



PROJET ANAQA :

**« Actions sur le territoire de Nantes
Métropole pour l'Amélioration de la
Qualité de l'Air »**

Quantification de 8 actions sur les émissions à l'atmosphère

Juillet 2023



air pays de
la loire
www.airpl.org

Sommaire

Introduction	2
Actions de réduction des émissions retenues ...	2
Quantification des actions	3
Synthèse	12

Contributions

Coordination de l'étude : Arnaud Rebours

Rédaction : Sébastien Cibick,

Validation : Arnaud Rebours, Céline Puente-Lelièvre

Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2022 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

Introduction

ANAQA est un projet impulsé par Nantes Métropole en 2021 et qui vise, avec l'appui d'Air Pays de la Loire, à préfigurer **un plan d'action en faveur de la qualité de l'air à mettre en œuvre d'ici 2025**.

Ce projet consiste à estimer, en termes d'émissions, 8 actions potentielles ayant un impact sur la qualité de l'air et sur les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Ce document constitue le livrable final du projet et comporte :

- La traduction de ces actions en évolution des émissions de polluants atmosphériques : SO₂, NO_x, PM10, PM2.5, PM1, CO, COVNM, benzène ; Ces espèces ont fait l'objet d'un processus de sélection et ont été validées par la Direction de la Santé Publique de Nantes Métropole ;
- La traduction de ces actions en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

Actions de réduction des émissions retenues

Fin d'année 2021, dans le cadre du projet ANAQA, plusieurs réunions ont eu lieu avec l'ensemble des directions de Nantes Métropole concernées. Ce travail a abouti à une liste de 8 actions potentielles visant à réduire les émissions de polluants à l'atmosphère et de demandes particulières (diagnostic, outils). La quantification de ces actions, a été réalisée en 2022. D'autres actions ne font pas l'objet d'une quantification à proprement parler mais de travaux de diagnostic (actions 6, 10 et 11) ou de création d'outils (actions 2 et 8).

Direction	Action	Échéance
1 Réseaux énergie	Développement des réseaux de chaleur - chaufferies biomasse	fin mars 2022
2 Environnement	Chauffage bois des particuliers => matrice des émissions pour passage entre différents combustibles	fin mars 2022
Environnement	Chauffage bois des particuliers => lors de la vente des biens immobiliers, obligation de passage de cheminées ouvertes (ou équipements anciens) à équipements performants ou abandon de l'équipement	fin mars 2022
3		
4 Logistique	renouvellement de la flotte de véhicules => conversion vers des véhicules électriques	fin mars 2022
5 Logistique/ Déchets	renouvellement de 100% des bennes à ordures (pour 2030) => conversion en GNV, électrique ou B100	fin mars 2022
6 Stratégie et études de déplacement	Mise à jour du diagnostic du PDU 2015 - volet air	fin mars 2022
7 Bâti	Développement des chaufferies bois-énergie dans les projets neufs de la métropole	fin mars 2022
Stratégie et études de déplacement	ZFE = diagnostic des émissions par type de véhicules et vignettes crit'air sur 3 zones : - Nantes intrapériphérique - Nantes métropole - Nantes Intrapériphérique + périphérique	juin 2022
8		
Réseaux énergie	Développement des bornes électriques pour routier (impact scénarios de substitution, à l'échelle de la Métropole, des véhicules thermiques par des véhicules électriques en lien avec le développement des réseaux de bornes)	2nd semestre 2022
9		
10 Stratégie et études de déplacement	Réaliser une carte stratégique avec les seuils actuels OMS	2nd semestre 2022
11 Stratégie et études de déplacement	Suite à la carte stratégique OMS, déterminer les expositions de la population	2nd semestre 2022
12 Stratégie et études de déplacement	Développement covoiturage => Boulevard prairie de Mauves	2nd semestre 2022

Quantification des actions

1 – Développement des réseaux de chaleur bois énergie

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de développement des réseaux de chaleur et de froid alimentés par des ENR fixés dans la loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et la stratégie nationale bas carbone (SNBC). La SNBC a notamment pour objectif de décarboner totalement la production d'énergie à l'horizon 2050¹.

Méthodologie

Année de référence : 2018

Données sources : étude prospective fournie par Nantes Métropole, le développement des nouveaux réseaux de chaleur attendu. La consommation de bois énergie attendue supplémentaire est de 9 106 MWh.

Source des facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA - 2021

Hypothèses retenues : les consommations de bois inconnues ont été estimées à partir de la puissance de l'installation et des consommations de bois énergie des installations similaires. Les émissions connues de certains polluants (NOx et particules notamment) des chaufferies Californie et chaufferies Malakoff ont été prises en compte pour l'état des lieux 2018 à partir des données BASEMIS V6 (utilisation des déclarations des émissions de la base de données du Registre des Emissions Polluantes). Des facteurs d'émissions spécifiques à Nantes Métropole ont été déterminés à partir des émissions déclarées pour les sites Malakoff et Petite Californie.

Pour l'évaluation des émissions liées à la substitution de l'utilisation du gaz naturel par du bois énergie, il a été fait l'hypothèse que le réseau de chaleur fonctionnant au bois énergie consomme 5 % d'énergie en plus que l'ensemble chaudières collectives substituées fonctionnant au gaz naturel. Les facteurs d'émissions utilisés sont les derniers disponibles pour l'année 2019.

