



Bilan de la qualité de l'air sur la ville d'Antony
Année 2021





Rapport d'analyse

Sommaire

1. Contexte et enjeux	1
1.1. Le contexte de l'étude	1
1.2. Contexte sur la qualité de l'air	1
1.2.1. Quelques définitions des termes employés	1
1.2.2. Les enjeux de la qualité de l'air	3
1.2.3. La réglementation autour de la qualité de l'air	4
1.2.4. Description des polluants	7
2. Les émissions de polluants atmosphériques	8
2.1. Les principaux secteurs d'émission	8
2.2. Comparaison des émissions avec les territoires voisins	10
2.3. Évolution des émissions au fil des années	11
3. Les concentrations en polluants	12
3.1. Présentation du protocole	12
3.2. Conditions météorologiques pendant les mesures	13
3.3. Bilan de la qualité de l'air	14
3.3.1. Les particules fines PM2.5 et PM10	14
3.3.1.1. Moyennes annuelles en PM2.5 et PM10	14
3.3.1.2. Comparaison des moyennes annuelles aux stations de référence	15
3.3.1.3. Évolution des moyennes journalières en PM2.5 et PM10	16
3.3.1.4. Évolution des concentrations à l'échelle de la journée	17
3.3.1.5. Comparaison avec l'année 2022	19
3.3.1.6. Synthèse sur les particules fines	20
3.3.2. Le Dioxyde d'Azote (NO ₂)	21
3.3.2.1. Comparaison aux seuils réglementaires	21
3.3.2.2. Comparaison avec les stations de référence	21
3.3.2.3. Évolution des concentrations à l'échelle de la journée	22
3.3.2.4. Comparaison avec l'année 2022	23
3.3.2.5. Synthèse sur le dioxyde d'azote	24
3.3.3. L'Ammoniac (NH ₃)	25
3.3.3.1. Évolution des concentrations au cours de l'année	25
3.3.3.2. Comparaison avec l'année 2022	26
3.3.3.3. Synthèse sur l'ammoniac	26
4. Conclusion	27



Rapport d'analyse

Liste des figures

Figure 1 : Différence entre émissions et concentrations	2
Figure 2 : Définition des différents seuils réglementaires	4
Figure 3 : Émissions de particules fines par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019	8
Figure 4 : Émissions de dioxyde de soufre et de composés organiques volatils non méthaniques par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019	8
Figure 5 : Émissions d'oxyde d'azote et d'ammoniac par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019	9
Figure 6 : Origine des émissions d'ammoniac selon les territoires pour l'année 2019	9
Figure 7 : Émissions en tonne par superficie à l'échelle de la ville d'Antony, de l'EPT Vallée Sud-Grand Paris, des départements des Hauts-de-Seine et Paris et de la région Ile-de-France	10
Figure 8 : Évolution des émissions de polluants atmosphériques	11
Figure 9 : Capteur AtmoTrack installé en extérieur	12
Figure 10 : Fréquence et intensité des vents pour la base aérienne de Villacoublay sur l'année 2021	13
Figure 11 : Cartographie des moyennes annuelles en PM2.5 pour 2021	14
Figure 12 : Cartographie des moyennes annuelles en PM10 pour 2021	15
Figure 13 : Moyenne annuelle 2021 en particules fines à Antony et au niveau des stations Airparif	15
Figure 14 : Concentrations journalières en PM2.5 en 2021	16
Figure 15 : Concentrations journalières en PM10 en 2021	16
Figure 16 : Nombre de jours de dépassement des seuils journaliers pour les PM10	17
Figure 17 : Profil journalier des concentrations en PM10 pour chaque mois de 2021	17
Figure 18 : Profil journalier en PM10 par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021	18
Figure 19 : Comparaison des moyennes annuelles de PM10 par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022	19
Figure 20 : Comparaison du nombre de jours de dépassement des seuils journaliers de PM10 entre 2021 et 2022	19
Figure 21 : Cartographie des moyennes annuelles en NO ₂ pour 2021	21
Figure 22 : Concentrations mensuelles en NO ₂ pour 2021	22
Figure 23 : Profil journalier des concentrations en NO ₂ pour chaque mois de 2021	22
Figure 24 : Profil journalier en NO ₂ par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021	23
Figure 25 : Comparaison des moyennes annuelles de NO ₂ par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022	23
Figure 26 : Cartographie des moyennes annuelle en NH ₃ pour 2022	25
Figure 27 : Profil journalier en NH ₃ par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021	26
Figure 28 : Comparaison des moyennes annuelles de NH ₃ par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022	26
Figure 29 : Comparaison du nombre de jours de dépassement des seuils journaliers de PM10 entre 2021 et 2022	27



Rapport d'analyse

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils sanitaires et réglementaires de qualité de l'air	5
Tableau 2 : Description de l'origine des polluants et des tendances d'évolution en France	7

