le scénario 3 (en millions de km parcourus par an)	34
Figure 16 : Evolution des émissions de NO _x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)	35
Figure 17 : Evolution des émissions de NO _x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an).....	36
Figure 18 : Evolution des émissions de NO _x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an).....	37
Figure 19 : Evolution des émissions de NO _x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an).....	37
Figure 20 : Différence d'émissions de NO _x entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau (en kg/km)	39

Figure 21 : Impact de la ZFEm sur les émissions de NO _x – Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau	41
Figure 22 : Evolution des émissions de NO _x dans la ZFEm de Marseille	42
Figure 23 : Evolution des émissions de PM ₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)	43
Figure 24 : Evolution des émissions de PM ₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an)	44
Figure 25 : Evolution des émissions de PM ₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an)	45
Figure 26 : Evolution des émissions de PM ₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an)	45
Figure 27 : Différence d'émissions de PM ₁₀ entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau (en kg/km)	46
Figure 28 : Impact de la ZFEm sur les émissions de PM ₁₀ – Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau	48
Figure 29 : Evolution des émissions de PM ₁₀ dans la ZFEm de Marseille	49
Figure 30 : Evolution des émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)	50
Figure 31 : Evolution des émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an)	51
Figure 32 : Evolution des émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an)	52
Figure 33 : Evolution des émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an)	52
Figure 34 : Différence d'émissions de PM _{2,5} entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau	53
Figure 35 : Impact de la ZFEm sur les émissions de PM _{2,5} - Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau	55
Figure 36 : Evolution des émissions de PM _{2,5} dans la ZFEm de Marseille	56
Figure 37 : Comparaison des différences d'émissions de NO _x et des distances parcourues entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau	95

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Annexe 1 de l'arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'arrêté R. 318.2 du code de la route	62
ANNEXE 2 : Part de chaque grand secteur d'activité dans les émissions de NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} à l'échelle de la commune de Marseille	63
ANNEXE 3 : Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations de l'OMS	64
ANNEXE 4 : Observations de la qualité de l'air, du trafic et des émissions de polluants sur Marseille durant la période de confinement du printemps 2020	66
ANNEXE 5 : Recensement des projets de transports collectifs lourds (métro, tramway, BHNS) dont la réalisation est prévue à l'horizon 2030 et susceptibles d'engendrer du report modal des usagers dans et aux abords du périmètre ZFEm	71
ANNEXE 6 : Répartition des types de véhicules sur le réseau routier en fonction des distances parcourues fournies par SETEC Energie Environnement pour intégration dans le calcul de MOCAT	72
ANNEXE 7 : Compléments sur les parcs roulants utilisés par type de véhicule dans le cadre de l'étude	73
ANNEXE 8 : Analyse détaillée des émissions de chacun des polluants dans le périmètre ZFEm par scénario et type de véhicules	77
ANNEXE 9 : Cartographies des différences d'émissions de polluants entre le fil de l'eau et les scénarios ZFEm pour chacune des années calculées	89
ANNEXE 10 : Analyse de deux axes majeurs dans le périmètre ZFEm présentant des gains importants en termes d'émissions de NO _x en 2025 par rapport au fil de l'eau – le Cours Lieutaud et le Boulevard Baille	95
ANNEXE 11 : Cartographie des Trafics Moyens Journaliers Annuels réalisée avec les données trafics fournies par SETEC Energie Environnement – Comparaison entre 2025 fil de l'eau et 2025 scénario ZFEm	97
ANNEXE 12 : Méthodologie pour l'estimation des émissions de NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} dans le périmètre ZFEm des scénarios 1 et 2 pour 2024	98

1. Contexte

1.1 Un enjeu de santé publique

Chaque jour, un adulte inhale environ 15 mètres cube d'air en fonction de sa morphologie et de ses activités. Outre l'oxygène et l'azote, qui représentent environ 99 % de sa composition, l'air peut également contenir des « substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine et à nuire aux écosystèmes. Elles peuvent également influencer sur les changements climatiques et détériorer les biens matériels. »

Une problématique de santé publique

La communauté scientifique est unanime : la pollution de l'air a des impacts importants sur la santé. Elle est à l'origine de nombreuses maladies et de décès prématurés. Même si les risques relatifs aux pathologies environnementales sont souvent faibles (en effet, à l'échelle d'un individu, il y a peu de risques), toute la population (ou un très grand nombre de personnes) est potentiellement exposée. L'impact, en termes de santé publique, est donc très important.

La pollution de l'air peut avoir des effets différents selon les facteurs d'exposition :

- **La durée d'exposition** : hétérogène dans le temps et l'espace, elle dépend notamment des lieux fréquentés par l'individu et des activités accomplies ;
- **La sensibilité individuelle** : l'état de santé et les antécédents pathologiques, qui vont modifier la sensibilité vis-à-vis de la pollution atmosphérique, sont différents pour chaque individu ;
- **La concentration des polluants** ;
- **La ventilation pulmonaire.**

Pics de pollution versus pollution chronique : quels impacts ?

Les effets de la pollution sur la santé sont classés en deux groupes :

- **Les effets à court terme**, c'est-à-dire après une exposition de courte durée. Les épisodes de pollution, par exemple, entraînent une hausse importante des concentrations par rapport aux niveaux de fond, de manière temporaire ;
- **Les effets à long terme** qui surviennent en raison d'une exposition chronique à la pollution de l'air, c'est-à-dire après des expositions répétées ou continues tout au long de la vie.

En termes d'impacts sanitaires, pour une même durée d'exposition, les pics de pollution présentent des impacts plus importants que les niveaux de fond. C'est pourquoi des mesures spécifiques sont prises en cas de concentration élevée en polluants. **En revanche, du fait de la durée d'exposition, c'est bien la pollution chronique qui cause le plus d'impacts sanitaires.**

Les Zones à Faibles Emissions mobilité (ZFEm) sont des territoires sur lesquels est instaurée une restriction de la circulation. Cette mesure vise à réduire la pollution chronique liée au trafic routier ainsi que le nombre d'habitants qui y sont exposés.

L'ensemble des informations relatives aux impact sur la santé sont présentes en ANNEXE 3.

1.2 Polluants atmosphériques, sources et effets

La pollution chronique correspond à des niveaux de polluants présents dans l'air durant des périodes relativement longues. Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

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.

La pollution de l'air extérieur a été classée cancérigène pour l'homme en octobre 2013 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O₃ Ozone	<ul style="list-style-type: none"> - Irritation des yeux, des voies respiratoires, - Diminution de la fonction respiratoire. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agression des végétaux, - Dégradation de certains matériaux, - Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux.
PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, ... Particules en suspension	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires (asthme, toux, rhinites, angines, bronchiolite, douleur thoracique ou insuffisance respiratoire), - Maladies cardio-vasculaires (infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux, angine de poitrine), 	<ul style="list-style-type: none"> - Effets de salissures sur les bâtiments, - Altération de la photosynthèse.
NO_x Oxydes d'azote	<ul style="list-style-type: none"> - Infertilité : baisse de la fertilité masculine, augmentation de la mortalité intra-utérine, naissances prématurées, - Cancer : le CIRC estime que « la pollution atmosphérique est l'une des premières causes environnementales de décès par cancer », - Effets reprotoxiques et neurologiques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pluies acides, - Précurseur de la formation de l'ozone, - Effet de serre, - Déséquilibre des sols sur le plan nutritif.

Les études épidémiologiques montrent que ces polluants représentent un facteur de risque dans l'augmentation de la mortalité observée au cours d'épisodes de pollution.

L'ensemble des informations relatives aux polluants et à leurs sources et effets sont présent en ANNEXE 3.

1.3 Procédures contentieuses liées à la qualité de l'air

La France fait actuellement l'objet de plusieurs procédures contentieuses liées à une mauvaise qualité de l'air ambiant sur son territoire :

Au niveau Européen, la France a été condamnée, par la Cour de Justice de l'Union Européenne, le 24 octobre 2019, pour avoir dépassée de manière systématique et persistant :

- La valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote, depuis le 1er janvier 2010, dans douze agglomérations et zones de qualité de l'air françaises ;
- La valeur limite horaire pour le dioxyde d'azote, depuis le 1er janvier 2010, dans deux agglomérations et zones de qualité de l'air.

De plus, la commission européenne a saisi, le 30 octobre 2020, la Cour de Justice de l'Union Européenne d'une procédure en manquement, après une mise en demeure adressée à la France en février 2013, pour non-respect des niveaux de particules fines PM₁₀ à Paris et en Martinique.

Bien que pour l'instant ces condamnations n'aient pas été assorties de sanctions financières, si l'État n'exécute pas l'arrêt de la CJUE du 24 octobre 2019, il encourt une amende de 100 millions d'euros la première année, puis 90 millions par année de dépassement.

Au niveau national, le Conseil d'État a, dans une décision du 10 juillet 2020, également condamné la France. Il juge que l'action de l'État pour améliorer la qualité de l'air est insuffisante et lui ordonne de mettre immédiatement en place les mesures nécessaires dans les zones où les valeurs limites de NO₂ sont toujours en dépassement. Le Conseil d'État a sommé l'État de prendre sans tarder les mesures nécessaires sous peine d'une astreinte de 10 millions d'euros par semestre de retard.

Les bilans d'AtmoSud indiquent **qu'en 2018, des risques de dépassement des valeurs limites sont constatés à l'échelle de la métropole avec 37 000 personnes concernées, soit 2 % des habitants de la métropole exposés à des teneurs supérieures aux valeurs limites pour le polluant NO₂**. Les secteurs les plus sensibles sont le centre-ville de Marseille où se trouve la quasi-totalité de ces personnes exposées, ainsi que les quartiers sud-ouest d'Aix-en-Provence (environ 500 personnes concernées).

A l'échelle métropolitaine et en 2018,

- **moins de 500 personnes sont exposées à un dépassement de la valeur limite pour les PM₁₀**
- **le dépassement de la valeur limite pour les PM_{2,5} est nul.**

Pour les PM_{2,5}, si l'on se réfère à la ligne directrice de l'OMS, plus contraignante (10 µg/m³ annuel à ne pas dépasser), ce sont près de 1 660 000 personnes qui y sont exposées soit 89 % de la population métropolitaine.

Pour les PM₁₀, ce sont près de 530 000 personnes qui sont exposées au dépassement de la ligne directrice de l'OMS, plus contraignante (20 µg/m³ annuel à ne pas dépasser) soit 28% de la population métropolitaine.

Agir sur les émissions du trafic routier permet d'abaisser conjointement les émissions des trois polluants cibles NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} (voir ANNEXE 2 concernant la contribution du trafic routier à ces émissions sur Marseille).

1.4 ZFEm et cadre juridique national

Les ZFEm sont des territoires sur lesquels est instaurée une restriction de la circulation aux véhicules les plus polluants sur :

- Un périmètre donné ;
- Une durée (jours et plages horaires ou de façon permanente) ;
- Certaines catégories de véhicules, en fonction de leur vignette Crit'Air donc leur niveau de pollution (ANNEXE 1).

Cette mesure doit permettre de **réduire la pollution chronique liée au trafic routier ainsi que le nombre d'habitants qui y sont exposés**. Elle vise une accélération du renouvellement naturel du parc de véhicules et non une diminution du trafic routier.

L'article L.2213-4 du code général des collectivités territoriales dans sa version issue de l'article 48 de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 et modifié par la loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 ou Loi d'orientation des mobilités indique que : *« Pour lutter contre la pollution atmosphérique, des zones à faibles émissions mobilité peuvent être créées dans les agglomérations et dans les zones pour lesquelles un plan de protection de l'atmosphère est adopté, en cours d'élaboration ou en cours de révision en application de l'article L.222-4 du code de l'environnement, par le maire ou par le président d'un établissement public de coopération intercommunale à fiscalité propre lorsque celui-ci dispose du pouvoir de police de la circulation, sur tout ou partie du territoire de la commune ou de l'établissement public de coopération intercommunale. »*

Les maires et présidents d'établissement public intercommunal peuvent ainsi, par arrêté, contraindre la circulation aux véhicules les plus polluants sur tout ou une partie de leur territoire. Une ZFEm a pour objectif de réduire les émissions de polluants dues au trafic routier dans la zone la plus à risque et ainsi protéger les personnes exposées à des niveaux de pollution supérieurs aux seuils légaux. Il s'agit d'accélérer le renouvellement des véhicules les plus anciens pour disposer d'un parc automobile moins polluant et non de réduire le trafic routier.

Selon l'article R.2213-1-0-1 du code général des collectivités territoriales, l'étude justifiant la création d'une ZFEm doit comporter un résumé non technique, une description de l'état initial de la qualité de l'air sur la zone concernée ainsi qu'une évaluation :

- ✓ De la population concernée par les dépassements ou le risque de dépassement des normes qualité de l'air,
- ✓ Des émissions de polluants atmosphériques dues au transport routier sur la zone concernée,
- ✓ De la proportion de véhicules concernés par les restrictions et, le cas échéant, les dérogations prévues,
- ✓ Des réductions des émissions de polluants atmosphériques attendues par la création de la ZFEm.

Les ZFEm sont déployées à l'échelle nationale en respect de la Loi d'Orientation des Mobilités

La loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 ou Loi d'orientation des mobilités a confirmé l'ambition de l'Etat de voir les ZFEm se déployer rapidement dans la plupart des grandes agglomérations françaises et en particulier celles dont les seuils de concentration des polluants atmosphériques sont régulièrement dépassés. Son article 86 a rendu obligatoire la mise en œuvre de ZFEm pour les communes et les établissements publics de coopération intercommunale, disposant du pouvoir de police de la circulation et ne respectant pas de manière régulière les valeurs limites de dioxyde d'azote ou de particules fines de type PM₁₀ et PM_{2,5}.

Selon son décret d'application n°2020-1138 du 16 septembre 2020 et relatif au non-respect de manière régulière des normes de la qualité de l'air donne lieu à une obligation d'instauration de ZFEm pour 11 territoires nationaux dont celui d'Aix-Marseille-Provence.

Le 8 octobre 2018, la Métropole s'est engagée aux côtés de l'Etat, de France Urbaine et de quatorze autres territoires nationaux à **déployer une première ZFEm sur le centre-ville élargi de Marseille** ou partie de son territoire qui regroupe l'essentiel des personnes soumises à une pollution chronique.

Si la première ZFEm de la Métropole Aix-Marseille-Provence concernera le centre-ville élargi de Marseille, l'étude de préfiguration s'attachera à en évaluer les impacts sur l'ensemble de la commune. Cette étude permet de **définir la mise en œuvre de la future ZFEm**.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, outre Aix-Marseille Provence, sont également concernées par des projets de ZFEm les Métropoles de Nice Côte d'Azur et de Toulon Provence Méditerranée.

1.5 Mission d'expertise qualité de l'air d'AtmoSud pour accompagner la définition de la ZFEm du centre de Marseille

Comme déjà évoqué, l'étude de préfiguration regroupe plusieurs étapes obligatoires en vue de dimensionner cette mesure aux enjeux locaux liés à la qualité de l'air du territoire et notamment une étude de plusieurs scénarios de mise en œuvre incluant la définition préalable d'un périmètre.

C'est sur les étapes 1, 2 et 4 qu'AtmoSud intervient en particulier dans le cadre de cette étude de préfiguration :

- Après description de **l'état initial de la qualité de l'air** sur le territoire et les différents périmètres étudiés :
 - Population concernée par les dépassements ou le risque de dépassement des normes de qualité de l'air ;
- **Etude de préfiguration de plusieurs scénarios de mise en œuvre**, incluant une évaluation :
 - Des émissions de polluants atmosphériques dues au transport routier sur la zone concernée ;
 - De la proportion de véhicules concernés par les interdictions et, le cas échéant, les dérogations prévues ;
 - Des réductions des émissions de polluants atmosphériques attendues par la création de la ZFEm.

L'estimation de l'évolution des émissions de polluants atmosphériques attendues par la création de la ZFEm et ce aux différents horizons projetés est l'objet de la troisième et dernière partie de ce rapport d'étude.

Cette étude est menée avec différents partenaires techniques susceptibles de fournir des expertises et de calculer des données liées au trafic : AtmoSud, SETEC Energie Environnement, l'AGAM et les services techniques de la métropole.

2. Périmètre de la ZFEm au regard de la qualité de l'air et des expositions des populations

Dans le cadre de l'étude de préfiguration de la ZFEm de Marseille engagé en août 2019, le choix du périmètre a fait partie des premières démarches réfléchies.

2.1 Diagnostic du territoire

AtmoSud propose ci-après une synthèse des éléments de diagnostic en termes de qualité de l'air et d'émissions et d'exposition des populations concernant les différents périmètres envisagés par la Métropole, en vue de proposer aux différents partenaires institutionnels (DREAL Paca, ARS Paca, ADEME Paca, Conseil Départemental 13, Ville de Marseille) puis aux élus les évaluations nécessaires pour sélectionner un périmètre d'application de la future ZFEm.

L'amélioration de la qualité de l'air est un enjeu de santé publique majeur au sein de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence. En effet, même si la tendance est à l'amélioration de la qualité de l'air, la Métropole, et la ville de Marseille, font partie des zones toujours soumises à des **dépassements chroniques** importants de la valeur limite (VL)¹ pour le dioxyde d'azote (NO₂) et des lignes directrices (LD) de l'OMS pour les particules fines).

La création d'une ZFEm devrait constituer un levier efficace pour réduire les populations exposées à ces polluants issus en majorité des transports routiers. Toutefois, les transports maritimes sur les villes-ports de la métropole en génèrent également une part importante. La mise en place de la future ZFEm de Marseille n'a pas pour ambition d'agir sur la pollution liée au trafic maritime, cependant, la diminution des émissions maritime, de façon conjointe à l'effort porté sur le routier, pourrait être intéressante pour faire évoluer en commun la situation de la manière la plus favorable.

Bien que les ZFEm n'aient pas vocation à réduire le trafic, cela peut être une des conséquences indirectes du report de circulation. Un léger report modal peut se produire qui se traduit par la modification des usages de mobilité (mobilité douces, transports en commun, ...). Les ZFEm sont d'autant plus efficaces quand elles s'accompagnent de politiques volontaristes en matière de maîtrise de la mobilité, de réduction des émissions de GES, et d'amélioration de la qualité de l'air.

Echelle métropolitaine

A l'échelle de la Métropole représentant 1 869 000 habitants en 2018 :

- Plus de 37 000 personnes sont concernées par des dépassements de la VL pour le NO₂, soit 2 % de la population métropolitaine ;
- Environ 530 000 personnes sont exposées à un dépassement de la LD OMS pour les PM₁₀, soit 28 % des métropolitains ;
- Près de 1 660 000 personnes sont exposées à un dépassement de la LD OMS pour les PM_{2,5}², soit 89 % de la population métropolitaine.

La métropole constitue une aire de déplacements, qu'ils soient pendulaires ou en termes d'activités (livraisons, transports, loisirs...). Ainsi la source principale des oxydes d'azote est le transport avec 58 % des émissions - partagées entre le transport routier et le trafic maritime (29 % chacun en 2017). Le transport routier est également responsable d'une part importante des émissions de particules (plus de 10 % des particules au sein de la Métropole)

Les populations exposées à la « source transport routier » sont situées au niveau des centralités urbaines, ou sont résidentes à proximité des voiries et liaisons interurbaines. Le territoire est polycentrique, avec 92 communes dont certaines sont plus marquées par la pollution (Figure 1).

La carte suivante permet de visualiser l'indice Synthétique de l'Air (ISA) en tout point du territoire. Cet indice tient compte des concentrations des polluants réglementés : ozone, PM₁₀ et NO₂, ce qui permet de qualifier les zones ayant un niveau d'exposition à ces polluants plus ou moins élevés.

¹ La valeur limite (VL) pour le dioxyde d'azote (40 µg/m³/an) est égale à la ligne directrice (LD) de l'OMS pour ce même polluant.

² Les chiffres analysés dans ce document portent sur les PM₁₀. Un travail est en cours pour extraire les PM_{2,5}.

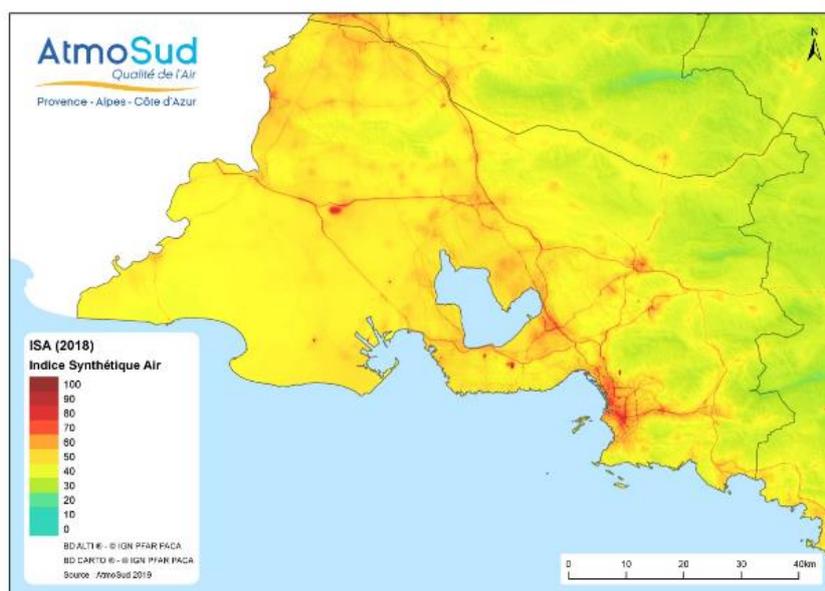


Figure 1 : Carte de l'Indice Synthétique de l'Air (ISA) sur les Bouches-du-Rhône en 2018

Marseille est la zone la plus concernée du territoire métropolitain avec 37 000 personnes exposées à la VL NO₂ et 419 000 exposées à la LD OMS PM₁₀.

Le reste de la population concernée se situe essentiellement sur la commune d'Aix qui regroupe moins de 500 personnes en termes d'exposition au NO₂, mais 31 000 (soit quasi 2 %) lorsqu'on s'attache à la population exposée aux PM₁₀, toujours par rapport à la population de la métropole (Tableau 3).

Les communes dont la population exposée aux particules est comprise entre 10 000 et 20 000 habitants sont celles de Marignane, Vitrolles, Salon de Provence. Moins de 1 000 habitants à 10 000 sont exposées pour les communes de Gardanne, Châteauneuf-les-Martigues, Rognac, Saint Victoret, Port de Bouc, Meyreuil, Aubagne, Martigues, Berre l'Etang, Istres, Les Pennes Mirabeau, Gignac La Nerthe, Plan de Cuques, Septèmes-les-Vallons, la Penne-sur-Huveaune, Auriol, Pertuis, Allauch, Trets, ...

Les communes dont la population exposée au NO₂ existe (moins de 500 personnes) sont celles de Salon-de-Provence, Vitrolles, Port de Bouc, Aubagne, Martigues, Istres, Les Pennes Mirabeau, Plan de Cuques, Septèmes-les-Vallons, ...

Tableau 3 : Indicateurs de qualité de l'air – Echelle Métropole (en 2018)

	Population résidente totale	Population exposée à la VL NO ₂	Population exposée à la LD OMS PM ₁₀
Métropole Aix-Marseille-Provence	1 869 000	37 000	530 000
Marseille	862 000	37 000	419 000
Aix-en-Provence	143 000	NO ₂ < 500 personnes	31 000
Marignane, Vitrolles, Salon de-Provence		NO ₂ < 500 personnes	[10 000 ; 20 000]
Gardanne, Châteauneuf-les-Martigues, Rognac, Saint-Victoret, Port-de-Bouc, Meyreuil, Aubagne, Martigues, Berre-l'Etang, Istres, les Pennes-Mirabeau, Gignac La Nerthe, Plan-de-Cuques, Septèmes-les-Vallons, la Penne-sur-Huveaune, Auriol, Pertuis, Allauch, Trets, ...		NO ₂ < 500 personnes	[1 000 ; 10 000]

2.2 Choix du périmètre

2.2.1 Quatre périmètres étudiés

Les périmètres proposés vont du centre-ville (6 km²) au plus grand périmètre incluant le quartier d'Euromed et délimité par les rocadés L2 et BUS (45 km²). Ces périmètres sont illustrés dans la Figure 2.

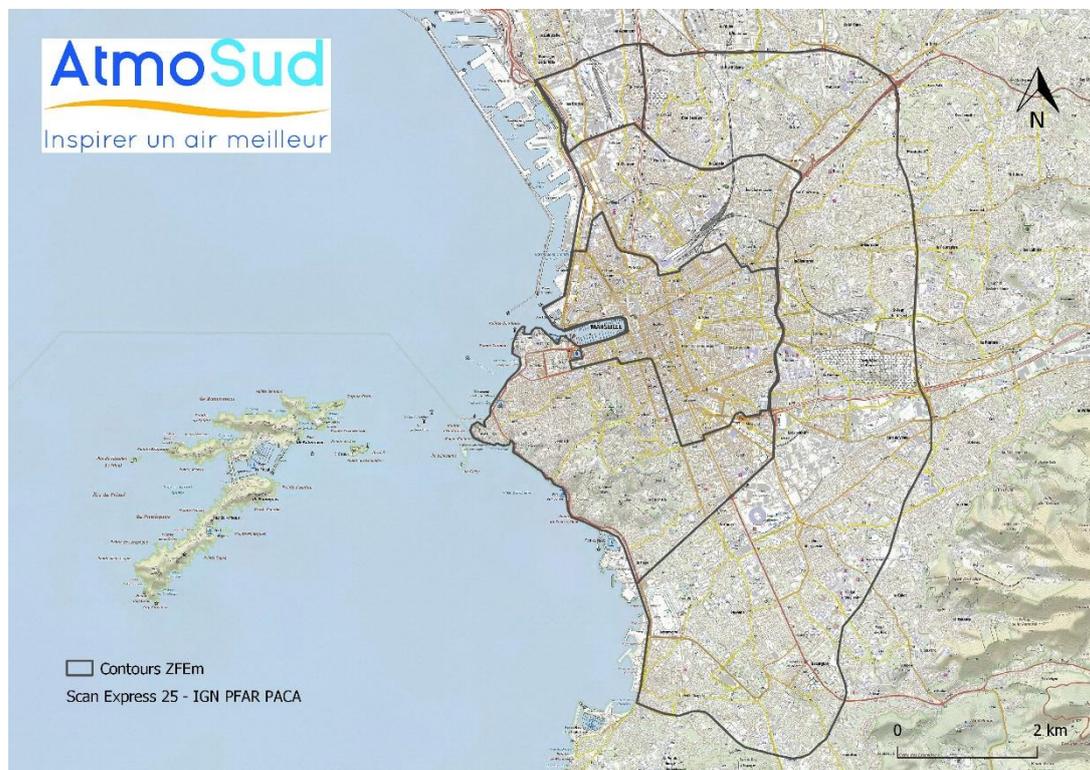


Figure 2 : Périmètres proposés pour la ZFEm de Marseille

Sur ces périmètres, il apparaît que les **populations exposées** à la VL pour le dioxyde d'azote ou à la LD OMS pour les particules, sont **plus nombreuses sur les périmètres les plus larges** qui « captent » une plus grande partie de la population exposée (Figure 3).

Du périmètre le plus petit au plus grand, le pourcentage de la population exposée de chaque périmètre, par rapport à la population métropolitaine exposée, varie de 54 à 92 % pour le NO₂, et de 25 à 65 % pour les PM₁₀.

En termes **d'établissements scolaires et de santé** en dépassement réglementaire sur la ville de Marseille, **les petits périmètres regroupent la majorité** et **le périmètre le plus large les englobe en quasi-totalité** (Figure 4 et Figure 5).

Le périmètre 1 contient 60 % d'établissements scolaires et 25 % des établissements de santé. Les périmètres 2 et 3 regroupent respectivement 93% et 75% de ces établissements.

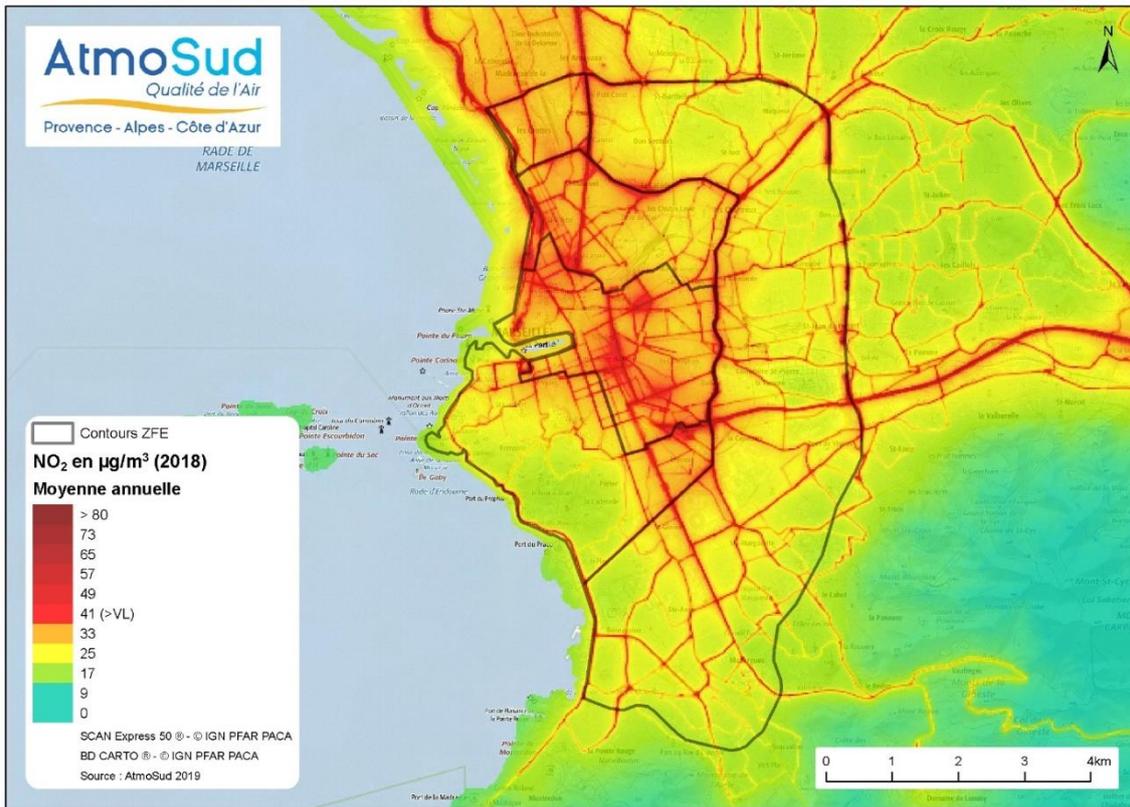


Figure 3 : Carte des niveaux de NO₂ en 2018

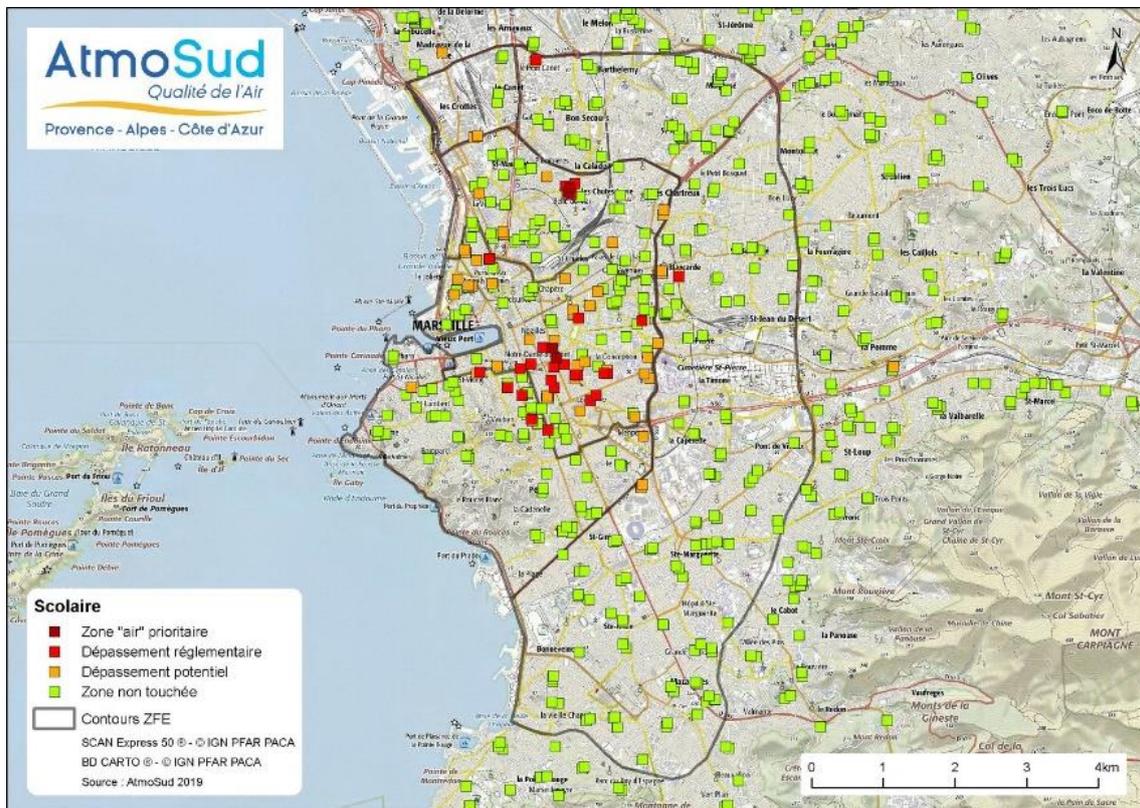


Figure 4 : Localisation des établissements scolaires selon leur classement CSA (Carte Stratégique Air)

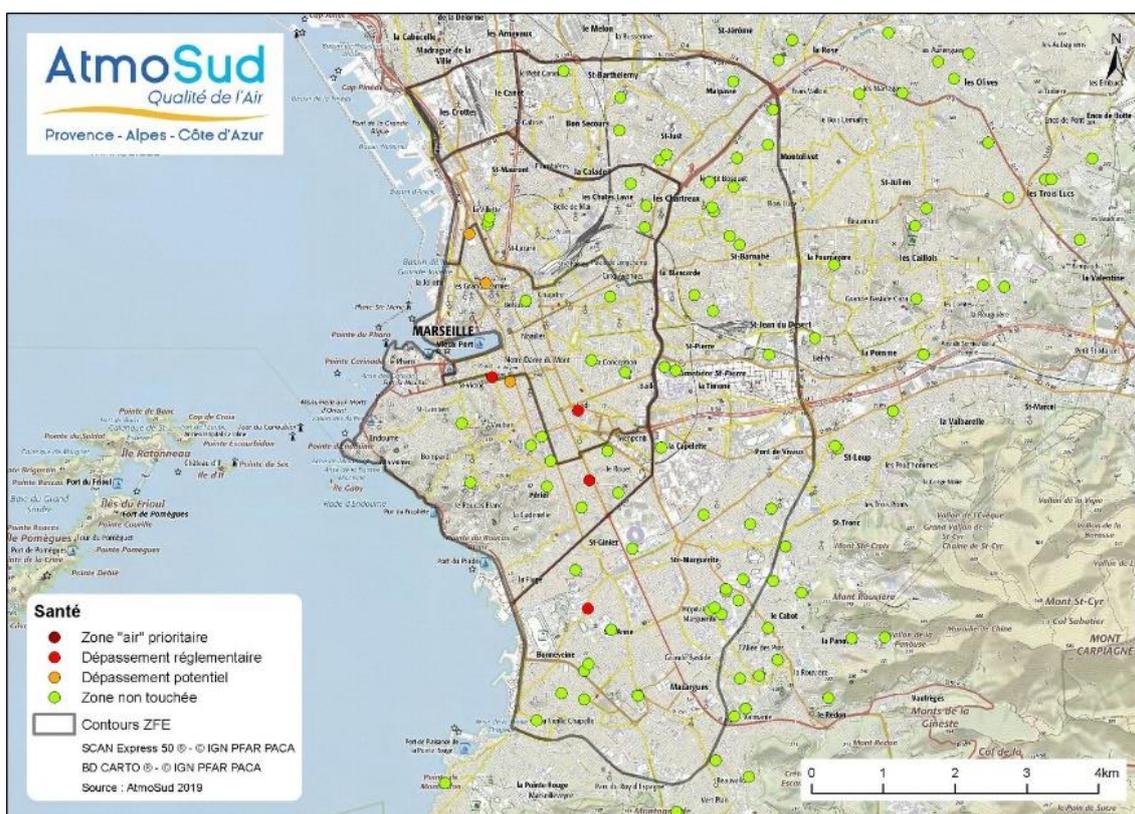


Figure 5 : Localisation des établissements de santé selon leur classement CSA (Carte Stratégique Air)

2.2.2 Synthèse des enjeux des quatre périmètres étudiés

Quel que soit le périmètre retenu, il s’agit de conserver à l’esprit les populations exposées (résidentes, en transit ou dans les établissements recevant du public) situées hors périmètre et qui ne seront pas concernées (Tableau 4).

Tableau 4 : Indicateurs de qualité de l’air – par périmètre ZFEm et hors périmètre au regard de la métropole (en 2018)

	Surface km ²	Population résidente totale	Population résidente exposée VL NO ₂	Population résidente exposée LD OMS PM ₁₀	Population Résidente exposée hors périmètre VL NO ₂	Population résidente exposée hors périmètre LD OMS PM ₁₀
Périmètre 1	6 km ²	140 700	20 000	133 000	17 000	397 000
Périmètre 2	18 km ²	290 650	30 000	249 000	8 000	281 000
Périmètre 3	19,5 km ²	298 000	31 000	256 000	7 000	274 000
Périmètre 4	45 km ²	492 200	34 000	347 000	3 000	183 000

Zones à enjeux du périmètre 1 :

- Centre-ville avec des niveaux de fond élevés
- Rues canyons
- Boulevards/Avenues à fort trafic
- Quartiers : Noailles/préfecture/Notre Dame du Mont, Lodi-Baille-Conception, Saint Victor-Carénage, Charité/Major, Saint Charles.

Zones à enjeux du périmètre 2 :

- Zones à enjeux du périmètre 1 et :
- Quartiers : Catalans/Saint Lambert, Breteuil, Paradis, Vauban, Corniche/Prado, Menpenti/Le Rouet, Saint Lazare/La Villette, Saint Mauront, Belle de Mai, Plombières, Chartreux.

Zones à enjeux du périmètre 3 :

- Zones à enjeux du périmètre 1 + 2 et :
- Quartiers : Les Crottes, La Canet (Euromed).

Zones à enjeux du périmètre 4 :

- Zones à enjeux du périmètre 1 + 2 + 3 et :
- Quartiers : Petit Canet, La Calade, Saint Barthelemy, Malpassé, Saint Just, Le Petit Bosquet, La Blancarde Saint Barnabé, Saint Jean du Désert, la Capelette, Pont de Vivaux, Sainte Marguerite, Saint Giniez, Saint Anne, Mazargues, Bonneveine, Vieille Chapelle.