Synthèse des émissions des nouveaux projets de réseaux de chaleur à partir de 2023²

	SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
	Emissions en tonnes								
	teq CO2								
Estimations des émissions des réseaux de chaleur existants et en projet 2026 - 2019 (a)	0,3	3,3	0,3	0,3	0,2	7,5	0,1	0,0	1 473
Emissions résidentiel Gaz Naturel 2026 (b)	0,02	0,88	0,03	0,03	0,03	0,69	0,06	0,01	1 763
Estimation des émissions des projets de réseaux de chaleur (a) - (b)	0,30	2,43	0,28	0,22	0,17	6,83	0,05	0,04	-290
<i>Emissions Nantes Métropole 2018 - Totales</i>	<i>120</i>	<i>5 223</i>	<i>802</i>	<i>506</i>	<i>331</i>	<i>6 992</i>	<i>3 239</i>	<i>32</i>	<i>2 493</i>
<i>soit une variation au total entre 2018 et 2026</i>	<i>0,3%</i>	<i>0,1%</i>	<i>0,04%</i>	<i>0,05%</i>	<i>0,1%</i>	<i>0,1%</i>	<i>0,02%</i>	<i>0,6%</i>	<i>-41,1%</i>

Globalement, compte tenu des hypothèses retenues pour cette étude, le développement des réseaux de chaleur bois énergie engendre des émissions supplémentaires de l'ensemble des polluants atmosphériques entre 0,02 % pour les COVNM et 0,6 % concernant le benzène par rapport à l'ensemble des émissions sur le territoire de Nantes Métropole, les PM2.5 augmentant de 0,05 %. La portée de ces augmentations est faible au regard des émissions du secteur résidentiel fonctionnant au bois énergie individuel (+0,3 tonnes de PM10 contre 182 tonnes pour la combustion du bois énergie du secteur résidentiel en 2018) ou des transports routiers (+0,3 tonnes de PM10 contre 247 tonnes pour les transports routiers en 2018 sur le territoire de Nantes Métropole). L'action est plus bénéfique concernant les émissions de gaz à effet de serre. Elle permet une économie de près de 1 kt eq CO₂. Cette action est également bénéfique pour les usagers pour le maintien de tarifs de l'énergie décorrélés des fluctuations des coûts des énergies fossiles.

¹ SNBC : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/SNBC-2%20synthe%CC%80se%20VF.pdf>

² Ces émissions sont calculées sur la base d'hypothèses défavorables. Du fait de ces hypothèses, les émissions calculées sont des valeurs maximums

2 – Matrice de facteurs d'émissions pour le changement d'équipements bois énergie individuels

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs de l'article 186 de la loi climat et résilience qui a pour but l'amélioration du parc d'appareils de chauffage au bois et vise à atteindre une réduction de 50 % des émissions de particules de type PM2.5 issues de la combustion du bois à l'horizon 2030 (par rapport à 2020). Elle alimente également les réflexions concernant les mesures du plan d'action chauffage au bois (réduire les émissions de polluants atmosphériques liées à l'utilisation du chauffage au bois).

Méthodologie

Année de référence : 2018

Sources utilisées

- facteurs d'émissions : EMEP/EEA – Air pollutant emission inventory guidebook – 2019
- rendements des installations de combustion de bois : ADEME – Les avis de l'ADEME – Le chauffage domestique au bois - 2019

Hypothèses retenues : les rendements retenus pour les installations de chauffage domestique au bois sont :

Types d'installation	Rendements
cheminée foyer ouvert	12,5%
poêles conventionnels	65%
poêles à haut rendement	75%
poêles et chaudières avancés / écolabellisés	80%
chaudières conventionnelles	70%
poêles et chaudières à granulés	85%

Matrice des facteurs d'émissions pour le chauffage domestique au bois énergie

Les ratios ci-dessous sont des facteurs multiplicatifs d'émissions de chaque polluant pour le passage d'un appareil à un autre. Ces coefficients sont ramenés à la chaleur utile pour l'utilisateur final (et non à la consommation d'énergie initiale).

		APRES					
NOx	facteur multiplicatif horizontal	cheminée foyer ouvert	poêles conventionnels	poêles à haut rendement	poêles et chaudières avancés / écolabellisés	Chaudières conventionnelles	Poêles et chaudières à granulés
AVANT	cheminée foyer ouvert	1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
	poêles conventionnels		1	1,4	1,5	1,5	1,2
	poêles à haut rendement			1	1,1	1,1	0,9
	poêles et chaudières avancés / écolabellisés				1	1	0,2
	Chaudières conventionnelles					1	0,2
	Poêles et chaudières à granulés						1
		APRES					
PM10	facteur multiplicatif horizontal	cheminée foyer ouvert	poêles conventionnels	poêles à haut rendement	poêles et chaudières avancés / écolabellisés	Chaudières conventionnelles	Poêles et chaudières à granulés
AVANT	cheminée foyer ouvert	1	0,2	0,1	0,02	0,1	0,01
	poêles conventionnels		1	0,4	0,1	0,6	0,1
	poêles à haut rendement			1	0,2	1,4	0,1
	poêles et chaudières avancés / écolabellisés				1	1,4	0,1
	Chaudières conventionnelles					1	0,1
	Poêles et chaudières à granulés						1
		APRES					
PM2,5	facteur multiplicatif horizontal	cheminée foyer ouvert	poêles conventionnels	poêles à haut rendement	poêles et chaudières avancés / écolabellisés	Chaudières conventionnelles	Poêles et chaudières à granulés
AVANT	cheminée foyer ouvert	1	0,2	0,1	0,02	0,1	0,01
	poêles conventionnels		1	0,4	0,1	0,6	0,1
	poêles à haut rendement			1	0,2	1,4	0,1
	poêles et chaudières avancés / écolabellisés				1	1,4	0,1
	Chaudières conventionnelles					1	0,1
	Poêles et chaudières à granulés						1
		APRES					
COVNM	facteur multiplicatif horizontal	cheminée foyer ouvert	poêles conventionnels	poêles à haut rendement	poêles et chaudières avancés / écolabellisés	Chaudières conventionnelles	Poêles et chaudières à granulés
AVANT	cheminée foyer ouvert	1	1,0	0,6	0,4	0,6	0,02
	poêles conventionnels		1	0,6	0,4	0,6	0,02
	poêles à haut rendement			1	0,7	1,0	0,03
	poêles et chaudières avancés / écolabellisés				1	1,0	0,03
	Chaudières conventionnelles					1	0,03
	Poêles et chaudières à granulés						1
		APRES					
CO	facteur multiplicatif horizontal	cheminée foyer ouvert	poêles conventionnels	poêles à haut rendement	poêles et chaudières avancés / écolabellisés	Chaudières conventionnelles	Poêles et chaudières à granulés
AVANT	cheminée foyer ouvert	1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,01
	poêles conventionnels		1	0,9	0,4	0,9	0,1
	poêles à haut rendement			1	0,5	1,1	0,1
	poêles et chaudières avancés / écolabellisés				1	1,1	0,1
	Chaudières conventionnelles					1	0,1
	Poêles et chaudières à granulés						1