Historique des versions du rapport

Numéro de la version	Date d'envoi	Modifications effectuées
V1	28 septembre 2023	1 ^{re} version envoyée

Glossaire

AASQA	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
CFC	Chlorofluorocarbures
CO	Monoxyde de Carbone
COVNM	Composés Organiques Volatils autres que le méthane
EPT	Établissement Public Territorial
GES	Gaz à effet de serre
HFC	Hydrofluorocarbures
NH ₃	Ammoniac
NO ₂	Dioxyde d'azote
NOx	Oxyde d'azote
O ₃	Ozone
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCAET	Plan Climat-Air-Energie Territorial
PDM	Plan de Mobilité
PM2.5	Particule en suspension de diamètre < 2.5 µm
PM10	Particule en suspension de diamètre < 10 µm
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PRÉPA	Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires



Rapport d'analyse

1. Contexte et enjeux

1.1. Le contexte de l'étude

La ville d'Antony a souhaité mettre en place des capteurs de qualité de l'air sur son territoire, pour compléter le dispositif de surveillance déjà en place.

Ainsi, en 2020, un premier lot de 8 micro-capteurs AtmoTrack ont été installés en extérieur, puis en mai 2021, un deuxième de 8 autres capteurs a été ajouté. Les citoyens peuvent accéder en temps réel aux données sur l'application Caeli by Atmotrack.

L'objectif du présent rapport est de faire un bilan des mesures de qualité de l'air réalisées en **2021**, pour accompagner la collectivité dans la compréhension des données.

1.2. Contexte sur la qualité de l'air

1.2.1. Quelques définitions des termes employés



L'air

Il est principalement composé de diazote N_2 (78% en volume), de dioxygène O_2 (21%) et d'argon Ar (0,95%), ainsi que de plus ou moins d'autres polluants atmosphériques.



Les polluants atmosphériques

Ce sont des substances sous forme de gaz ou de particules dans l'atmosphère, qui sont émises directement par des sources (polluant primaire : NO_x , SO_2 , CO, PM, COV, ...) ou issues de transformations physico-chimiques entre plusieurs polluants sous l'effet de conditions météorologiques (polluant secondaire : O_3 , PM, NO_2 , ...).



La pollution de l'air

C'est un ensemble de gaz et de particules en suspension présents dans l'air (intérieur ou extérieur) dont les niveaux de concentration varient en fonction des émissions et des conditions météorologiques et qui sont nuisibles pour la santé et l'environnement.



Différence entre polluants et gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, qui contribuent donc à l'effet de serre et qui permettent à la Terre d'être habitable. Certains sont présents naturellement comme le dioxyde de carbone (CO_2), la vapeur d'eau (H_2O), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O) et l'ozone (O_3), mais ils sont émis en plus grande quantité à cause des activités humaines. D'autres sont dits « industriels », comme les CFC, HFC, ...

Ainsi, contrairement aux polluants atmosphériques, les GES n'ont pas d'effet local sur la santé mais sur le climat à l'échelle de toute la planète.

Rapport d'analyse



Différence entre émissions et concentrations

Les émissions sont des quantités de polluants rejetées dans l'air, exprimées en kg/an par exemple. Les concentrations de polluants caractérisent l'air que nous respirons, il s'agit de la qualité de l'air, qui s'exprime principalement en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'air. Les conditions météorologiques ont un impact direct sur la dispersion (vent), la transformation (rayonnement solaire), l'accumulation (température) et les retombées (précipitations) de polluants, et donc une influence directe sur les concentrations dans l'air.

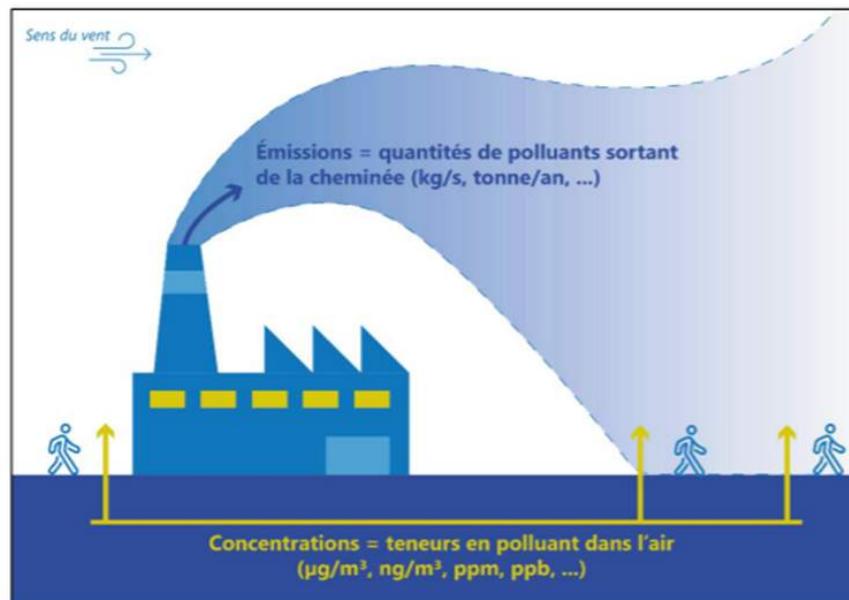


Figure 1 : Différence entre émissions et concentrations.
Source : ATMO Hauts-de-France.