Plus le périmètre de la ZFEm sera large, plus son impact sera grand car il prendra en compte :

- Une réduction plus importante des populations résidentes exposées au dépassement des LD OMS ;
- Une réduction des émissions du trafic de transit, qui entraînera une réduction des populations exposées amenées à se rendre quotidiennement dans le cœur des communes ;
- Un plus grand nombre d'établissements sensibles recevant du public comme les crèches, les écoles, les hôpitaux ou les centres pour les personnes âgées, situés dans les zones à enjeux en termes de qualité de l'air.

Un plus large périmètre entraînera aussi :

- Un report de trafic moins important hors zone ;
- Une évolution plus rapide de la mobilité, avec un accroissement du renouvellement du parc, donc un impact plus large que sur la zone concernée.

Les effets les plus positifs en termes de réduction des émissions du trafic routier, d'amélioration de qualité de l'air et en conséquence de la limitation de l'exposition des populations sont associés à des périmètres les plus larges possibles. Ces périmètres importants apportent des co-bénéfices, et notamment celui d'induire une diminution des émissions de polluants et des gaz à effets de serre (GES), non seulement au sein de la ZFEm, mais également au-delà, en dehors de son périmètre de limitation de la circulation aux véhicules les moins polluants.

2.3 Périmètre retenu

Par conférence de presse du 17 décembre 2019, la Présidente de la Métropole Aix-Marseille-Provence, Madame Martine VASSAL, a rendu public le périmètre intégré à la délibération prise lors du Conseil Métropolitain du 19 décembre 2019 et qui avait été retenu lors du Comité de pilotage du 21 octobre 2019.

Extrait du site internet de la métropole de la métropole AMP : <https://www.ampmetropole.fr/Zone-faibles-emissions-mobilite>



Une Zone à faibles émissions mobilité pour améliorer la qualité de l'air à Marseille (17/12/19)

[Environnement] La Métropole a défini le périmètre de cette zone où la circulation sera restreinte afin de réduire le risque pour la santé des habitants exposés aux conséquences du trafic routier.

Dans le cadre de sa politique environnementale déployée à travers son projet de plan climat-air-énergie et son Agenda environnemental porté conjointement avec le Département des Bouches-du-Rhône, la Métropole Aix-Marseille-Provence poursuit ses engagements afin d'améliorer la qualité de l'air sur son territoire.

Engagée depuis 2018 dans le déploiement d'une Zone à faibles émissions mobilité (ZFE), la Métropole vient d'identifier le périmètre sur lequel cette dernière interviendra d'ici 2021.

Les Zones à faibles émissions mobilité (ZFE) sont des secteurs sur lesquels est instaurée une restriction de la circulation, des plages horaires et pour certaines catégories de véhicules, en fonction de leur vignette Crit'Air et de leur niveau de pollution.

La première ZFE de la Métropole verra donc le jour dans le centre-ville élargi de Marseille qui concentre la majorité des personnes exposées à une pollution chronique.

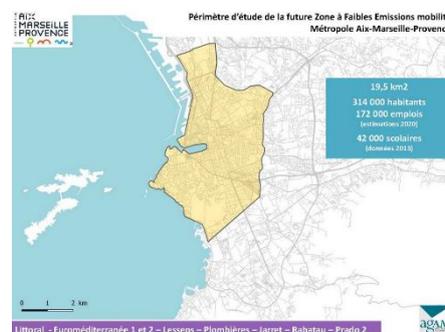
Une superficie de 19,5 km²

Le périmètre présente l'avantage d'être particulièrement lisible pour les usagers puisqu'il correspond à l'intérieur des boulevards de ceinture : Littoral - Euroméditerranée 1 et 2 - Lesseps - Plombières - Jarret - Rabatau - Prado 2. Il coïncide quasiment à celui retenu pour le dispositif d'urgence (circulation différenciée) en cas de pic de pollution.

Il s'agit également d'une zone bien desservie par les transports en commun lourds (métro, tram, BHNS). De plus, la présence de nombreux parkings offre l'avantage de favoriser le report modal pour les usagers qui ne pourraient accéder à la future ZFE.

D'une superficie de 19,5 km², la ZFE compte 314 000 habitants et 42 000 scolaires.

Ce périmètre, qui fera l'objet d'une phase de consultation en 2020, présente un compromis entre efficacité environnementale et acceptabilité sociale. La Métropole n'exclue pas l'opportunité de créer d'autres ZFE sur le territoire.



La zone retenue pour la modélisation des évolutions de trafic aux différents horizons et en fonction des différents scénarios proposés (données entrantes de la présente étude de l'évolution des émissions de polluants) est l'ensemble du réseau routier de la commune de Marseille, avec un zoom sur le périmètre ZFE étudié. Ce périmètre correspond à l'intérieur des boulevards de ceinture : Littoral – Euroméditerranée 1 et 2 – Lesseps – Plombières – Jarret – Rabatau – Prado. Sur ce périmètre retenu pour la ZFE, et en 2019, **le risque de dépassement de la valeur limite pour le NO₂ est constaté avec une population de 30 000 personnes exposées.**

Environ 10 500 tronçons routiers ont été pris en compte (dont 3 500 dans la ZFE) et qui s'étendent sur près de 980 km de réseau, dont 250 km dans la ZFE. Ces chiffres sont amenés à varier légèrement au fil des années car les modélisations trafic initiales (Source : SETEC Energie Environnement) prennent en compte les divers projets de transports en commun lourds (métro, tramway et bus à haut niveau de service) dont la mise en œuvre est prévue à l'horizon 2030 ainsi que des estimations de report modal à l'horizon 2025, telles que réalisées avec réajustement des hypothèses à 2030 prises en compte dans le cadre du projet de plan de déplacements urbains métropolitain.

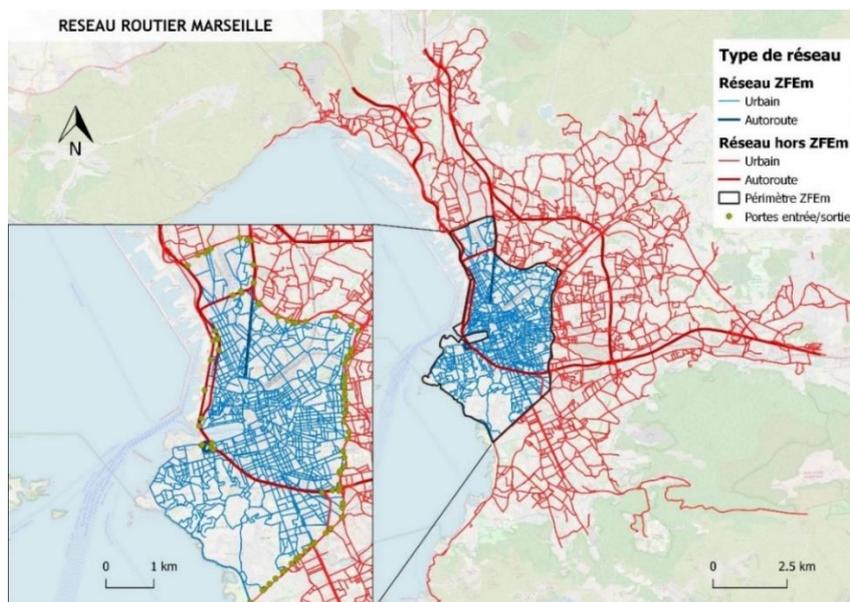


Figure 6 : Réseau routier évalué dans le cadre de la ZFEm de Marseille

Cette définition initiale du périmètre comme la réalisation des estimations trafic permettent à AtmoSud d'évaluer dans le cadre de la présente étude les trois scénarios de mise en œuvre projetés et techniquement étudiés.

Etat des lieux 2019 des émissions du trafic routier par vignette Crit'Air dans le périmètre ZFEm :

Les calculs d'émissions du trafic routier réalisés sur l'état de référence 2019, s'appuyant sur le modèle de trafic de SETEC Energie Environnement permettent d'évaluer par vignette Crit'Air les émissions en NO_x, PM_{2.5} et PM₁₀. Les émissions de ZFEm représentent 14.8 % des émissions de NO_x de la ville de Marseille et 13.3% des émissions de particules fines.

Tableau 5 : Emissions 2019 du trafic routier dans le périmètre ZFEm

	Emissions 2019 du trafic routier dans la zone ZFEm en tonnes/an		
	NO _x	PM _{2.5}	PM ₁₀
Véhicules électriques, hydrogène	-	0.1	0.2
Crit'Air 1	3.6	2.2	4.0
Crit'Air 2	106.7	8.1	14.7
Crit'Air 3	93.7	7.0	10.4
Crit'Air 4	37.3	2.1	3.1
Crit'Air 5	25.2	1.4	1.8
Non classés	5.3	0.4	0.6
Total sur ZFEm en tonnes/an	271.8	21.3	34.7
% Emissions routier Marseille	14.8%	13.3%	13.4%

2.4 Emissions de polluants durant le confinement du printemps 2020

Il est précisé que cette étude « Diagnostic de la qualité de l'air et évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Emissions mobilité » a été réalisée en partie pendant la période de confinement du 17 mars au 11 mai 2020. Des enseignements peuvent être tirés en ce qui concerne le lien entre diminution du trafic routier et l'évolution des concentrations en oxydes d'azote et particules.

Le trafic routier est à l'origine de la présence de nombreux polluants dans l'air ambiant, notamment les oxydes d'azote dans les zones urbaines. La mise en place du confinement sanitaire national a eu un impact important sur les niveaux mesurés en oxydes d'azote dans les zones de circulation de l'agglomération de Marseille, où les niveaux ont diminué d'environ 50%. Cette diminution est notable mais moins visible pour les stations de « fond urbain », qui relèvent quant à elles une réduction de seulement 25% environ. Cette diminution des concentrations en oxydes d'azote sur les stations localisées sur le territoire de Marseille est cohérente avec la baisse de circulation routière (estimée par la DIRMED et au début du confinement à environ 60%).

Le carbone suie « Fossil Fuel », en tant que particules traceuses du trafic routier, a suivi la même tendance que les concentrations d'oxydes d'azote.

En revanche, les particules en lien avec la combustion de bois sont restées très perceptibles (sur les stations en « fond urbain ») et ont même augmenté en début de confinement. Comme mentionné précédemment, il est possible de faire la distinction entre le carbone suie issu du trafic routier (« Fossil Fuel ») et celui de la combustion de bois (« Wood Burning »). Les restrictions de sorties et les mesures de confinement mises en place ont obligé les citoyens à passer davantage de temps chez eux (plus de 95% de leur temps contre 80% en situation normale) et à se chauffer davantage. Les données de comptage de particules d'AtmoSud ont ainsi permis de constater une augmentation de particules émises par le chauffage et le brûlage des déchets verts.

L'ANNEXE 4 présente un article publié à ce sujet par AtmoSud : <https://www.atmosud.org/actualite/>

3. Evaluation de différents scénarios de mise en œuvre

3.1 Introduction de la démarche

Dans le cadre de ce travail d'élaboration, AtmoSud est chargé de l'évaluation de la mise en place de la ZFEm. Cette évaluation porte sur :

- Les émissions issues du trafic routier des principaux polluants atmosphériques : NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} ;
- Le gain d'émissions de ces polluants selon les différents scénarios transmis par la métropole AMP.

Les années prises en compte pour cette étude sont dans un premier temps 2019 qui servira d'année de référence. Ensuite les évaluations porteront sur les années 2021, 2023, 2024 et 2025 avec et sans actions de la ZFEm. Ces années correspondent aux différentes actions de limitation de la circulation mises en place pour la ZFEm. Dans la mesure où 2022 ne fait l'objet d'aucune action nouvelle, cette année n'a pas fait l'objet de calculs des évolutions de trafic ou des émissions.

Trois scénarios de mise en œuvre de la ZFEm sont étudiés dans le cadre de l'étude de préfiguration dont la présente étude fait l'objet. Il est ainsi question d'étudier l'évolution des émissions de polluants selon les catégories de véhicules qui seront concernées, les types de vignettes Crit'Air ainsi que rythme de mise en œuvre des limitations de la circulation aux véhicules les moins polluants.

Pour permettre une évaluation de ces scénarios, il est nécessaire pour chacune des années et des scénarios de mener deux comparaisons :

- **L'évolution des émissions entre l'état de référence 2019 et le résultat de l'année et du scénario considéré.** Cette analyse permet de quantifier l'évolution des émissions due à la mise en place de la ZFEm et prend en compte le renouvellement naturel des parcs de véhicules ;
- **L'évolution des émissions entre l'état de référence « fil de l'eau » et le scénario considéré pour chacune des années.** Cette analyse permet de quantifier le gain d'émission de la mise en place de la ZFEm (seule), et ainsi d'en déterminer le bénéfice.

Note : Pour permettre un rendu global sur les trois scénarios tout en limitant le nombre et le temps nécessaire à la réalisation des différents calculs d'émissions, les 3 scénarios maintiennent des hypothèses communes sur certaines années.

Tableau 6 reprend les 3 scénarios de limitation de circulation retenus par la Métropole Aix-Marseille-Provence pour évaluer les résultats de mise en œuvre d'une ZFEm à l'échelle du centre-ville élargi de Marseille.

Les catégories de véhicules concernées par les limitations de circulation dans le périmètre ZFEm sont les suivants :

- Poids-Lourds (PL)
- Véhicules Utilitaires Légers (VUL)
- Voitures Particulières (VP)
- 2 Roues Motorisés (2RM)

Le scénario 1, dit « scénario progressif », prévoit une interdiction à la circulation dans le périmètre ZFEm des PL et VUL seulement, ayant une vignette Crit'Air 5 et non classés à partir de 2021. La seconde action ZFEm arriverait en 2023 avec une interdiction cette fois pour tous les types de véhicules Crit'Air 4. La dernière action de limitation de la circulation concernerait tous les véhicules Crit'Air 3 et entrerait en vigueur en 2025.

Le scénario 2, dit « scénario médian », est similaire au scénario 1. La seule différence réside dans l'interdiction à la circulation de la totalité des types de véhicules Crit'Air 5 et non classés à partir de 2021. Pour les autres années les actions de mise en place sont identiques.

Le scénario 3, dit « scénario soutenu », est identique au scénario 2 à l'exception d'une interdiction de circulation dès 2024 pour les véhicules Crit'Air 3 dans le périmètre ZFEm.

Tableau 6 : Présentation des scénarios étudiés pour mise en œuvre de la ZFEm de Marseille

	2021	2022	2023	2024	2025
SCENARIO 1					
 PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3%  Et véhicules non classés		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0% 		PL 14,4% VUL 15,2% VP 14% 2RM 7,1% 
 VL et 2RM					
SCENARIO 2					
 PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3% VP 2,2% 2RM 0% 		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0% 		PL 14,4% VUL 15,2% VP 14% 2RM 7,1% 
 VL et 2RM	Et véhicules non classés				
SCENARIO 3					
 PL et VUL	PL 4,4% VUL 1,3% VP 2,2% 2RM 0% 		PL 7,4% VUL 6% VP 4,5% 2RM 0% 	PL 18% VUL 18,5% VP 16,7% 2RM 9% 	
 VL et 2RM	Et véhicules non classés				

Les pourcentages indiqués aux différents horizons de mise en œuvre, en fonction des vignettes Crit’Air concernées et des catégories de véhicules, fournissent une estimation des véhicules qui ne pourront plus accéder au périmètre ZFEm. Chaque estimation fait référence au parc roulant de véhicules 2019 (cf. mise à jour de l’inventaire national des émissions du CITEPA 2018) et prend en compte l’évolution naturelle du parc.

3.2 Méthodologie employée pour calcul de l’évolution des émissions

3.2.1 Mode de calcul des émissions du trafic routier

Le calcul des émissions du trafic moyen journalier annuel (TMJA) a été réalisé par le modèle MOCAT (MODèle de CALCul des émissions du Transport), développé par Atmo Auvergne Rhône-Alpes.

Cet outil est construit sur la base de la méthodologie définie par le Pôle National de Coordination des Inventaires Territoriaux ([PCIT 2](#)) et de COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transports).

La méthodologie COPERT est financée par l’Agence Européenne de l’Environnement. Elle repose sur l’utilisation de lois empiriques d’évolution des émissions en fonction de la vitesse des véhicules. Ces lois sont spécifiées pour un grand nombre de classes, correspondant à différents types de véhicules, de carburants, de motorisations, de générations technologiques. La version 5 de COPERT a été prise en compte : [COPERT V](#).

Les sources de données locales de trafic (modèle, comptages) sont identifiées afin de caractériser au mieux le trafic circulant sur chacun des axes routiers de la zone étudiée et pour calculer les émissions et consommations associées (Figure 7).

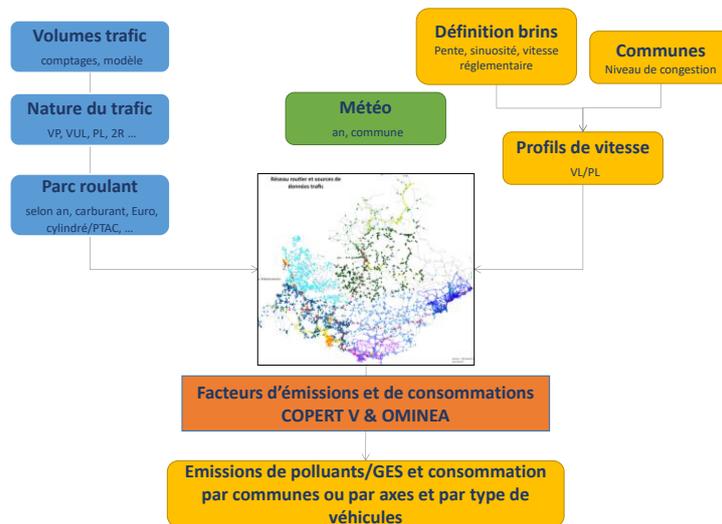


Figure 7 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier

Le calcul des émissions atmosphériques est réalisé pour chaque catégorie de véhicules avec distinction entre :

- Les opérations de moteurs chauds stabilisés ;
- La phase de chauffage (les émissions à froid) ;
- Les sources d'évaporation (distinction entre évaporation au roulage, diurnes et suite à l'arrêt du véhicule). Ces deux derniers types sont évalués à partir du parc statique connu annuellement à l'échelon des communes de la Métropole ;
- L'usure des pneus, des plaquettes de freins et des routes : un facteur d'émission moyen par kilomètre est attribué selon le type de véhicule pour les particules fines.

3.2.2 Données d'entrée et hypothèses utilisés

Comme précédemment évoqué, la méthodologie d'étude proposée par la Métropole Aix-Marseille Provence a été :

- Dans un premier temps, SETEC Energie Environnement a modélisé les évolutions et reports de trafics pour chacun des scénarios étudiés (fil de l'eau + scénarios ZFEm) ;
- AtmoSud a ensuite travaillé sur l'évaluation de l'évolution des émissions de polluants en utilisant les données fournies par le SETEC Energie Environnement comme entrées pour les calculs réalisés.

Le Tableau 7 synthétise les différentes données et hypothèses utilisées pour les calculs des émissions dans le cadre de cette étude pour l'ensemble des actions.

Tableau 7 : Données utilisées selon les paramètres nécessaires aux calculs des émissions de polluants

	2019	2021	2023	2024	2025
Trafic routier sur les axes	Données trafics modélisées par le bureau d'études, consolidées avec certains comptages routiers disponibles sur l'année de référence 2019	Données trafics modélisées par le bureau d'études, prenant en compte l'évolution naturelle du trafic (scénario fil de l'eau) ainsi que les différents scénarios ZFEm considérés. Des estimations de report modal à l'horizon 2025 ont été intégrées dans les modélisations des flux de trafic réalisées par le bureau d'études ainsi que les différents projets d'offre structurante de transport collectif (métro, tramway et bus à haut niveau de service) dont la réalisation est prévue à l'horizon 2030. La liste des différents projets de transports en commun pouvant impacter le trafic dans le périmètre ZFEm se trouve en ANNEXE 5.			
Répartition des types de véhicules	Il s'avère relativement complexe avec l'outil de calcul actuellement détenu par AtmoSud de faire varier pour chaque brin routier la part de VUL et de 2RM. À partir des données fournies par le bureau d'études, une part de 2RM et VUL spécifique par type de réseau (urbain ou autoroute) a été estimée en tenant compte de la situation du réseau (ZFEm et hors ZFEm) et ce pour chaque scénario. La part précise de VP est connue pour chaque brin du modèle, les données étant fournies par le bureau d'études à partir du modèle Métropolis 13. Concernant les flux PL existants, c'est à partir des données du modèle FRETURB de logistique urbaine que les données existantes ont pu être complétées pour les calculs réalisés. Note : l'estimation de flux VUL a été calculée par rapport à l'ensemble des véhicules légers (VP + VUL) Note : l'estimation des flux 2RM a été définie par l'AGAM compte tenu des estimations réalisées dans le cadre du projet de plan de déplacements urbains métropolitain et de récents comptages routiers fournis par la Métropole.				
Parc roulant utilisé	Les parcs roulants utilisés sont les parcs nationaux, construits par le CITEPA ³ et détaillés en fonction du type d'axe. Le parc roulant de l'année 2019 est issu en partie des données d'immatriculation. Les parcs roulants 2021, 2023, 2024 et 2025 sont issus de données de parcs prospectifs (MEEM-DGEC/CITEPA version Mai 2018) construites par le CITEPA et mises à jour pour l'année 2019. Dans le périmètre ZFEm : selon les scénarios pris en compte pour l'étude, les véhicules étant interdits à la circulation dans la ZFEm sont retirés. Le parc roulant est recalculé sans ces véhicules, au prorata des véhicules qui restent autorisés En dehors du périmètre ZFEm : les actions ZFEm n'impactent pas le parc roulant en dehors du périmètre ZFEm. Le parc roulant utilisé est donc le parc prospectif établi par le CITEPA.				
Outils de calcul et facteurs d'émissions	Modèle MOCAT (MOdèle de CA lcul des émissions du Transport), développé par Atmo AURA, construit sur la base de la méthodologie définie par le Pôle National de Coordination des Inventaires Territoriaux (PCIT 2) et de COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Transports), dans le cas présent COPERT V .				
Météo	Données communales météo 2017 – modèle WRF AtmoSud				
Population	Données communales population 2017 – source Insee				

De plus, il a été nécessaire de déterminer la part modale des différents modes de transport pour les années à venir (Tableau 8). A l'aide des données recensées dans le cadre du projet dans le plan de déplacements urbains métropolitain, des objectifs à l'horizon 2025 ont été définis en cohérence avec le contexte local par la Métropole Aix-Marseille-Provence, SETEC Energie Environnement et AtmoSud. L'ensemble des hypothèses et résultats sur l'étude trafic sont disponibles dans le rapport fourni par SETEC Energie Environnement⁴).

³ Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique. Lien internet : <https://www.citepa.org/fr/>

⁴ SETEC Energie Environnement, 2020. Etude de préfiguration pour la mise en œuvre d'une Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFEm) sur la métropole Aix-Marseille-Provence. Note sur les résultats des modélisations trafic.

Tableau 8 : Estimation de la part modale des différents modes de transports aux horizons futurs

Type	2019	2021	2023	2024	2025
VL et 2RM	43,6%	40,1%	38,0%	37,0%	36%
Transports en commun	15,0%	16,6%	17,8%	18,4%	19%
Marche et vélo	41,1%	42,7%	43,8%	44,4%	45%

3.2.3 Parcs roulants utilisés

Sur le territoire de la Métropole Aix-Marseille-Provence, AtmoSud utilise, pour le calcul des émissions de polluants, des parcs roulants qui varient selon les années et le type de réseau routier.

Dans le cadre de cette étude, les données utilisées sont issues du parc roulant national construit par le CITEPA (CITEPA version mai 2018 sur les années 2019, 2021, 2023, 2024 et 2025 à partir des données statistiques sur le nombre de véhicules en circulation et de leurs caractéristiques. Les parcs roulants sont ensuite modulés en fonction des distances moyennes parcourues pour chaque type de véhicules selon les types de réseaux : urbains ou autoroutes. Les Figure 8 à Figure 11 illustrent l'évolution du parc roulant tous véhicules confondus selon le scénario fil de l'eau pour 2019, 2021, 2023, 2024, 2025 dans un premier temps et pour les différents scénarios ZFEm. Le parc roulant pour chaque type de véhicules est ensuite réajusté selon les classes de véhicules interdites sur la ZFEm (ANNEXE 7).

3.2.3.1 Evolution du parc roulant urbain selon le scénario fil de l'eau

► **Les véhicules Crit'Air 2 sont largement majoritaires en 2019, comptant pour 51% du parc roulant total et atteignant près de 60% en 2025 selon le scénario fil de l'eau**

La Figure 8 montre la part de chaque vignette Crit'Air sur le parc roulant marseillais en tenant compte de l'ensemble des types de véhicules considérés pour cette étude (VP, VUL, PL et 2RM). En 2019, la grande majorité du parc roulant est représentée par les véhicules ayant une vignette Crit'Air 2 (51%). En 2025, la part des véhicules Crit'Air 2 atteindrait 60 % du parc total. Avec le renouvellement naturel du parc, les véhicules les plus propres, avec une vignette Crit'Air 1 et les véhicules électriques, prennent une part grandissante au fil des années.

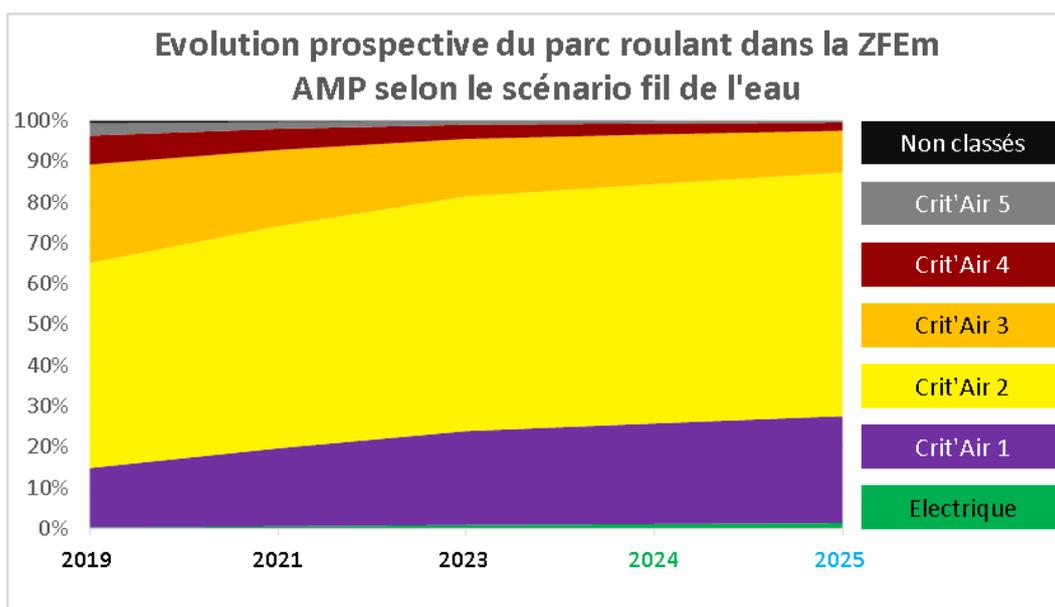


Figure 8 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau

Considérant le renouvellement naturel du parc roulant, il est constaté que les véhicules les plus polluants sont amenés à disparaître complètement de la circulation d'ici quelques années. Toutefois ils seront toujours présents en 2025, bien que représentant une minorité.

3.2.3.2 Evolution du parc roulant dans le périmètre ZFEm avec les différents scénarios de la métropole AMP

A partir de cette évolution naturelle prévisionnelle du parc roulant existant, un rythme de mise en place de la ZFEm a été proposé au travers de 3 scénarios de mise en œuvre.

Les graphiques présentés ci-dessous (Figure 9 à Figure 11) illustrent les effets souhaités par la mise en place d'une ZFEm : un renouvellement plus rapide du parc de véhicules dans le périmètre en question. Les parcs roulants utilisés pour chacun des scénarios présentent des différences.

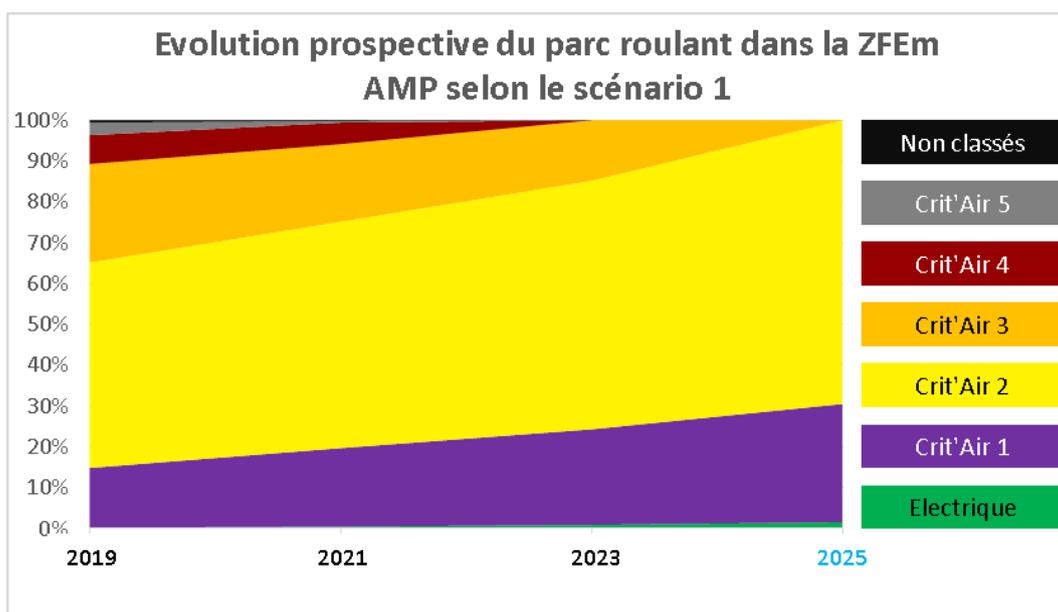


Figure 9 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1

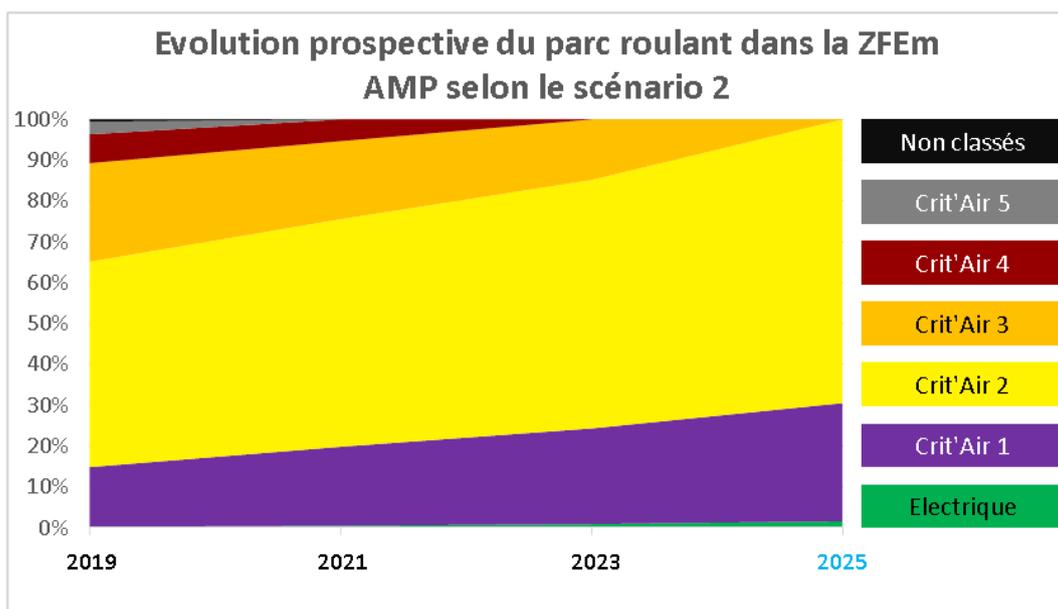


Figure 10 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2

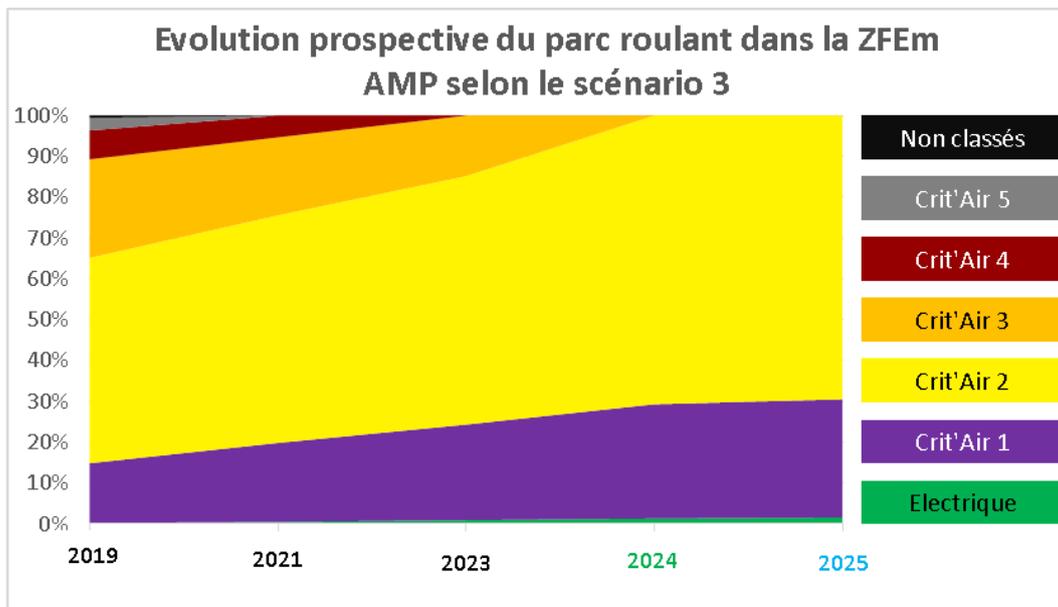


Figure 11 : Evolution prospective du parc roulant dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3

► **En 2021, une différence très faible sur les véhicules Crit'Air 5 et non classés**

C'est en 2021 que le scénario 1 se démarque des autres scénarios de la ZFEm. En effet, dans le périmètre ZFEm, seuls les PL et VUL Crit'Air 5 et non classés seraient interdits à la circulation. En 2021, les véhicules Crit'Air 5 et non classés autorisés à circuler (VP + 2RM) représenteraient seulement 0,6% du parc total de véhicules.

► **En 2024, le scénario 3 interdirait une part roulante des véhicules Crit'Air 3 plus importante qu'en 2025 pour les autres scénarios**

Pour le scénario 3, c'est en 2024 que les véhicules Crit'Air 3 seraient interdits de circuler dans le périmètre ZFEm, contre 2025 pour les deux autres scénarios. En 2024, les véhicules Crit'Air 3 représenteraient une part roulante d'environ 12% contre 10% en 2025 (cf.

Tableau 6).

3.3 Evaluation de l'impact de la ZFEm sur les distances parcourues

L'analyse proposée ici cherche à donner des éléments quant aux distances parcourues en fonction du type de vignette Crit'Air concerné. Une analyse plus complète a été préalablement réalisée par SETEC Energie Environnement⁵.

Les distances parcourues calculées pour toutes les catégories de véhicules et en fonction des types de vignettes Crit'Air sont issues des sorties de modèles de SETEC Energie Environnement. Elles servent de données d'entrée aux calculs d'évolution des émissions. Les données SETEC Energie Environnement font état, pour chacun des brins, d'un volume de trafic pour chaque catégorie de véhicule. Ainsi, avec les données dont dispose AtmoSud et les outils de calculs à sa disposition, la part de vignettes Crit'Air circulant sur chaque axe a pu être déterminée.

3.3.1 Bilan des distances parcourues en 2025 sans ZFEm

► Fil de l'eau : une baisse relativement faible des distances parcourues par l'ensemble des véhicules d'ici 2025

La situation de référence 2019 fait état de 392 millions de km parcourus contre 385 en 2025 (Figure 12). Les distances parcourues issues des sorties de modèles du SETEC Energie Environnement montrent donc, pour le scénario fil de l'eau, une légère diminution des trafics à l'horizon 2025.

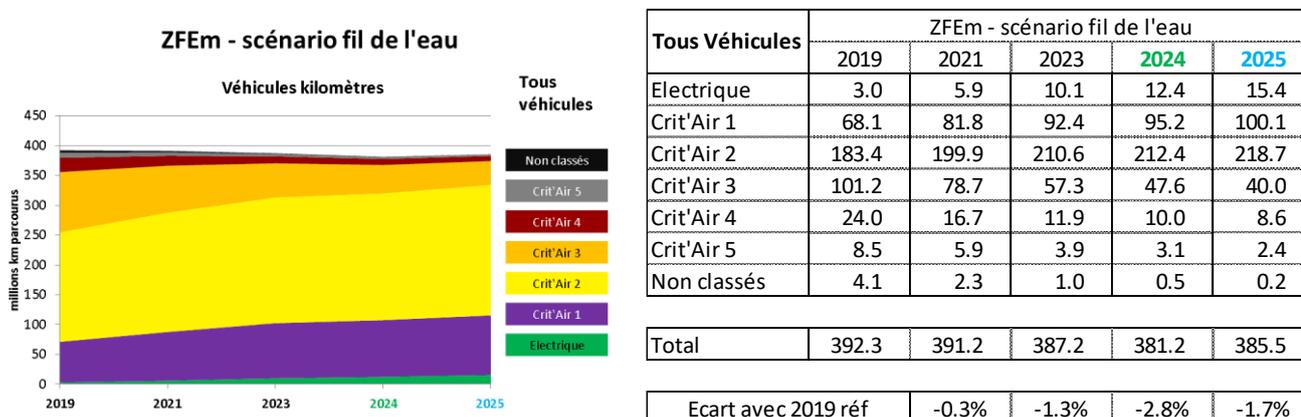


Figure 12 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en millions de km parcourus par an)

⁵ SETEC Energie Environnement 2020. Etude de préfiguration pour la mise en œuvre d'une Zone à Faibles Emissions mobilité (ZFEm) sur la métropole Aix-Marseille-Provence. Note sur les résultats des modélisations trafic.

3.3.2 Bilan des distances parcourues dans la ZFEm

Dans le périmètre ZFEm, par rapport à 2019, les scénarios ZFEm prévoient une baisse des distances parcourues d'environ 3% à l'horizon 2025 (Figure 13 à Figure 15). C'est 1% de moins que le fil de l'eau 2025.

► En 2021, une différence de seulement 0,2% entre le scénario 1 et les autres scénarios

Dans le périmètre ZFEm, en 2021 par rapport au fil de l'eau, l'impact des scénarios 2 et 3 ferait baisser les distances parcourues de 0,2% supplémentaire. Interdire à la circulation les VP qui représentent 73% des distances parcourues permet de retirer un volume de trafic plus important que pour les actions sur les autres types de véhicules, expliquant l'écart avec le scénario 1 (cf. Figure 12).