Guide de lecture :

À titre d'exemple, passer d'une cheminée foyer ouvert à un poêle à granulés va faire diminuer les émissions de PM10 de 99 % pour la même quantité de chaleur rendue.

Les émissions de benzène sont directement proportionnelles aux émissions de COVNM, les ratios pour le benzène sont donc identiques aux ratios pour les COVNM.

Les ratios supérieurs à 1 indiquent que la conversion vers un équipement plus performant est défavorable en termes d'émissions de polluants à l'atmosphère. C'est le cas notamment pour les NOx qui peuvent être amenés à augmenter lorsque la conversion se fait vers un équipement plus performant du fait des températures de combustion plus élevées.

3 – Changement d'équipement bois énergie non performant lors de la vente d'un bien immobilier résidentiel

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs de l'article 186 de la loi climat et résilience qui a pour but l'amélioration du parc d'appareils de chauffage au bois et vise à atteindre une réduction de 50 % des émissions de particules de type PM2.5 issues de la combustion du bois à l'horizon 2030 (par rapport à 2020). Elle alimente également les réflexions concernant les mesures du plan d'action chauffage au bois (réduire les émissions de polluants atmosphériques liées à l'utilisation du chauffage au bois).

Méthodologie

Année de référence : 2018

Données sources : Nantes Métropole a fourni un état des lieux des ventes de biens immobiliers à l'échelle de la commune pour les années 2014 à 2020. Les données de consommation de bois énergie des logements individuels sont issues de l'inventaire des émissions BASEMIS V6 d'Air Pays de la Loire, tout comme le parc d'équipements (et leur ancienneté) des logements individuels.

Source des facteurs d'émissions et des rendements des installations de combustion utilisés :

- facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA - 2021
- facteurs d'émissions : EMEP/EEA – Air pollutant emission inventory guidebook – 2019
- rendement des installations : ADEME – Les avis de l'ADEME – Le chauffage domestique au bois - 2019

Hypothèses retenues : un parc de logements individuels 2018 est fourni dans l'inventaire BASEMIS V6. Dans ce parc de logements, les consommations de bois énergie sont connues ainsi que le parc d'équipements associé. Un nombre annuel moyen de 337 biens immobiliers équipés en appareil de combustion de bois énergie vendus est déterminé à partir des ventes 2017 à 2019 sur le territoire de la métropole de Nantes et du parc d'équipements BASEMIS V6. Parmi ces 337 ventes, en appliquant les ratios fournis par le CITEPA sur le parc d'équipements, 137 biens immobiliers vendus annuellement sont équipés de foyers ouverts ou d'équipements anciens. La consommation de bois énergie de ces 137 biens immobiliers est connue par les données BASEMIS V6.

Synthèse des émissions attendues en 2025

Les émissions déterminées ci-dessous sont pour une même quantité d'énergie utile consommée (chaleur utile). En fonction du rendement des installations, les consommations de bois énergie sont variables.

	Consommation d'énergie en MWh	Chaleur utile restituée MWh	SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
			Emissions en tonnes								
Foyers ouverts et équipements anciens	1822	638	0,09	0,4	7,2	7,0	6,9	34,2	5,1	1,6	39
Poêles avancés / écolabellisés	750	638	0,04	0,4	0,4	0,3	0,3	7,5	0,9	0,3	17
Poêles granulés	0	638	0,04	0,3	0,2	0,2	0,2	1,1	0,04	0,01	16
Par rapport à un équipement ancien :											
Poêles avancés / écolabellisés	-59%	0%	-56%	-17%	-95%	-95%	-95%	-78%	-82%	-82%	-56%
Poêles granulés	-100%	0%	-59%	-34%	-97%	-97%	-97%	-97%	-99%	-99%	-59%
Pour information											
Emissions Nantes Métropole 2018 - Résidentiel bois énergie			5	30	182	178	176	2 266	410	126	4

Globalement, pour une même quantité de chaleur fournie à l'utilisateur final, cette action est largement favorable à la diminution des émissions de polluants à l'atmosphère. Les plus fortes évolutions sont constatées pour les COVNM et le benzène avec une diminution annuelle proche de 99 % des émissions en passant d'un foyer ouvert à un équipement labellisé ou à granulés récent. Cette diminution est de 97 % pour les particules (quel que soit leur type) et le CO pour le même renouvellement d'appareil. À noter que cette action est également favorable au changement climatique en limitant les émissions de GES.

Environ 7 tonnes d'émissions de particules de type PM10 peuvent être évitées chaque année par cette action, soit une baisse annuelle de 4 % des émissions liées à l'utilisation du bois énergie dans le secteur résidentiel.

4 – Renouvellement de la flotte de véhicules légers vers des véhicules électriques

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de la loi d'orientation des mobilités (LOM) et indirectement du Plan de Réduction des Polluants Atmosphériques (PREPA). La loi LOM vise notamment à atteindre des objectifs territoriaux biennaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques au moins aussi exigeants que ceux du PREPA.