Rapport d'analyse

1.2.2. Les enjeux de la qualité de l'air

Enjeux sanitaires

La qualité de l'air est un enjeu majeur de santé publique en France et dans le monde. Les effets sur la santé peuvent être immédiats ou sur le long terme et peuvent concerner le **système respiratoire** (asthme, toux, bronchites, cancer des poumons, ...), le **système cardio-vasculaire** (angine de poitrine, infarctus du myocarde, ...), le **système reproducteur** (baisse de la fertilité masculine, naissance prématurées, ...) ou autres (maux de tête, irritations oculaires, ...).

Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), agence spécialisée de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour le cancer, a, en octobre 2013, classé la pollution de l'air extérieur comme **cancérogène** certain pour l'homme (notamment pour le cancer du poumon)¹.

En 2021, Santé Publique France a évalué à 40 000 le nombre de **décès prématurés** attribuables à une exposition de la population aux PM2.5 chaque année en France². Dans le monde, ce nombre de décès prématurés est estimé à 8,8 millions par an³.

L'OMS a fixé en septembre 2021 de nouvelles **valeurs guides** pour la qualité de l'air, ce sont des recommandations afin de réduire les effets de la pollution sur la santé. Les concentrations se situant en dessous de ces seuils ne présentent pas de risque pour la santé humaine (voir Tableau 1).

Ces nouvelles recommandations de l'OMS sont plus exigeantes et de nombreux territoires ne les respectent pas. Il s'agit de valeurs cibles à atteindre pour réduire l'impact de la pollution de l'air sur la santé.

Enjeux environnementaux

La pollution atmosphérique peut également être néfaste pour l'environnement.

Les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre peuvent être à l'origine de **pluies acides**, qui vont altérer les **écosystèmes**, acidifier les lacs et les cours d'eau et menacer ainsi la faune et la flore aquatique.

L'ozone peut provoquer des **nécroses** ou des taches sur les **feuilles** des arbres et également impacter le **rendement** des cultures agricoles (du blé notamment⁴).

Les particules en suspension peuvent avoir un impact sur les **matériaux**, provoquant des salissures et noircissements.

La pollution de l'air peut également participer à la formation de gaz à effet de serre qui ont un impact sur le **climat** (dérèglement climatique).

Enjeux économiques

En lien avec les impacts sur la santé et l'environnement, la pollution de l'air entraîne des conséquences économiques.

Le Sénat a estimé, en 2015, le **coût** de la pollution atmosphérique en France à **100 milliards d'euros par an**. Ce chiffre prend en compte les coûts des soins de santé, les coûts d'absentéisme, de perte de productivité, ... Cela correspond à un coût de **1150 à 1630 € par an et par français**⁵.

¹ IARC (2013), *Air Pollution and Cancer*, IARC Scientific Publications 161

² Santé Publique France (2021), *Impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine – Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019*

³ Lelieveld and al (2019), *Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions*, European Heart Journal, 40, 1590 - 1596

⁴ Jean-François Castel et Stéphanie Lebard, (2003), *Impacts potentiels de la pollution par l'ozone sur le rendement du blé en Ile-de-France : analyse de la variabilité spatio-temporelle*, Pollution atmosphérique, N° 179, p. 405-418

⁵ Sénat (2015), *Commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air*



Rapport d'analyse

1.2.3. La réglementation autour de la qualité de l'air

La qualité de l'air est réglementée au niveau des **émissions** de polluants, avec des pourcentages de réductions d'émissions à atteindre, et au niveau des **concentrations**, avec des valeurs seuils à ne pas dépasser.

À l'échelle européenne, les émissions de polluants atmosphériques sont réglementées par une directive qui fixe pour chaque État de l'Union Européenne des plafonds d'émissions à atteindre d'ici 2020 et 2030⁶. Pour les concentrations dans l'air, une autre directive de 2008⁷ fixe des valeurs limites pour certains polluants (PM2.5, PM10, SO₂, NO₂, CO, O₃, ...) à l'échelle de l'Europe. Ces valeurs sont présentées dans le Tableau 1.

À l'échelle nationale, les émissions sont réglementées par le Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)⁸, qui fixe des objectifs de réduction des émissions pour les années 2020 à 2024, 2025 à 2029 et à partir de 2030, par rapport à l'année de référence 2005. Ce sont ces objectifs qui s'appliquent dans les PCAET en l'absence d'objectifs plus contraignants (SRADDET, PPA).

Pour les concentrations, les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le code de l'environnement⁹, le décret du 21 octobre 2010¹⁰ et dans l'arrêté du 16 avril 2021¹¹. Ces critères sont déclinés en plusieurs valeurs, dont les termes sont définis dans la Figure 2 et les valeurs présentées dans le Tableau 1.