► En 2024, l'évolution globale du trafic avec le scénario 3 serait de -4% par rapport à 2019 dans le périmètre ZFEm

Les chiffres d'évolution des trafics sont identiques à l'horizon 2025 pour les scénarios 2 et 3 jusqu'en 2023. En 2024, l'évolution globale du trafic serait de -4% par rapport à 2019. L'interdiction des véhicules Crit'Air 3 en 2024 retire une part plus importante de véhicules qu'en 2025, ce qui pourrait expliquer cette différence légèrement plus importante.

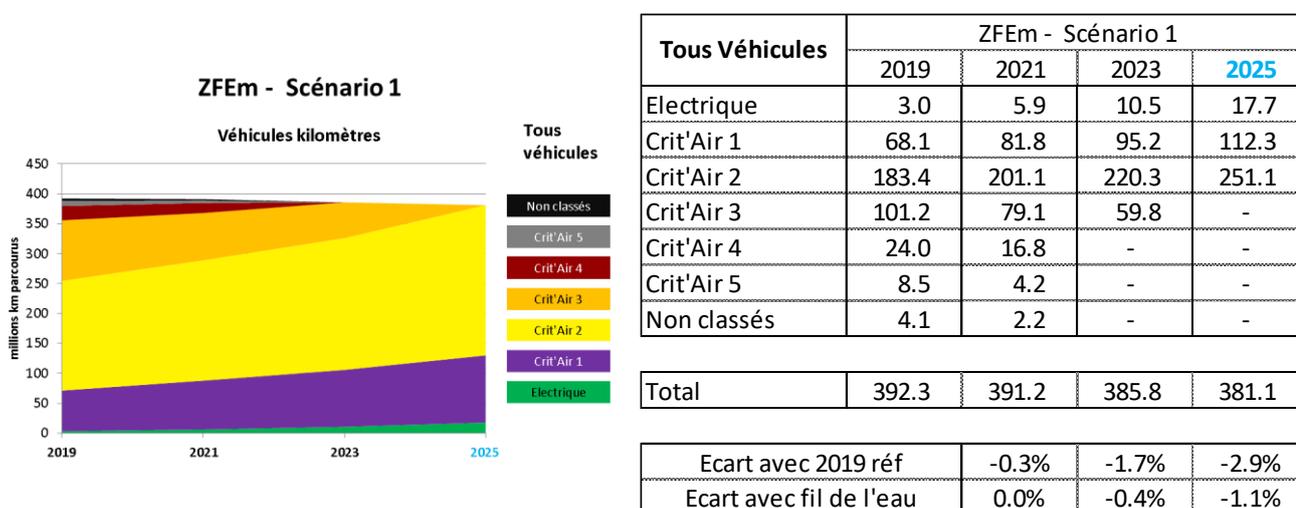


Figure 13 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en millions de km parcourus par an)

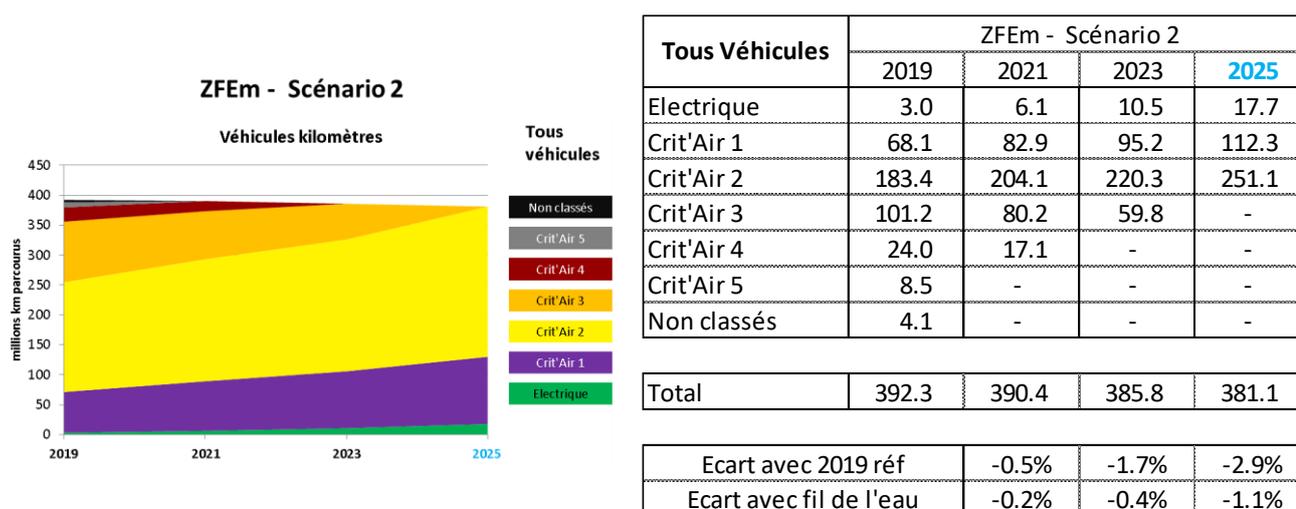


Figure 14 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en millions de km parcourus par an)

NB : Les scénarios 1 et 2 sont à échéance 2025, sans qu'aucune restriction nouvelle ne soit effective en 2024. De fait, l'année 2024 n'est pas représentée dans les Figure 13 et Figure 14.

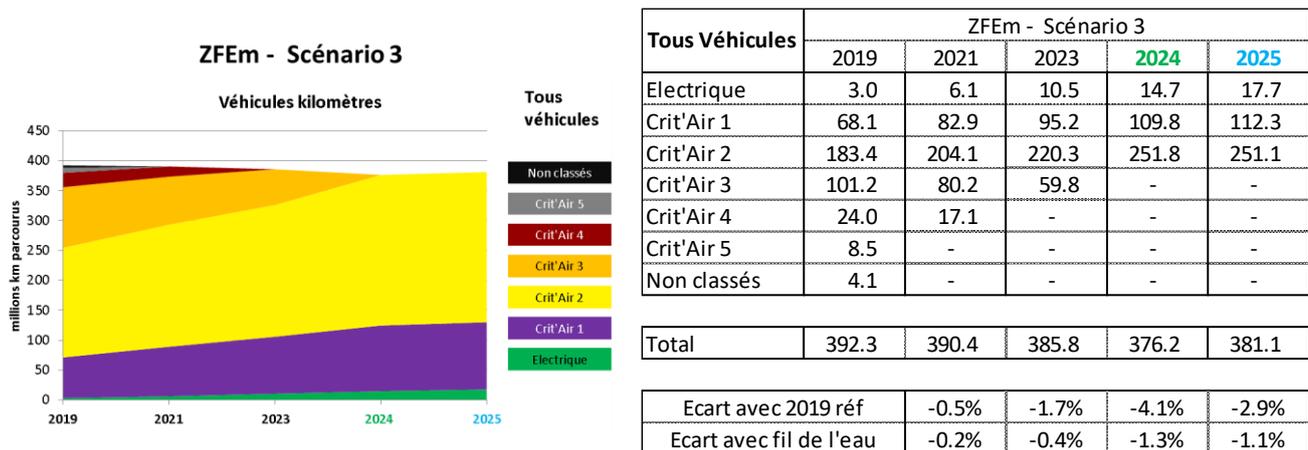


Figure 15 : Evolution des distances parcourues dans la ZFEm Marseille selon le scénario 3 (en millions de km parcourus par an)

NB : Le scénario 3 prévoit l'interdiction à la circulation des véhicules Crit'Air 3 dès 2024. Il n'y a pas de restriction nouvelle pour ce scénario en 2025. De fait, en 2025, on obtient les mêmes résultats que pour les autres scénarios ZFEm.

L'objectif d'une ZFEm est d'abaisser les émissions de polluants sans pour autant avoir un impact significatif sur les distances parcourues. Cependant, les différents projets de transports en commun lourds dont la réalisation est prévue à horizon 2030 ainsi que les estimations de report modal à l'horizon 2025 auraient un impact léger sur les distances parcourues dans le périmètre ZFEm.

3.4 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions d'oxydes d'azote (NO_x)

L'évaluation des actions de la ZFEm est réalisée dans un premier temps sur les émissions des oxydes d'azote (NO_x). Cette évaluation tient compte de l'évolution des émissions avec le scénario fil de l'eau. Les différents scénarios ZFEm seront ensuite analysés.

Une analyse globale regroupant tous les types de véhicules est ici développée, le détail par type de véhicules est présenté dans l'ANNEXE 8.

La structure de l'analyse des émissions de NO_x se déroule de la manière suivante :

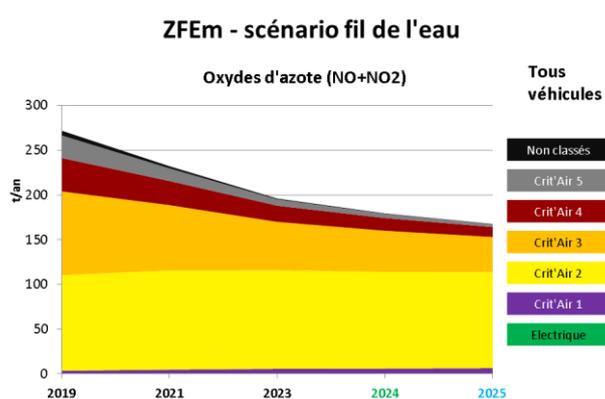
- Une analyse des scénarios par polluant **dans le périmètre ZFEm** ;
- L'intégration de la ZFEm dans le bilan des émissions de chacun des polluants à **l'échelle de la commune de Marseille** ;
- Une cartographie des émissions des polluants par axe sur **l'ensemble de la commune de Marseille avec un zoom sur le périmètre ZFEm** ;
- Une synthèse regroupant l'ensemble des scénarios afin de mettre en évidence leurs points communs et leurs différences.

Note : Pour chacun des tableaux présentés concernant l'évolution des émissions de polluants, deux paramètres sont pris en compte pour qualifier les gains en émissions. D'une part, la ligne « écart avec 2019 réf » tient compte de l'évolution technologique du parc et à cela s'ajoutent les actions de la ZFEm (excepté pour le scénario fil de l'eau). La ligne « écart avec fil de l'eau » permet de qualifier l'impact seul de la ZFEm sur les émissions, c'est-à-dire le pourcentage d'abaissement des émissions supplémentaire engendré par les actions de la ZFEm.

3.4.1 Emissions de NO_x dans le périmètre ZFEm - Scénario fil de l'eau

► Une baisse de près de 38% due à l'évolution technologique du parc roulant

Les distances parcourues au sein du périmètre ne connaissant qu'une légère baisse. En effet, le renouvellement du parc routier permet d'introduire dans la circulation des véhicules toujours plus efficaces en termes d'émissions de polluants avec des normes plus restrictives les unes que les autres au fil des années (ce sont les normes Euro des véhicules). Cette évolution technologique permettrait à elle seule d'abaisser les émissions de NO_x de près de 38% au sein du périmètre ZFEm (Figure 16).



NO _x - Tous véhicules	ZFEm - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.7	6.0	6.5
Crit'Air 2	106.7	110.9	110.1	108.0	107.5
Crit'Air 3	93.7	72.9	54.1	46.0	39.1
Crit'Air 4	37.3	27.0	18.1	14.2	11.1
Crit'Air 5	25.2	14.1	7.0	4.8	3.4
Non classés	5.3	2.4	0.9	0.5	0.2
Total (en t/an)	271.8	232.2	196.0	179.5	167.6
Ecart avec 2019 réf		-14.6%	-27.9%	-34.0%	-38.3%

Figure 16 : Evolution des émissions de NO_x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)

► Une baisse due en majorité aux poids lourds et aux VP

Sur les 38% de la baisse prévue, la majorité serait due tout d'abord au poids lourds, contribuant pour 19% de la baisse et des voitures particulières à une baisse de 16% des émissions de NO_x (Tableau 9).

Les voitures particulières ont des émissions unitaires faibles mais représentent un volume de trafic important. Elles représentent plus de 50% des émissions totales. En revanche, contrairement aux VP, les PL ont un volume de trafic bien plus faible mais ont de fortes émissions unitaires et comptent pour environ 30% des émissions totales.

Tableau 9 : Contribution de chaque type de véhicules dans la réduction des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm et pour le scénario fil de l'eau par rapport à 2019

Fil de l'eau - NO _x	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-5.1%	-11.1%	-14.4%	-16.3%
Contribution des VUL	-0.8%	-1.7%	-2.0%	-2.5%
Contribution des PL	-8.7%	-15.0%	-17.4%	-19.4%
Contribution des 2RM	0.0%	-0.1%	-0.1%	-0.1%
Ecart global avec 2019	-14.6%	-27.9%	-34.0%	-38.3%

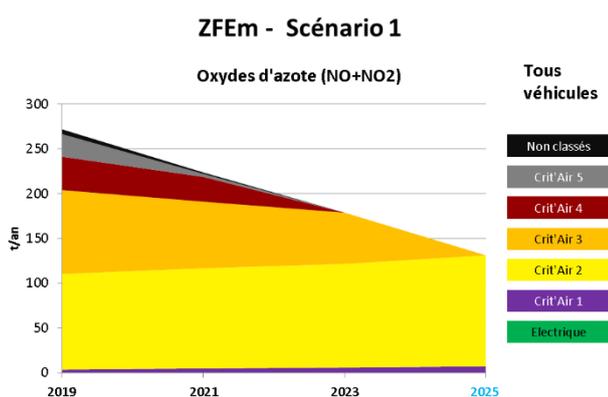
3.4.2 Emissions de NO_x dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios

► A l'horizon 2025, les 3 scénarios sont identiques et permettent une réduction des émissions de NO_x de 22% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Dans le périmètre ZFEm et à l'horizon 2025, le constat est identique pour l'ensemble des scénarios (Figure 17 à Figure 19) :

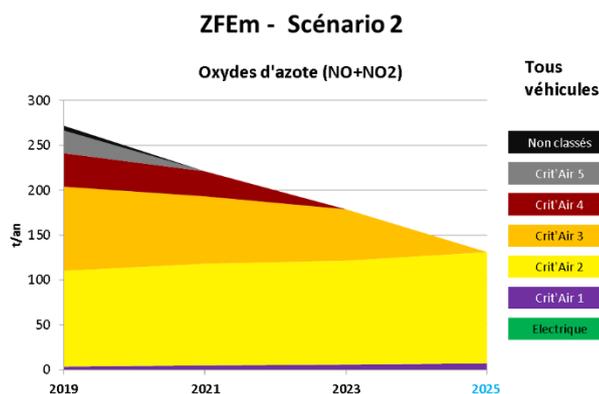
- En 2025 et avec la mise en place des actions de la ZFEm, les gains d'émissions de NO_x seraient **22 % plus importants par rapport au fil de l'eau** ;
- Par rapport à 2019, cela devrait permettre une baisse globale des émissions de NO_x de **52 % à l'horizon 2025**. De 272 tonnes en 2019, les émissions de NO_x baisseraient jusqu'à 131 tonnes en 2025.

Les 3 scénarios ont en revanche des spécificités, sur la temporalité et le niveau de mise en place des actions restrictives. Les différences entre les 3 scénarios sont détaillées dans les paragraphes suivants avec les Figure 17 à Figure 19.



NO _x - Tous véhicules	ZFEm - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	111.9	115.7	124.0
Crit'Air 3	93.7	74.3	57.3	-
Crit'Air 4	37.3	27.7	-	-
Crit'Air 5	25.2	3.3	-	-
Non classés	5.3	1.6	-	-
Total (en t/an)	271.8	223.7	178.8	131.1
Ecart avec 2019 réf		-17.7%	-34.2%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau		-3.6%	-8.8%	-21.8%

Figure 17 : Evolution des émissions de NO_x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an)

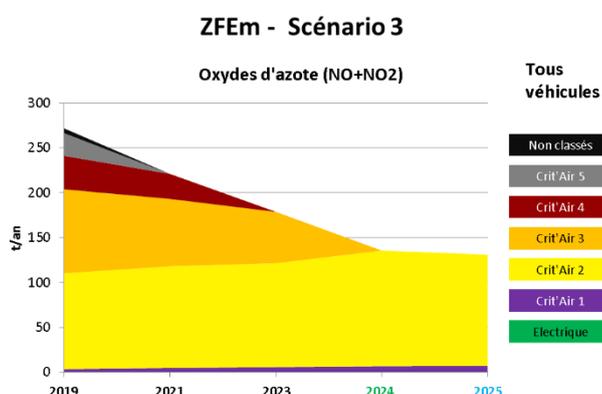


NOx - Tous véhicules	ZFEm - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	113.4	115.7	124.0
Crit'Air 3	93.7	75.0	57.3	-
Crit'Air 4	37.3	27.9	-	-
Crit'Air 5	25.2	-	-	-
Non classés	5.3	-	-	-

Total (en t/an)	271.8	221.1	178.8	131.1
-----------------	-------	-------	-------	-------

Ecart avec 2019 réf	-18.7%	-34.2%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-21.8%

Figure 18 : Evolution des émissions de NO_x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an)



NOx - Tous véhicules	ZFEm - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	6.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	113.4	115.7	128.8	124.0
Crit'Air 3	93.7	75.0	57.3	-	-
Crit'Air 4	37.3	27.9	-	-	-
Crit'Air 5	25.2	-	-	-	-
Non classés	5.3	-	-	-	-

Total (en t/an)	271.8	221.1	178.8	135.7	131.1
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------

Ecart avec 2019 réf	-18.7%	-34.2%	-50.1%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-24.4%	-21.8%

Figure 19 : Evolution des émissions de NO_x dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an)

NB : le résultat de l'impact de la ZFEm (écart avec fil de l'eau) n'est pas égal à l'opération : Ecart avec 2019 réf du scénario fil de l'eau de l'année X – Ecart avec 2019 réf du scénario ZFEm de l'année X. Les trafics n'étant pas identiques entre le fil de l'eau et les scénarios ZFEm, cela joue donc sur les émissions de polluants.

► En 2021, une différence minime des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm

Pour rappel, en 2021, les premières restrictions de circulation sont les véhicules Crit'Air 5 et non classés. Le scénario 1 pose l'interdiction à la circulation des seuls PL et VUL Crit'Air 5 et non classés tandis que les deux autres scénarios se veulent plus contraignants en étendant l'interdiction également aux VP et 2RM.

Dans le périmètre ZFEm, en 2021, cela aurait pour conséquence une faible différence sur les émissions de NO_x. Interdire tous les types de véhicules Crit'Air 5 et non classés permettrait d'abaisser les émissions de NO_x de **1.2% supplémentaire**. Cela correspondrait à **2,6 tonnes de NO_x** dans la zone ZFEm (entre scénarios 2 et 3 et scénario 1).

► Dans le périmètre ZFEm, en 2024, le scénario 3 permet un gain plus rapide des émissions de NO_x : 24% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Le scénario 3 de la ZFEm évalue la mise en place d'une interdiction à la circulation de tous les types de véhicules Crit'Air 3 dès **2024**. Pour les scénarios 1 et 2, cette restriction ne serait en vigueur qu'en 2025.

En 2024, les véhicules Crit'Air 3 représentent une part roulante plus importante qu'en 2025. Le gain en émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm apparaîtrait donc plus tôt et de façon plus importante. En effet, en 2024, le scénario 3 permettrait un abaissement des émissions d'oxydes d'azote de 24% par rapport au fil de l'eau.

Le scénario 3 permettrait un abaissement plus rapide des émissions d'oxydes d'azote, dès 2024, avec une diminution des émissions de NO_x de près de 50% par rapport à 2019 et de 24% par rapport au fil de l'eau 2024.

Dans le périmètre ZFEm, les 3 scénarios de la ZFEm convergent vers le même impact en 2025 :

- **22% d'émissions de NO_x en moins par rapport au fil de l'eau.**
- **Par rapport à l'état de référence 2019, les émissions de NO_x diminueraient de 52% dans le périmètre ZFEm.**

3.4.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de NO_x en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille

Avec les données de trafics transmises par SETEC Energie Environnement, les émissions de NO_x ont pu être calculées sur l'ensemble de la commune de Marseille. La Figure 20 représente les différences d'émissions de NO_x entre 2025 fil de l'eau et 2025 scénario ZFEm (les années intermédiaires sont disponibles dans l'ANNEXE 9). **Cette carte représente uniquement l'impact de la ZFEm.**

Pour rappel, en 2025, seuls les véhicules électriques, Crit'Air 1 et 2 seraient encore autorisés à circuler dans le périmètre ZFEm. En dehors de ce périmètre, aucune restriction ne s'appliquera sur la circulation des véhicules.

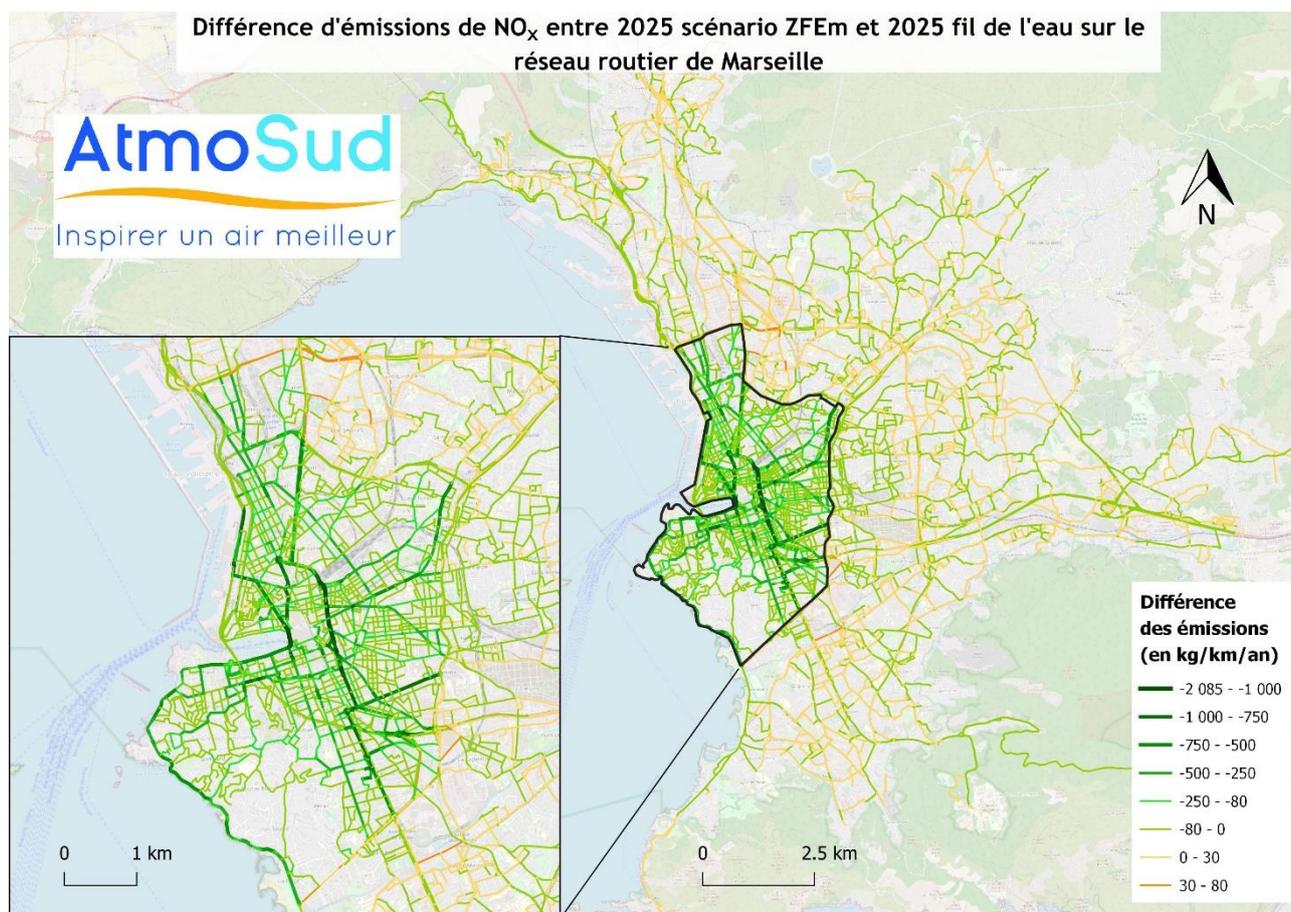


Figure 20 : Différence d'émissions de NO_x entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau (en kg/km)

► Dans la ZFEm, un gain des émissions plus important sur les axes structurants

Le bilan dans le périmètre ZFEm fait état d'une diminution relativement importante sur la quasi-totalité des axes. Les axes structurants dans le périmètre sont bien visibles notamment sur le Cours Lieutaud, l'Avenue du Prado et sur le Boulevard Baille. C'est aujourd'hui dans cette zone qu'il y a des enjeux importants en termes de qualité de l'air (cf. Figure 3). Une analyse détaillée sur le cas pratique de deux axes structurants présentant une baisse importante des émissions (Cours Lieutaud et Bd. Baille) se trouve en ANNEXE 10.

Cette forte diminution des émissions de NO_x se répercuterait sur les concentrations de NO₂ mesurées dans le périmètre ZFEm et les populations se verraient moins exposées à des dépassements des valeurs réglementaires.

► En dehors de la ZFEm, un bilan plus contrasté

En dehors du périmètre ZFEm, les différences d'émissions de NO_x en 2025 avec le scénario ZFEm par rapport au fil de l'eau sont moins marquées. Il est observé une légère augmentation des émissions de NO_x sur la L2.

Cette faible augmentation d'émissions de NO_x est due à une augmentation des trafics sur cet axe d'environ 100 à 300 véhicules supplémentaires par jour (ANNEXE 11). Cette **augmentation est relativement faible** au vu du volume de trafic généré sur cet axe qui est environ de 100 000 véhicules par jour.

► **Sur l'ensemble de la commune de Marseille, la mise en place de la ZFEm abaisserait les émissions de 3% supplémentaires par rapport au fil de l'eau**

Le Tableau 10 reprend et synthétise les émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm et en dehors, afin de dresser un bilan plus global sur la commune de Marseille :

- Les données présentées ci-dessous montrent que l'impact de la ZFEm est efficace dans le périmètre de la ZFEm, ou les enjeux de qualité de l'air sur les oxydes d'azotes sont les plus présents.
- En dehors de la ZFEm, les émissions seraient identiques entre le fil de l'eau et avec la mise en place de la ZFEm.
- Sur l'ensemble de la commune de Marseille, l'impact de la ZFEm entrainerait une baisse globale des émissions de NO_x de 3% supplémentaires par rapport au fil de l'eau. Bien que ce pourcentage soit faible, cela représenterait près de 37 tonnes d'émissions de NO_x en moins en 2025 sur la commune de Marseille.

Tableau 10 : Bilan sur les émissions de NO_x dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025

NO _x (en t/an)	2019 référence	2025 fil de l'eau	2025 scénario ZFEm	2025 fil de l'eau - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2025 fil de l'eau
ZFEm	271.8	167.6	131.1	-38.3%	-51.8%	-21.8%
Hors ZFEm	1 568.1	1 027.0	1 026.8	-34.5%	-34.5%	0.0%
Bilan global Marseille	1 840.0	1 194.7	1 157.9	-35.1%	-37.1%	-3.1%

Dans le périmètre ZFEm et sur la base des hypothèses de travail, les émissions de NO_x connaîtraient une baisse significative sur la quasi-totalité des axes routiers, en particulier sur les axes structurants. Les gains attendus par la ZFEm sont très majoritairement obtenus à l'intérieur de ce périmètre, où se concentrent aujourd'hui les principaux enjeux de qualité de l'air dans Marseille.

Le bilan est plus contrasté en dehors du périmètre de la ZFEm. En 2025, il n'y a pas de différence sur les émissions de NO_x entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFEm.

Sur l'ensemble de la commune de Marseille, en 2025, la mise en place de la ZFEm entrainerait une réduction de 3% supplémentaires des émissions de NO_x par rapport au fil de l'eau.

3.4.4 Synthèse de l'évaluation de la ZFEm sur les émissions de NO_x

► Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la mise en place de la ZFEm permettrait une réduction des émissions de NO_x de 22% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Si les gains en émissions de NO_x induits par la ZFEm sont de 3% supplémentaires en 2025 par rapport au fil de l'eau à l'échelle de la commune Marseille, soit 37 tonnes, ils apparaissent bien plus significatifs à l'intérieur du périmètre ZFEm. La Figure 21 représente l'impact de la mise en place de la ZFEm par rapport à un scénario fil de l'eau. Ce graphique permet d'appréhender les différences en termes de gain pour chacune des années prises individuellement et ce, en fonction du scénario de mise en œuvre envisagé.

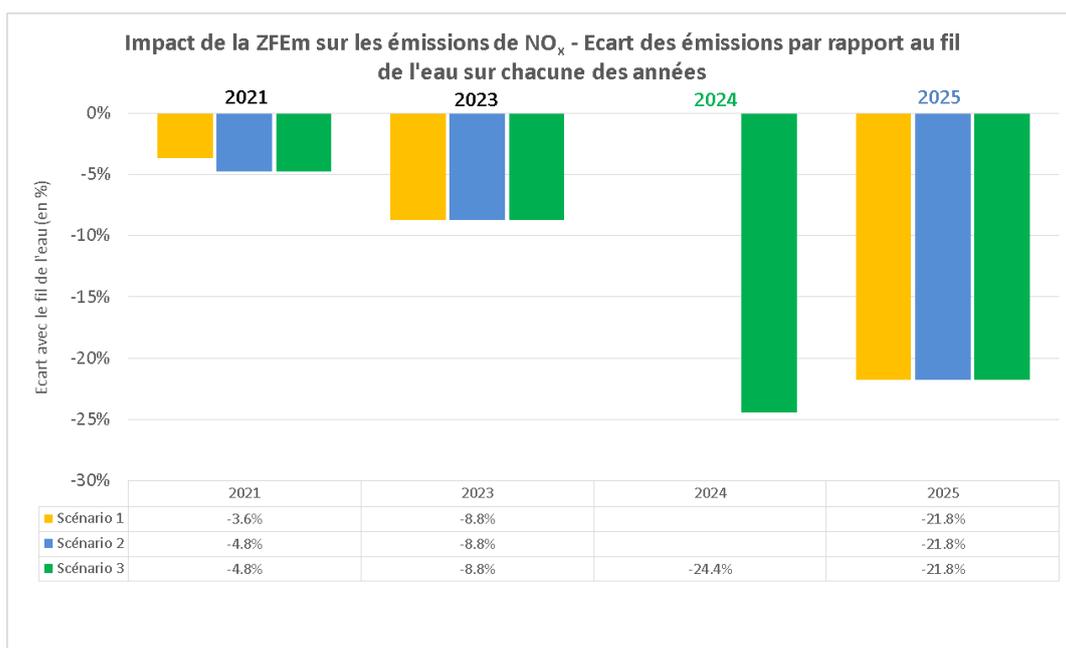


Figure 21 : Impact de la ZFEm sur les émissions de NO_x – Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau

- En 2021, les scénarios 2 et 3, avec interdiction des VP et 2 roues de Crit'Air 5 et non classés, permettent un gain complémentaire de 1,2% par rapport au scénario 1.
- En 2024, le scénario 3 aurait un impact plus important avec 24% d'émissions de NO_x en moins par rapport au fil de l'eau.
- En 2025, les 3 scénarios permettent une réduction de 22% des émissions de NO_x dans la ZFEm

► Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la ZFEm entrainerait une réduction des émissions de NO_x de près de -52% par rapport à 2019

La Figure 22 présente l'évolution des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm selon les scénarios en tenant compte d'une part de l'évolution technologique naturelle du parc roulant et d'autre part la mise en place des actions de la ZFEm.

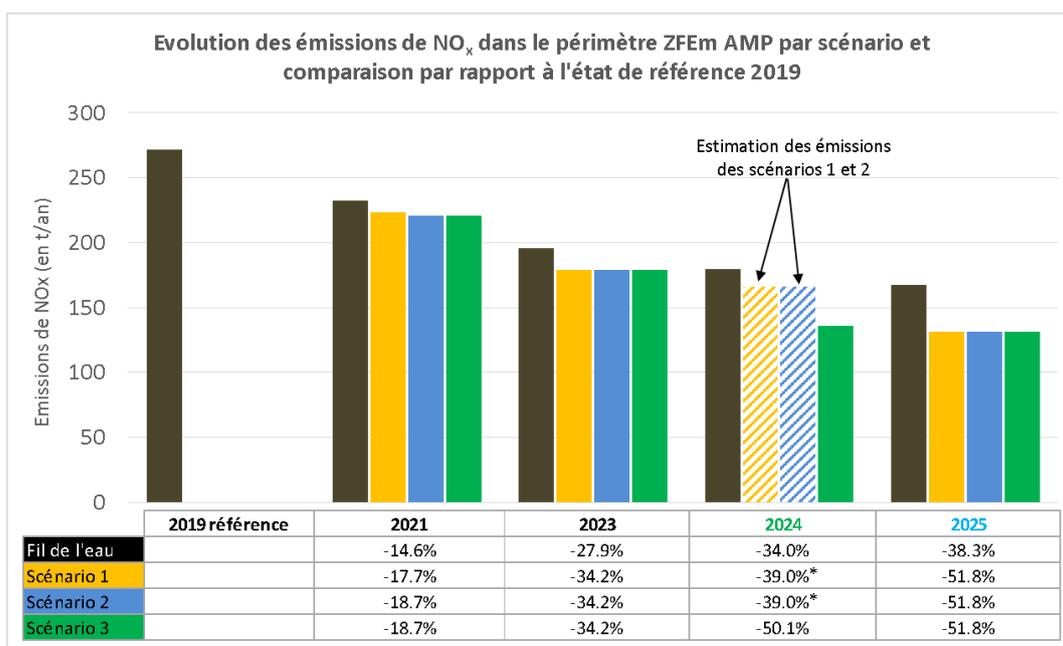


Figure 22 : Evolution des émissions de NO_x dans la ZFEm de Marseille par scénario et comparaison par rapport à l'état de référence 2019

Une méthodologie pour l'estimation des émissions de NO_x pour 2024 scénarios 1 et 2 ZFEm a été développée (ANNEXE 12). Cette estimation **permet d'une part d'avoir un tendanciel des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm jusqu'en 2025. D'autre part, cela permet de comparer les émissions de NO_x sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025 pour les 3 scénarios et ainsi de déterminer l'efficacité globale d'interdire les véhicules Crit'Air 3 dès 2024 pour le scénario 3, soit 1 an plus tôt que les autres scénarios.**

Les gains cumulés sur les 4 années (2021, 2023, 2024 et 2025) ont été regroupés pour le fil de l'eau et les 3 scénarios afin d'être en mesure de **quantifier sur l'ensemble de la période le gain cumulé apporté par chacun des scénarios en plus du fil de l'eau.** Bien qu'en 2025 les 3 scénarios ZFEm convergent vers la même baisse des émissions de NO_x, il en ressort que **le cumul des gains en émissions sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025 diffère d'un scénario à l'autre** (Tableau 11).

Dans le périmètre ZFEm, sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 paraît plus efficace que les scénarios 1 et 2 avec un gain global de 35% supplémentaires par rapport au scénario sans ZFEm.

Tableau 11 : Gains cumulés sur les émissions de NO_x des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023 2024 et 2025

NO _x	Gain cumulé (2021, 2023, 2024, 2025) des émissions tonnes/4 ans	Gain de chaque scénario en plus du fil de l'eau sur les 4 ans
Fil de l'eau	-312.1	
Scénario 1	-75.7	24%
Scénario 2	-78.3	25%
Scénario 3	-108.5	35%

Bien qu'en 2025 les 3 scénarios convergent vers le même impact par rapport au fil de l'eau, le niveau de restriction de la circulation ainsi que son rythme d'évolution dans le temps entraînent des différences sur les gains globaux des émissions de NO_x

Lorsque l'on parle de gain global sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 serait plus efficace que les scénarios 1 et 2 avec une baisse globale de 35% des émissions de NO_x par rapport à une situation sans ZFEm.

3.5 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 10 µm (PM₁₀)

L'évaluation des actions de la ZFEm porte aussi sur les émissions de particules fines inférieures à 10 µm (PM₁₀). Pour rappel, cette évaluation tient compte en premier lieu de l'évolution des émissions avec le scénario fil de l'eau. Les différents scénarios ZFEm seront ensuite analysés.

Une analyse globale regroupant tous les types de véhicules est ici développée, le détail par type de véhicules est présenté en ANNEXE 8.

La structure de l'analyse des émissions de PM₁₀ se déroule de la manière suivante :

- Une analyse des scénarios par polluant **dans le périmètre ZFEm**
- L'intégration de la ZFEm dans le bilan des émissions de chacun des polluants à **l'échelle de la commune de Marseille**
- Une cartographie des émissions des polluants par axe sur **l'ensemble de la commune de Marseille avec un zoom sur le périmètre ZFEm**.

Rappel : dans chacun des tableaux présentés pour l'évolution des émissions de polluants, deux paramètres sont pris en compte pour qualifier les gains en émissions. D'une part, la ligne « **écart avec 2019 réf** » tient compte de **l'évolution technologique du parc et à cela s'ajoutent les actions de la ZFEm** (excepté pour le scénario fil de l'eau).

La ligne « **écart avec fil de l'eau** » permet de qualifier **l'impact seul de la ZFEm** sur les émissions, c'est-à-dire le pourcentage d'abaissement des émissions supplémentaire engendré par les actions de la ZFEm.

3.5.1 Emissions de PM₁₀ dans le périmètre ZFEm – Scénario fil de l'eau

► Une baisse de près de 13% due à l'évolution technologique du parc roulant

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, le renouvellement du parc roulant permettrait à lui seul une diminution de 13% par rapport à 2019 (Figure 23). La baisse des émissions de particules fines est moins marquée que pour les oxydes d'azote : la part des émissions de PM₁₀ liées à l'échappement et à la surémission à froid diminue sensiblement tandis que la contribution liée à la resuspension et aux phénomènes d'usures (pneu, frein, route) ne diminue que très peu. Ces dernières sources d'émissions de PM₁₀ dépendent étroitement de la quantité de trafic. **Ce phénomène limite alors la réduction possible d'émissions pour les PM₁₀.**

Les émissions de resuspension et d'usure sont directement liées à la quantité de trafic et ne sont pas aujourd'hui impactées par le type de technologie, qu'il s'agisse des normes Euro ou du type de carburant.