Méthodologie

Année de référence : 2018

Données sources : fournie par Nantes Métropole, la liste des véhicules avec leur norme Euro, leur combustible, leur consommation, les kilomètres parcourus et leur date de renouvellement.

Source des facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA - 2021

Hypothèses retenues : les kilométrages parcourus de chaque véhicule restent stables au fil des années. Les facteurs d'émissions utilisés pour les véhicules électriques renouvelés à partir de 2022 correspondent à la norme Euro 6c, dernières données disponibles. L'ensemble des émissions ont été prises en compte en particulier l'usure des freins, des pneumatiques et la remise en suspension. Les connaissances pour certains carburants restent parcellaires. Il a été fait notamment l'hypothèse que les facteurs d'émissions pour le diester sont les mêmes que pour le gazole routier, en dehors des émissions de CO₂ qui sont considérées comme nulles pour le diester.

Synthèse des émissions attendues en 2026

	Année de référence	SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
		Emissions en tonnes								
Emissions totales	2018	0,004	1,3	0,1	0,08	0,04	3,6	0,6	0,01	451
Emissions totales VP	2018	0,002	0,4	0,04	0,03	0,01	2,2	0,4	0,01	238
Emissions totales VUL	2018	0,002	0,9	0,1	0,1	0,03	1,4	0,2	0,004	213
Emissions totales	2022	0,003	0,9	0,1	0,06	0,02	3,1	0,5	0,01	367
Emissions totales	2023	0,002	0,7	0,1	0,06	0,01	2,4	0,4	0,009	287
Emissions totales	2024	0,001	0,3	0,096	0,05	0,009	1,6	0,3	0,006	180
Emissions totales	2025	0,001	0,07	0,095	0,05	0,008	0,7	0,1	0,003	66
100% électrique Soit une baisse par rapport à 2018 Pour information :	2026	0,000	0	0,094	0,05	0,007	0	0	0	0
		-100%	-100%	-26%	-40%	-80%	-100%	-100%	-100%	-100%
Emissions des véhicules légers sur le territoire de Nantes Métropole (a)										
	2018	6	2 687	350	224		1 799	152	6	809
Part des émissions dans le total (a)										
	2018	0,08%	0,05%	0,04%	0,04%		0,2%	0,4%	0,2%	56%

Le renouvellement de la flotte de véhicules légers vers une flotte 100 % électrique est bénéfique pour l'ensemble des émissions de polluants atmosphériques et des GES. Avec une flotte de véhicules électriques, il demeure des émissions de particules qui sont liées à l'usure des freins, des pneus et la remise en suspension. Ces particules restent néanmoins assez grossières (PM10) et une baisse des émissions de ces particules de 26 % est observée pour cette taille. Cette diminution atteint 40 % pour les PM2.5 et 80 % pour les PM1. Les émissions de particules liées à l'usure des freins, des pneus et la remise en suspension sont majoritaires pour les PM10 et représentent environ 80 % des émissions à l'atmosphère. Ce pourcentage n'est plus que de 67 % pour les PM2.5.

La part des émissions de la flotte de véhicules de Nantes Métropole est relativement faible par rapport aux émissions totales du territoire des véhicules légers (VUL+VP). Mais cette action s'inscrit dans le cadre d'une démarche exemplaire pour Nantes Métropole. Elle permettra de fournir des éléments notamment pour les entreprises détentrices d'une flotte de véhicules captive sur le territoire de la Métropole.

5 – Renouvellement de la flotte de bennes à ordures ménagères (BOM) vers des véhicules électriques ou Bio GNc ou B100

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de la loi d'orientation des mobilités (LOM) et indirectement du Plan de Réduction des Polluants Atmosphériques (PREPA). La loi LOM vise notamment à atteindre des objectifs territoriaux biennaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques au moins aussi exigeants que ceux du PREPA.

Méthodologie

Année de référence : 2018

Définitions : le Bio GNc est un biocarburant gazeux qui s'apparente à du gaz naturel carburant. Le B100 est un agrocarburant qui peut être issu de plusieurs filières : huiles de friture usagées ou des dérivés huiles de colza ou de tournesol par exemple.

Données sources : fournie par Nantes Métropole, la liste des véhicules avec leur norme Euro, leur combustible, leur consommation, les kilomètres parcourus et leur date de renouvellement.

Source des facteurs d'émissions :

- CITEPA – guide OMINEA – 2021
- EMEP/EEA – Air pollutant emission inventory guidebook – 2019

Hypothèses retenues : les kilométrages parcourus de chaque véhicule restent stables au fil des années. Les facteurs d'émissions utilisés sont ceux utilisés pour des poids lourds en utilisation urbaine. Pour les véhicules électriques renouvelés à partir de 2022, les facteurs d'émissions utilisés correspondent à la norme Euro 6, dernières données disponibles. Pour le Bio GNc, les facteurs d'émissions utilisés sont ceux pour l'utilisation du gaz naturel carburant pour les poids lourds en usage urbain. Seules les émissions de CO₂ ne seront alors pas prises en compte. Pour le B100, les facteurs d'émissions sont fournis par l'EEA, il s'agit de facteurs d'abattement par rapport aux émissions liées à l'utilisation du gazole routier. L'ensemble des émissions ont été prises en compte en particulier l'usure des freins, des pneumatiques et la remise en suspension. Il a été fait l'hypothèse que les facteurs d'émissions pour le diester sont les mêmes que pour le gazole routier, en dehors des émissions de CO₂ qui sont considérées comme nulles.

Avertissement : les connaissances pour le Bio GNc et le B100 restent parcellaires. Les données fournies sont des estimations. Il convient d'être prudent sur leur interprétation.