Les différents seuils réglementaires :

- **Valeur limite (UE)** : niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs des polluants sur la santé humaine ou sur l'environnement
- **Valeur cible (UE /FR)** : niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement, à atteindre, dans la mesure du possible, **dans un délai donné**
- **Objectif de qualité (FR)** : 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
- **Seuil d'information et de recommandation (UE) (IR)** : niveau de concentration au-delà duquel une **exposition de courte durée** présente un risque pour la santé humaine **des** groupes particulièrement **sensibles de la population** rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates
- **Seuil d'alerte (FR)** : niveau de concentration au-delà duquel une **exposition de courte durée** présente un risque pour la santé de **l'ensemble de la population** ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence
- **Niveau critique (UE)** : niveau de concentration fixé sur la base de connaissances scientifiques, au-delà duquel des **effets nocifs directs** peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les **arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels**, à l'exclusion des êtres humains.

Figure 2 : Définition des différents seuils réglementaires

⁶ Directive (EU) n°2016/2284 du Parlement Européen et du Conseil du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques, modifiant la directive 2003/35/CE et abrogeant la directive 2001/81/CE

⁷ Directive 2008/50/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe

⁸ Décret n° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement

⁹ Articles R221-1 à R221-3

¹⁰ Décret n° 2010-1250 du 21/10/10 relatif à la qualité de l'air

¹¹ Arrêté du 16 avril 2021 relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant



Rapport d'analyse

Tableau 1 : Seuils sanitaires et réglementaires de qualité de l'air.

Sources :

- Seuils OMS : WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence : CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Seuils européens : Directive 2008/50/CE
- Seuils français : Code de l'environnement, article R221-1

Durée d'exposition	Seuils (µg/m ³)	Polluant			
		PM _{2.5}	PM ₁₀	NO ₂	O ₃
10 minutes	Seuil sanitaire OMS (monde)				
1 heure	Seuil sanitaire OMS (monde)			200	
	Seuils d'information et recommandation (UE)				180
	Valeurs limites (UE)			200 pas plus de 18h/an	
	Seuils d'alerte (UE/FR)			400 sur 3h consécutives	240
	Seuils d'information et recommandation (FR)			200	
8 heures	Seuil sanitaire OMS (monde)				100
	Valeurs cibles (UE)				120 max sur 1 jour en moyenne sur 8h pas plus de 25j/an (protection santé)
	Objectif à long terme (UE)				120 (protection santé)
	Valeurs limites (UE)				
	Objectif de qualité (FR)				120
24 heures	Seuil sanitaire OMS (monde)	15	45	25	
	Valeurs limites (UE)		50 pas plus de 35 j/an		
	Seuil d'information et recommandation (FR)		50		
	Seuils d'alerte (FR)		80		



Rapport d'analyse

Durée d'exposition	Seuils ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Polluant			
		PM _{2.5}	PM ₁₀	NO ₂	O ₃
1 an	Seuil sanitaire OMS (monde)	5	15	10	
	Niveau critique (UE)			30 (protection végétation)	
	Valeurs limites (UE)	25	40	40	
	Objectif de qualité (FR)	10	30	40	
	Valeurs cibles (FR)	20			

À l'échelle régionale et locale, il existe plusieurs plans et schémas ayant des objectifs à atteindre en termes de qualité de l'air :

- Le **SRADDET**, Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires, est un document de planification qui, à l'échelle régionale, précise la stratégie, les objectifs et règles fixés par la Région dans plusieurs domaines de l'aménagement du territoire, donc la qualité de l'air. Onze régions françaises sont concernées par le SRADDET, les autres ont leurs propres outils, comme l'Île-de-France avec le Schéma Directeur de la région Île-de-France (SDRIF) ;
- Le **PPA**, Plan de Protection de l'Atmosphère, est un outil local qui se compose de plusieurs mesures permettant d'améliorer la qualité de l'air et qui vise un maintien des concentrations en dessous des seuils réglementaires. Il est mis en place dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones en dépassement ;
- Le **PLQA**, Plan Local pour la Qualité de l'Air, est un plan remplaçant le PPA, qui est plus souple et simple que le PPA ;
- Le **PCAET**, Plan Climat-Air-Énergie Territorial, est un outil de planification dont le but est d'atténuer le changement climatique, de développer les énergies renouvelables, de maîtriser la consommation d'énergie et limiter la pollution atmosphérique. Il est obligatoire pour les intercommunalités de plus de 20 000 habitants ;
- Le **PDM**, Plan de Mobilité, anciennement Plan de Déplacements Urbain (PDU), est un document qui détermine les principes régissant l'organisation du transport de personnes et de marchandises, la circulation et le stationnement dans le ressort territorial de l'autorité organisatrice de la mobilité. Il est obligatoire dans les ressorts territoriaux des autorités organisatrices de la mobilité inclus dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants.