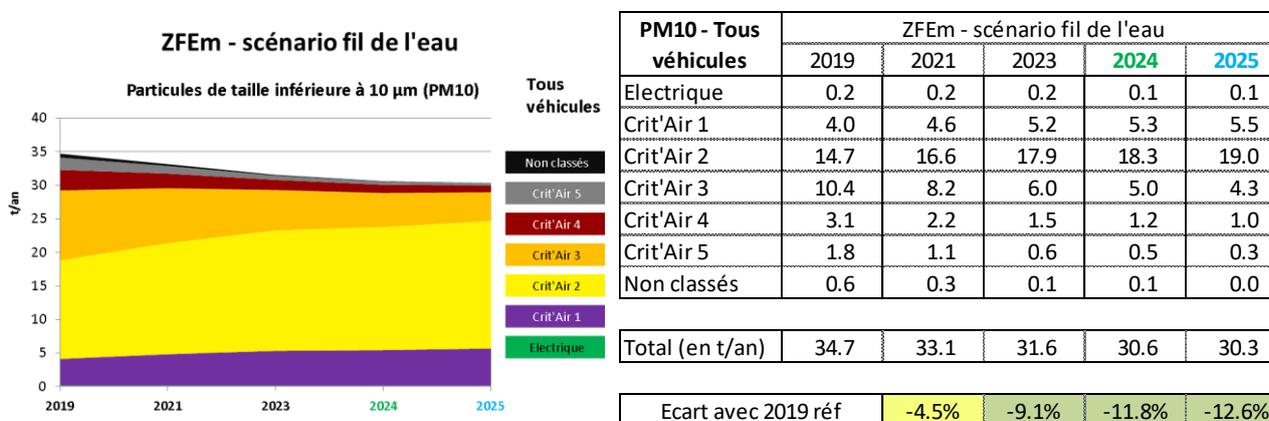


Figure 23 : Evolution des émissions de PM₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)

► Une baisse due en majorité aux VP

Le constat sur la contribution des types de véhicules dans la baisse des émissions de PM₁₀ est légèrement différent par rapport aux émissions de NO_x (Tableau 12)

Sur les 12,6% de baisse prévue, la majorité serait due aux VP. Comme il a été spécifié dans le paragraphe précédent, les émissions liées à la resuspension des particules ne diminuent que très peu et sont directement corrélées au volume de trafic. Les VP comptant la majorité des kilomètres parcourus sur le réseau routier, la contribution de ce type de véhicules dans la baisse des émissions de PM₁₀ est donc majoritaire (Tableau 12).

Tableau 12: Contribution de chaque type de véhicules sur les gains en émission de PM₁₀ dans le périmètre ZFEm et pour le scénario fil de l'eau

Fil de l'eau - PM10	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-2.8%	-6.3%	-8.7%	-9.0%
Contribution des VUL	-0.3%	-0.6%	-0.6%	-0.7%
Contribution des PL	-1.3%	-2.2%	-2.4%	-2.7%
Contribution des 2RM	0.0%	-0.1%	-0.2%	-0.2%
Ecart global avec 2019	-4.5%	-9.1%	-11.8%	-12.6%

3.5.2 Emissions de PM₁₀ dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios

► A l'horizon 2025, les 3 scénarios sont identiques et permettent une réduction des émissions de PM₁₀ de 6,5% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Dans le périmètre ZFEm, à l'horizon 2025, le constat est identique pour l'ensemble des scénarios (Figure 24 à Figure 26):

- En 2025, avec la mise en place des actions de la ZFEm, les gains d'émissions de PM₁₀ seraient **6,5% plus importants par rapport au fil de l'eau**
- Par rapport à 2019, cela devrait permettre une baisse globale des émissions de PM₁₀ de **18% à l'horizon 2025**. De 35 tonnes en 2019, les émissions de PM₁₀ baisseraient jusqu'à 28 tonnes en 2025.

Pour le scénario 3, en 2024, l'impact de la ZFEm apparait plus important qu'en 2025 pour 2 raisons :

Une part plus importante de véhicules Crit'Air 3 est retirée du parc roulant en 2024 (cf.

Tableau 6)

- Les distances parcourues calculées avec les données trafics modélisées par le SETEC Energie Environnement font état de moins de kilomètres parcourus en 2024 qu'en 2025 (cf. Figure 12)

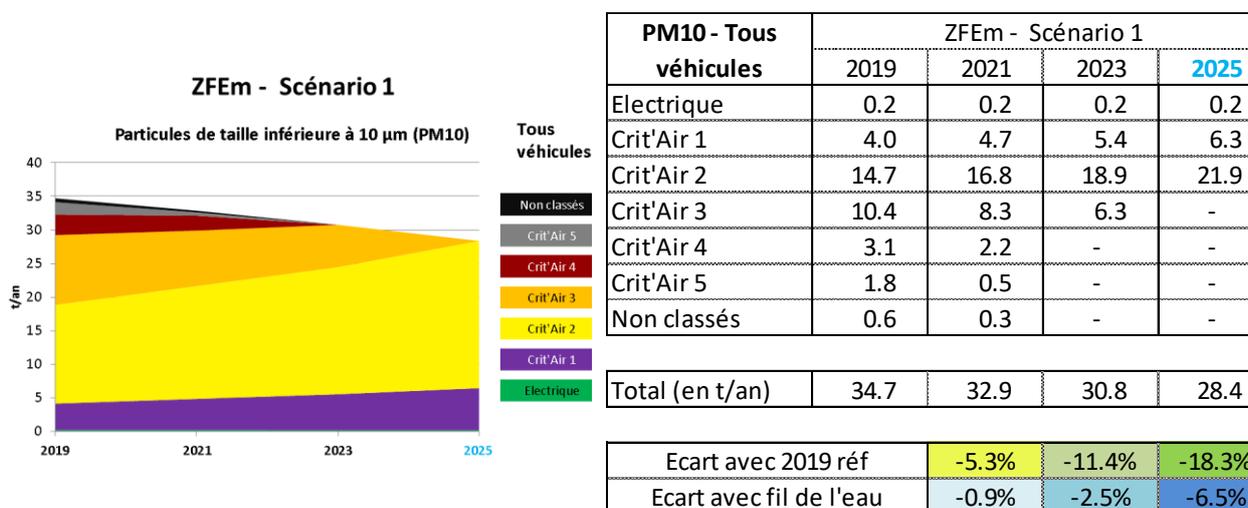


Figure 24 : Evolution des émissions de PM₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an)

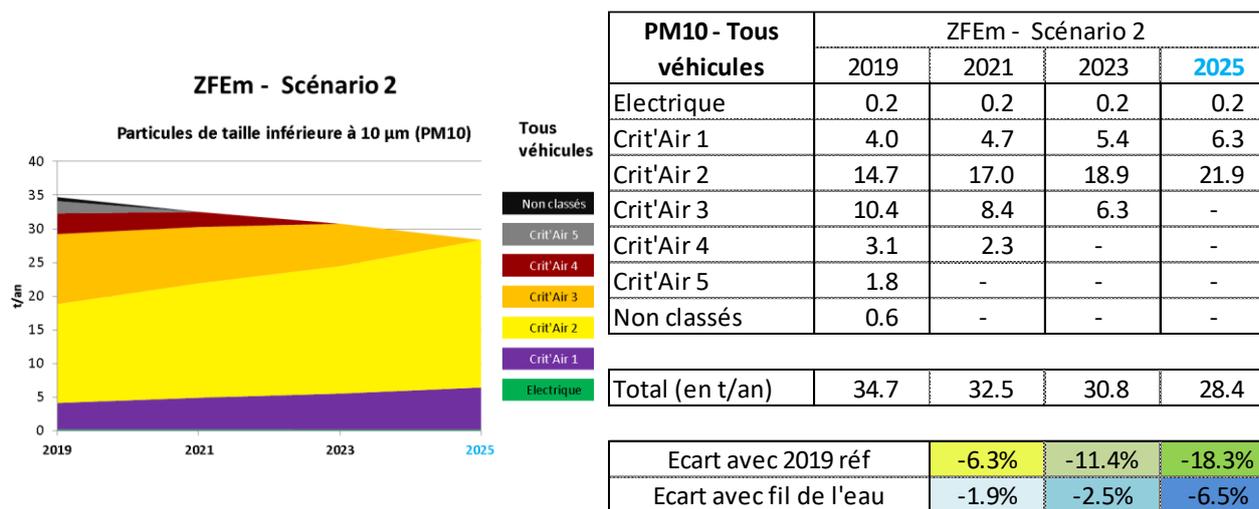


Figure 25: Evolution des émissions de PM₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an)

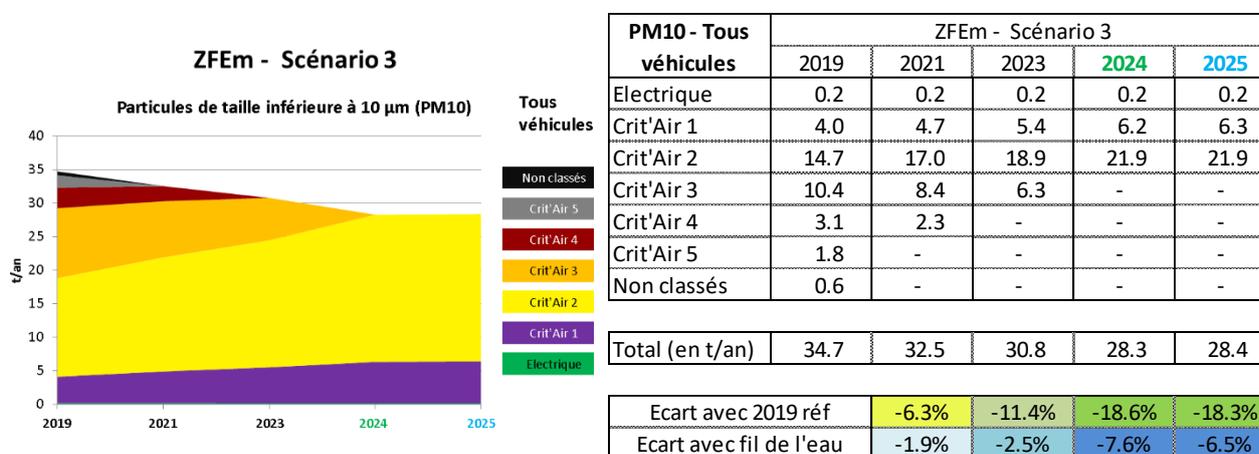


Figure 26 : Evolution des émissions de PM₁₀ dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an)

► En 2021, une différence minime des émissions de PM₁₀ dans le périmètre ZFEm

Dans le périmètre ZFEm, en 2021, l'interdiction des VP et des 2RM Crit'Air 5 et non classés aurait pour conséquence une faible différence sur les émissions de PM₁₀.

► Dans le périmètre ZFEm, en 2024, le scénario 3 permet un gain plus rapide des émissions de PM₁₀ avec 7,6 % supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Dans le périmètre ZFEm, le scénario 3 permettrait en 2024 un abaissement des émissions de PM₁₀ de 7,6% par rapport au fil de l'eau ; un gain plus important qui apparaît plus tôt que pour les deux autres scénarios.

Dès 2024, le scénario 3 aurait pour résultante une diminution des émissions de PM₁₀ de 19% par rapport à 2019.

Dans le périmètre ZFEm, les 3 scénarios de la ZFEm convergent vers le même impact en 2025 :

- 6,5% d'émissions de PM₁₀ en moins par rapport au fil de l'eau
- Par rapport à l'état de référence 2019, les émissions de PM₁₀ diminueraient de 18% dans le périmètre ZFEm

3.5.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de PM₁₀ en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille

Les données de trafics transmises par SETEC Energie et Environnement ont permis de calculer les émissions de PM₁₀ sur l'ensemble de la commune de Marseille. La Figure 27 représente les différences d'émissions de PM₁₀ entre 2025 fil de l'eau et 2025 scénario ZFEm (les années intermédiaires sont disponibles dans l'ANNEXE 9). **Cette carte représente uniquement l'impact de la ZFEm.**

Pour rappel, en 2025, seuls les véhicules électriques, Crit'Air 1 et 2 seraient encore autorisés à circuler dans le périmètre ZFEm. En dehors de ce périmètre, aucune restriction ne s'applique sur la circulation des véhicules

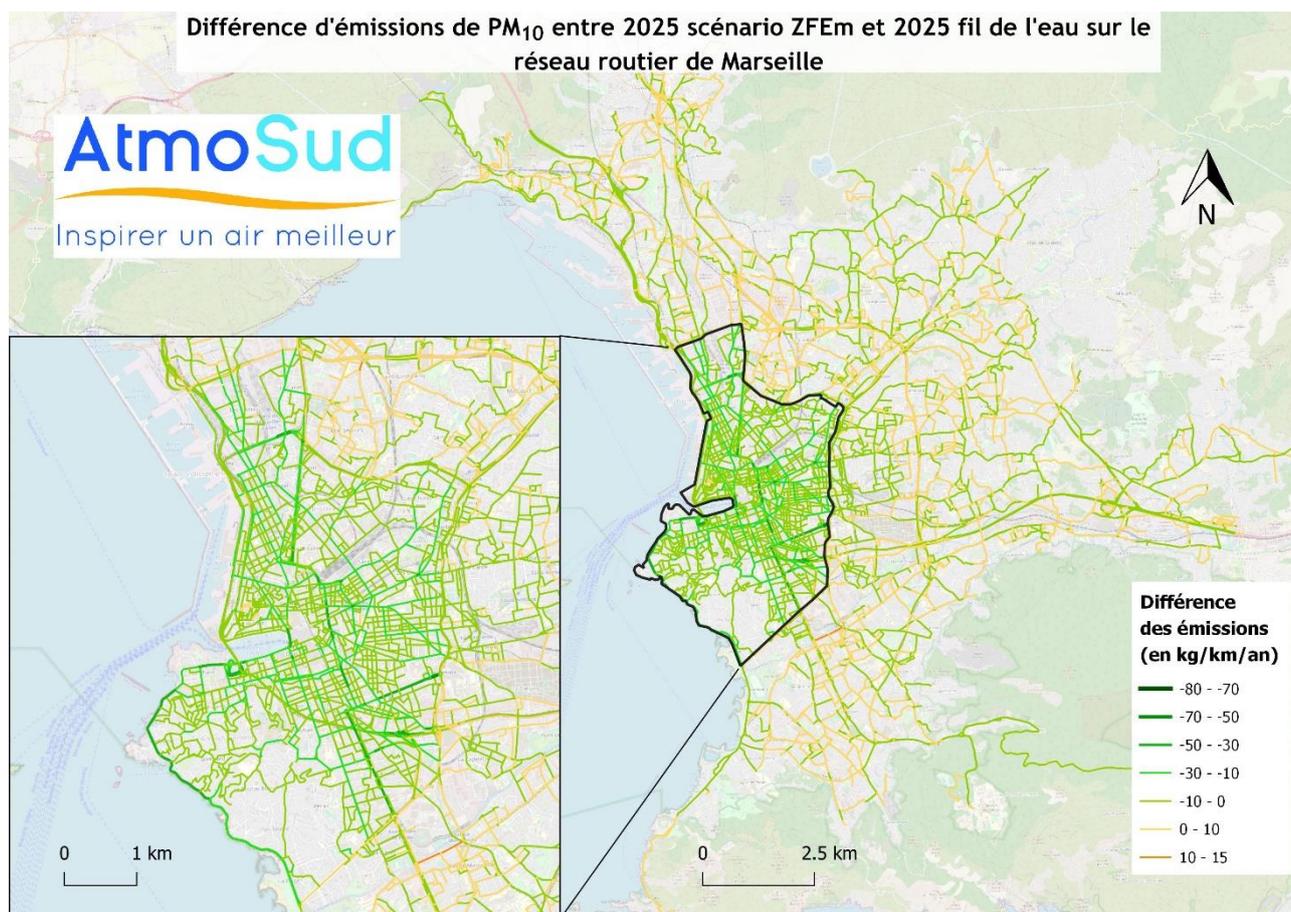


Figure 27 : Différence d'émissions de PM₁₀ entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau (en kg/km)

► Dans la ZFEm, un gain des émissions plus important sur les axes structurants

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la quasi-totalité des axes routiers fait état d'une diminution par rapport au fil de l'eau. Pour rappel, c'est aujourd'hui dans cette zone que se concentrent les enjeux en termes de qualité de l'air.

► En dehors de la ZFEm, un bilan plus contrasté

En dehors du périmètre de la ZFEm, le constat est identique que pour les NO_x. Les différences d'émissions de PM₁₀ en 2025 avec le scénario ZFEm par rapport au fil de l'eau sont moins marquées.

► **Sur l'ensemble de la commune de Marseille, la mise en place de la ZFEm abaisserait les émissions de 1% supplémentaire par rapport au fil de l'eau**

Le Tableau 13 reprend et synthétise les émissions de PM₁₀, dans et hors du périmètre ZFEm, afin de dresser un bilan plus global sur la commune de Marseille :

- Les données présentées ci-dessous montrent que **l'impact de la ZFEm est efficace dans le périmètre de la ZFEm**, où les enjeux de qualité de l'air sur les particules fines sont les plus présents.
- **En dehors de la ZFEm, les émissions seraient identiques entre le fil de l'eau et avec la mise en place de la ZFEm.**
- **Sur l'ensemble de la commune de Marseille, la mise en place de la ZFEm aurait pour conséquence un abaissement relativement faible à l'horizon 2025.** La ZFEm entraînerait une baisse globale des émissions de PM₁₀ de 1% supplémentaire par rapport au fil de l'eau. Cela représenterait 2 tonnes de PM₁₀ en moins.

Tableau 13 : Bilan sur les émissions de PM₁₀ dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025

PM ₁₀ (en t/an)	2019 référence	2025 fil de l'eau	2025 scénario ZFEm	2025 fil de l'eau - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2025 fil de l'eau
ZFEm	34.7	30.3	28.4	-12.6%	-18.3%	-6.5%
Hors ZFEm	224.3	198.6	198.6	-11.4%	-11.5%	0.0%
Bilan global Marseille	259.0	229.0	227.0	-11.6%	-12.4%	-0.9%

Dans le périmètre ZFEm, sur la base des hypothèses de travail, les émissions de PM₁₀ connaîtraient une baisse sur la quasi-totalité des axes, en particulier sur les axes structurants. Les gains attendus par la ZFEm sont très majoritairement obtenus à l'intérieur de ce périmètre, où se concentrent aujourd'hui les principaux enjeux de qualité de l'air dans Marseille.

Le bilan est plus contrasté en dehors du périmètre de la ZFEm. En 2025, il n'y a pas de différence sur les émissions de PM₁₀ entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFEm.

Sur l'ensemble de la commune de Marseille, en 2025, la mise en place de la ZFEm entraînerait une réduction de 1% supplémentaire des émissions de PM₁₀ par rapport au fil de l'eau.

3.5.4 Synthèse des émissions de PM₁₀ dans le périmètre ZFEm AMP

► **Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la mise en place de la ZFEm permettrait une réduction des émissions de PM₁₀ de 6,5% supplémentaires par rapport au fil de l'eau**

Si les gains en émissions de PM₁₀ induits par la ZFEm sont de 1% supplémentaire en 2025 par rapport au fil de l'eau à l'échelle de la commune Marseille, soit 2 tonnes, **ils apparaissent bien plus significatifs à l'intérieur du périmètre ZFEm.** La Figure 28 représente l'impact de la mise en place de la ZFEm par rapport à un scénario fil de l'eau. Ce graphique permet d'appréhender les différences en termes de gain pour chacune des années prises individuellement en fonction du scénario de mise en œuvre envisagé.

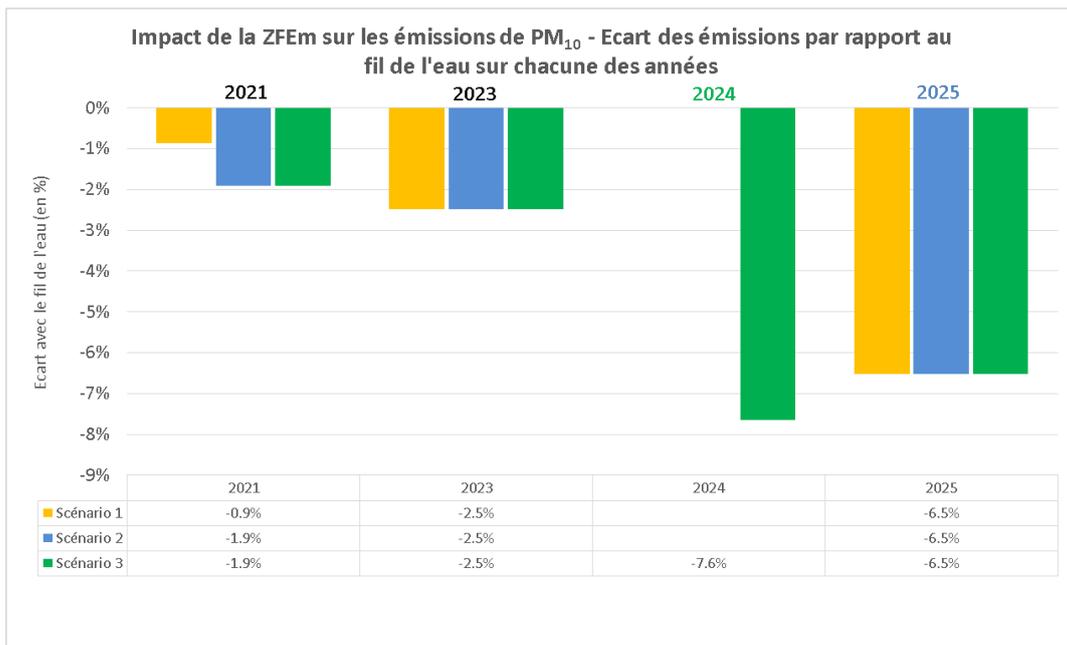


Figure 28 : Impact de la ZFEm sur les émissions de PM₁₀ – Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau

- En 2021, les scénarios 2 et 3, avec interdiction des VP et 2 roues Crit’Air 5 et non classés, permettent un gain complémentaire de 1% par rapport au scénario 1.
- En 2024, le scénario 3 aurait un impact plus important avec 7,6% d’émissions de PM₁₀ en moins par rapport au fil de l’eau.
- En 2025, les 3 scénarios permettent une réduction de 6,5% des émissions de PM₁₀ dans la Zone à Faibles Emissions mobilité.

► **Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la ZFEm entrainerait une réduction des émissions de PM₁₀ de plus de 18% par rapport à 2019**

La Figure 29 présente **l’évolution des émissions de PM₁₀** dans le périmètre ZFEm selon les scénarios en tenant compte d’une part de **l’évolution technologique naturelle du parc roulant** et d’autre part la mise en place des **actions de la ZFEm**.

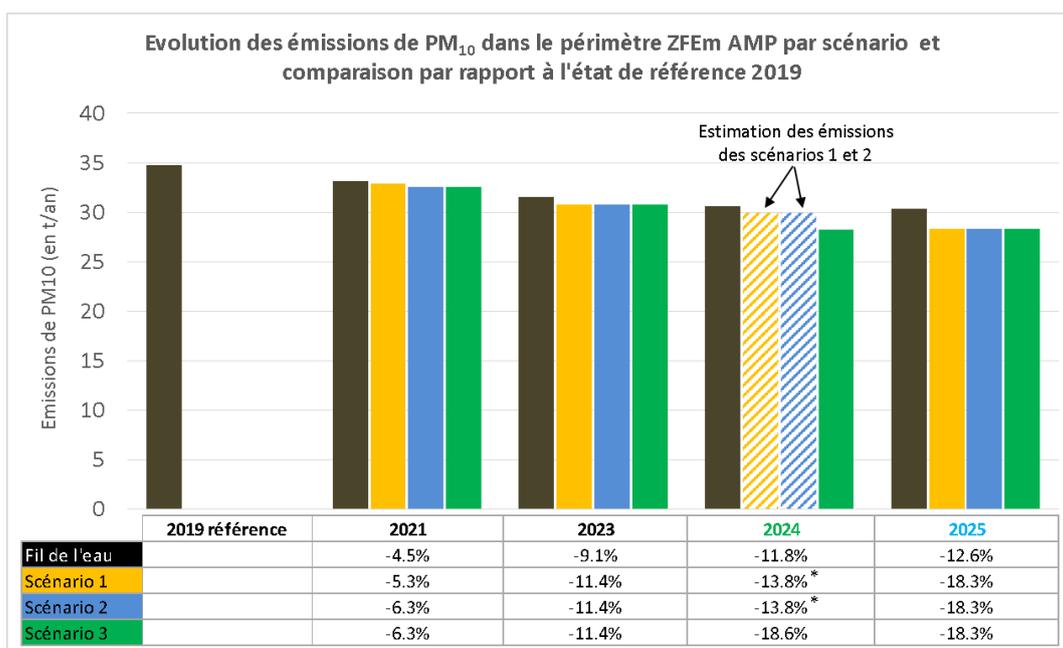


Figure 29 : Evolution des émissions de PM₁₀ dans la ZFEm de Marseille par scénario et comparaison par rapport à l'état de référence 2019

L'estimation des émissions de PM₁₀ pour 2024 scénarios 1 et 2 ZFEm a été calculée de la même manière que pour les NO_x (ANNEXE 12). Cette estimation permet d'une part d'avoir un tendancier des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm jusqu'en 2025. D'autre part, cela permet de comparer les émissions de PM₁₀ sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025 pour les 3 scénarios et ainsi de déterminer l'efficacité globale d'interdire les véhicules Crit'Air 3 dès 2024 pour le scénario 3, soit 1 an plus tôt que les autres scénarios.

Les gains cumulés sur les 4 années (2021, 2023, 2024 et 2025) ont été regroupés pour le fil de l'eau et les 3 scénarios afin d'être en mesure de quantifier sur l'ensemble de la période le gain cumulé apporté par chaque scénario en plus du fil de l'eau. Bien qu'en 2025 les 3 scénarios ZFEm convergent vers la même baisse des émissions de PM₁₀, il en ressort que le cumul des gains en émissions sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025 diffère d'un scénario à l'autre (Tableau 14).

Dans le périmètre ZFEm, sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 paraît plus efficient que les scénarios 1 et 2 avec un gain global de 43% supplémentaires par rapport au scénario sans ZFEm.

Tableau 14 : Gains cumulés sur les émissions de PM₁₀ des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025

PM ₁₀	Gain cumulé (2021, 2023, 2024, 2025) des émissions tonnes/4 ans	Gain de chaque scénario en plus du fil de l'eau sur les 4 ans
Fil de l'eau	-13.2	
Scénario 1	-3.7	28%
Scénario 2	-4.1	31%
Scénario 3	-5.7	43%

Bien qu'en 2025 les 3 scénarios convergent vers le même impact par rapport au fil de l'eau le niveau de restriction de la circulation ainsi que son rythme d'évolution dans le temps entraînent des différences sur les gains globaux des émissions de PM₁₀.

Lorsque l'on parle de gain global sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 serait plus efficient que les scénarios 1 et 2 avec une baisse globale de 43% des émissions de PM_{2.5} par rapport à une situation sans ZFEm.

3.6 L'évaluation de la ZFEm sur les émissions de particules fines inférieures à 2,5 µm (PM_{2,5})

Les actions de la ZFEm ont aussi été évaluées pour les particules fines inférieures à 2,5 µm (PM_{2,5}). Pour rappel, cette évaluation tient compte en premier lieu de l'évolution des émissions avec le scénario fil de l'eau. Les différents scénarios ZFEm seront ensuite analysés.

Une analyse globale regroupant tous les types de véhicules est ici développée, le détail par type de véhicules est présenté en ANNEXE 8.

La structure de l'analyse des émissions de PM_{2,5} se déroule de la manière suivante :

- Une analyse des scénarios par polluant **dans le périmètre ZFEm**
- L'intégration de la ZFEm dans le bilan des émissions de chacun des polluants à **l'échelle de la commune de Marseille**
- Une cartographie des émissions des polluants par axe sur **l'ensemble de la commune de Marseille avec un zoom sur le périmètre ZFEm**

Rappel : dans chacun des tableaux présentés pour l'évolution des émissions de polluants, deux paramètres sont pris en compte pour qualifier les gains en émissions. D'une part, la ligne « **écart avec 2019 réf** » tient compte de **l'évolution technologique du parc et à cela s'ajoutent les actions de la ZFEm** (excepté pour le scénario fil de l'eau).

La ligne « **écart avec fil de l'eau** » permet de qualifier **l'impact seul de la ZFEm** sur les émissions, c'est-à-dire le pourcentage d'abaissement des émissions supplémentaire engendré par les actions de la ZFEm.

3.6.1 Emissions de PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm – Scénario fil de l'eau

► **En 2025, une baisse des émissions de PM_{2,5} de près de 18% due à l'évolution technologique du parc roulant**

Comme pour les PM₁₀, si la part des émissions des PM_{2,5} liées à l'échappement et à la surémission à froid diminue considérablement grâce à l'efficacité des moteurs, la contribution liée à la resuspension et aux phénomènes d'usure (pneu, frein, route) ne diminue en revanche que très faiblement.

Ce phénomène limite la réduction possible d'émission pour les PM_{2,5}. A l'horizon 2025, le renouvellement du parc roulant ferait diminuer les émissions de PM_{2,5} de 17,7% par rapport à 2019. Dans le périmètre ZFEm, de 21,3 tonnes d'émissions de PM_{2,5}, ces dernières passeraient à 17,5 t en 2025 sans qu'aucune action ne soit menée (Figure 30).

Le fait que les PM_{2,5} connaissent une baisse légèrement plus importante est dû justement à la contribution de la remise en suspension des particules qui n'est pas identique pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

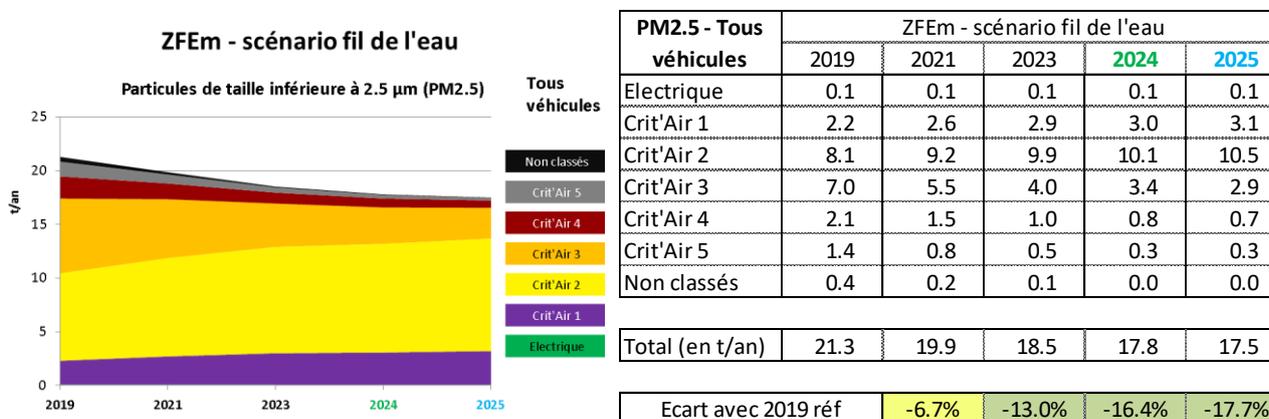


Figure 30 : Evolution des émissions de PM_{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario fil de l'eau (en t/an)

► Une baisse due en majorité aux VP

Le constat sur la contribution des types de véhicules dans la baisse des émissions de PM_{2,5} est identique à celui dressé pour les PM₁₀. Les VP comptant la majorité des kilomètres parcourus sur le réseau routier, la contribution de ce type de véhicules dans la baisse des émissions de PM_{2,5} est donc majoritaire (Tableau 15).

Tableau 15 : Contribution de chaque type de véhicules sur les émissions de PM_{2,5} dans la ZFEm et pour le scénario fil de l'eau

Fil de l'eau - PM2.5	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-4.0%	-8.6%	-11.4%	-12.2%
Contribution des VUL	-0.5%	-0.9%	-0.9%	-1.2%
Contribution des PL	-2.0%	-3.3%	-3.8%	-4.1%
Contribution des 2RM	-0.1%	-0.2%	-0.3%	-0.3%
Ecart global avec 2019	-6.7%	-13.0%	-16.4%	-17.7%

3.6.2 Emissions de PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm – Bilan des 3 scénarios

► A l'horizon 2025, les 3 scénarios sont identiques et permettent un gain des émissions de PM_{2,5} de 10% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Dans le périmètre ZFEm, à l'horizon 2025, le constat est identique pour l'ensemble des scénarios (

Figure 31 à Figure 33) :

- En 2025, avec la mise en place des actions de la ZFEm, les gains d'émissions de PM_{2,5} seraient **10,3% plus importants par rapport au fil de l'eau**.

Par rapport à 2019, cela devrait permettre une baisse globale des émissions de PM_{2,5} de **26,2% à l'horizon 2025**. De 21 tonnes en 2019, les émissions de PM_{2,5} baisseraient jusqu'à 16 tonnes en 2025.

Pour le scénario 3, en 2024, l'impact de la ZFEm apparait plus important qu'en 2025 pour les mêmes raisons que pour les PM₁₀ :

- Une part plus importante de véhicules Crit'Air 3 est retirée du parc roulant en 2024 ;
- Les distances parcourues calculées qui font état de moins de kilomètres en 2024 qu'en 2025.

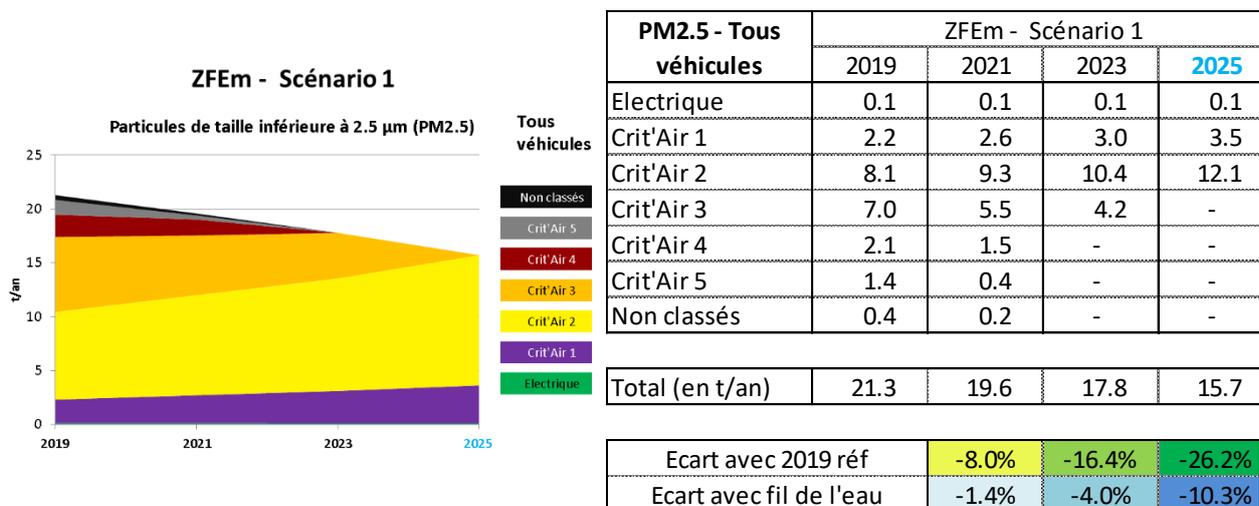


Figure 31 : Evolution des émissions de PM_{2,5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 1 (en t/an)

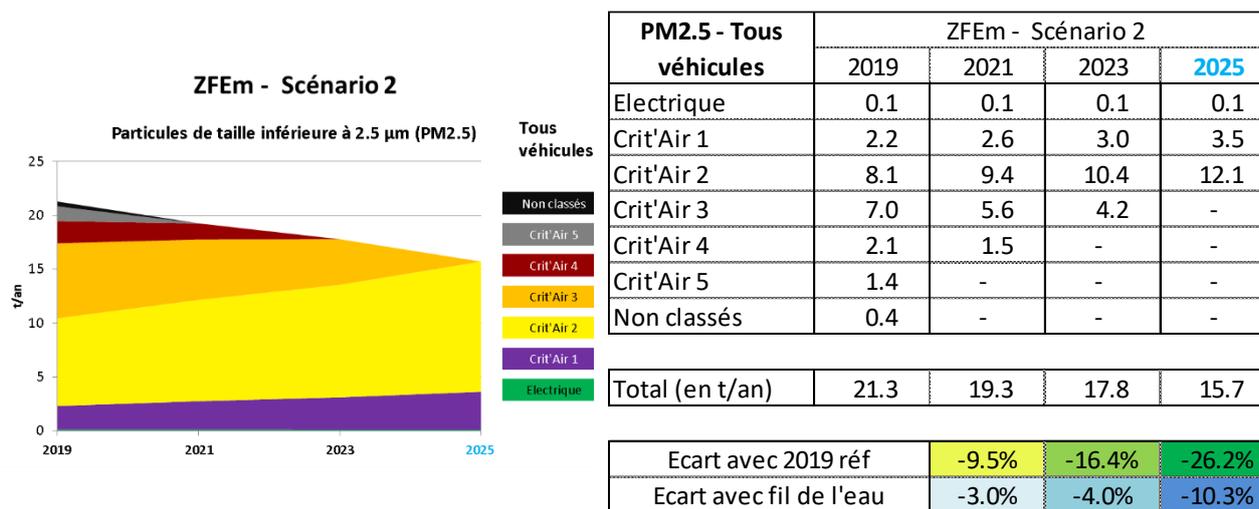


Figure 32 : Evolution des émissions de PM_{2.5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 2 (en t/an)

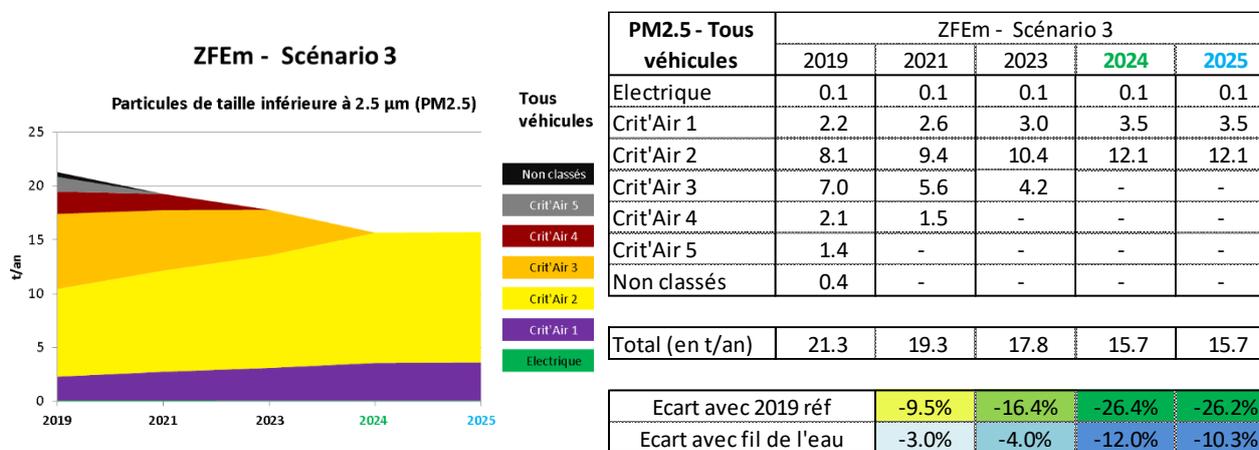


Figure 33 : Evolution des émissions de PM_{2.5} dans la ZFEm de Marseille selon le scénario 3 (en t/an)

► En 2021, une différence minime des émissions de PM_{2.5} dans le périmètre ZFEm

Dans le périmètre ZFEm, en 2021, l'interdiction des VP et des 2RM Crit'Air 5 et non classés aurait pour conséquence une faible différence sur les émissions de PM_{2.5}. Cette action permettrait d'abaisser les émissions de PM_{2.5} de 1,6% supplémentaire. Cela correspondrait à 320 kg de PM_{2.5} dans la zone ZFEm.