Synthèse des émissions attendues en 2026

	Année de référence	SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
		Emissions en tonnes								
Emissions totales	2018	0,003	0,8	0,04	0,02	0,008	0,2	0,03	0,00002	262
Emissions totales - électrique	2026	0	0	0,04	0,02	0,003	0	0	0	0
Emissions totales - Bio GNc	2026	0,003	1,3	0,03	0,02	0,002	0,3	0,06	NR	7
Emissions totales - B100	2026	NR	0,5	0,04	0,02	0,004	0,1	0,02	NR	1

Soit une baisse par rapport à 2018

100% électrique	-100%	-100%	-13%	-22%	-67%	-100%	-100%	-100%	-100%
100% bio GNc	20%	70%	-22%	-33%	-72%	83%	140%	NR	-97%
100% B100	NR	-38%	-10%	-16%	-48%	-52%	-28%	NR	-99%

Pour information :

Emissions des poids lourds sur le territoire de Nantes Métropole (a)	2 018	1,7	719	92	54	199	20	0,01	246 090
Part des émissions dans le total (a)	2018	0,16%	0,10%	0,04%	0,05%	0,09%	0,13%	0,13%	0,11%

Flotte BOM 100 % électrique :

Cette action est favorable envers la qualité de l'air et les émissions de GES. Après le passage à l'électricité, il subsiste néanmoins des émissions de particules liées à l'usure des pneus, des freins et de la remise en suspension. Les émissions des autres polluants atmosphériques sont éliminées (absence de combustion).

Flotte BOM 100 % Bio GNc :

Compte tenu des connaissances parcellaires actuelles sur le sujet et des hypothèses retenues, cette action serait peu favorable à l'amélioration de la qualité de l'air. En effet, avec les facteurs d'émissions disponibles, cette mesure augmenterait les émissions de NO_x de 70 % et de 140 % les émissions de COVNM. Elle réduirait néanmoins les émissions de particules (PM10 et PM2.5 notamment) ainsi que les émissions de GES.

Flotte BOM 100 % B100 :

Compte tenu des connaissances parcellaires actuelles et des hypothèses retenues, cette action serait favorable envers la qualité de l'air et les émissions de GES. Une baisse des émissions serait observée de 28 % pour les émissions de COVNM à 52 % pour le CO. Les émissions de particules seraient réduites de 10 % pour les PM10 et 16 % pour les PM2.5. Les émissions liées à l'usure des pneus, des freins et de la remise en suspension subsistent. Considérant le B100 comme un carburant renouvelable, les émissions de GES sont réduites de 99 %.

Compte tenu des hypothèses retenues et de l'état de l'art des connaissances actuelles, le passage de la flotte de BOM vers l'électricité ou le B100 paraissent une solution favorable à l'amélioration de la qualité de l'air par la diminution des émissions de polluants atmosphériques. Le bilan paraît moins positif si la flotte se dirige vers l'utilisation exclusive de Bio GNC où seules les émissions de particules et de GES diminuent.

À noter que quelle que soit l'énergie considérée, les émissions de particules sont quasiment les mêmes, dictées par les émissions liées à l'usure des pneus, des freins et la remise en suspension.

Les émissions liées à la flotte captive de BOM de Nantes Métropole représentent au maximum 0,16 % (pour le SO₂) des émissions totales des poids lourds sur le territoire.

6 – Mise à jour du diagnostic qualité de l'air du PDU de Nantes Métropole

Cette action consiste en la mise à jour du diagnostic qualité de l'air du PDU de Nantes Métropole de 2015. Il porte sur les volets émissions à l'atmosphère, concentrations dans l'air et l'exposition de la population. Il s'agit également d'un premier élément pour alimenter les réflexions sur la mise en place d'une zone à faibles émissions (ZFE) dans la métropole de Nantes et répondre aux objectifs de la loi LOM.

Dans l'agglomération nantaise, les données d'inventaire pour l'année 2018 (BASEMIS) montrent que :

- les oxydes d'azote sont émis à 68 % par le trafic routier et à 10 % par les bâtiments. La motorisation diesel est responsable de 93 % des émissions routières de NO_x. Par ailleurs, 41 % de ces émissions sont produites par les déplacements sur le périphérique nantais et les voies rapides. D'un point de vue sanitaire, seul le NO₂ est considéré comme toxique aux concentrations rencontrées dans l'air ambiant ;
- les particules PM₁₀ ont des sources plus diverses : trafic routier (31 %), industrie (23 %), secteur résidentiel et tertiaire (28 %) auxquelles s'ajoute une origine exogène à l'agglomération qui peut être importante. Sur les particules émises par le trafic routier, 65 % est liée à l'usure des routes, pneus et plaquettes de freins. Le reste des émissions de PM₁₀ provient des gaz d'échappements des carburants brûlés et sont essentiellement émis par les véhicules avec moteur diesel (à 96 %) dont près des 2/3 provient des voitures particulières ;
- les particules PM_{2.5} sont émises pour 35 % par le secteur routier, par les bâtiments (41 %) et l'industrie (11 %). Les émissions de PM_{2.5} provenant des gaz d'échappements des carburants brûlés, sont essentiellement émis par les véhicules avec moteur diesel (à 96 %) dont près des 2/3 provient des voitures particulières.

Les niveaux d'émissions de polluants en lien avec les déplacements sont directement liés à quatre paramètres : les comportements de mobilité des habitants, les technologies de motorisation, les facteurs d'émissions au kilomètre et le nombre de véhicules en circulation sur le territoire. Pour ce qui est de la qualité de l'air, il faut ajouter le facteur climatique (températures, vents et précipitations).