Le territoire d'Antony est concerné par :

- Le [SDRIF](#),
- Le [PPA Île-de-France](#),
- Le [PCAET Vallée Sud - Grand Paris](#).

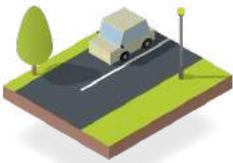
Rapport d'analyse

1.2.4. Description des polluants

Les origines et tendance d'évolution des différents polluants atmosphériques sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Description de l'origine des polluants et des tendances d'évolution en France

Source : Ministère de la Transition Écologique, Bilan annuel de la qualité de l'air en France en 2020

Polluant	Type de polluant	Principales sources	Tendances 2000 - 2020	Raisons des évolutions
Oxydes d'azote (NOx)	Primaire			Progrès du transport routier (renouvellement parc de véhicules, équipement progressif des véhicules en pots catalytiques et développement d'autres technologies de réduction)
Particules fines (PM10)	Primaire ou secondaire			Progrès réalisés dans tous les secteurs d'activité, tels que le perfectionnement des techniques de dépoussiérage dans l'industrie ou l'amélioration des performances des installations de combustion de biomasse
Particules fines (PM2.5)	Primaire ou secondaire			Progrès réalisés dans tous les secteurs d'activité
Ammoniac (NH₃)	Primaire			Meilleure gestion et valorisation de l'azote contenu dans les effluents d'élevage, les fertilisants et l'alimentation animale
Ozone (O₃)	Secondaire	Pas d'émissions directes mais transformation chimique à partir de NOx et COV, sous l'effet du rayonnement solaire		Lien avec les températures élevées et l'ensoleillement

Rapport d'analyse

2. Les émissions de polluants atmosphériques

2.1. Les principaux secteurs d'émission

Les graphiques suivants présentent la contribution en % des **différents secteurs d'activités aux émissions de polluants atmosphériques** du territoire **Vallée Sud-Grand Paris**, dont Antony est la principale ville. Ces données proviennent d'Airparif pour **l'année 2019** (dernière année disponible).

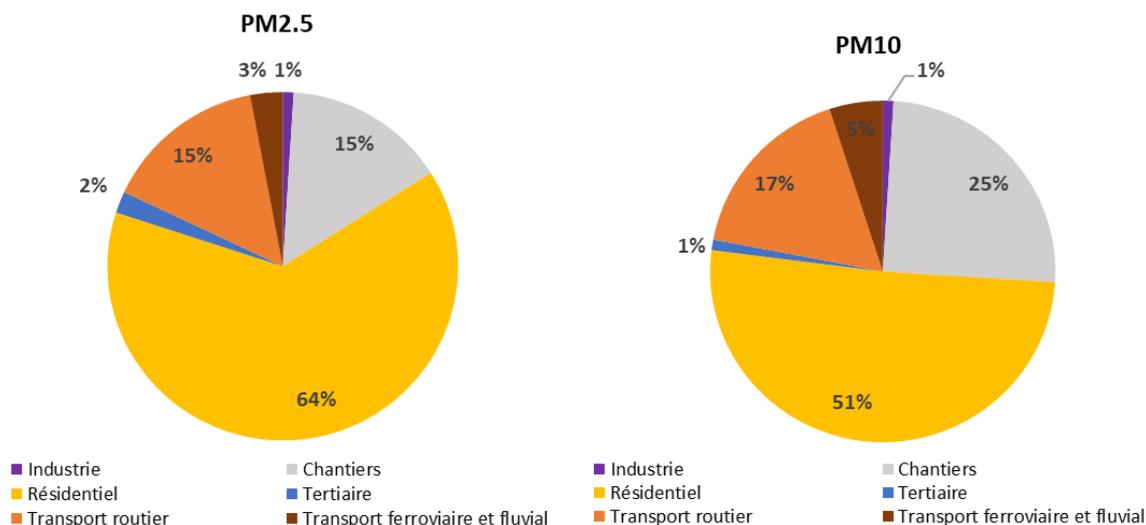


Figure 3 : Émissions de particules fines par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019

On remarque que sur ce territoire, les **particules fines** sont principalement émises par le secteur **résidentiel**, les **chantiers** ainsi que le **transport routier**.