Ce gain est plus marqué que pour les PM₁₀.

► Dans le périmètre ZFEm, en 2024, le scénario 3 permet un gain plus rapide des émissions de PM_{2.5} 12% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Dans le périmètre ZFEm, le scénario 3 permettrait en 2024 un abaissement des émissions de PM_{2.5} de 12% par rapport au fil de l'eau avec un gain plus important et qui apparaît plus tôt que pour les deux autres scénarios.

Dès 2024, le scénario 3 aurait pour résultante une diminution des émissions de PM_{2.5} de 26% par rapport à 2019.

Dans le périmètre ZFEm, les 3 scénarios de la ZFEm convergent vers le même impact en 2025 :

- 10% d'émissions de PM_{2.5} en moins par rapport au fil de l'eau.
- Par rapport à l'état de référence 2019, les émissions de PM_{2.5} diminueraient de 26% dans le périmètre ZFEm.

3.6.3 Impact de la ZFEm sur les émissions de PM_{2,5} en 2025 et cartographie sur l'ensemble de la commune de Marseille

Les données de trafics transmises par SETEC Energie Environnement ont permis de calculer les émissions de PM_{2,5} sur l'ensemble de la commune de Marseille. La Figure 34 représente les différences d'émissions de PM_{2,5} entre 2025 fil de l'eau et 2025 scénario ZFEm (les années intermédiaires sont disponibles dans l'ANNEXE 9). **Cette carte représente uniquement l'impact de la ZFEm.**

Pour rappel, en 2025, seuls les véhicules électriques, Crit'Air 1 et 2 seraient encore autorisés à circuler dans le périmètre ZFEm. En dehors de ce périmètre, aucune restriction ne s'applique sur la circulation des véhicules.

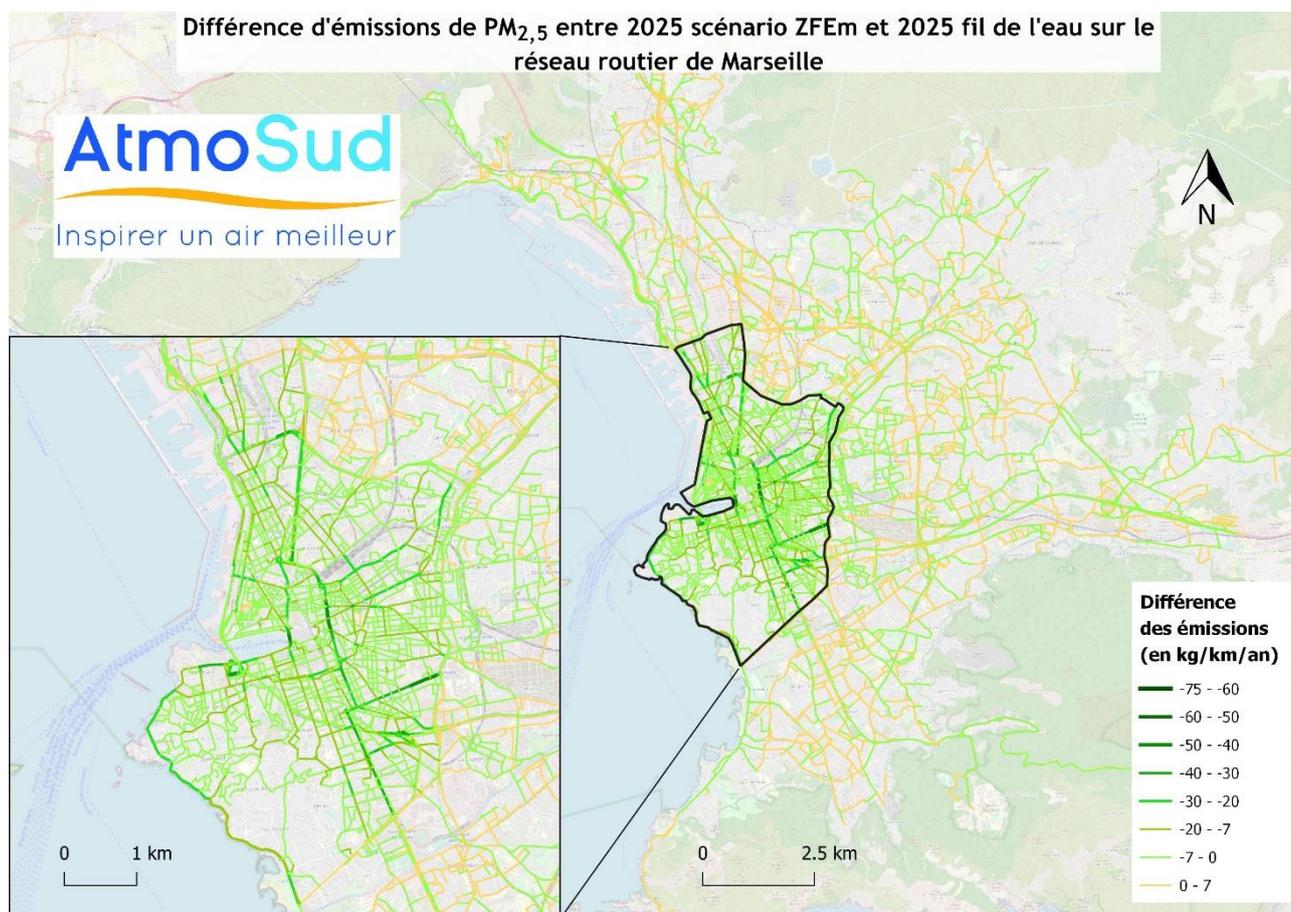


Figure 34 : Différence d'émissions de PM_{2,5} entre 2025 scénario ZFEm et 2025 scénario fil de l'eau

► Dans la ZFEm, un gain des émissions important sur les axes structurants

Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la quasi-totalité des axes fait état d'une diminution par rapport au fil de l'eau. Pour rappel, c'est aujourd'hui dans cette zone que se concentrent les enjeux en termes de qualité de l'air.

► En dehors de la ZFEm, un bilan plus contrasté

En dehors du périmètre de la ZFEm et de la même manière que pour les NO_x, il est constaté que les différences d'émissions de PM_{2,5} en 2025 avec le scénario ZFEm par rapport au fil de l'eau sont moins marquées.

► Sur l'ensemble de la commune de Marseille, la mise en place de la ZFEm abaisserait les émissions de 1% supplémentaire par rapport au fil de l'eau 2025

Le Tableau 16 reprend et synthétise les émissions de PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm et en dehors, afin de dresser un bilan plus global sur la commune de Marseille :

- Les données présentées ci-dessous montrent que **l'impact de la ZFEm est efficace dans le périmètre de la ZFEm**, où les enjeux de qualité de l'air sur les particules fines sont les plus présents.
- **En dehors de la ZFEm, les émissions seraient identiques entre le fil de l'eau et avec la mise en place de la ZFEm.**
- **Sur l'ensemble de la commune de Marseille, la mise en place de la ZFEm aurait pour conséquence un abaissement relativement faible à l'horizon 2025.** La ZFEm entrainerait une baisse globale des émissions de PM_{2,5} de 1,4% supplémentaire par rapport au fil de l'eau. Cela représenterait 2 tonnes de PM_{2,5} en moins.

Tableau 16 : Bilan sur les émissions de PM_{2,5} dans la commune de Marseille entre 2019 et 2025

PM _{2,5} (en t/an)	2019 référence	2025 fil de l'eau	2025 scénario ZFEm	2025 fil de l'eau - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2019 référence	2025 scénario ZFEm - 2025 fil de l'eau
ZFEm	21.3	17.5	15.7	-17.7%	-26.2%	-10.3%
Hors ZFEm	138.2	115.4	115.3	-16.5%	-16.6%	0.0%
Bilan global Marseille	159.5	132.9	131.1	-16.7%	-17.8%	-1.4%

Dans le périmètre ZFEm, les émissions de PM_{2,5} connaîtraient une baisse sur la quasi-totalité des axes, en particulier sur les axes structurants. Les gains attendus par la ZFEm sont très majoritairement obtenus à l'intérieur de ce périmètre, où se concentrent aujourd'hui les principaux enjeux de qualité de l'air dans Marseille.

Le bilan est plus contrasté en dehors du périmètre de la ZFEm. En 2025, il n'y a pas de différence sur les émissions de PM_{2,5} entre le scénario fil de l'eau et le scénario ZFEm.

Sur l'ensemble de la commune de Marseille, en 2025, la mise en place de la ZFEm entrainerait une réduction de 1,4% supplémentaire des émissions de PM_{2,5} par rapport au fil de l'eau.

3.6.4 Synthèse des émissions de PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm AMP

► Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la mise en place de la ZFEm permettrait une réduction des émissions de PM_{2,5} de 10% supplémentaires par rapport au fil de l'eau

Si les gains en émissions de PM_{2,5} induits par la ZFEm sont de 1,4% supplémentaire en 2025 par rapport au fil de l'eau à l'échelle de la commune Marseille, soit 2 tonnes, ils apparaissent plus significatifs à l'intérieur du périmètre ZFEm. La Figure 35 représente l'impact de la mise en place de la ZFEm par rapport à un scénario fil de l'eau. Ce graphique permet d'appréhender les différences en termes de gain pour chacune des années prises individuellement en fonction du scénario de mise en œuvre envisagé.

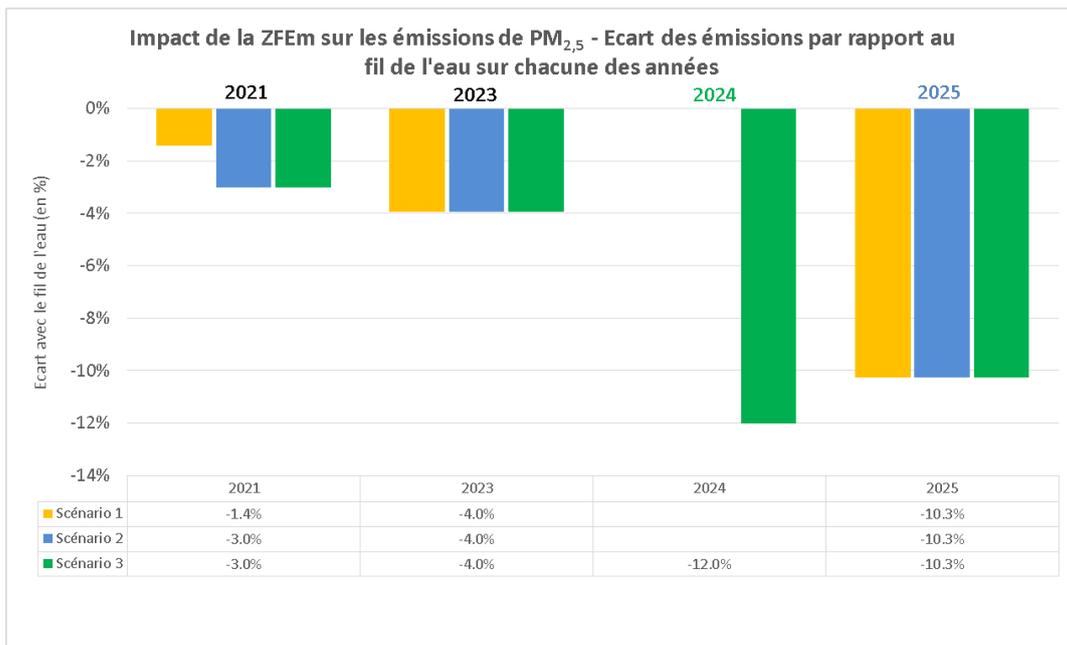


Figure 35 : Impact de la ZFEm sur les émissions de PM_{2,5} - Ecart des émissions par rapport au fil de l'eau

- En 2021, les scénarios 2 et 3, avec interdiction des VP et 2 roues de Crit'Air 5 et non classés, permettent un gain complémentaire de 1,6% par rapport au scénario 1.
- En 2024, le scénario 3 aurait un impact plus important avec 12% d'émissions de PM_{2,5} en moins par rapport au fil de l'eau.
- En 2025, les 3 scénarios permettent une réduction de 10,3% des émissions de PM_{2,5} dans la ZFEm.

► Dans le périmètre ZFEm, en 2025, la ZFEm entrainerait un gain des émissions de PM_{2,5} de près de plus de 26% par rapport à 2019

La Figure 36 présente l'évolution des émissions de PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm selon les scénarios en tenant compte d'une part de l'évolution technologique naturelle du parc roulant et d'autre part la mise en place des actions de la ZFEm.

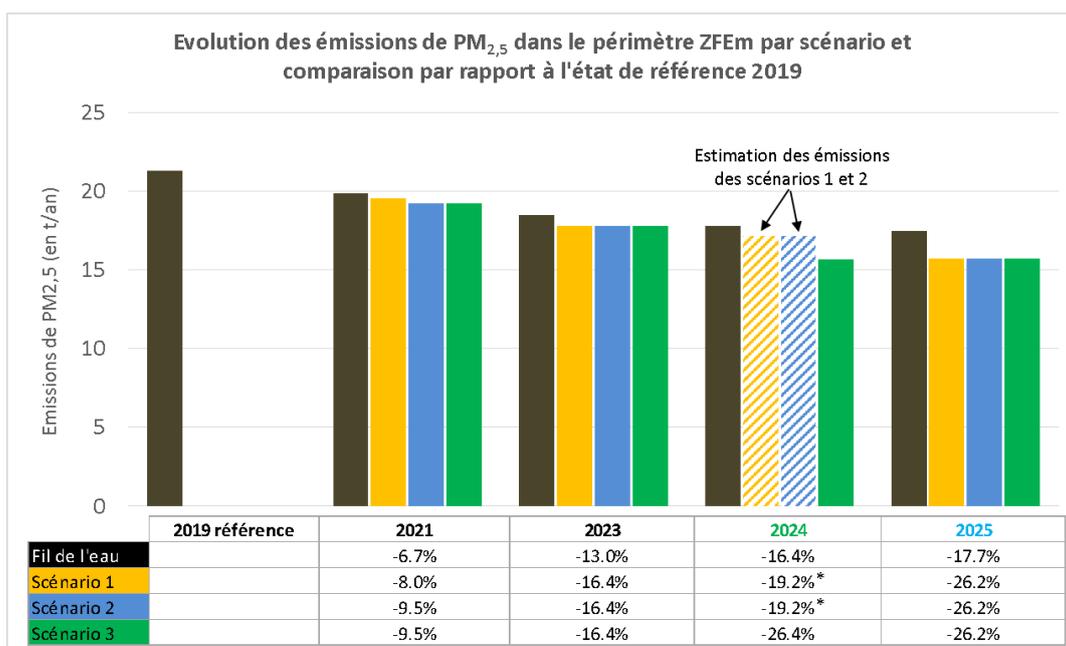


Figure 36 : Evolution des émissions de PM_{2,5} dans la ZFEm de Marseille par scénario et comparaison par rapport à l'état de référence 2019

L'estimation des émissions de PM_{2,5} pour 2024 scénarios 1 et 2 ZFEm a été calculée de la même manière que pour les NO_x (ANNEXE 12). Cette estimation permet d'une part d'avoir un tendanciel des émissions de NO_x dans le périmètre ZFEm jusqu'en 2025. D'autre part, cela permet de comparer les émissions de PM₁₀ sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025 pour les 3 scénarios et ainsi de déterminer l'efficacité globale de restriction de la circulation aux véhicules Crit'Air 3 dès 2024 pour le scénario 3, soit 1 an plus tôt que les autres scénarios.

Les gains cumulés sur les 4 années (2021, 2023, 2024 et 2025) ont été regroupés pour le fil de l'eau et les 3 scénarios afin d'être en mesure de quantifier sur l'ensemble de la période le gain cumulé apporté par chaque scénario en plus du fil de l'eau. Bien qu'en 2025 les 3 scénarios ZFEm convergent vers la même baisse des émissions de PM_{2,5}, il en ressort que le cumul des gains en émissions sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025 diffère d'un scénario à l'autre (Tableau 17).

Dans le périmètre ZFEm, sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 paraît plus efficace que les scénarios 1 et 2 avec un gain global de 43% supplémentaires par rapport au scénario sans ZFEm.

Tableau 17 : Gains cumulés sur les émissions de PM_{2,5} des différents scénarios étudiés dans le périmètre ZFEm et sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025

PM _{2,5}	Gain cumulé (2021, 2023, 2024, 2025) des émissions tonnes/4 ans	Gain de chaque scénario en plus du fil de l'eau sur les 4 ans
Fil de l'eau	-11.4	
Scénario 1	-3.4	30%
Scénario 2	-3.7	33%
Scénario 3	-5.3	46%

Bien qu'en 2025 les 3 scénarios convergent vers le même impact par rapport au fil de l'eau, le niveau de restriction de la circulation ainsi que son rythme d'évolution dans le temps entraînent des différences sur les gains globaux des émissions de PM_{2,5}.

Lorsque l'on parle de gain global sur la période 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 serait plus efficace que les scénarios 1 et 2 avec une baisse globale de 46% des émissions de PM_{2,5} par rapport à une situation sans ZFEm.

4. Conclusion de l'analyse

Les trois scénarios étudiés pour la mise en œuvre de la ZFEm du centre-ville élargi de Marseille convergent vers le même impact en 2025 et correspondent à une diminution importante des émissions de polluants liés notamment au trafic routier, avec à cet horizon et pour impact seul de la ZFEm :

- NO_x : gain de 21,8 % ou - 36,5 tonnes
- PM10 : gain de 6,5 % ou - 2 tonnes
- PM2.5 : gain de 10,3 % ou -1,8 tonnes

En effet, avec seuls les véhicules électriques, Crit'Air 1 et 2 encore autorisés à circuler à l'horizon 2025, la moitié des émissions d'oxydes d'azotes (52 %) disparaîtrait. Le gain effectué serait également d'un quart des émissions de PM_{2,5} en moins (26,2 %) et d'un cinquième (18,2 %) pour les PM₁₀.

Ces diminutions, s'opèreraient sur la quasi-totalité des axes routiers, en particuliers sur les axes structurants et autour desquels se concentrent aujourd'hui les principaux enjeux de qualité de l'air dans Marseille : une densité forte de populations résidentes exposées aux dépassements des seuils réglementaires, et des secteurs d'activités (affaires, commerces, chalandises, gare) ou centralités d'intérêt urbains (places, parcs, ...) regroupant des habitants, des travailleurs et des usagers.

Bien qu'en 2025 les 3 scénarios convergent vers le même impact par rapport au fil de l'eau, le niveau de restriction de la circulation ainsi que son rythme d'évolution dans le temps entraînent des différences sur les gains globaux des émissions de polluants. En effet, lorsque l'on parle de gain global sur l'ensemble des années 2021, 2023, 2024 et 2025, le scénario 3 apparaît plus efficace que les scénarios 1 et 2 avec une baisse globale des émissions plus importante.

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.

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.

Normes EURO : Les **normes européennes d'émission**, dites **normes Euro** sont des règlements de l'Union européenne qui fixent les limites maximales de rejets polluants pour les véhicules roulants. Il s'agit d'un ensemble de normes de plus en plus strictes s'appliquant aux véhicules neufs. Leur objectif est de réduire la pollution atmosphérique due au transport routier.

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 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.

Sigles

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

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

AGAM : Agence d'urbanisme de l'agglomération marseillaise

AMP : Aix-Marseille-Provence

COPERT - COmputer Program to calculate Emissions from Road Transports

<https://www.emisia.com/utilities/copert/>

CQA : Certificat Qualité de l'Air (= Vignette Crit'Air)

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

GNV : Gaz Naturel pour Véhicules

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

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

Métropole AMP – Métropole Aix-Marseille-Provence

MOCAT : MOdèle de CAcalcul des émissions du Transport, développé par Atmo Auvergne Rhône-Alpes.

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

PCIT - Pôle National de Coordination des Inventaires Territoriaux, dont le dernier guide est paru en juin 2018

https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/MTES-Guide_methodo_Elaboration_inventaires_PCIT_juin2018.pdf

PL : Poids lourds

PPA des Bouches-du-Rhône - Plan de Protection de l'Atmosphère des Bouches-du-Rhône

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

SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

VL : Véhicules légers (VP + VUL)

VP : Véhicules particulier

VUL : Véhicules utilitaires légers

ZFEm : Zone à Faibles Emissions mobilité

2RM : 2 roues motorisés

Unité de mesures

t : tonne

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

Polluants

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

NO_x : Oxydes d'azote (NO + NO₂)

PM₁₀ : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM_{2.5} : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

ANNEXES

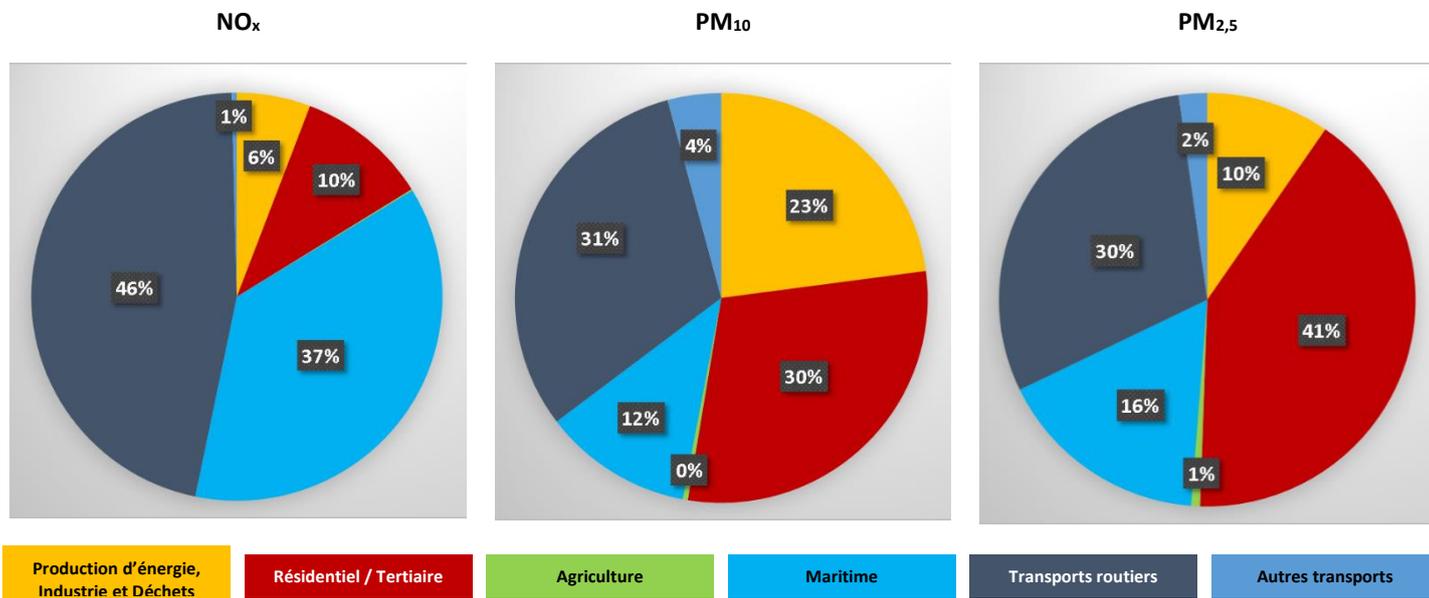
ANNEXE 1 : Annexe 1 de l'arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'arrêté R. 318.2 du code de la route

Classe	2 ROUES, TRICYCLES ET QUADRICYCLES À MOTEUR	VOITURES	VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS	POIDS LOURDS, AUTOBUS ET AUTOCAR
Électrique	Véhicules électriques et hydrogène			
1	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables			

Classe	DATE DE PREMIÈRE IMMATRICULATION ou NORME EURO						
	2 ROUES, TRICYCLES ET QUADRICYCLES À MOTEUR	VOITURES		VÉHICULES UTILITAIRES LÉGERS		POIDS LOURDS, AUTOBUS ET AUTOCAR	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
1	EURO 4 À partir du : 1 ^{er} janvier 2017 pour les motocycles 1 ^{er} janvier 2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	-	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2012	-	EURO VI À partir du 1 ^{er} janvier 2014
2	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2007 au : 31 décembre 2016 pour les motocycles 31 décembre 2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2011	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 5 et 6 À partir du 1 ^{er} janvier 2012	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2007 au 31 décembre 2011	EURO VI À partir du 1 ^{er} janvier 2014	EURO V du 1 ^{er} octobre 2009 au 31 décembre 2013
3	EURO 2 du 1 ^{er} juillet 2004 au 31 décembre 2006	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2006 au 31 décembre 2010	EURO 2 et 3 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2005	EURO 4 du 1 ^{er} janvier 2007 au 31 décembre 2011	EURO 2 et 3 du 1 ^{er} octobre 1998 au 31 décembre 2006	EURO V du 1 ^{er} octobre 2009 au 31 décembre 2013	EURO III et IV du 1 ^{er} octobre 2001 au 30 septembre 2009
4	Pas de norme tout type du 1 ^{er} juin 2000 au 30 juin 2004	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2001 au 31 décembre 2005	-	EURO 3 du 1 ^{er} janvier 2002 au 31 décembre 2006	-	EURO IV du 1 ^{er} octobre 2006 au 30 septembre 2009	-
5	-	EURO 2 du 1 ^{er} janvier 1997 au 31 décembre 2000	-	EURO 2 du 1 ^{er} octobre 1998 au 31 décembre 2001	-	EURO III du 1 ^{er} octobre 2001 au 30 septembre 2006	-
Non classés	Pas de norme tout type Jusqu'au 31 mai 2000	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996	EURO 1 et avant Jusqu'au 31 décembre 1996	EURO 1 et avant Jusqu'au 30 septembre 1998	EURO 1 et avant Jusqu'au 30 septembre 1998	EURO I, II et avant Jusqu'au 30 septembre 2001	EURO I, II et avant Jusqu'au 30 septembre 2001

ANNEXE 2 : Part de chaque grand secteur d'activité dans les émissions de NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} à l'échelle de la commune de Marseille

Contribution de chaque grand secteur dans les émissions polluantes en 2017 à l'échelle de la commune de Marseille
(source : AtmoSud – Inventaire des émissions v6.0)



ANNEXE 3 : Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations de l'OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO_x Oxydes d'azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

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.

La pollution de l'air extérieur a été classée cancérigène pour l'homme en octobre 2013 par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC).

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O₃ Ozone	<ul style="list-style-type: none"> - Irritation des yeux, des voies respiratoires - Diminution de la fonction respiratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Agression des végétaux - Dégradation de certains matériaux - Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁, ... Particules en suspension	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies respiratoires (asthme, toux, rhinites, angines, bronchiolite, douleur thoracique ou insuffisance respiratoire) - Maladies cardio-vasculaires (infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux, angine de poitrine) 	<ul style="list-style-type: none"> - Effets de salissures sur les bâtiments - Altération de la photosynthèse
NO_x Oxydes d'azote	<ul style="list-style-type: none"> - Infertilité : baisse de la fertilité masculine, augmentation de la mortalité intra-utérine, naissances prématurées - Cancer : le CIRC estime que « la pollution atmosphérique est l'une des premières causes environnementales de décès par cancer ». - Effets reprotoxiques et neurologiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Pluies acides - Précurseur de la formation d'ozone - Effet de serre - Déséquilibre les sols sur le plan nutritif

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
PM₁₀ Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
PM_{2,5} Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
NO₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	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
PM₁₀ Particules	- affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
		20	1 an
PM_{2,5} Particules		25	24 heures
		10	1 an
NO₂ Dioxyde d'azote	- faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an

Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air (2005)

ANNEXE 4 : Observations de la qualité de l'air, du trafic et des émissions de polluants sur Marseille durant la période de confinement du printemps 2020

Source : www.atmosud.org/actualite/covid-19-troisieme-semaine-de-confinement-quel-impact-sur-les-grandes-villes-de-la-region

Pour compléments d'informations : www.atmosud.org/actualite/

[COVID-19] Confinement et évolution de la qualité de l'air à Marseille

Situation au 14 Avril 2020

Afin de limiter la propagation du virus COVID-19, le gouvernement a mis en place des mesures de confinement sur le territoire français depuis mardi 17 mars 2020 à 12 h 00. AtmoSud dresse chaque semaine un état des lieux territorial pour mieux appréhender l'impact du contexte actuel sur l'évolution de la qualité de l'air en Région Sud.

Ce qu'il faut globalement retenir à l'échelle de la région :

- Une diminution des oxydes d'azote (NO_x) comprise entre -30 % et -50 % selon le type d'influence (fond urbain ou trafic)
- Une augmentation du niveau des particules, en lien notamment avec la combustion du bois au début du confinement.

Ce document zoome sur la situation spécifique dans l'agglomération de Marseille depuis le début du confinement jusqu'au 14 avril inclus.

La situation en un clin d'œil du 17 mars au 7 avril

Au bout de la quatrième semaine de confinement, la situation n'a guère évolué par rapport aux trois semaines précédentes.

L'impact du confinement sur les polluants d'origine automobile se discerne toujours, avec une baisse significative du trafic routier et des concentrations en NO_x (-50 % sur les zones de trafic et -20 % sur les zones urbaines).

Cette tendance est aussi observée en comparant les concentrations en NO_x de mars/avril 2019 à celles de 2020 (-60 % sur le site trafic L2-Kaddouz).

Les niveaux de particules sont en hausse, en lien notamment avec la combustion du bois et les épandages agricoles. Les niveaux de particules PM_{2.5} ont doublé sur les stations urbaines de fond de Marseille. Les niveaux restent toutefois modérés, il n'y a pas d'épisode de pollution.

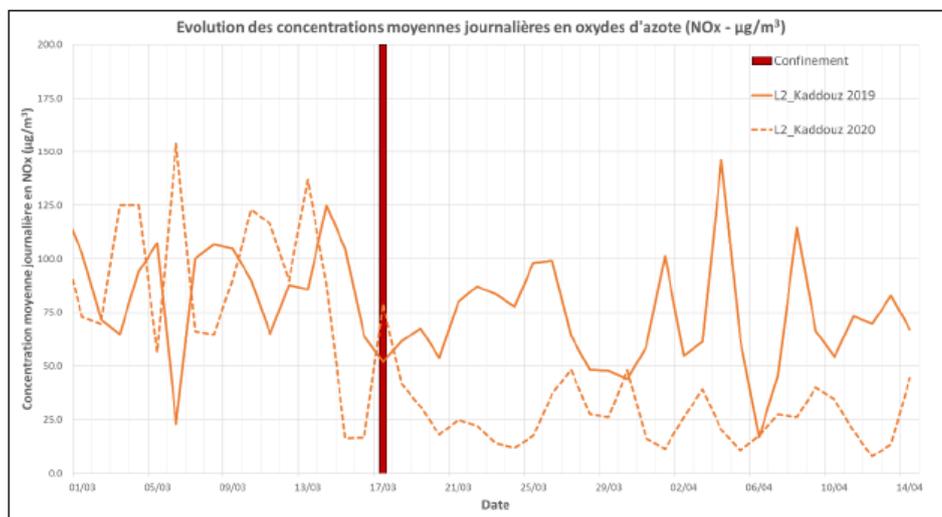
L'impact du confinement toujours visible sur les polluants d'origine automobile

Le trafic routier est à l'origine de la présence de nombreux polluants dans l'air ambiant, notamment les oxydes d'azote dans les zones urbaines. La mise en place du confinement généralisé a eu un impact important sur les niveaux mesurés en oxydes d'azote dans les zones de circulation de l'agglomération de Marseille, où les niveaux ont diminué d'environ 50 %. Cette diminution est notable mais moins visible pour les stations de « fond urbain », qui voient quant à elles une réduction d'environ 25%.

Cette diminution des concentrations en oxydes d'azote sur les stations de Marseille est cohérente avec la baisse de circulation routière (estimée par la DIRMED à environ 60 % au début du confinement).

De plus, seule la station de mesures « L2/A7 », à proximité de l'autoroute, présente encore des variations et des niveaux journaliers ponctuels relativement notables après le 17 mars. Une circulation routière reste donc encore présente sur cet axe, mais principalement le matin, et sur une durée plus courte.

Cette tendance se confirme si l'on compare l'évolution des moyennes journalières en oxydes d'azote des mois de mars/avril 2019 et 2020, avec une baisse de 60 % constatée sur le site Marseille / L2-Kaddouz.



Cartographie du dioxyde d'azote (NO₂) avant et pendant le confinement

Chaque jour, AtmoSud recalcule et modélise les concentrations sur l'ensemble de la région pour les journées passées. Les niveaux sont ensuite ajustés avec les mesures obtenues sur le terrain. Ces cartes analysées fournissent ainsi la meilleure information disponible de la situation observée. Les cartes ci-dessous sont les moyennes hebdomadaires des maximums horaires pour le NO₂ à Marseille et mettent en évidence l'impact de la baisse du trafic routier sur la qualité de l'air.



Avant le confinement – du 1^{er} au 17 mars 2020

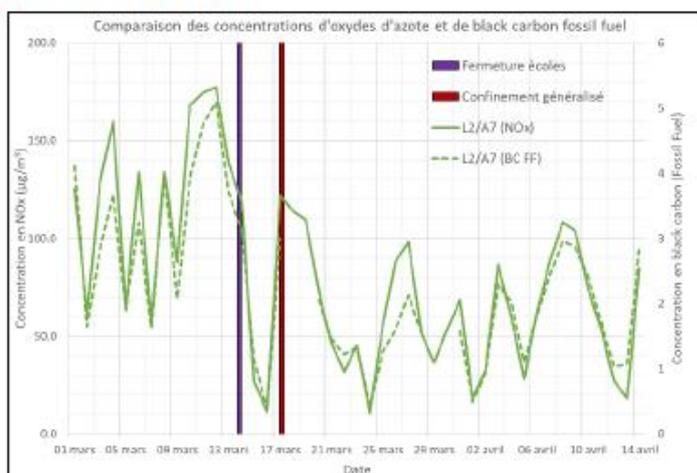


Pendant le confinement- du 8 au 14 avril 2020

La baisse de la pollution automobile confirmée par le Black Carbon

Le carbone suie¹ « Fossil Fuel », en tant que traceur du trafic routier, suit la même tendance que les concentrations d'oxydes d'azote.

Les stations trafic L2-Kaddouz et L2/A7 sont de bons exemples pour illustrer la corrélation entre la baisse des niveaux de NO_x et ceux du « BC Fossil Fuel » :



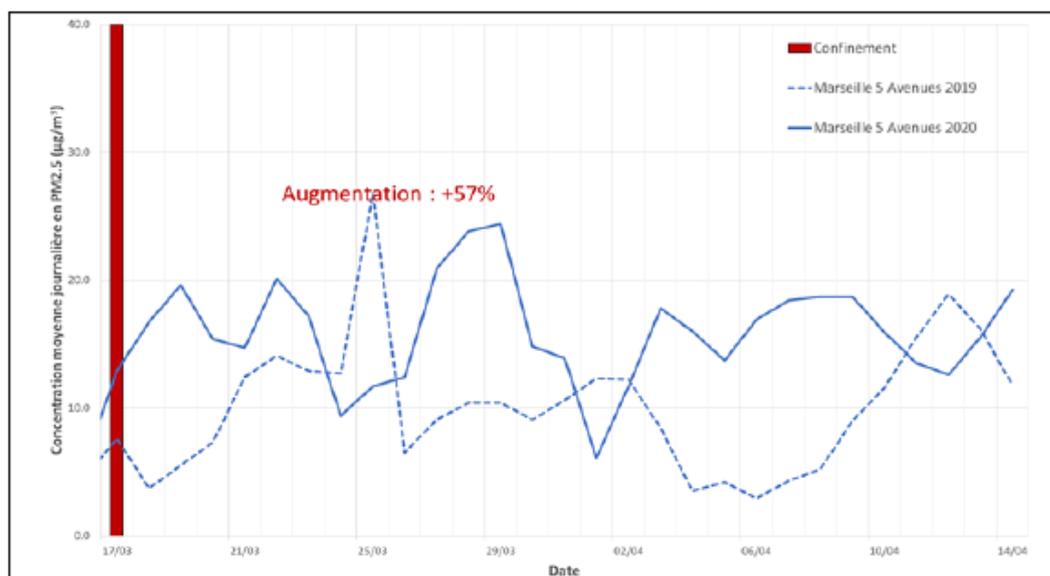
¹ La combustion de la matière carbonée (gaz, pétrole, charbon et bois) émet de nombreux polluants atmosphériques gazeux et/ou particulaires, dont les particules ou « aérosols carbonés ». Le carbone suie, également appelé « Black Carbon » (BC), fait partie de cette catégorie de particules. Les mesures réalisées par AtmoSud permettent de discriminer :

- La part issue de la combustion du fuel fossile (« BC Fossil Fuel »), notamment issu des émissions du trafic routier (mais également de toute autre activité industrielle potentielle utilisant des combustibles fossiles) ;
- La part issue de la combustion du bois (« BC Wood Burning »), permettant notamment de caractériser les émissions de chauffage au bois, mais également de brûlage de déchets verts.

Un mois après le début du confinement, les particules sont toujours présentes

Après quatre semaines de confinement, les concentrations de particules sont toujours plus élevées que début mars. Les niveaux de PM2.5 sur les stations de fond urbain de Marseille sont globalement en hausse à partir du 17 mars, de l'ordre de **+100 % par rapport au début du mois**, et atteignent des niveaux ponctuels supérieurs à ceux généralement observés sur cette même période sur les années précédentes. De plus, ces niveaux présentent de grandes variations à mettre en relation avec les conditions météorologiques spécifiques à la zone (pluie, vent soutenu, etc.)

Le graphique ci-dessous met en évidence les concentrations de particules supérieures sur les quatre semaines de confinement par rapport à l'année 2019 sur la même période (**+57% sur le site de fond urbain 5 Avenues**). Malgré l'augmentation des niveaux de particules, aucun épisode de pollution n'est observé pour le moment.