L'indice de qualité de l'air est globalement moyen sur la métropole. L'indice de qualité de l'air a évolué le 4 janvier 2021 et a intégré les particules fines PM_{2.5} ainsi qu'une nouvelle échelle de qualificatifs et de couleurs. Ces changements ont entraîné mécaniquement une augmentation du nombre de jours avec une qualité de l'air qualifiée de moyenne à mauvaise. Il ne s'agit pas d'une dégradation de la qualité de l'air mais d'une meilleure prise en compte des polluants et enjeux sanitaires de qualité de l'air. Par ailleurs, les efforts de réduction des niveaux de pollution devront être accentués afin de viser l'atteinte des valeurs guides de l'OMS révisées en 2021 et ainsi contribuer à l'accès à un air sain pour tous.

La majorité de la population de l'agglomération (97 %) réside dans des zones faiblement polluées où les concentrations en NO₂ sont inférieures à 20 µg/m³ en moyenne sur l'année. Cependant, certains habitants sont exposés à des dépassements de la valeur limite en moyenne annuelle en NO₂ à leur domicile. Ils représentent moins de 1 % de la population de l'agglomération et concernent les secteurs résidentiels situés à proximité du périphérique nantais.

Pour les particules fines, aucun habitant n'est exposé à des dépassements de valeur limite moyenne annuelle à son domicile, ni pour les PM₁₀, ni pour les PM_{2.5}.

7 – Développement des chaufferies bois énergie dans les bâtiments neufs

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de la SNBC. Elle permet de disposer de premiers éléments pour alimenter les réflexions vis-à-vis de l'ensemble des plans en vigueur tel que le PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) mais également la loi climat et résilience.

Méthodologie

Année de référence : 2018

Données sources : fournie par Nantes Métropole, la liste des projets attendus avec leur date de mise en service attendue. La consommation de bois énergie attendue supplémentaire est de 813 MWh.

Source des facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA - 2021

Hypothèses retenues : les consommations de bois inconnues ont été estimées à partir de la puissance et des consommations de bois énergie des installations similaires.

Pour l'évaluation des émissions liées à la substitution du bois énergie par du gaz naturel, il a été fait l'hypothèse que les consommations d'énergie sont identiques. Les facteurs d'émissions utilisés sont les derniers disponibles dans la littérature pour l'année 2019.

Synthèse des émissions attendues en 2025

	SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
	Emissions en tonnes								
	teq CO2								
Bilan net bois énergie vs gaz naturel en 2026	0,031	0,059	0,173	0,173	0,171	0,790	0,023	0,004	-162
<i>Pour information :</i>									
<i>Emissions Nantes Métropole 2018 - Totales</i>	120	5 223	802	506	331	6 992	3 239	32	2 493
<i>soit une variation au total entre 2018 et 2026</i>	0,03%	0,001%	0,02%	0,03%	0,05%	0,01%	0,001%	0,01%	-6,51%

Par cette action, une hausse de l'ensemble des émissions de polluants atmosphériques est attendue, de 0,001 % à 0,06 % selon les polluants par rapport au total des émissions sur le territoire de Nantes Métropole. L'impact de cette hausse des émissions est également assez faible par rapport au secteur tertiaire. Une augmentation maximum de 0,8 % pour les NO_x est observée pour le secteur tertiaire.

En revanche, le développement des chaufferies bois en remplacement de l'utilisation du gaz naturel est favorable au changement climatique, les émissions de CO₂ de la biomasse émises ayant un bilan faible.

8 – diagnostic des émissions par catégories CRIT'AIR

L'outil créé appelé « tableur ZFE » permet grâce à une interface sous Excel de réaliser des calculs d'émissions de polluants, de GES et de consommation d'énergie en choisissant les paramètres suivants :

- Catégories de véhicules (VP, VUL, PL, 2 roues) ;
- Catégories Crit'Air ;
- 3 secteurs géographiques sur le territoire de Nantes Métropole : intra-périphérique, extra-périphérique, périphérique.

Le calcul s'appuie sur une base de données fines d'émissions de polluants et de consommation d'énergie correspondant à l'année 2018 de l'inventaire BASEMIS.

Les résultats qu'il est possible d'obtenir sont utiles afin d'évaluer rapidement l'impact sur les émissions de polluants de scénarios simples de restriction de circulation pour certains types de véhicules et les trois zones géographiques, par exemple dans le cadre d'une étude de préfiguration sur les Zones à Faibles Emissions.

9 – Développement du réseau de bornes de recharge de véhicules électriques sur le territoire de Nantes Métropole

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de la SNBC. Elle permet de disposer de premiers éléments pour alimenter les réflexions vis-à-vis de l'ensemble des plans en vigueur tel que le PPA, le PAQA mais également le déploiement d'une ZFE sur le territoire.

Méthodologie

Année de référence : 2018

Données sources : fournie par Nantes Métropole, la présentation sur les « infrastructures de recharge pour véhicules électriques » de mars 2022. Le Schéma Directeur des Energies élaboré par l'AURAN et Nantes Métropole a été également consulté.

L'inventaire des émissions de polluants atmosphériques (BASEMIS V7 – 2022) est utilisé comme référence pour l'année 2018 et sert à déterminer la tendance des émissions de polluants atmosphériques jusque 2030.

Source des facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA 19^e édition - 2022

Hypothèses retenues : deux hypothèses (H1 et H2) sont prises en compte sur le déploiement des véhicules électriques à horizon 2030. Le parc de véhicules électriques en 2020 est de 2125 véhicules pour arriver en 2030 à un parc de véhicules électriques roulant de 40 000 en hypothèse basse (H1) et 105 000 en hypothèse haute (H2).

Pour l'évaluation des émissions, il a été fait l'hypothèse que la flotte de véhicules électriques vient exclusivement en substitution de véhicules particuliers Crit'air 3 (essence et diesel). Le kilométrage parcouru moyen par un véhicule particulier est de 7,7 km/jour (source : schéma directeur des énergies). Les facteurs d'émissions utilisés sont ceux de l'année 2020, dernière année disponible. Pour les véhicules électriques, les facteurs d'émissions sont ceux de l'année 2020 pour la norme euro 6d. Ne sont pas prises en compte dans l'exercice les émissions indirectes de GES liées à la production de l'électricité nécessaire à l'utilisation des véhicules électriques.