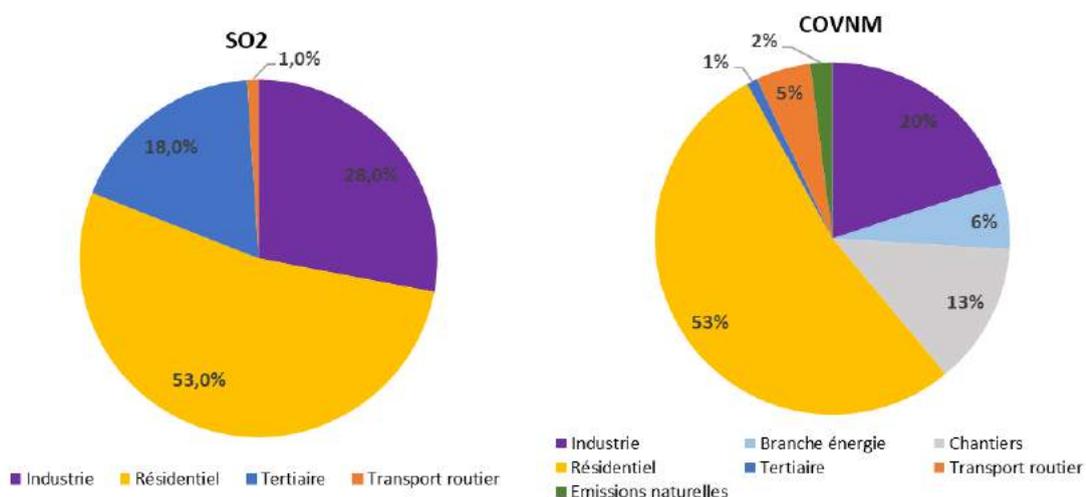


Figure 4 : Émissions de dioxyde de soufre et de composés organiques volatils non méthaniques par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019

Le **SO₂** provient majoritairement du secteur **résidentiel**, **industriel** et **tertiaire**.

Les **COVNM** proviennent également principalement du secteur **résidentiel**, puis de **l'industrie** et des **chantiers**.

Rapport d'analyse

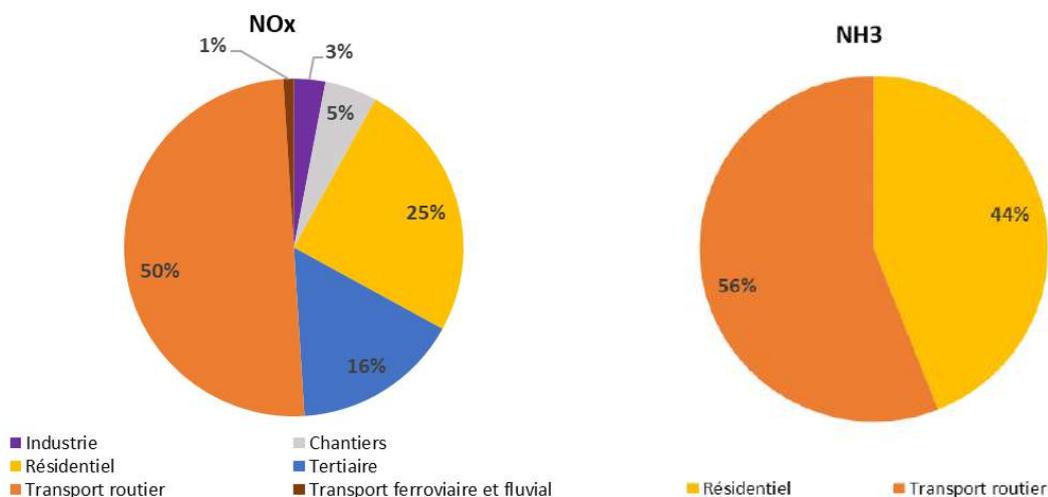


Figure 5 : Émissions d'oxyde d'azote et d'ammoniac par secteurs d'activité pour l'EPT Vallée Sud-Grand Paris pour l'année 2019

Les **oxydes d'azote** (NOx) proviennent principalement du **transport routier**, ainsi que du **résidentiel** et du **tertiaire**.

Pour l'**ammoniac** (NH₃), provenant en France majoritairement de l'agriculture, on observe sur le territoire Vallée Sud-Grand Paris une origine du **transport routier** (en lien avec l'utilisation de pots catalytiques) et du **résidentiel**. On remarque en effet que les émissions d'ammoniac ont des origines très différentes à l'échelle de toute la région Ile-de-France par rapport aux départements de Paris ou des Hauts-de-Seine ou au territoire de la Vallée Sud-Grand Paris, l'**agriculture** étant très **peu présente** sur ces territoires.