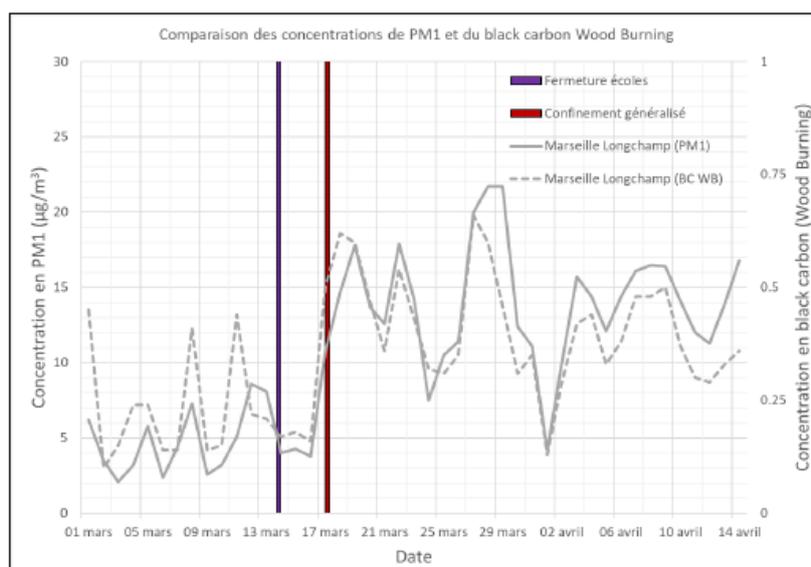


Les particules en lien avec la combustion de bois en fond urbain sont toujours perceptibles

Comme mentionné précédemment, il est possible de faire la distinction entre le carbone suie issu du trafic routier (« Fossil Fuel ») et celui de la combustion de bois (« Wood Burning »). Les restrictions de sorties et les mesures de confinement mises en place obligent les citoyens à passer davantage de temps chez eux (plus de 95 % de leur temps vs 80 % en situation normale) et à se chauffer davantage.

Nos données de comptage de particules permettent de confirmer que l'on constate une augmentation de particules émises par le chauffage et le brûlage des déchets verts.

Comme le montre le graphique ci-dessous, la corrélation entre les niveaux de PM1 et ceux de carbone suie issu de la combustion de bois sur la station de fond urbain Marseille / Longchamp est nette.



Les autres sources de pollution qui s'ajoutent à l'équation

Si au début du confinement, les particules étaient principalement liées à la combustion de bois (chauffage et brûlage de déchets verts) et aux conditions météorologiques plus favorables à l'accumulation des particules, d'autres sources participent aux niveaux de particules dans l'air lors de cette quatrième semaine de confinement : l'activité agricole notamment. Des mesures de nitrate ont été observées sur notre station de référence régionale de Marseille.

Ces particules émises par diverses sources s'accompagnent par ailleurs d'autres particules secondaires² formées à partir de polluants gazeux par photochimie (l'arrivée de conditions printanières associant une hausse des températures, de l'ensoleillement et peu de vent). La météorologie actuelle, conforme à la saison, participe en effet à la hausse de particules généralement observée aux mois de mars et d'avril.

Forte influence de la météorologie sur la qualité de l'air

Les conditions météorologiques sont des paramètres importants de l'état de la pollution atmosphérique. Les températures élevées et un fort ensoleillement participent à la formation de polluants photochimiques dont l'ozone est un traceur, à partir de polluants primaires issus du trafic routier et de l'activité industrielle. Sur la période étudiée, Marseille a connu un fort ensoleillement et des températures douces, caractéristiques typiques de la saison et contribuant ainsi à la formation de l'ozone.

Au début du mois de mars 2020, les conditions météorologiques rencontrées sur la région étaient favorables à la présence de faibles concentrations en polluants, avec notamment un régime de vents soutenu mais également des précipitations entre le 1^{er} et le 5 mars. Ces conditions ont notamment participé à la présence de concentrations en poussières relativement faibles sur la première quinzaine du mois de mars.

À partir du 17 mars, en début de confinement, ces vents ont globalement faibli et n'ont pas permis de balayer l'atmosphère, favorisant ainsi la hausse générale des concentrations notamment en particules fines. Puis, à partir du 23 mars 2020, des précipitations et une chute brutale des températures sont relevées sur la région pendant 3 jours.

À partir du 26 mars et jusqu'au 14 avril, un temps sec est relevé, avec une majorité de journées à vent faible (donc propices à l'accumulation de polluants) et quelques journées venteuses (permettant de favoriser la dispersion des polluants, et par conséquent diminuer les concentrations dans l'air ambiant).

² Les particules primaires sont formées directement par des sources de pollution (trafic routier, industrie, chauffage). Les particules secondaires sont formées par des réactions physiques et/ou chimiques à partir d'autres polluants.

ANNEXE 5 : Recensement des projets de transports collectifs lourds (métro, tramway, BHNS) dont la réalisation est prévue à l’horizon 2030 et susceptibles d’engendrer du report modal des usagers dans et aux abords du périmètre ZFEm

Année de mise en service prévisionnelle	Nom	Impact sur la ZFEm
2022	BHNS B5 : Frais Vallon – Pointe Rouge	Hors du périmètre de la ZFEm mais correspondances possibles
	BHNS B4 : La Fourragère – Capitaine Gèze	Hors du périmètre de la ZFEm mais correspondances possibles
2023	Extension de la ligne T3 : au nord (Arenc Le Silo – Gèze) et au sud (Castellane – La Gaye)	En partie dans le périmètre de la ZFEm
2024	Ouverture de nouvelles stations de métro	
2025	Ligne T4 : Rue Rome – Quatre septembre	Dans le périmètre de la ZFEm

ANNEXE 6 : Répartition des types de véhicules sur le réseau routier en fonction des distances parcourues fournies par SETEC Energie Environnement pour intégration dans le calcul de MOCAT

SETEC Energie Environnement, bureau d'études avec lequel la métropole d'Aix-Marseille-Provence travaille en collaboration pour le projet de la ZFEm, a fourni des données de trafic à différentes échéances et selon les différents scénarios. La modélisation des trafics a pour base l'année 2019 dite « de référence » dont les trafics sont consolidés par des données de comptages qui sont aujourd'hui connues. La modélisation réalisée par SETEC Energie Environnement tient compte d'une part de l'échéance mais aussi des scénarios.

Les données de trafic sont détaillées par axe mais aussi par type de véhicule : Voitures Particulières (VP), Véhicules Utilitaires Légers (VUL), Poids Lourds (PL) et 2 Roues Motorisés (2RM). Ainsi, la part de chacun de ces véhicules est connue pour chacun des axes considérés.

En revanche, pour la réalisation des calculs d'émissions, il est particulièrement complexe avec l'outil de calcul actuel de faire varier la part de VUL et de 2RM sur chacun des brins du réseau routier. A partir des données transmises par SETEC Energie Environnement, une méthode a été employée afin de calculer une part de VUL et de 2RM spécifique à chaque type de réseau (urbain, autoroute) et selon la situation du réseau tout en tenant compte du scénario et de l'année. Ainsi, pour chaque année et chaque scénario.

Le bilan sur la ZFEm et hors ZFEm est donc conforme aux sorties de calcul de SETEC Energie Environnement, la répartition par axe étant légèrement lissée pour les VUL et les 2RM. La part des PL reste, quant à elle, spécifique à chacun des axes.

Périmètre	Scénario	Nom du scénario	type route	an	en million de veh*km/an					Répartition véhicules	
					Trafic VP	Trafic VUL	Trafic PL	Trafic 2RM	Trafic total	VUL/VL	2RM
hors ZFEm	Référence	Situation de référence 2019	Urbain	2019	1 291.8	47.1	57.6	95.1	1 491.6	3.5%	6.4%
			Autoroute	2019	1 116.1	82.0	102.2	58.9	1 359.2	6.8%	4.3%
ZFEm	Référence	Situation de référence 2019	Urbain	2019	266.4	21.5	29.3	41.5	358.7	7.5%	11.6%
			Autoroute	2019	22.9	3.5	4.9	2.3	33.5	13.1%	6.8%
hors ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2021	Urbain	2021	1 300.7	47.4	58.4	96.1	1 502.6	3.5%	6.4%
			Autoroute	2021	1 104.2	82.1	101.4	58.9	1 346.7	6.9%	4.4%
ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2021	Urbain	2021	265.6	21.3	29.1	41.7	357.8	7.4%	11.7%
			Autoroute	2021	23.0	3.4	4.8	2.3	33.5	12.8%	6.9%
hors ZFEm	2,3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 5 retirés	Urbain	2021	1 300.0	47.4	58.5	96.1	1 501.9	3.5%	6.4%
			Autoroute	2021	1 103.7	82.1	101.4	59.0	1 346.2	6.9%	4.4%
ZFEm	2,3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 5 retirés	Urbain	2021	264.9	21.3	29.1	41.7	357.0	7.5%	11.7%
			Autoroute	2021	22.9	3.4	4.8	2.3	33.4	12.8%	6.9%
hors ZFEm	1	PL + VUL non classés et Crit'Air 5 retirés	Urbain	2021	1 300.6	47.4	58.5	96.1	1 502.6	3.5%	6.4%
			Autoroute	2021	1 104.2	82.1	101.4	58.9	1 346.7	6.9%	4.4%
ZFEm	1	PL + VUL non classés et Crit'Air 5 retirés	Urbain	2021	265.6	21.3	29.1	41.7	357.7	7.4%	11.7%
			Autoroute	2021	23.0	3.4	4.8	2.3	33.5	12.8%	6.9%
hors ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2023	Urbain	2023	1 307.9	47.1	57.6	97.0	1 509.7	3.5%	6.4%
			Autoroute	2023	1 099.3	81.9	101.9	59.0	1 342.0	6.9%	4.4%
ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2023	Urbain	2023	262.8	21.1	29.0	41.8	354.7	7.4%	11.8%
			Autoroute	2023	21.9	3.5	4.8	2.2	32.5	13.9%	6.9%
hors ZFEm	1,2,3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 4 retirés	Urbain	2023	1 307.2	47.1	57.7	97.0	1 509.1	3.5%	6.4%
			Autoroute	2023	1 098.8	81.9	101.9	59.0	1 341.6	6.9%	4.4%
ZFEm	1,2,3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 4 retirés	Urbain	2023	261.5	21.1	28.9	41.8	353.4	7.5%	11.8%
			Autoroute	2023	21.8	3.5	4.8	2.2	32.4	13.9%	6.9%
hors ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2024	Urbain	2024	1 292.7	46.3	56.3	96.5	1 491.7	3.5%	6.5%
			Autoroute	2024	1 089.9	81.7	103.0	60.2	1 334.7	7.0%	4.5%
ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2024	Urbain	2024	257.1	21.5	28.9	41.3	348.8	7.7%	11.8%
			Autoroute	2024	21.5	3.7	4.9	2.3	32.4	14.5%	7.0%
hors ZFEm	3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 3 retirés	Urbain	2024	1 292.2	46.4	56.4	96.3	1 491.3	3.5%	6.5%
			Autoroute	2024	1 088.5	81.7	103.1	60.0	1 333.3	7.0%	4.5%
ZFEm	3	Tous véhicules non classés et Crit'Air 3 retirés	Urbain	2024	252.8	21.5	28.8	41.0	344.1	7.8%	11.9%
			Autoroute	2024	21.3	3.7	4.9	2.2	32.1	14.7%	7.0%
hors ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2025	Urbain	2025	1 285.9	47.2	57.6	95.4	1 486.0	3.5%	6.4%
			Autoroute	2025	1 081.7	81.8	102.3	58.0	1 323.8	7.0%	4.4%
ZFEm	Fil de l'eau	Situation de référence 2025	Urbain	2025	261.7	21.3	29.0	41.6	353.5	7.5%	11.8%
			Autoroute	2025	21.5	3.5	4.8	2.2	32.0	14.0%	6.9%
hors ZFEm	1,2	Tous véhicules non classés et Crit'Air 3 retirés	Urbain	2025	1 285.8	47.2	57.7	95.3	1 486.0	3.5%	6.4%
			Autoroute	2025	1 080.6	81.8	102.3	57.9	1 322.6	7.0%	4.4%
ZFEm	1,2	Tous véhicules non classés et Crit'Air 3 retirés	Urbain	2025	257.8	21.3	28.9	41.4	349.4	7.6%	11.8%
			Autoroute	2025	21.2	3.5	4.8	2.2	31.7	14.2%	6.9%

NB : la part VUL est la part des VUL par rapport aux véhicules légers (VP + VUL)

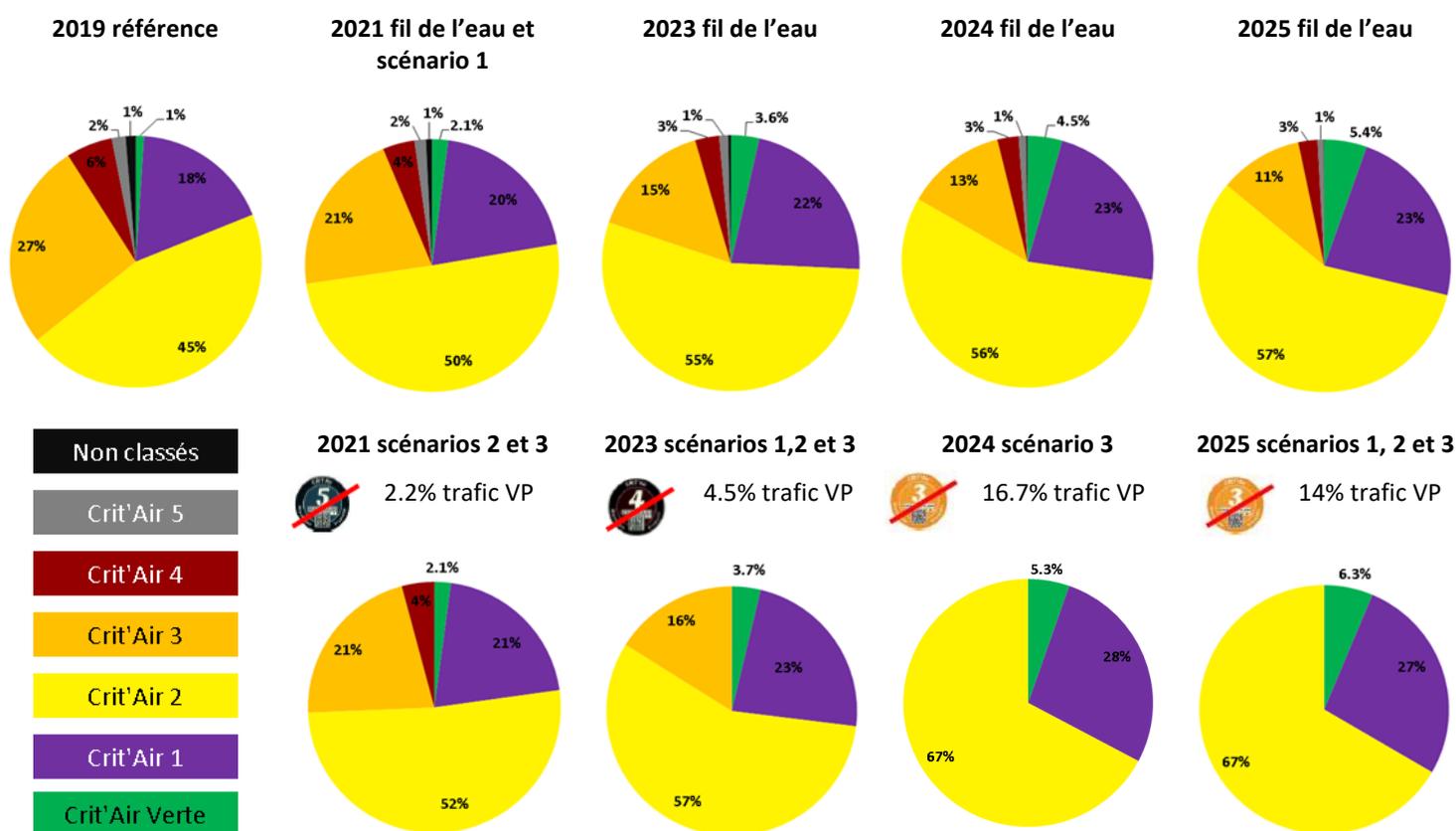
ANNEXE 7 : Compléments sur les parcs roulants utilisés par type de véhicule dans le cadre de l'étude

Les parcs roulants utilisés sont les parcs nationaux, construit par le CITEPA et détaillés en fonction du type d'axe. Le parc roulant 2019 est issu entre autres des données d'immatriculation. Les parcs roulants 2019, 2021, 2023, 2024 et 2025 sont issus de données de parcs prospectifs (MEEM-DGEC/CITEPA version Mai 2018) construites par le CITEPA.

Selon les scénarios pris en compte pour l'étude, les véhicules étant interdits à la circulation dans la ZFEm sont retirés. Le parc roulant est recalculé sans ces véhicules, au prorata des véhicules qui restent autorisés.

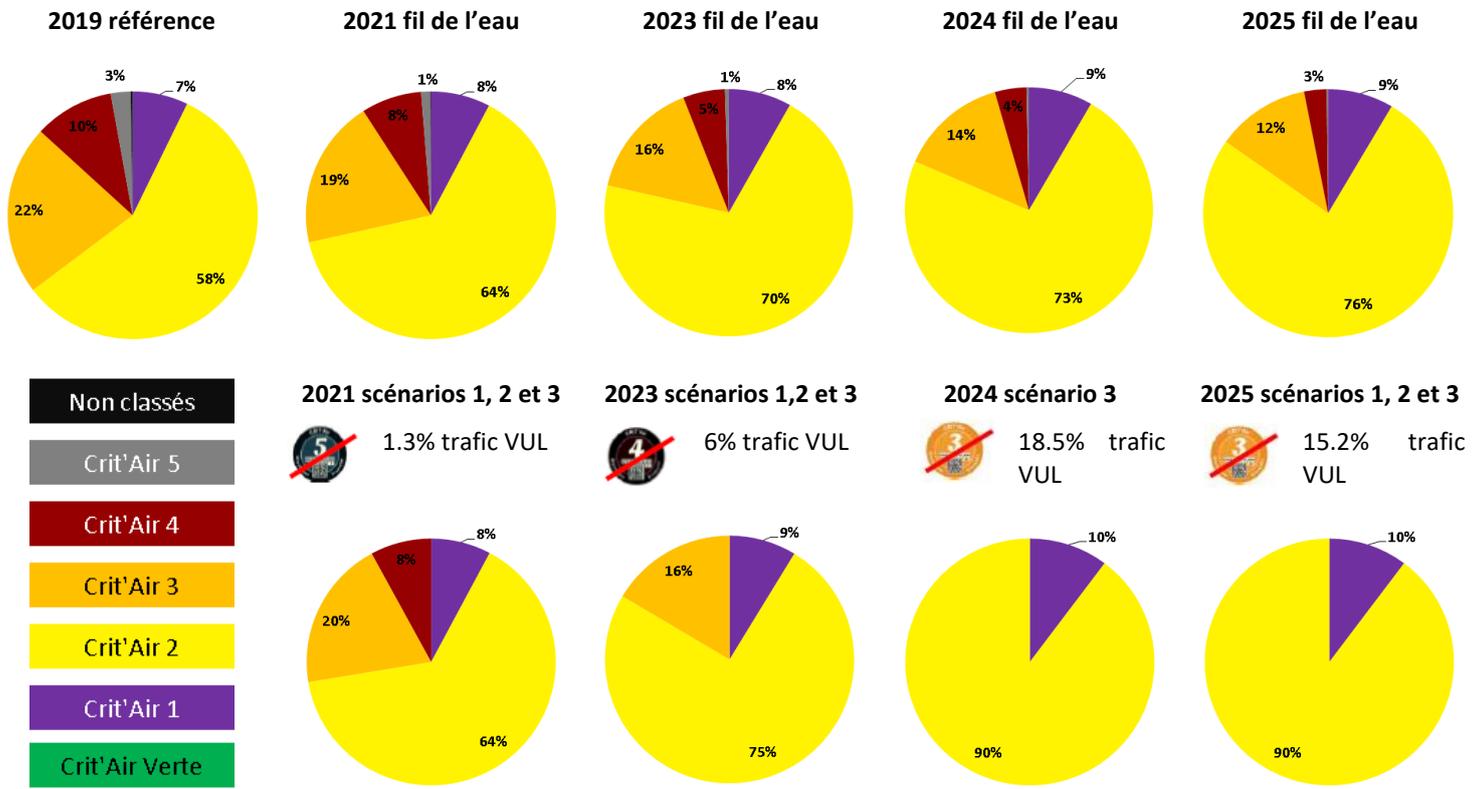
Parcs roulants urbains des Véhicules Particuliers classés par vignette Crit'Air selon le scénario considéré :

VP - Parc roulant dans le périmètre ZFEm



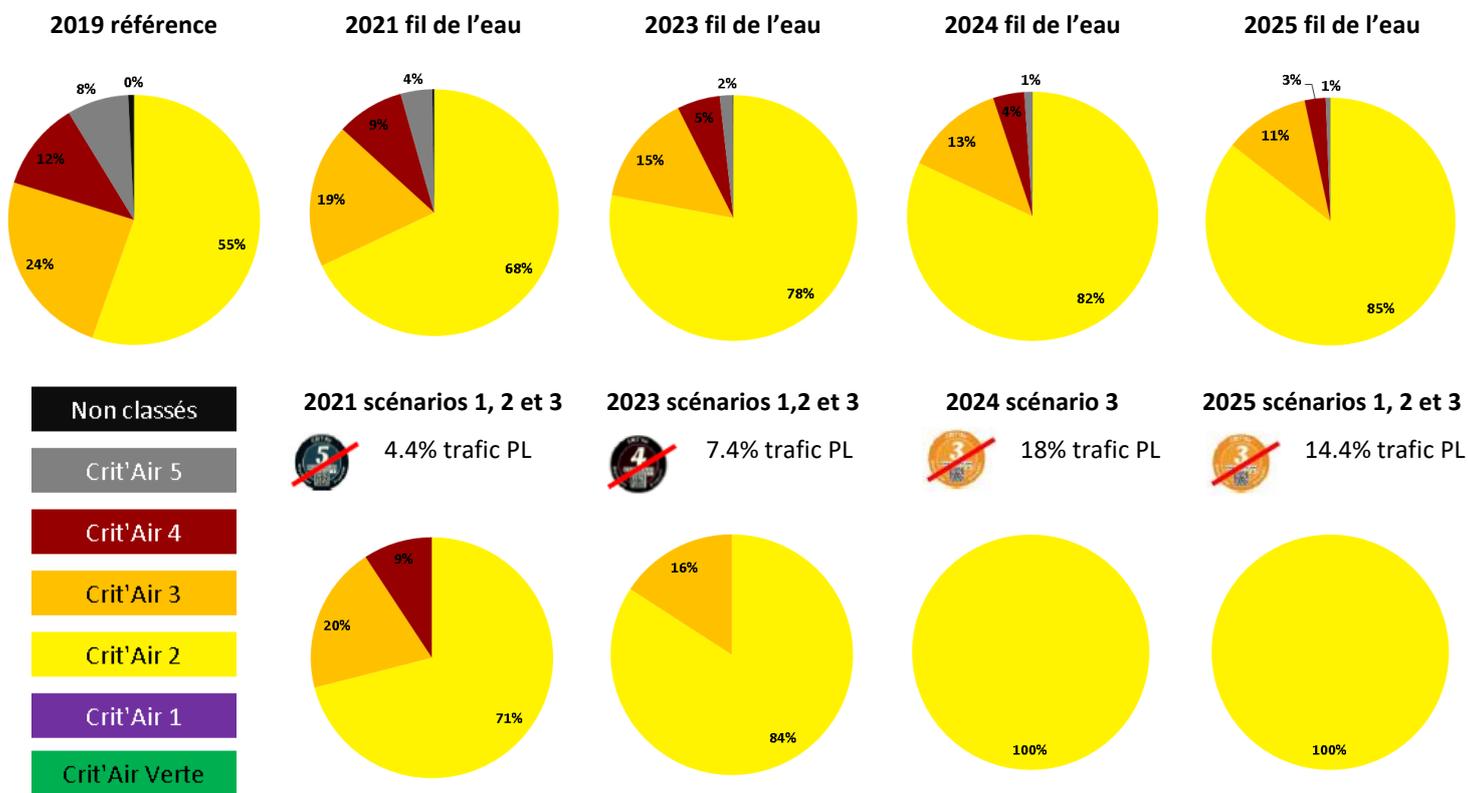
Parcs roulants urbains des Véhicules Utilitaires Légers classés par vignette Crit'Air selon le scénario considéré :

VUL - Parcs roulants dans le périmètre ZFEm



Parcs roulants urbains des Poids Lourds classés par vignette Crit'Air selon le scénario considéré :

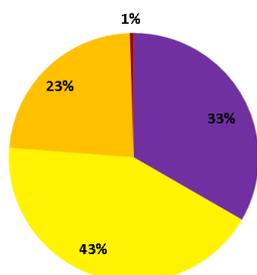
PL - Parcs roulants dans le périmètre ZFEm



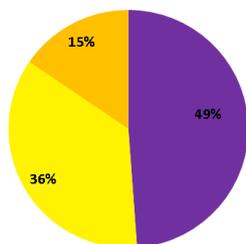
Parcs roulants urbains des Deux Roues Motorisés classés par vignette Crit'Air selon le scénario considéré :

2RM - Parcs roulants dans le périmètre ZFEm

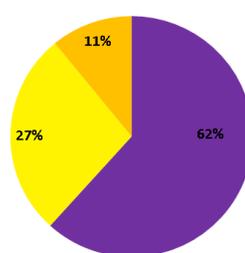
2019 référence



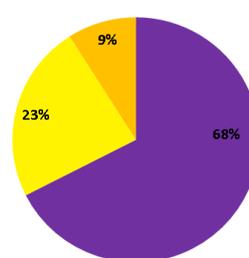
2021 fil de l'eau et scénario 1



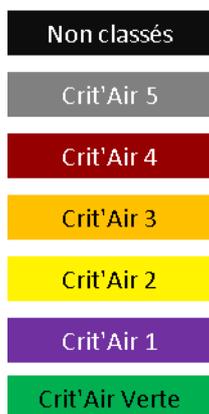
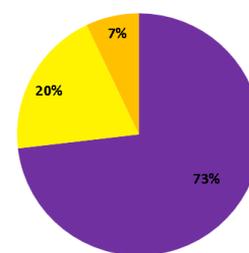
2023 fil de l'eau



2024 fil de l'eau



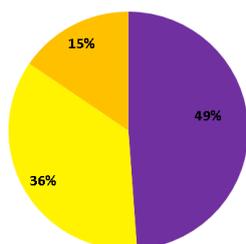
2025 fil de l'eau



2021 scénarios 2 et 3



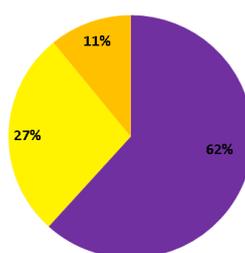
0% trafic 2RM



2023 scénarios 1,2 et 3



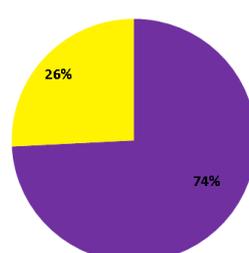
0% trafic 2RM



2024 scénario 3



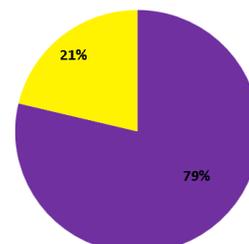
9% trafic 2RM



2025 scénarios 1, 2 et 3

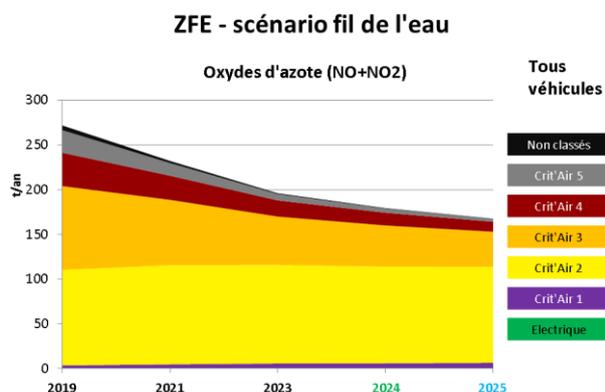


7.1% trafic 2RM



ANNEXE 8 : Analyse détaillée des émissions de chacun des polluants dans le périmètre ZFEm par scénario et type de véhicules

Emissions de NO_x – Scénario fil de l'eau tous véhicules confondus (en t/an)



Tous Véhicules	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.7	6.0	6.5
Crit'Air 2	106.7	110.9	110.1	108.0	107.5
Crit'Air 3	93.7	72.9	54.1	46.0	39.1
Crit'Air 4	37.3	27.0	18.1	14.2	11.1
Crit'Air 5	25.2	14.1	7.0	4.8	3.4
Non classés	5.3	2.4	0.9	0.5	0.2
Total	271.8	232.2	196.0	179.5	167.6
Ecart avec 2019 réf		-14.6%	-27.9%	-34.0%	-38.3%

Emissions de NO_x – Scénario fil de l'eau détail par type de véhicules (en t/an)

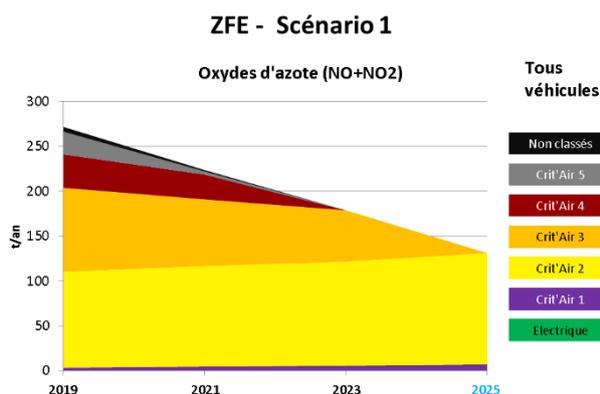
VP	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.9	2.2	2.4	2.5	2.6
Crit'Air 2	73.3	74.9	72.8	70.0	69.3
Crit'Air 3	45.7	36.5	26.4	21.6	18.3
Crit'Air 4	14.1	9.6	7.1	6.2	5.7
Crit'Air 5	4.1	3.3	2.6	2.1	1.8
Non classés	3.0	1.6	0.7	0.4	0.2
Total	142.1	128.2	112.0	102.8	97.7
Ecart avec 2019 réf		-9.8%	-21.2%	-27.6%	-31.2%

VUL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Crit'Air 2	16.2	15.9	15.0	14.8	14.3
Crit'Air 3	4.7	4.1	3.3	3.1	2.6
Crit'Air 4	2.8	2.1	1.4	1.1	0.8
Crit'Air 5	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1
Non classés	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	24.6	22.5	19.9	19.1	17.8
Ecart avec 2019 réf		-8.5%	-19.2%	-22.3%	-27.9%

PL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	15.0	18.2	20.9	22.0	22.9
Crit'Air 3	41.6	31.1	23.6	20.6	17.7
Crit'Air 4	20.3	15.3	9.6	6.8	4.6
Crit'Air 5	20.3	10.4	4.3	2.6	1.5
Non classés	2.2	0.8	0.2	0.1	0.0
Total	99.4	75.8	58.6	52.1	46.7
Ecart avec 2019 réf		-23.7%	-41.1%	-47.6%	-53.0%

2RM	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.7	2.5	3.2	3.5	3.8
Crit'Air 2	2.3	1.9	1.4	1.2	1.0
Crit'Air 3	1.7	1.2	0.8	0.7	0.5
Crit'Air 4	0.1	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-
Total	5.7	5.6	5.5	5.4	5.4
Ecart avec 2019 réf		-2.2%	-3.9%	-5.5%	-5.5%

Emissions de NO_x – Scénario 1 tous véhicules confondus (en t/an)



NO _x - Tous véhicules	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	111.9	115.7	124.0
Crit'Air 3	93.7	74.3	57.3	-
Crit'Air 4	37.3	27.7	-	-
Crit'Air 5	25.2	3.3	-	-
Non classés	5.3	1.6	-	-

Total (en t/an)	2019	2021	2023	2025
	271.8	223.7	178.8	131.1

Ecart avec 2019 réf	-17.7%	-34.2%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau	-3.6%	-8.8%	-21.8%

Emissions de NO_x – Scénario 1 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.9	2.2	2.5	3.0
Crit'Air 2	73.3	74.9	75.9	79.3
Crit'Air 3	45.7	36.5	27.5	-
Crit'Air 4	14.1	9.6	-	-
Crit'Air 5	4.1	3.3	-	-
Non classés	3.0	1.6	-	-

Total	2019	2021	2023	2025
	142.1	128.2	105.9	82.3

Ecart avec 2019 réf	-9.7%	-25.4%	-42.1%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	-5.4%	-15.8%

PL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	15.0	19.0	22.5	26.7
Crit'Air 3	41.6	32.5	25.4	-
Crit'Air 4	20.3	16.0	-	-
Crit'Air 5	20.3	-	-	-
Non classés	2.2	-	-	-

Total	2019	2021	2023	2025
	99.4	67.5	47.9	26.7

Ecart avec 2019 réf	-32.1%	-51.8%	-73.1%
Ecart avec fil de l'eau	-11.0%	-18.2%	-42.9%

VUL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.0	0.0	0.1	0.1
Crit'Air 2	16.2	16.1	15.9	16.9
Crit'Air 3	4.7	4.2	3.5	-
Crit'Air 4	2.8	2.1	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	2019	2021	2023	2025
	24.6	22.4	19.5	16.9

Ecart avec 2019 réf	-9.0%	-21.0%	-31.3%
Ecart avec fil de l'eau	-0.5%	-2.2%	-4.8%

2RM	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.7	2.5	3.2	4.1
Crit'Air 2	2.3	1.9	1.4	1.1
Crit'Air 3	1.7	1.2	0.8	-
Crit'Air 4	0.1	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

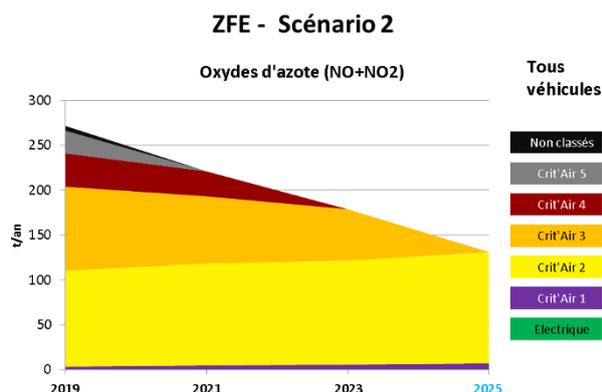
Total	2019	2021	2023	2025
	5.7	5.6	5.5	5.2

Ecart avec 2019 réf	-2.2%	-3.8%	-8.7%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-3.4%

Emissions de NO_x - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 1

Scénario 1 - NO _x	2021	2023	2025
Contribution des VP	0.0%	-3.1%	-9.2%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.2%	-0.5%
Contribution des PL	-3.6%	-5.4%	-11.9%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.1%
Ecart global avec le fil de l'eau	-3.6%	-8.8%	-21.8%

Emissions de NO_x – Scénario 2 tous véhicules confondus (en t/an)



NOx - Tous véhicules	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	113.4	115.7	124.0
Crit'Air 3	93.7	75.0	57.3	-
Crit'Air 4	37.3	27.9	-	-
Crit'Air 5	25.2	-	-	-
Non classés	5.3	-	-	-

Total (en t/an)	271.8	221.1	178.8	131.1
------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Ecart avec 2019 réf	-18.7%	-34.2%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-21.8%

Emissions de NO_x – Scénario 2 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.9	2.3	2.5	3.0
Crit'Air 2	73.3	76.3	75.9	79.3
Crit'Air 3	45.7	37.2	27.5	-
Crit'Air 4	14.1	9.8	-	-
Crit'Air 5	4.1	-	-	-
Non classés	3.0	-	-	-

Total	142.1	125.6	105.9	82.3
--------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-11.6%	-25.4%	-42.1%
Ecart avec fil de l'eau	-2.0%	-5.4%	-15.8%

VUL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.0	0.0	0.1	0.1
Crit'Air 2	16.2	16.1	15.9	16.9
Crit'Air 3	4.7	4.2	3.5	-
Crit'Air 4	2.8	2.1	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	24.6	22.4	19.5	16.9
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-9.0%	-21.0%	-31.3%
Ecart avec fil de l'eau	-0.5%	-2.2%	-4.8%

PL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	15.0	19.0	22.5	26.7
Crit'Air 3	41.6	32.5	25.4	-
Crit'Air 4	20.3	16.0	-	-
Crit'Air 5	20.3	-	-	-
Non classés	2.2	-	-	-

Total	99.4	67.5	47.9	26.7
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-32.1%	-51.8%	-73.1%
Ecart avec fil de l'eau	-11.0%	-18.2%	-42.9%

2RM	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.7	2.5	3.2	4.1
Crit'Air 2	2.3	1.9	1.4	1.1
Crit'Air 3	1.7	1.2	0.8	-
Crit'Air 4	0.1	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

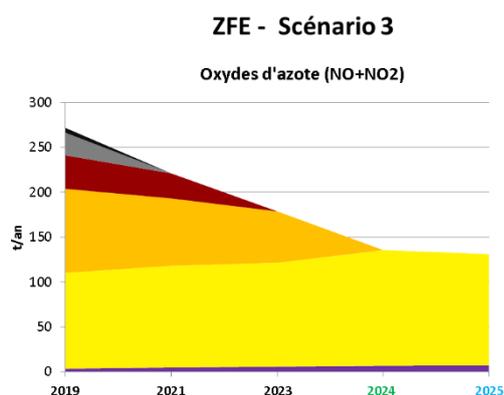
Total	5.7	5.6	5.5	5.2
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-2.2%	-3.8%	-8.7%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-3.4%

Emissions de NO_x - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 2

Scénario 2 - NOx	2021	2023	2025
Contribution des VP	-1.1%	-3.1%	-9.2%
Contribution des VUL	0.0%	-0.2%	-0.5%
Contribution des PL	-3.6%	-5.4%	-11.9%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.1%
Ecart global avec le fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-21.8%

Emissions de NO_x – Scénario 3 tous véhicules confondus (en t/an)



NO _x - Tous véhicules	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	3.6	4.8	5.8	6.8	7.1
Crit'Air 2	106.7	113.4	115.7	128.8	124.0
Crit'Air 3	93.7	75.0	57.3	-	-
Crit'Air 4	37.3	27.9	-	-	-
Crit'Air 5	25.2	-	-	-	-
Non classés	5.3	-	-	-	-
Total (en t/an)	271.8	221.1	178.8	135.7	131.1

Ecart avec 2019 réf	-18.7%	-34.2%	-50.1%	-51.8%
Ecart avec fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-24.4%	-21.8%

Emissions de NO_x – Scénario 3 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.9	2.3	2.5	2.9	3.0
Crit'Air 2	73.3	76.3	75.9	82.6	79.3
Crit'Air 3	45.7	37.2	27.5	-	-
Crit'Air 4	14.1	9.8	-	-	-
Crit'Air 5	4.1	-	-	-	-
Non classés	3.0	-	-	-	-

Total	142.1	125.6	105.9	85.5	82.3
--------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-11.6%	-25.4%	-39.8%	-42.1%
Ecart avec fil de l'eau	-2.0%	-5.4%	-16.8%	-15.8%

VUL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 2	16.2	16.1	15.9	18.2	16.9
Crit'Air 3	4.7	4.2	3.5	-	-
Crit'Air 4	2.8	2.1	-	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-	-

Total	24.6	22.4	19.5	18.2	16.9
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-9.0%	-21.0%	-26.0%	-31.3%
Ecart avec fil de l'eau	-0.5%	-2.2%	-4.7%	-4.8%