Synthèse des émissions attendues en 2025

Type de véhicules	Période	Année	Scénario	SO2	NOx	PM10	PM2,5	CO	COVNM	Benzène	GES
				Emissions en tonnes							
Total véhicules particuliers		2018	référence	4	1 764	279	180	1 851	150	ND	610 607
Véhicules particuliers	par année 2018-2020	2020	H1	-0,004	-2	-0,2	-0,2	-5	-0,6	ND	0
Véhicules particuliers	par année 2018 - 2025	2025	H1	-0,007	-3	-0,3	-0,2	-7	-1	ND	0
Véhicules particuliers	par année 2025 - 2030	2030	H1	-0,02	-11	-1	-0,8	-25	-3	ND	0
Véhicules particuliers	par année 2018-2020	2020	H2	-0,004	-2	-0,2	-0,2	-5	-0,6	ND	0
Véhicules particuliers	par année 2018 - 2025	2025	H2	-0,02	-8	-0,7	-0,6	-19	-3	ND	0
Véhicules particuliers	par année 2025 - 2030	2030	H2	-0,06	-28	-3	-2	-66	-9	ND	0
<i>Pour information :</i>											
Total émissions secteur routier 2021				7	3 118	438	270	2 543	269	ND	1 063 782

Par cette action, compte-tenu des hypothèses retenues, une baisse des émissions de l'ensemble des polluants atmosphériques est attendue sur le territoire pouvant aller jusque – 66 t de CO par an en hypothèse haute (H2) du développement des bornes électriques (- 28 t/an pour les NO_x, -2,5 t/an pour les particules de type PM10) sur la période 2025 à 2030.

Le gain de cette action est basé sur une hypothèse d'un renouvellement de véhicules classés Crit'air 3. Il sera différent si le renouvellement concerne d'autres types de véhicule. Plus le véhicule est ancien (exemple Crit'air 4), plus ce gain sera important sur le territoire.

10 – Développement d'une voie de covoiturage sur le boulevard de la prairie de Mauves à Nantes

Cadre

Cette action s'inscrit dans les objectifs nationaux de la SNBC. Elle permet de disposer de premiers éléments pour alimenter les réflexions vis-à-vis de l'ensemble des plans en vigueur tel que le PPA, le PAQA mais également le déploiement d'une ZFE sur le territoire.

Méthodologie

Année de référence : 2021

Données sources : fournie par Nantes Métropole, le rapport du CEREMA de 2021 sur l'Aménagement de la VR2+ Boulevard Prairie de Mauves et un document Nantes Métropole/Loire Atlantique/SCE portant sur l'amélioration de l'usage des grandes voiries d'agglomération - Etude de Faisabilité - Axe Prairie de Mauves.

Source des facteurs d'émissions : CITEPA – guide OMINEA 19^e édition – 2022 / Modèle COPERT V pour la détermination des émissions du transport routier.

Hypothèses retenues : le scénario retenu pour cette estimation est le scénario fourni par l'étude de faisabilité sur l'axe de la prairie de Mauves avec une voie latérale de covoiturage dans le sens sortant.



Le parc de véhicules utilisés est le parc roulant du CITEPA datant de 2020. Les données de comptage utilisées sont celles des stations PM0406 et PM0635 pour l'année 2021. Un état initial a été réalisé avec les deux voies actuelles. Pour le trafic sur les voies de covoiturage, les reports de trafic vers les voies de covoiturage retenus sont issus de cette même étude faisabilité. Ils sont de 27 % dans le sens entrant et de 30 % dans le sens sortant. Les calculs ont été effectués avec des trafics totaux constants et un parc de véhicules constant. Par défaut de données de trafic, il n'a pas été fait de calcul d'émission lié à d'éventuels reports de trafic vers d'autres axes structurants notamment sur la zone d'étude.

Synthèse des émissions

Scénario	Année	Scénario	SO2	NOx	PM10	PM2,5	CO	COVNM	Benzène	GES
			Emissions en tonnes							
Etat initial	2021	référence 2021	0,03	13	2,0	1,2	10	1,2	0,05	4 935
Covoiturage	2021	Sens entrant	0,01	5	0,9	0,6	5	0,5	0,02	2 128
Covoiturage	2021	Sens sortant	0,02	6	1,0	0,6	5	0,6	0,02	2 313
Covoiturage	2021	Avec covoituration	0,03	11	1,9	1,2	10	1,1	0,04	4 441
Evolution covoiturage/état initial	annuel		-10%	-10%	-4%	-4%	-4%	-7%	-5%	-10%
Pour information :										
Total émissions secteur routier 2021			7	3 118	438	270	2 543	269	NR	1 063 782

Par cette action, compte-tenu des hypothèses retenues, une baisse des émissions de l'ensemble des polluants atmosphériques est attendue sur cet axe pouvant aller jusque -10 % pour les NOx et le SO₂ (-7 % pour les COVNM, -4 % pour les particules de type PM10). Cette baisse est liée à la décongestion du trafic, situation favorable à la diminution des consommations des véhicules en circulation et donc à la baisse des émissions de polluants.