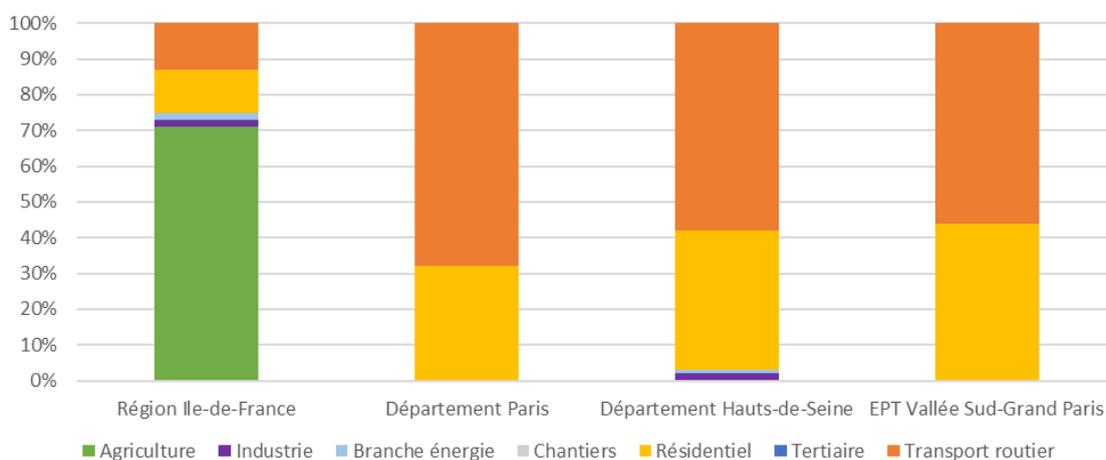


Figure 6 : Origine des émissions d'ammoniac selon les territoires pour l'année 2019

Les principaux secteurs émetteurs sur le territoire de la Vallée Sud-Grand Paris sont :

- **le secteur résidentiel**
- **les transports routiers**
- **les chantiers**
- **le secteur industriel.**

2.2. Comparaison des émissions avec les territoires voisins

Le graphique ci-dessous présente les émissions de la ville d'Antony (histogramme gris) pour différents polluants, par rapport à la superficie de la ville. Ces émissions en tonne/km² sont comparées à celles de l'**EPT (Établissement Public Territorial) Vallée Sud-Grand Paris**, du **département des Hauts-de-Seine et de Paris**, ainsi qu'à la **région Île-de-France**.

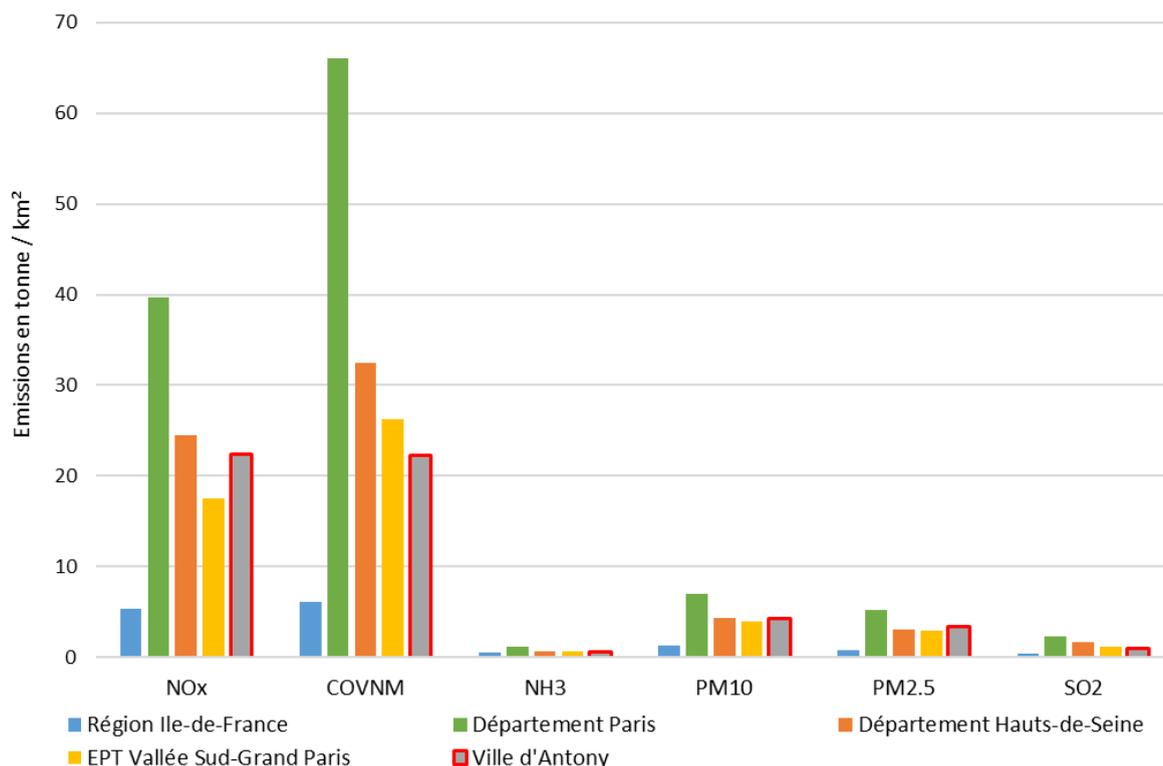


Figure 7 : Émissions en tonne par superficie à l'échelle de la ville d'Antony (2018), de l'EPT Vallée Sud-Grand Paris (2019), des départements des Hauts-de-Seine et Paris (2019) et de la région Ile-de-France (2019)
Source des données : Airparif

Les **émissions de NOx** à Antony sont du **même ordre de grandeur** qu'à l'échelle de la **Vallée Sud-Grand Paris** ou de son **département** (Hauts-de-Seine). Cependant, ces émissions par superficie sont **plus élevées** qu'à l'échelle de la **région**, et **plus faibles** qu'à l'échelle de **Paris**, en lien avec le **trafic routier** plus important à Paris mais plus faibles en moyenne en région.