PL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	15.0	19.0	22.5	26.7	26.7
Crit'Air 3	41.6	32.5	25.4	-	-
Crit'Air 4	20.3	16.0	-	-	-
Crit'Air 5	20.3	-	-	-	-
Non classés	2.2	-	-	-	-

Total	99.4	67.5	47.9	26.7	26.7
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-32.1%	-51.8%	-73.1%	-73.1%
Ecart avec fil de l'eau	-11.0%	-18.2%	-48.7%	-42.9%

2RM	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	1.7	2.5	3.2	3.8	4.1
Crit'Air 2	2.3	1.9	1.4	1.3	1.1
Crit'Air 3	1.7	1.2	0.8	-	-
Crit'Air 4	0.1	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-

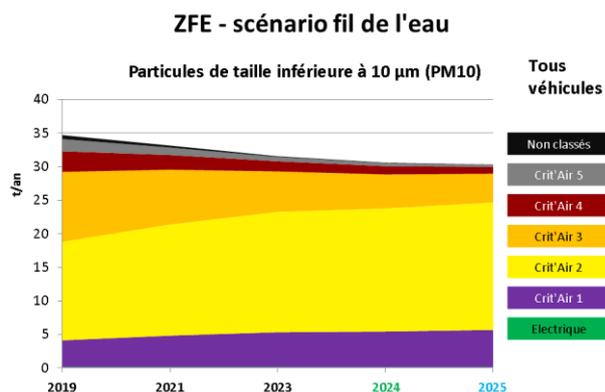
Total	5.7	5.6	5.5	5.2	5.2
--------------	------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-2.2%	-3.8%	-9.6%	-8.7%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-4.3%	-3.4%

Emissions de NO_x - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 3

Scénario 3 - NO _x	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-1.1%	-3.1%	-9.6%	-9.2%
Contribution des VUL	0.0%	-0.2%	-0.5%	-0.5%
Contribution des PL	-3.6%	-5.4%	-14.2%	-11.9%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%
Ecart global avec le fil de l'eau	-4.8%	-8.8%	-24.4%	-21.8%

Emissions de PM₁₀ – Scénario fil de l'eau tous véhicules confondus (en t/an)



PM10 - Tous véhicules	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
Crit'Air 1	4.0	4.6	5.2	5.3	5.5
Crit'Air 2	14.7	16.6	17.9	18.3	19.0
Crit'Air 3	10.4	8.2	6.0	5.0	4.3
Crit'Air 4	3.1	2.2	1.5	1.2	1.0
Crit'Air 5	1.8	1.1	0.6	0.5	0.3
Non classés	0.6	0.3	0.1	0.1	0.0
Total (en t/an)	34.7	33.1	31.6	30.6	30.3
Ecart avec 2019 réf		-4.5%	-9.1%	-11.8%	-12.6%

Emissions de PM₁₀ – Scénario fil de l'eau détail par type de véhicules (en t/an)

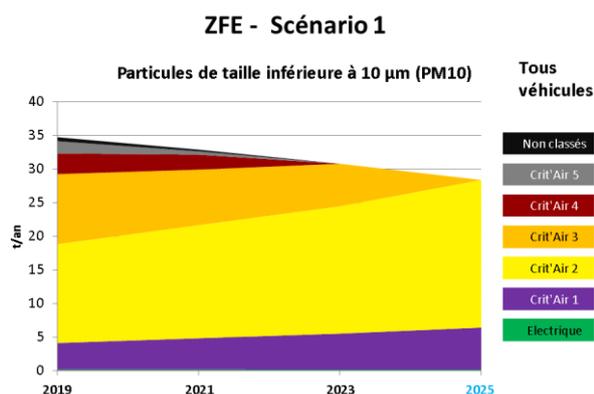
VP	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Zéro émissions	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
Crit'Air 1	3.3	3.7	4.0	4.1	4.2
Crit'Air 2	8.5	9.4	10.0	10.0	10.4
Crit'Air 3	7.0	5.5	4.0	3.3	2.8
Crit'Air 4	1.6	1.1	0.8	0.7	0.7
Crit'Air 5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3
Non classés	0.5	0.3	0.1	0.1	0.0
Total	21.6	20.6	19.4	18.6	18.5
Ecart avec 2019 réf		-4.5%	-10.1%	-14.0%	-14.5%

VUL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Zéro émissions	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Crit'Air 2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4
Crit'Air 3	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3
Crit'Air 4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
Crit'Air 5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Non classés	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0
Ecart avec 2019 réf		-5.2%	-9.0%	-8.6%	-11.6%

PL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Zéro émissions	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	4.5	5.5	6.2	6.6	6.8
Crit'Air 3	2.3	1.8	1.4	1.2	1.0
Crit'Air 4	1.1	0.8	0.5	0.4	0.2
Crit'Air 5	1.1	0.6	0.2	0.1	0.1
Non classés	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	9.1	8.7	8.4	8.3	8.2
Ecart avec 2019 réf		-5.1%	-8.2%	-9.2%	-10.2%

2RM	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Zéro émissions	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.5	0.8	1.0	1.1	1.2
Crit'Air 2	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3
Crit'Air 3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 4	0.0	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-
Total	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
Ecart avec 2019 réf		-1.0%	-1.8%	-3.3%	-3.1%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 1 tous véhicules confondus (en t/an)



PM10 - Tous véhicules	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	4.0	4.7	5.4	6.3
Crit'Air 2	14.7	16.8	18.9	21.9
Crit'Air 3	10.4	8.3	6.3	-
Crit'Air 4	3.1	2.2	-	-
Crit'Air 5	1.8	0.5	-	-
Non classés	0.6	0.3	-	-
Total (en t/an)	34.7	32.9	30.8	28.4

Ecart avec 2019 réf	-5.3%	-11.4%	-18.3%
Ecart avec fil de l'eau	-0.9%	-2.5%	-6.5%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 1 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	3.3	3.7	4.2	4.8
Crit'Air 2	8.5	9.4	10.4	12.0
Crit'Air 3	7.0	5.5	4.2	-
Crit'Air 4	1.6	1.1	-	-
Crit'Air 5	0.6	0.5	-	-
Non classés	0.5	0.3	-	-

Total	21.6	20.7	18.9	16.9
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-4.4%	-12.5%	-21.7%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	-2.7%	-8.4%

VUL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.2	0.2
Crit'Air 2	1.1	1.2	1.4	1.7
Crit'Air 3	0.6	0.5	0.4	-
Crit'Air 4	0.3	0.3	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-

Total	2.2	2.1	2.0	1.8
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-6.3%	-12.7%	-17.7%
Ecart avec fil de l'eau	-1.2%	-4.1%	-7.0%

PL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	4.5	5.7	6.7	8.0
Crit'Air 3	2.3	1.9	1.5	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-
Crit'Air 5	1.1	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	9.1	8.4	8.2	8.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-8.0%	-10.1%	-12.7%
Ecart avec fil de l'eau	-3.1%	-2.0%	-2.9%

2RM	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.5	0.8	1.0	1.3
Crit'Air 2	0.7	0.6	0.4	0.3
Crit'Air 3	0.5	0.3	0.2	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

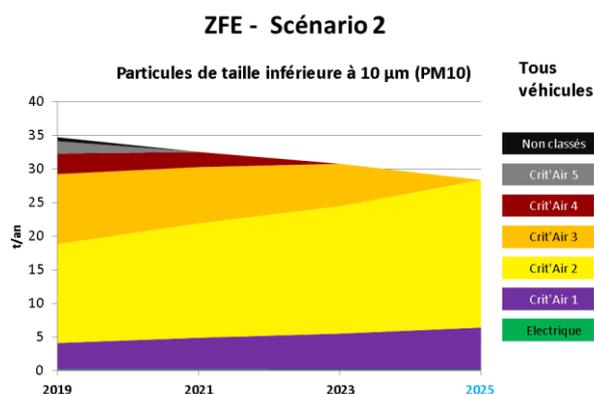
Total	1.7	1.7	1.7	1.6
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-1.0%	-1.7%	-5.9%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-2.9%

Emissions de PM₁₀ - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 1

Scénario 1 - PM10	2021	2023	2025
Contribution des VP	0.0%	-1.7%	-5.1%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.3%	-0.5%
Contribution des PL	-0.8%	-0.5%	-0.8%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.2%
Ecart global avec le fil de l'eau	-0.9%	-2.5%	-6.5%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 2 tous véhicules confondus (en t/an)



PM ₁₀ - Tous véhicules	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	4.0	4.7	5.4	6.3
Crit'Air 2	14.7	17.0	18.9	21.9
Crit'Air 3	10.4	8.4	6.3	-
Crit'Air 4	3.1	2.3	-	-
Crit'Air 5	1.8	-	-	-
Non classés	0.6	-	-	-
Total (en t/an)	34.7	32.5	30.8	28.4

Ecart avec 2019 réf	-6.3%	-11.4%	-18.3%
Ecart avec fil de l'eau	-1.9%	-2.5%	-6.5%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 2 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	3.3	3.8	4.2	4.8
Crit'Air 2	8.5	9.5	10.4	12.0
Crit'Air 3	7.0	5.6	4.2	-
Crit'Air 4	1.6	1.1	-	-
Crit'Air 5	0.6	-	-	-
Non classés	0.5	-	-	-

Total	21.6	20.3	18.9	16.9
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-6.1%	-12.5%	-21.7%
Ecart avec fil de l'eau	-1.7%	-2.7%	-8.4%

VUL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.2	0.2
Crit'Air 2	1.1	1.2	1.4	1.7
Crit'Air 3	0.6	0.5	0.4	-
Crit'Air 4	0.3	0.3	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-

Total	2.2	2.1	2.0	1.8
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-6.2%	-12.7%	-17.7%
Ecart avec fil de l'eau	-1.1%	-4.1%	-7.0%

PL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	4.5	5.7	6.7	8.0
Crit'Air 3	2.3	1.9	1.5	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-
Crit'Air 5	1.1	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	9.1	8.4	8.2	8.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-7.9%	-10.1%	-12.7%
Ecart avec fil de l'eau	-3.0%	-2.0%	-2.9%

2RM	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.5	0.8	1.0	1.3
Crit'Air 2	0.7	0.6	0.4	0.3
Crit'Air 3	0.5	0.3	0.2	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

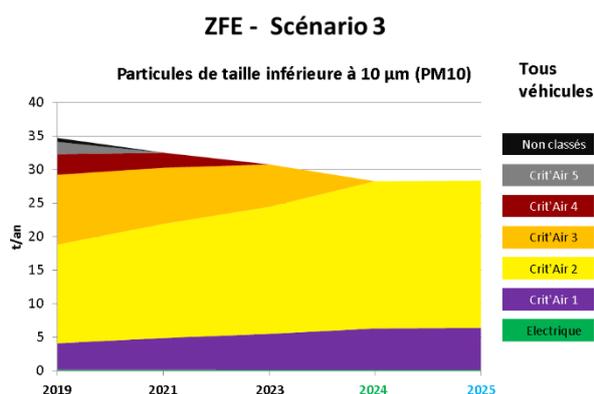
Total	1.7	1.7	1.7	1.6
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-0.9%	-1.7%	-5.9%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-2.9%

Emissions de PM₁₀ - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 2

Scénario 2 - PM ₁₀	2021	2023	2025
Contribution des VP	-1.0%	-1.7%	-5.1%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.3%	-0.5%
Contribution des PL	-0.8%	-0.5%	-0.8%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.2%
Ecart global avec le fil de l'eau	-1.9%	-2.5%	-6.5%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 3 tous véhicules confondus (en t/an)



PM10 - Tous véhicules	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	4.0	4.7	5.4	6.2	6.3
Crit'Air 2	14.7	17.0	18.9	21.9	21.9
Crit'Air 3	10.4	8.4	6.3	-	-
Crit'Air 4	3.1	2.3	-	-	-
Crit'Air 5	1.8	-	-	-	-
Non classés	0.6	-	-	-	-
Total (en t/an)	34.7	32.5	30.8	28.3	28.4
Ecart avec 2019 réf		-6.3%	-11.4%	-18.6%	-18.3%
Ecart avec fil de l'eau		-1.9%	-2.5%	-7.6%	-6.5%

Emissions de PM₁₀ – Scénario 3 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 1	3.3	3.8	4.2	4.8	4.8
Crit'Air 2	8.5	9.5	10.4	11.9	12.0
Crit'Air 3	7.0	5.6	4.2	-	-
Crit'Air 4	1.6	1.1	-	-	-
Crit'Air 5	0.6	-	-	-	-
Non classés	0.5	-	-	-	-
Total	21.6	20.3	18.9	16.8	16.9
Ecart avec 2019 réf		-6.1%	-12.5%	-22.2%	-21.7%
Ecart avec fil de l'eau		-1.7%	-2.7%	-9.6%	-8.4%

VUL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2
Crit'Air 2	1.1	1.2	1.4	1.7	1.7
Crit'Air 3	0.6	0.5	0.4	-	-
Crit'Air 4	0.3	0.3	-	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-	-
Total	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8
Ecart avec 2019 réf		-6.2%	-12.7%	-16.6%	-17.7%
Ecart avec fil de l'eau		-1.1%	-4.1%	-8.7%	-7.0%

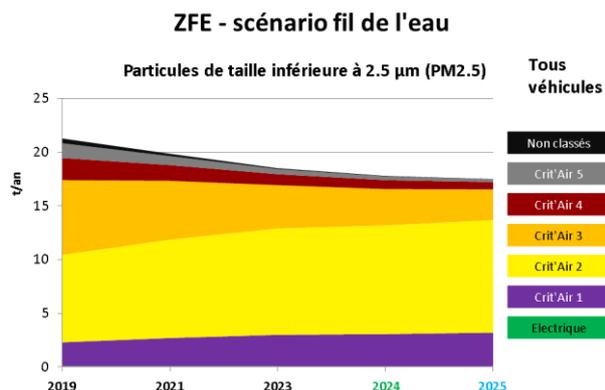
PL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	4.5	5.7	6.7	8.0	8.0
Crit'Air 3	2.3	1.9	1.5	-	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-	-
Crit'Air 5	1.1	-	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-	-
Total	9.1	8.4	8.2	8.0	8.0
Ecart avec 2019 réf		-7.9%	-10.1%	-12.6%	-12.7%
Ecart avec fil de l'eau		-3.0%	-2.0%	-3.8%	-2.9%

2RM	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.5	0.8	1.0	1.2	1.3
Crit'Air 2	0.7	0.6	0.4	0.4	0.3
Crit'Air 3	0.5	0.3	0.2	-	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-
Total	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6
Ecart avec 2019 réf		-0.9%	-1.7%	-6.9%	-5.9%
Ecart avec fil de l'eau		0.0%	0.1%	-3.7%	-2.9%

Emissions de PM₁₀ - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 3

Scénario 3 - PM10	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-1.0%	-1.7%	-5.8%	-5.1%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.3%	-0.6%	-0.5%
Contribution des PL	-0.8%	-0.5%	-1.0%	-0.8%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.2%	-0.2%
Ecart global avec le fil de l'eau	-1.9%	-2.5%	-7.6%	-6.5%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario fil de l'eau tous véhicules confondus (en t/an)



Tous Véhicules	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	2.2	2.6	2.9	3.0	3.1
Crit'Air 2	8.1	9.2	9.9	10.1	10.5
Crit'Air 3	7.0	5.5	4.0	3.4	2.9
Crit'Air 4	2.1	1.5	1.0	0.8	0.7
Crit'Air 5	1.4	0.8	0.5	0.3	0.3
Non classés	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0
Total	21.3	19.9	18.5	17.8	17.5
Ecart avec 2019 réf		-6.7%	-13.0%	-16.4%	-17.7%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario fil de l'eau détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	1.8	2.0	2.2	2.2	2.3
Crit'Air 2	4.7	5.2	5.5	5.6	5.8
Crit'Air 3	4.8	3.8	2.7	2.2	1.9
Crit'Air 4	1.1	0.8	0.6	0.5	0.5
Crit'Air 5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2
Non classés	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0

Total	13.3	12.4	11.5	10.9	10.7
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ecart avec 2019 réf	-6.5%	-13.8%	-18.3%	-19.5%
----------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------

VUL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 2	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8
Crit'Air 3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2
Crit'Air 4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Non classés	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Total	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1
--------------	------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-7.6%	-13.6%	-14.3%	-18.1%
----------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------

PL	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	2.5	3.0	3.4	3.6	3.7
Crit'Air 3	1.4	1.1	0.8	0.7	0.6
Crit'Air 4	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2
Crit'Air 5	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1
Non classés	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Total	5.5	5.0	4.8	4.7	4.6
--------------	------------	------------	------------	------------	------------

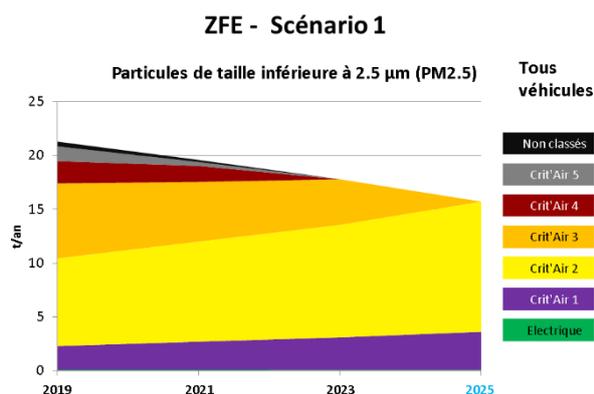
Ecart avec 2019 réf	-7.9%	-13.0%	-14.6%	-16.1%
----------------------------	--------------	---------------	---------------	---------------

2RM	ZFE - scénario fil de l'eau				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7
Crit'Air 2	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2
Crit'Air 3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
Crit'Air 4	0.0	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-

Total	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
--------------	------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-1.8%	-3.1%	-4.9%	-4.9%
----------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 1 tous véhicules confondus (en t/an)



PM2.5 - Tous véhicules	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	2.2	2.6	3.0	3.5
Crit'Air 2	8.1	9.3	10.4	12.1
Crit'Air 3	7.0	5.5	4.2	-
Crit'Air 4	2.1	1.5	-	-
Crit'Air 5	1.4	0.4	-	-
Non classés	0.4	0.2	-	-
Total (en t/an)	21.3	19.6	17.8	15.7

Ecart avec 2019 réf	-8.0%	-16.4%	-26.2%
Ecart avec fil de l'eau	-1.4%	-4.0%	-10.3%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 1 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	1.8	2.0	2.3	2.6
Crit'Air 2	4.7	5.2	5.7	6.6
Crit'Air 3	4.8	3.8	2.9	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-
Crit'Air 5	0.4	0.4	-	-
Non classés	0.4	0.2	-	-

Total	13.3	12.5	11.0	9.3
--------------	-------------	-------------	-------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-6.5%	-17.4%	-29.8%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	-4.2%	-12.9%

VUL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 2	0.6	0.6	0.7	0.9
Crit'Air 3	0.4	0.3	0.3	-
Crit'Air 4	0.3	0.2	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-

Total	1.4	1.3	1.1	1.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-9.5%	-19.6%	-28.1%
Ecart avec fil de l'eau	-2.0%	-7.0%	-12.1%

PL	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	2.5	3.1	3.7	4.4
Crit'Air 3	1.4	1.2	0.9	-
Crit'Air 4	0.6	0.5	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	5.5	4.8	4.6	4.4
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-12.7%	-16.0%	-20.3%
Ecart avec fil de l'eau	-5.1%	-3.5%	-5.0%

2RM	ZFE - Scénario 1			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.3	0.5	0.6	0.8
Crit'Air 2	0.4	0.4	0.3	0.2
Crit'Air 3	0.3	0.2	0.2	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

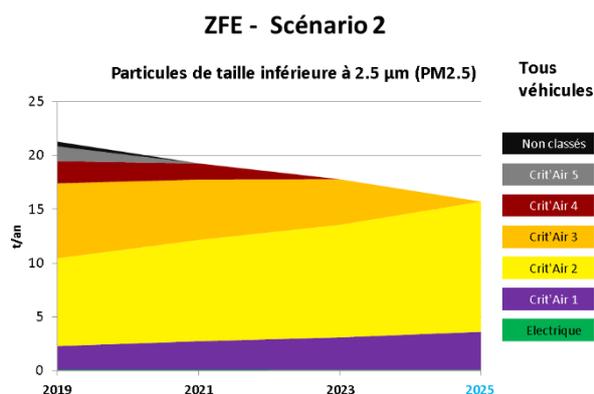
Total	1.1	1.1	1.1	1.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-1.8%	-3.0%	-8.9%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-4.2%

Emissions de PM_{2,5} - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 1

Scénario 1 - PM2.5	2021	2023	2025
Contribution des VP	0.0%	-2.6%	-7.9%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.5%	-0.8%
Contribution des PL	-1.3%	-0.9%	-1.3%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.3%
Ecart global avec le fil de l'eau	-1.4%	-4.0%	-10.3%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 2 tous véhicules confondus (en t/an)



PM2.5 - Tous véhicules	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	2.2	2.6	3.0	3.5
Crit'Air 2	8.1	9.4	10.4	12.1
Crit'Air 3	7.0	5.6	4.2	-
Crit'Air 4	2.1	1.5	-	-
Crit'Air 5	1.4	-	-	-
Non classés	0.4	-	-	-
Total (en t/an)	21.3	19.3	17.8	15.7

Ecart avec 2019 réf	-9.5%	-16.4%	-26.2%
Ecart avec fil de l'eau	-3.0%	-4.0%	-10.3%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 2 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	1.8	2.1	2.3	2.6
Crit'Air 2	4.7	5.3	5.7	6.6
Crit'Air 3	4.8	3.9	2.9	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-
Crit'Air 5	0.4	-	-	-
Non classés	0.4	-	-	-

Total	13.3	12.1	11.0	9.3
--------------	-------------	-------------	-------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-8.9%	-17.4%	-29.8%
Ecart avec fil de l'eau	-2.6%	-4.2%	-12.9%

VUL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 2	0.6	0.6	0.7	0.9
Crit'Air 3	0.4	0.3	0.3	-
Crit'Air 4	0.3	0.2	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-

Total	1.4	1.3	1.1	1.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-9.4%	-19.6%	-28.1%
Ecart avec fil de l'eau	-1.9%	-7.0%	-12.1%

PL	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-
Crit'Air 2	2.5	3.1	3.7	4.4
Crit'Air 3	1.4	1.2	0.9	-
Crit'Air 4	0.6	0.5	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-

Total	5.5	4.8	4.6	4.4
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-12.6%	-16.0%	-20.3%
Ecart avec fil de l'eau	-5.1%	-3.5%	-5.0%

2RM	ZFE - Scénario 2			
	2019	2021	2023	2025
Electrique	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.3	0.5	0.6	0.8
Crit'Air 2	0.4	0.4	0.3	0.2
Crit'Air 3	0.3	0.2	0.2	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-

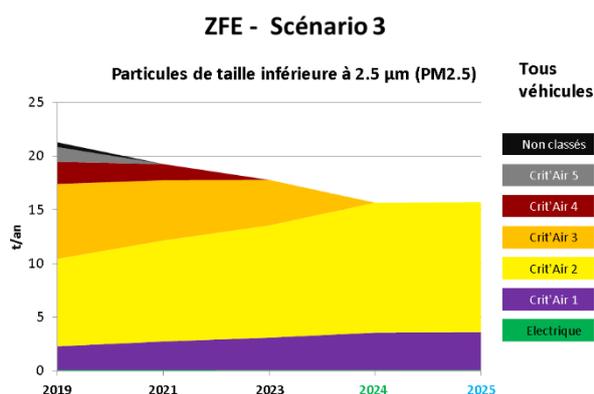
Total	1.1	1.1	1.1	1.0
--------------	------------	------------	------------	------------

Ecart avec 2019 réf	-1.7%	-3.0%	-8.9%
Ecart avec fil de l'eau	0.0%	0.1%	-4.2%

Emissions de PM_{2,5} - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 2

Scénario 2 - PM2.5	2021	2023	2025
Contribution des VP	-1.6%	-2.6%	-7.9%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.5%	-0.8%
Contribution des PL	-1.3%	-0.9%	-1.3%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.3%
Ecart global avec le fil de l'eau	-3.0%	-4.0%	-10.3%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 3 tous véhicules confondus (en t/an)



PM2.5 - Tous véhicules	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	2.2	2.6	3.0	3.5	3.5
Crit'Air 2	8.1	9.4	10.4	12.1	12.1
Crit'Air 3	7.0	5.6	4.2	-	-
Crit'Air 4	2.1	1.5	-	-	-
Crit'Air 5	1.4	-	-	-	-
Non classés	0.4	-	-	-	-
Total (en t/an)	21.3	19.3	17.8	15.7	15.7
Ecart avec 2019 réf		-9.5%	-16.4%	-26.4%	-26.2%
Ecart avec fil de l'eau		-3.0%	-4.0%	-12.0%	-10.3%

Emissions de PM_{2,5} – Scénario 3 détail par type de véhicules (en t/an)

VP	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 1	1.8	2.1	2.3	2.6	2.6
Crit'Air 2	4.7	5.3	5.7	6.6	6.6
Crit'Air 3	4.8	3.9	2.9	-	-
Crit'Air 4	1.1	0.8	-	-	-
Crit'Air 5	0.4	-	-	-	-
Non classés	0.4	-	-	-	-
Total	13.3	12.1	11.0	9.3	9.3
Ecart avec 2019 réf		-8.9%	-17.4%	-30.3%	-29.8%
Ecart avec fil de l'eau		-2.6%	-4.2%	-14.7%	-12.9%

VUL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crit'Air 2	0.6	0.6	0.7	0.9	0.9
Crit'Air 3	0.4	0.3	0.3	-	-
Crit'Air 4	0.3	0.2	-	-	-
Crit'Air 5	0.1	-	-	-	-
Non classés	0.0	-	-	-	-
Total	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0
Ecart avec 2019 réf		-9.4%	-19.6%	-27.0%	-28.1%
Ecart avec fil de l'eau		-1.9%	-7.0%	-14.8%	-12.1%

PL	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	-	-	-	-	-
Crit'Air 2	2.5	3.1	3.7	4.4	4.4
Crit'Air 3	1.4	1.2	0.9	-	-
Crit'Air 4	0.6	0.5	-	-	-
Crit'Air 5	0.8	-	-	-	-
Non classés	0.1	-	-	-	-
Total	5.5	4.8	4.6	4.4	4.4
Ecart avec 2019 réf		-12.6%	-16.0%	-20.2%	-20.3%
Ecart avec fil de l'eau		-5.1%	-3.5%	-6.5%	-5.0%

2RM	ZFE - Scénario 3				
	2019	2021	2023	2024	2025
Electrique	-	-	-	-	-
Crit'Air 1	0.3	0.5	0.6	0.7	0.8
Crit'Air 2	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2
Crit'Air 3	0.3	0.2	0.2	-	-
Crit'Air 4	0.0	-	-	-	-
Crit'Air 5	-	-	-	-	-
Non classés	-	-	-	-	-
Total	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
Ecart avec 2019 réf		-1.7%	-3.0%	-10.0%	-8.9%
Ecart avec fil de l'eau		0.0%	0.1%	-5.4%	-4.2%

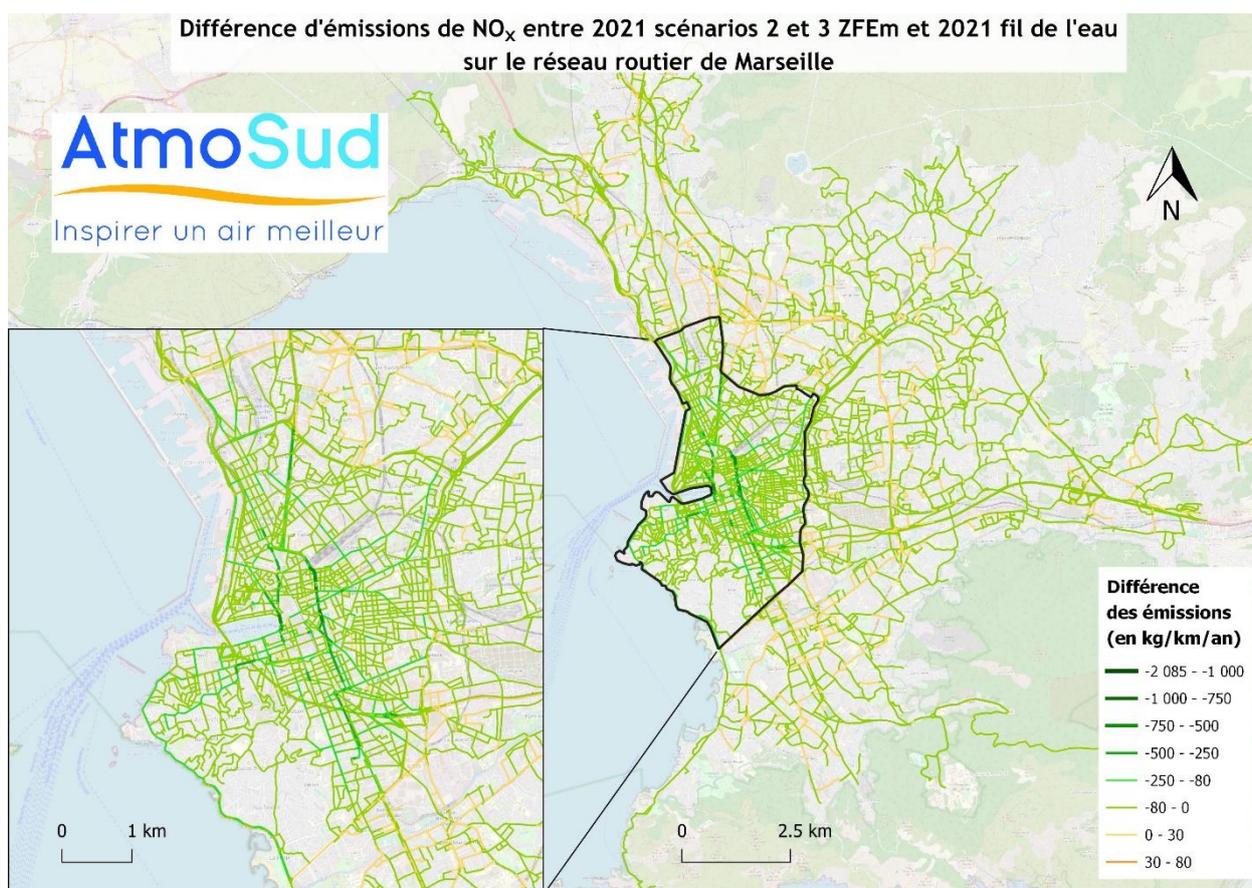
Emissions de PM_{2,5} - Contribution de chaque type de véhicule sur le gain des émissions pour le scénario 3

Scénario 3 - PM _{2,5}	2021	2023	2024	2025
Contribution des VP	-1.6%	-2.6%	-9.0%	-7.9%
Contribution des VUL	-0.1%	-0.5%	-1.0%	-0.8%
Contribution des PL	-1.3%	-0.9%	-1.7%	-1.3%
Contribution des 2RM	0.0%	0.0%	-0.3%	-0.3%
Ecart global avec le fil de l'eau	-3.0%	-4.0%	-12.0%	-10.3%

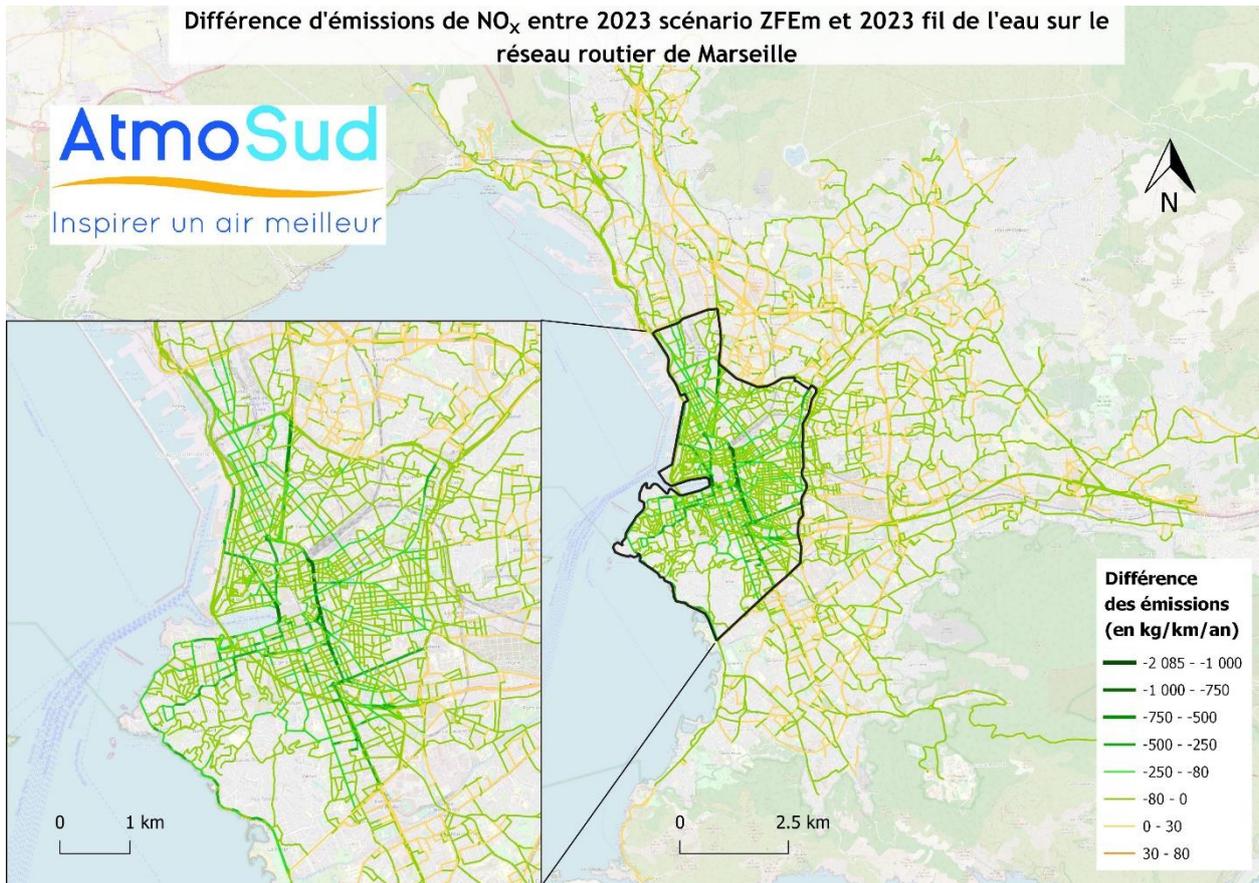
ANNEXE 9 : Cartographies des différences d'émissions de polluants entre le fil de l'eau et les scénarios ZFEm pour chacune des années calculées

La cartographie de 2021 tient compte uniquement des scénarios 2 et 3. Le scénario 1 ayant très peu de différences avec ces 2 scénarios, la cartographie des différences d'émissions de NO_x entre 2021 fil de l'eau et 2021 scénario 1 ZFEm n'est ici pas présentée.