Synthèse

En 2026, annuellement, par rapport à un état des lieux 2018 :

		SO ₂	NO _x	PM10	PM2.5	PM1.0	CO	COVNM	Benzène	GES
		Emissions en tonnes								teq CO2
Action 1 - Développement des réseaux de chaleur bois énergie	Par rapport à l'utilisation de gaz naturel individuel	0,3	3,3	0,3	0,3	0,2	7,5	0,6	0,2	-1 024
Action 2 - Matrice de facteurs d'émission pour le secteur RES	Pas d'impact sur les émissions directes									
Action 3 - Passage à équipements bois énergie performants lors de la vente de logement	Utilisation d'équipements à granulés	-0,06	-0,1	-7,0	-6,8	-6,7	-33,2	-5,1	-1,6	-23
Action 4 - Passage de la flotte VL à l'électricité	100% des véhicules renouvelés	-0,004	-1,3	-0,03	-0,03	-0,03	-3,6	-0,6	-0,01	-451
Action 5 - Passage des BOM à l'électricité	100% des véhicules renouvelés	-0,003	-0,8	-0,01	-0,01	-0,01	-0,2	-0,03	0	-262
Action 5 - Passage des BOM au Bio Gnc	100% des véhicules renouvelés	0,001	0,5	-0,01	-0,01	-0,01	0,2	0,04	NR	-255
Action 5 - Passage des BOM au B100	100% des véhicules renouvelés	NR	-0,3	-0,004	-0,004	-0,004	-0,1	-0,01	NR	-261
Action 6 - Mise à jour du diagnostic PDU	Pas d'impact sur les émissions directes									
Action 7 - Développement bois énergie dans bâti neuf (écoles)	Par rapport à l'utilisation de gaz naturel	0,03	0,1	0,2	0,2	0,2	0,8	0,02	0,004	-162
Action 8 - Diagnostic des émissions par catégories Cirtair	Pas d'impact sur les émissions directes									
Action 9 - Développement du réseau de bornes de recharge	Hypothèse 1 (H1) = rythme de 40 000 véhicules électriques en renouvellement de véhicules Crit'air 3 en 2030 - moyenne annuelle période 2018 - 2025	-0,01	-3,1	-0,3	-0,2	NR	-7,2	-1,0	NR	0
	Hypothèse 2 (H2) = rythme de 105 000 véhicules électriques en renouvellement de véhicules Crit'air 3 en 2030 - moyenne annuelle période 2018 - 2025	-0,02	-8,0	-0,7	-0,6	NR	-18,8	-2,6	NR	0
Action 10 - Développement du covoiturage Bd Prairie de Mauves	Axe latéral dédié au covoiturage	-0,003	-1,3	-0,1	-0,1	-0,03	-0,4	-0,1	-0,002	-494
	Bilan option BOM électrique + moyenne H1/H2	0,3	-5,7	-7,1	-6,9	-6,4	-29	-5,2	-1,4	-2 417
	Bilan option BOM Bio Gnc + moyenne H1/H2	0,3	-4,4	-7,1	-6,9	-6,4	-29	-5,1	-1,4	-2 409
	Bilan option BOM B100 + moyenne H1/H2	0,3	-5,2	-7,1	-6,9	-6,4	-29	-5,2	-1,4	-2 415
Pour information, émissions totales 2018 de Nantes Métropole :		y compris émetteurs non inclus dans les formats	141	5 375	1 011	621	7 003	3 588	33	2 534 300
		Bilan option BOM B100 dans le total Nantes Métropole	0,2%	-0,1%	-0,7%	-1,1%	-0,4%	-0,1%	-4,2%	-0,1%

Compte-tenu des hypothèses de calcul prises en compte, si l'ensemble de ces actions sont déployées au sein de Nantes Métropole, une baisse des émissions de NO_x, particules, de CO, de COVNM et de benzène peut être observée. Certaines actions ont un impact fort en termes de diminution des émissions.

L'action 9 qui vise au développement du nombre de bornes de recharge permet une réduction de l'ensemble des polluants atmosphériques, notamment NO_x (entre -3 et -8 t de NO_x entre H1 et H2), COVNM (entre -1 t et -2,6 t entre H1 et H2) et CO (entre -7 t et -8 t entre H1 et H2). L'impact de cette action est plus modéré concernant les particules, les véhicules électriques continuant à émettre des particules liées à l'usure des freins et des pneus (-0,2 t et -0,7 t entre H1 et H2 annuellement). L'action 10 qui vise au développement du covoiturage sur le boulevard de la Prairie de Mauves permet également une réduction annuelle des émissions de polluants atmosphériques (-1,3 t de NO_x par an).

L'action 3 destinée à un renouvellement du parc d'équipements de combustion bois énergie individuel vers des équipements performants permet notamment une forte réduction d'émissions de particules (-6,9 t de PM10/an) et benzène (-1,6 t/an). Lors de la vente d'un bien immobilier, passer à des équipements performants de combustion de bois énergie (poêle à granulés performants) en remplacement de foyers ouverts ou équipements anciens permet de diminuer les émissions totales de PM2.5 de la métropole de 1 % par an.

Il apparaît également que le renouvellement des flottes de véhicules vers des véhicules électriques ou fonctionnant au B100 soit favorable à la baisse des émissions de polluants atmosphériques. Le constat serait moins favorable si la flotte de BOM utilise du Bio Gnc. Compte-tenu des connaissances actuelles, il semble que le Bio Gnc ait un impact positif uniquement sur les émissions de particules.

Le déploiement de réseaux de chaleur fonctionnant au bois énergie engendre des émissions de polluants atmosphériques supplémentaires comparé à l'utilisation du gaz naturel dans des chaudières collectives, notamment des émissions de NO_x et de particules. Cette hausse des émissions étant très faible par rapport au total de l'agglomération (moins de 0,04 % pour les PM10 et 0,05 % pour les PM2.5), il convient de relativiser l'impact négatif de cette action et de contextualiser leur implantation.

L'utilisation de bois énergie dans le bâti neuf (action 6) entraîne également des émissions de polluants atmosphériques supplémentaires par rapport à l'utilisation de gaz naturel (de 0,001 % à 0,06 % selon les polluants par rapport au total des émissions sur le territoire de Nantes Métropole).

Il est à noter que l'ensemble des actions sont favorables à l'effet de serre, limitant les émissions de GES sur le territoire de la métropole de Nantes.



AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de
la loire
www.airpl.org