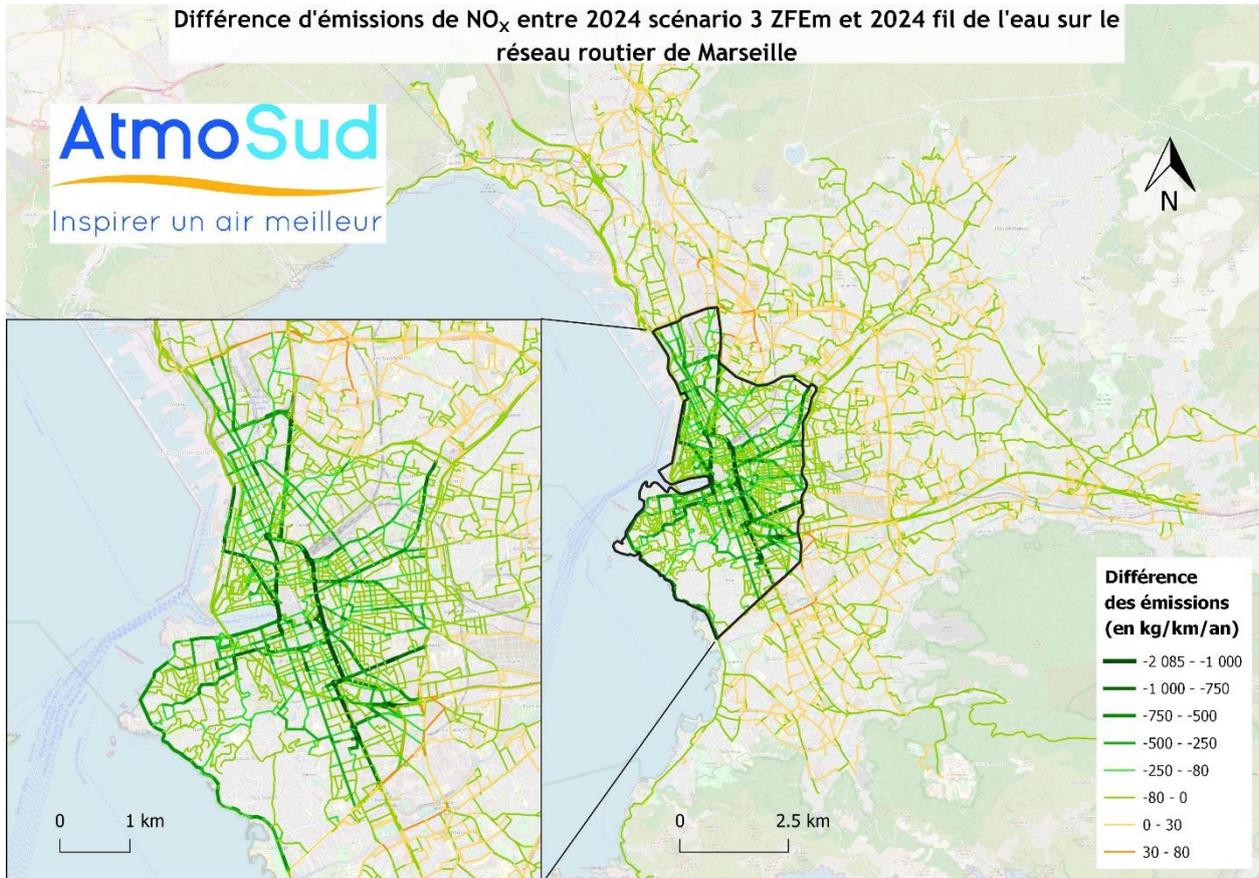
Cartographies des différences d'émissions de NO_x entre le scénario fil de l'eau et les scénarios ZFEm pour les années 2021, 2023 et 2024



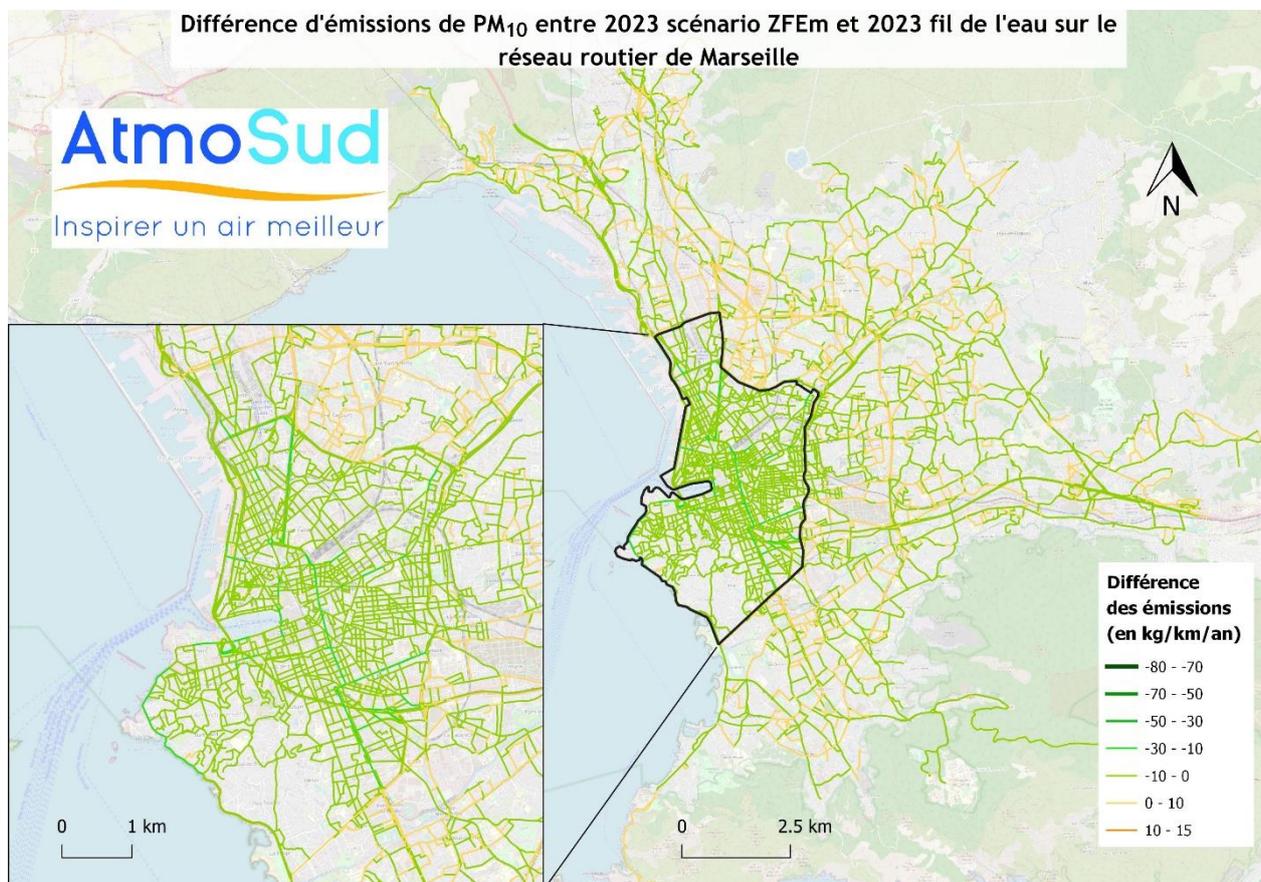
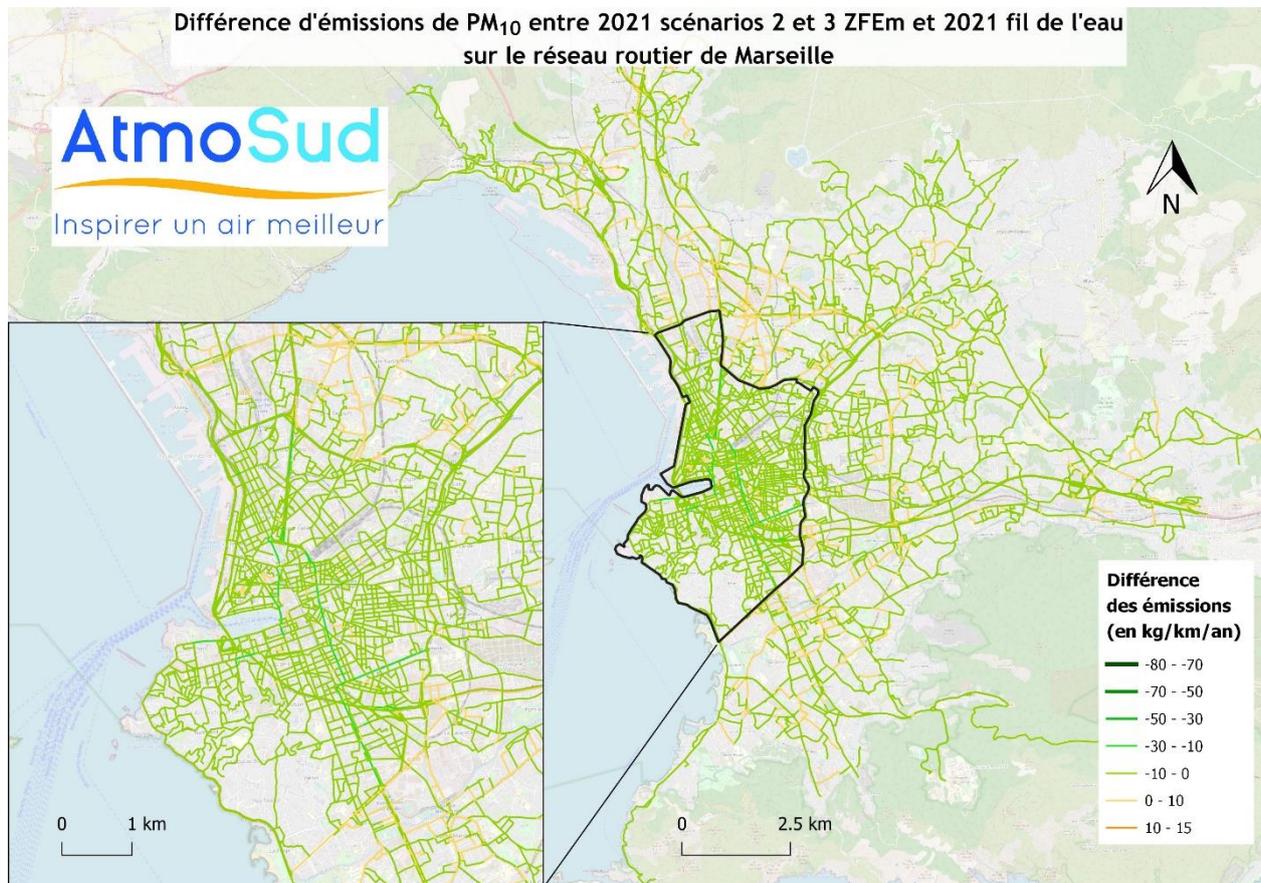
Différence d'émissions de NO_x entre 2023 scénario ZFEm et 2023 fil de l'eau sur le réseau routier de Marseille



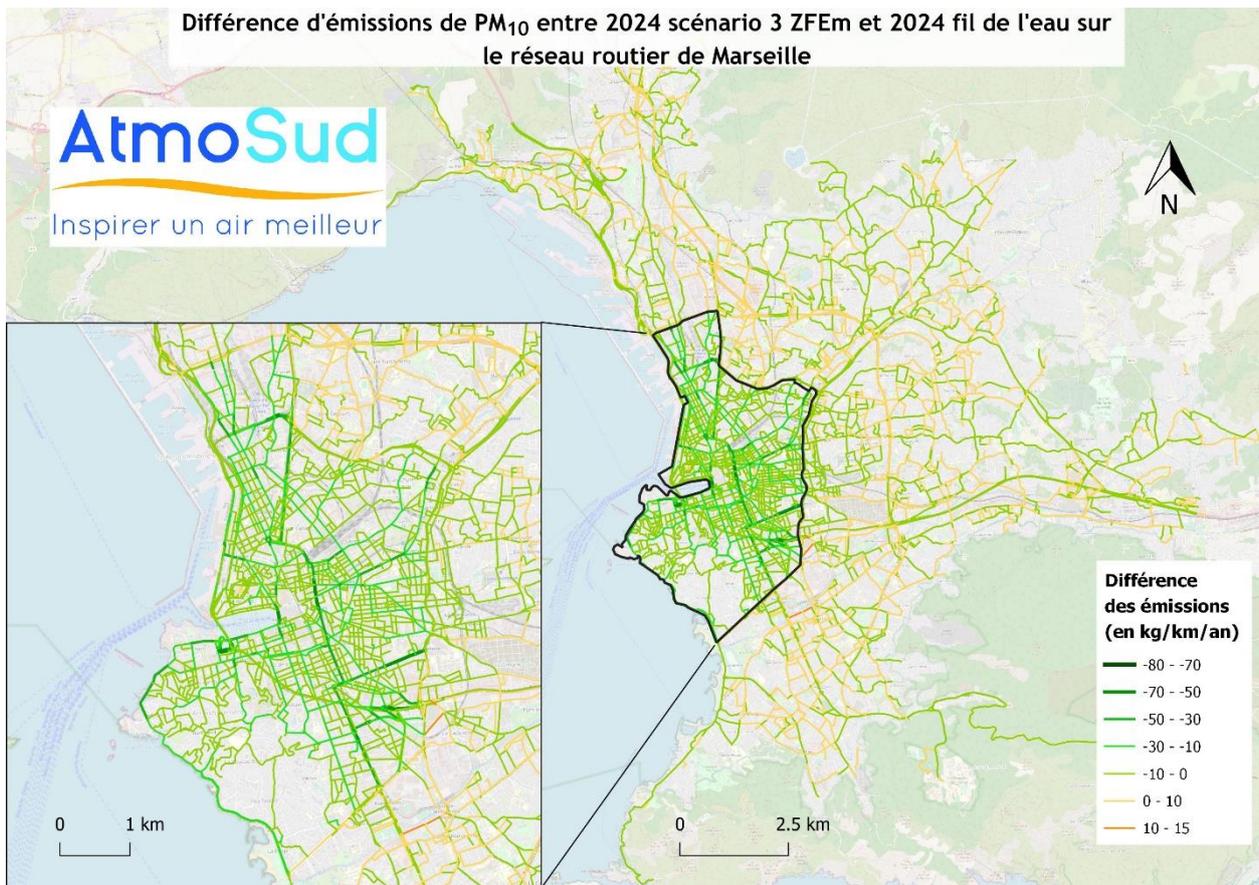
Différence d'émissions de NO_x entre 2024 scénario 3 ZFEm et 2024 fil de l'eau sur le réseau routier de Marseille



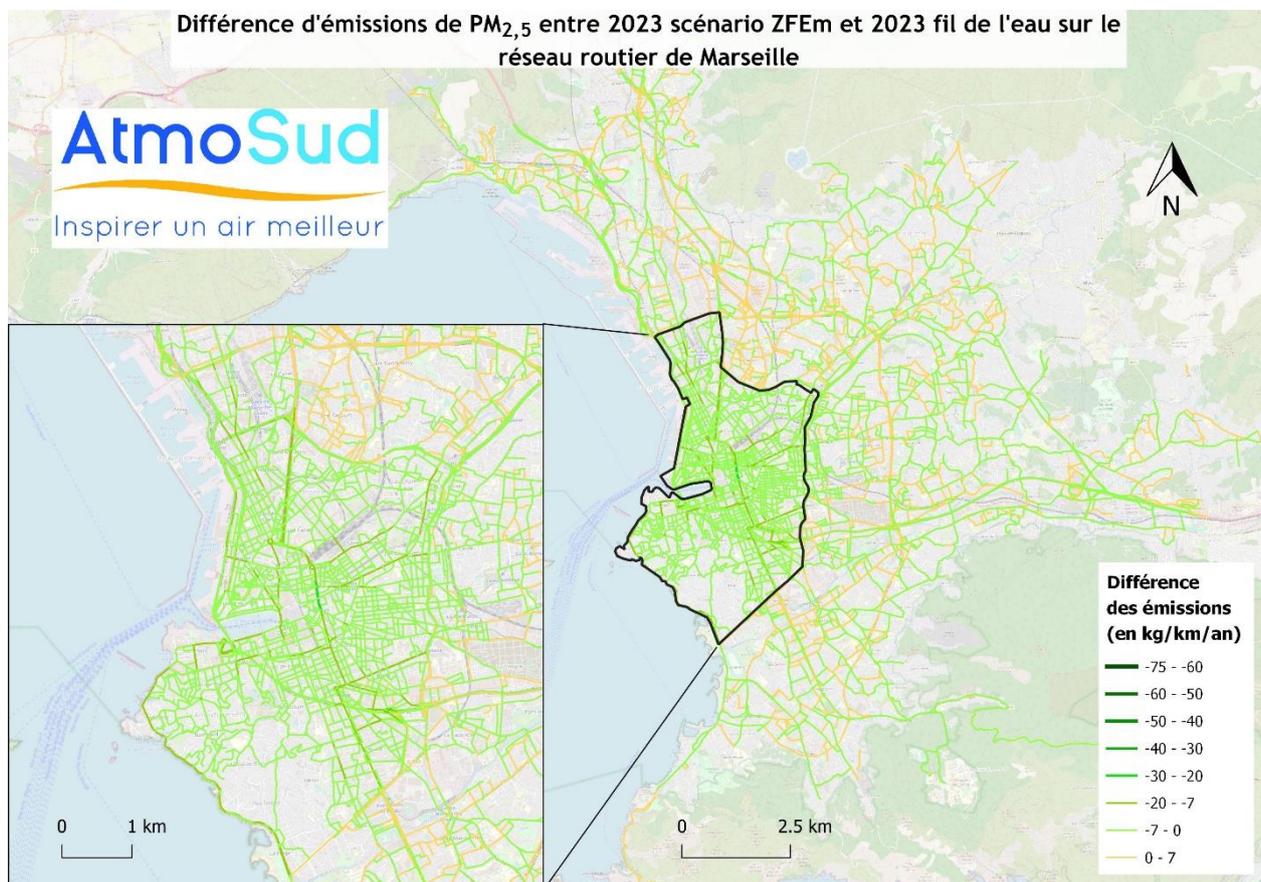
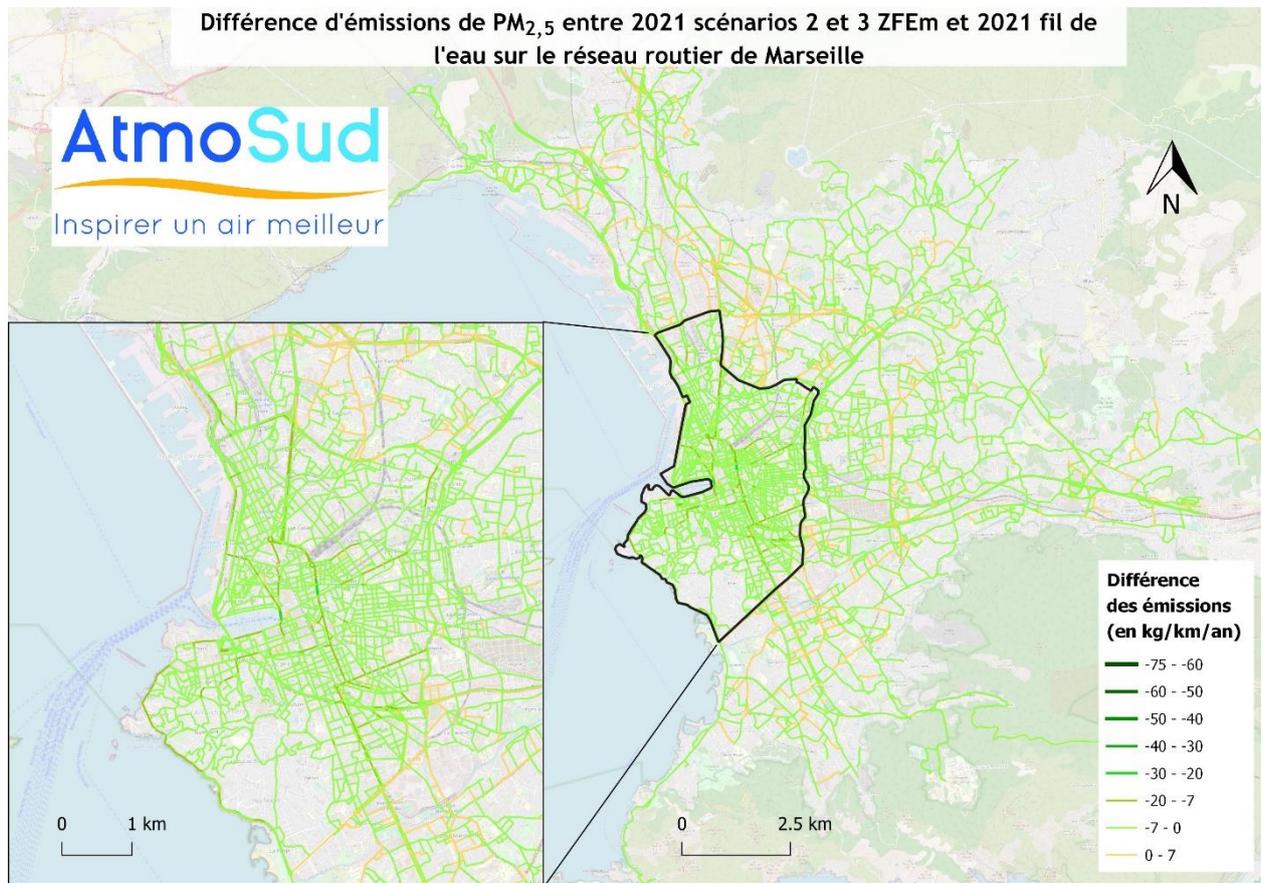
Cartographies des différences d'émissions de PM₁₀ entre le scénario fil de l'eau et les scénarios ZFEm pour les années 2021, 2023 et 2024



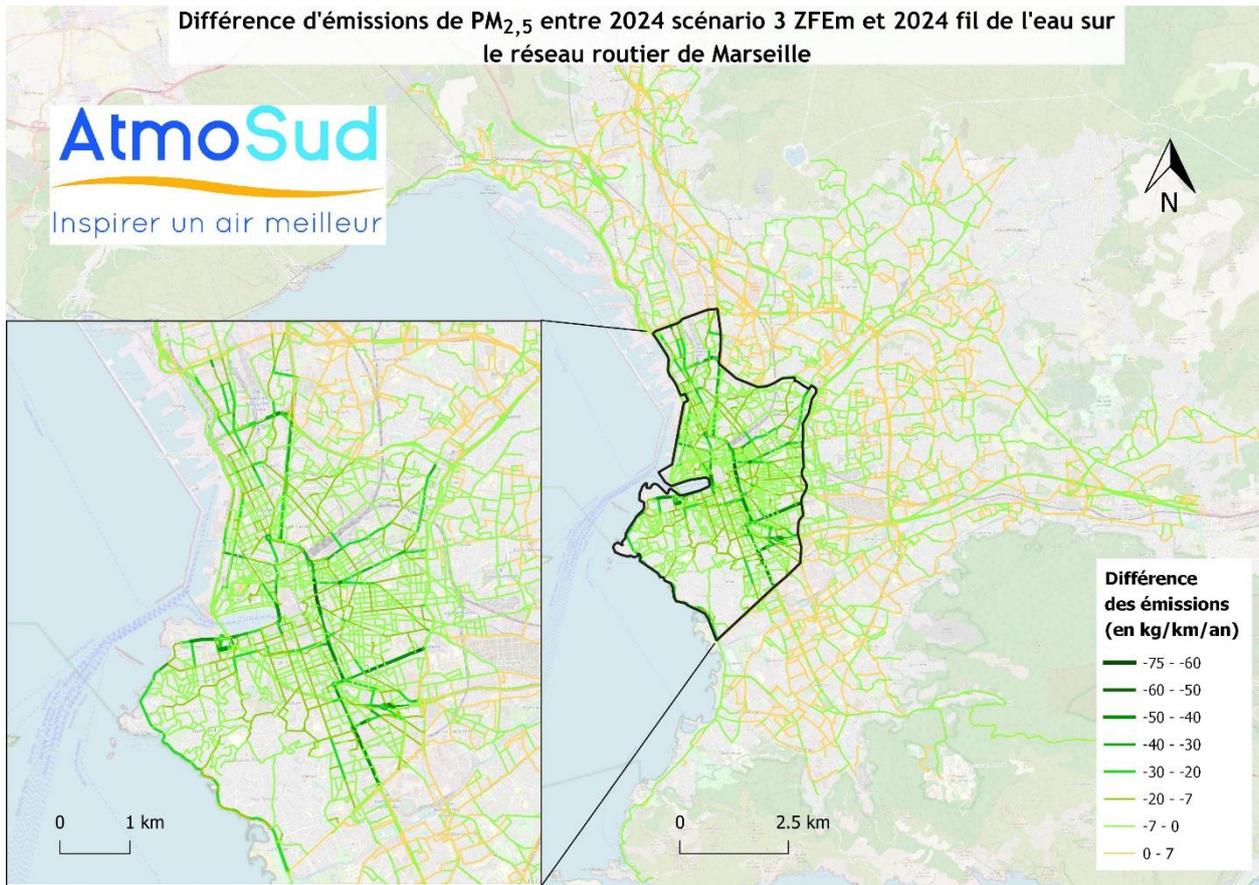
Différence d'émissions de PM₁₀ entre 2024 scénario 3 ZFEm et 2024 fil de l'eau sur le réseau routier de Marseille



Cartographies des différences d'émissions de PM_{2,5} entre le scénario fil de l'eau et les scénarios ZFEm pour les années 2021, 2023 et 2024



Différence d'émissions de $PM_{2,5}$ entre 2024 scénario 3 ZFEm et 2024 fil de l'eau sur le réseau routier de Marseille



ANNEXE 10 : Analyse de deux axes majeurs dans le périmètre ZFEm présentant des gains importants en termes d'émissions de NO_x en 2025 par rapport au fil de l'eau – le Cours Lieutaud et le Boulevard Baille

La carte sur les différences d'émissions de NO_x entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau sur le réseau routier de Marseille (Figure 37) montre un gain significatif sur les émissions de NO_x notamment sur le Cours Lieutaud et sur le Bd. Baille. Les gains obtenus sur ces 2 axes sont induits par des situations différentes en termes d'évolution du volume de trafic et de la part de poids-lourds :

- En 2025, sur le Cours Lieutaud, l'impact de la ZFEm permettrait de **diminuer les émissions de NO_x en moyenne de près d'1 t/km**. C'est **27% d'émissions en moins** par rapport au fil de l'eau
- En 2025, sur le Bd. Baille, ce serait en moyenne **un gain de 710 kg/km**, cela représenterait **-22% d'émission de NO_x en moins** par rapport au fil de l'eau

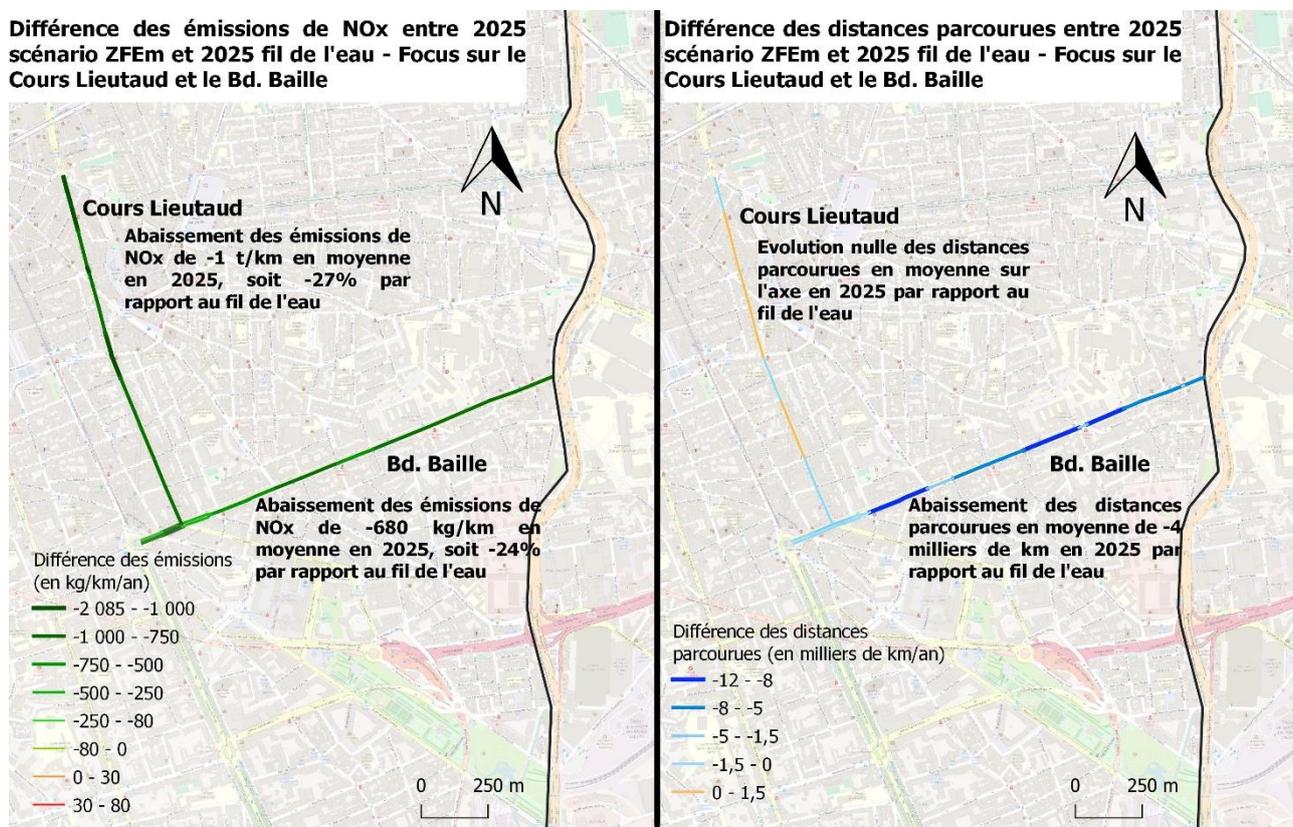


Figure 37 : Comparaison des différences d'émissions de NO_x et des distances parcourues entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau

Les Tableau 18 à Tableau 20 présentent les caractéristiques en termes de trafic de véhicules légers, lourds et totaux, ainsi que les émissions en oxydes d'azote associées. Les deux boulevards Baille et Lieutaud montrent une diminution significative des émissions pour des raisons distinctes :

- Sur le Cours Lieutaud : le trafic est stable dans les 2 scénarios mais le gain est plus important que sur le Bd. Baille avec 27% de réduction d'émission. Cet écart est induit par la part de véhicules lourds roulant sur le Cours Lieutaud. L'impact de la ZFEm sur les véhicules lourds est plus important en termes de contribution d'émission que sur les véhicules légers, ainsi sur les 970 kg/km en moins en 2025 sur le Cours Lieutaud, les PL contribuent pour 76% de cette différence.

- Sur le Bd. Baille, le scénario avec ZFEm à l'horizon 2025 montre une légère baisse de trafic. La mise en place de la ZFEm permet également de remplacer les véhicules les plus polluants par des véhicules moins émetteurs conduisant à réduire les émissions de 24% sur cet axe.

- Une analyse similaire a été réalisée sur l'Avenue du Prado (partie de l'avenue interne au périmètre ZFEm, appelée Prado 1), autre axe majeur dans le périmètre ZFEm. Les tendances en termes de trafics et d'émissions de NO_x présentent les mêmes caractéristiques que pour le Bd. Baille. La réduction des émissions de NO_x de 24% s'explique par une diminution des trafics sur cet axe.

Tableau 18 : Analyse des trafics et des émissions de NO_x sur le Cours Lieutaud entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau

Cours Lieutaud	2025 fil de l'eau		2025 ZFEm		Variation émissions 2025 fil de l'eau / 2025 ZFEm	
	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Différence (en kg/km)	Différence (en %)
VL	351.3	1861.9	351.0	1625.8	-236.1	-12.7%
PL	71.9	1779.4	72.2	1021.2	-758.3	-42.6%
% PL	17.0%	48.9%	17.1%	38.6%	76.3%	
Total	423.2	3641.3	423.2	2647.0	-994.4	-27.3%

Note : VL = VP + VUL + 2RM

Tableau 19 : Analyse des trafics et des émissions de NO_x sur le Boulevard Baille entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau

Bd. Baille	2025 fil de l'eau		2025 ZFEm		Variation émissions 2025 fil de l'eau / 2025 ZFEm	
	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Différence (en kg/km)	Différence (en %)
VL	409.0	2000.4	405.5	1732.2	-268.1	-13.4%
PL	35.8	801.6	35.6	391.1	-410.5	-51.2%
% PL	8.0%	28.6%	8.1%	18.4%	60.5%	
Trafic total	444.8	2802.0	441.1	2123.3	-678.7	-24.2%

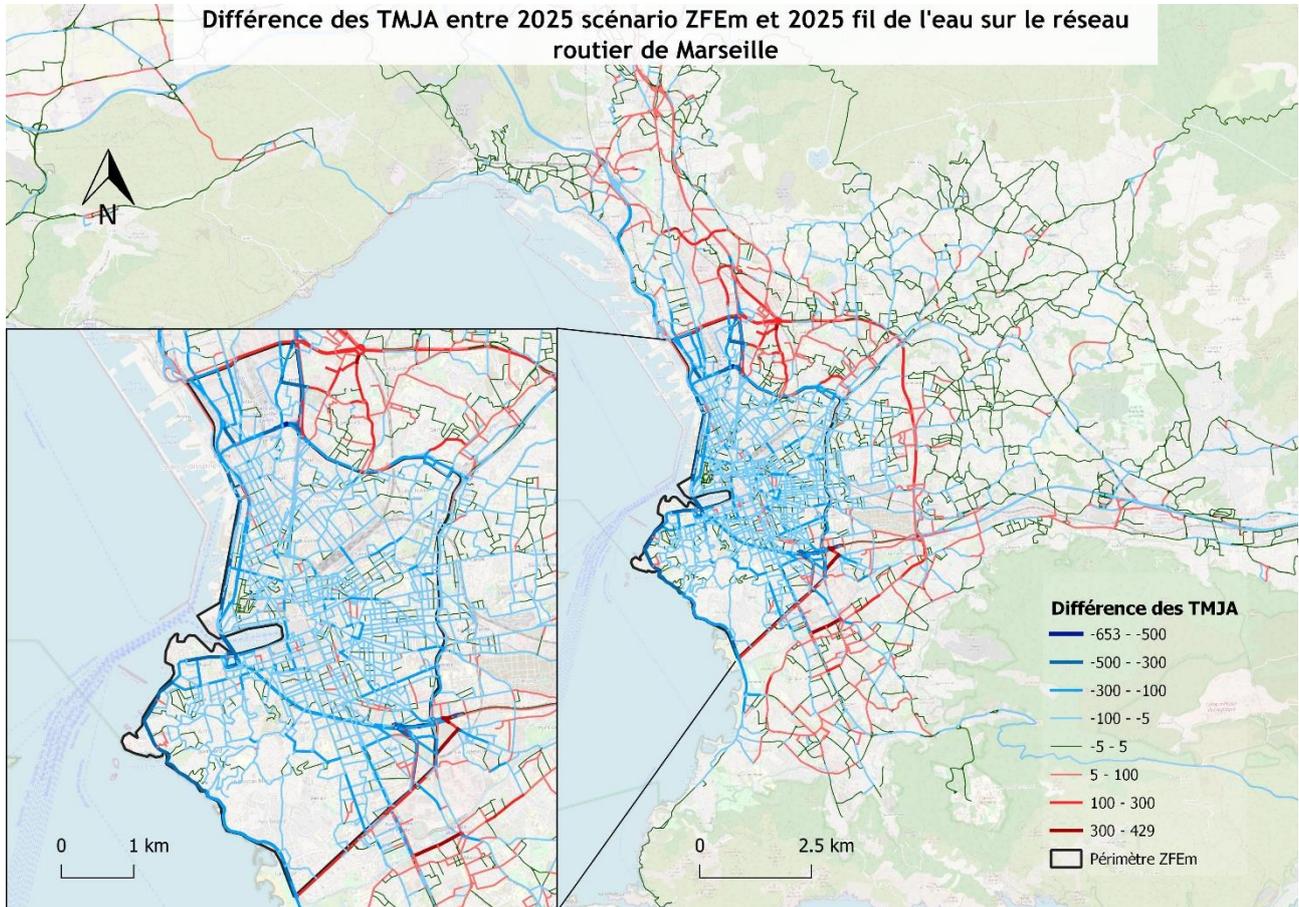
Note : VL = VP + VUL + 2RM

Tableau 20 : Analyse des trafics et des émissions de NO_x sur le l'Avenue du Prado entre 2025 scénario ZFEm et 2025 fil de l'eau

Av. du Prado	2025 fil de l'eau		2025 ZFEm		Variation émissions 2025 fil de l'eau / 2025 ZFEm	
	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Trafic (en milliers de véh km)	Emissions de NO _x (en kg/km)	Différence (en kg/km)	Différence (en %)
VL	886.6	2253.1	881.4	1954.7	-298.3	-13.2%
PL	104.9	1124.4	104.7	605.1	-519.3	-46.2%
% PL	10.6%	33.3%	10.6%	23.6%	63.5%	
Total	991.5	3377.5	986.1	2559.9	-817.6	-24.2%

Note : VL = VP + VUL + 2RM

ANNEXE 11 : Cartographie des Trafics Moyens Journaliers Annuels réalisée avec les données trafics fournies par SETEC Energie Environnement – Comparaison entre 2025 fil de l'eau et 2025 scénario ZFEm



ANNEXE 12 : Méthodologie pour l'estimation des émissions de NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} dans le périmètre ZFEm des scénarios 1 et 2 pour 2024

Une estimation des émissions de chacun des polluants en 2024 pour les scénarios 1 et 2 a été réalisée afin de donner un élément de comparaison entre chacun des scénarios étudiés dans le cadre de la ZFEm.

Cette méthode simplifiée permet de donner un ordre de grandeur des émissions attendues dans les scénarios 1 et 2, avec restriction des véhicules Crit'Air 4 et plus depuis 2023 et encore effective en 2024.

Les principales hypothèses de cette méthode sont les suivantes :

- Les données trafic pour les scénarios 1 et 2 n'étant pas disponibles en 2024, **on considère que les distances parcourues en 2024 dans le périmètre ZFEm sont identiques pour le fil de l'eau et les scénarios 1 et 2 ZFEm** ;
- La répartition des trafics par type de véhicules dans la ZFE est considérée identique entre le fil de l'eau 2024 et les scénarios 1 et 2

La méthode de calcul est la suivante à partir des données du fil de l'eau en 2024 en distinguant pas Crit'Air : les distances parcourues par Crit'Air et les émissions des différents polluants :

- 1- Un facteur d'émission unitaire (FEu) est calculé par véhicule Crit'Air dans la ZFEm selon le mode suivant $FEu = (\text{émission Crit'Air dans ZFEm}) / (\text{Distance parcourue Crit'Air dans ZFEm})$;
- 2- La distance totale des véhicules Crit'Air 4 et plus, est ventilée au prorata des distances des Crit'Air 3 et moins ;
- 3- La distance totale de chaque véhicules Crit'Air 3 et moins est calculée avec la distance ventilée plus distance déjà présente dans le fil de l'eau 2024 ;
- 4- La distance totale de chaque véhicules Crit'Air 3 et moins est multipliée par le facteur unitaire correspondant et permettant d'obtenir l'émission de chaque véhicules Crit'Air 3 et moins.

Estimation des émissions de NO_x pour les scénarios 1 et 2 en 2024 dans le périmètre ZFEm

NO _x	2024 - Fil de l'eau dans le périmètre ZFEm			2024 - Scénarios 1 et 2 dans le périmètre ZFEm sans les Crit'Air 4 et +		
	Tous véhicules Distances parcourues (en millions de veh.km/an)	Emissions de NO _x (en t/an)	Emissions unitaires (en g/km*) (1)	Ventilation des distances parcourues par les Crit'Air 4 et + (en millions de véh.km) (2)	Distances totales (en millions de véh.km) (3)	Emissions de NO _x estimées (en t/an) (4)
Electrique	12.41	-	-	0.46	12.87	-
Crit'Air 1	95.15	6.02	0.06	3.53	98.68	6.25
Crit'Air 2	212.41	108.02	0.51	7.87	220.28	112.02
Crit'Air 3	47.61	45.95	0.97	1.76	49.37	47.65
Crit'Air 4	10.01	14.20	1.42			
Crit'Air 5	3.07	4.79	1.56			
Non classés	0.54	0.48	0.89			
Total	381.20	179.46		13.62	381.20	165.92

*NB : t/millions de véh.km = g/km

Estimation des émissions de PM₁₀ pour les scénarios 1 et 2 en 2024 dans le périmètre ZFEm

PM ₁₀	2024 - Fil de l'eau dans le périmètre ZFEm			2024 - Scénarios 1 et 2 dans le périmètre ZFEm sans les Crit'Air 4 et +		
	Tous véhicules	Distances parcourues (en millions de veh.km/an)	Emissions de PM ₁₀ (en t/an)	Emissions unitaires (en g/km*) (1)	Ventilation des distances parcourues par les Crit'Air 4 et + (en millions de véh.km) (2)	Distances totales (en millions de véh.km) (3)
Electrique	12.41	0.1	0.01	0.46	12.87	0.15
Crit'Air 1	95.15	5.3	0.06	3.53	98.68	5.50
Crit'Air 2	212.41	18.3	0.09	7.87	220.28	19.03
Crit'Air 3	47.61	5.0	0.11	1.76	49.37	5.24
Crit'Air 4	10.01	1.2	0.12			
Crit'Air 5	3.07	0.5	0.15			
Non classés	0.54	0.1	0.12			
Total	381.20	30.6		13.62	381.20	29.91

Estimation des émissions de PM_{2,5} pour les scénarios 1 et 2 en 2024 dans le périmètre ZFEm

PM _{2,5}	2024 - Fil d'eau dans le périmètre ZFEm			2024 - Scénarios 1 et 2 dans le périmètre ZFEm sans les Crit'Air 4 et +		
	Tous véhicules	Distances parcourues (en millions de veh.km/an)	Emissions de PM _{2,5} (en t/an)	Emissions unitaires (en g/km*) (1)	Ventilation des distances parcourues par les Crit'Air 4 et + (en millions de véh.km) (2)	Distances totales (en millions de véh.km) (3)
Electrique	12.41	0.1	0.01	0.46	12.9	0.08
Crit'Air 1	95.15	3.0	0.03	3.53	98.7	3.10
Crit'Air 2	212.41	10.1	0.05	7.87	220.3	10.50
Crit'Air 3	47.61	3.4	0.07	1.76	49.4	3.51
Crit'Air 4	10.01	0.8	0.08			
Crit'Air 5	3.07	0.3	0.11			
Non classés	0.54	0.0	0.09			
Total	381.20	17.8		13.62	381.20	17.19