Pour les émissions de **COVNM**, on remarque des tendances similaires aux NOx, avec des émissions par superficie **plus importantes à Paris**.

Pour le **NH₃** et le **SO₂**, les émissions sont **très faibles** à Antony comme pour les territoires voisins.

Pour les **particules fines**, les émissions par superficie sont **semblables** à Antony, **Vallée Sud-Grand Paris et les Hauts-de-Seine**.



Rapport d'analyse

Les émissions par km² à Antony, en NO_x, PM, SO₂, NH₃ et COVNM, sont :

- du même ordre de grandeur au niveau de la Vallée Sud-Grand Paris et des Hauts-de-Seine
- supérieures à celles de la région Ile-de-France
- inférieures à celles de Paris.

2.3. Évolution des émissions au fil des années

Le graphique suivant présente l'évolution des émissions de polluants atmosphériques du territoire de la Vallée Sud-Grand Paris, de 2005 à 2019. Les objectifs PREPA (plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques) à atteindre en 2020 ont été ajoutés (pourcentage de réduction par rapport à 2005, année de référence).

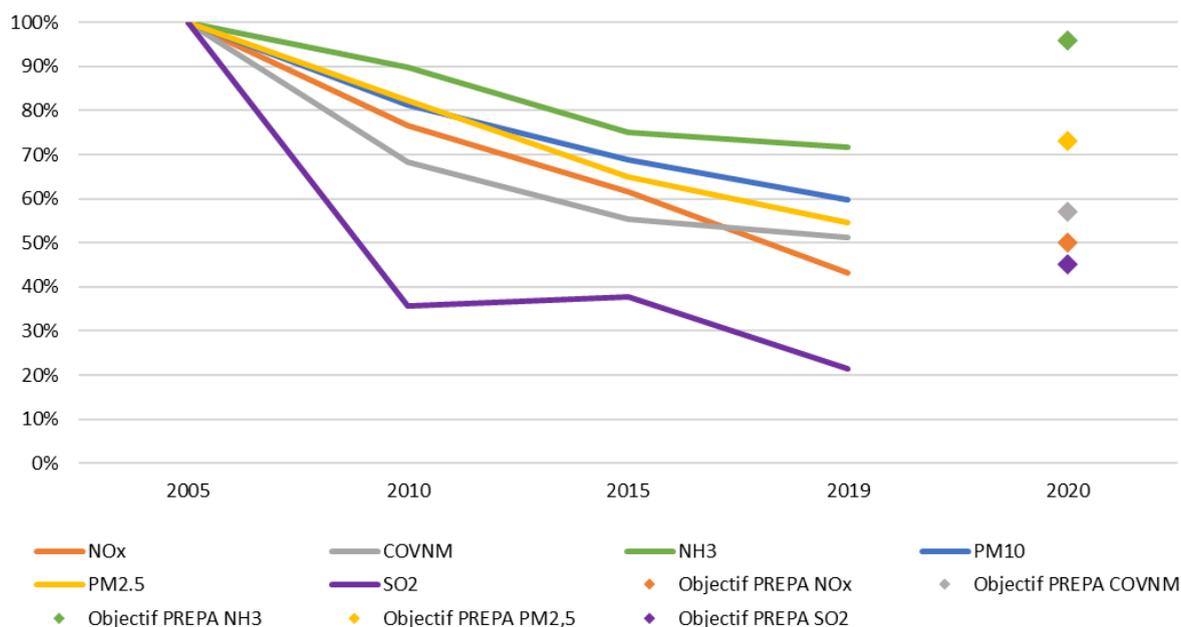


Figure 8 : Évolution des émissions de polluants atmosphériques

On observe que les émissions ont **diminué** pour tous les polluants, et que les **objectifs PREPA de 2020 ont été atteints**.



Rapport d'analyse

3. Les concentrations en polluants

3.1. Présentation du protocole

Présentation des capteurs AtmoTrack

Les micro-capteurs « Made in France » d'AtmoTrack mesurent les concentrations dans l'air d'un ensemble de polluants atmosphériques. À l'aide de sa technologie brevetée, le capteur permet une mesure fiable en embarquée sur des véhicules ainsi qu'en fixe sur des bâtiments et du mobilier urbain. Le capteur peut être exposé sans risques aux conditions météorologiques et aux cycles de nettoyage automatique dans la mesure où l'installation est conforme à nos recommandations. Sa taille et sa robustesse en font l'outil idéal pour des campagnes de mesures en extérieur.



Figure 9 : Capteur AtmoTrack installé en extérieur

Nombre de capteurs déployés

Dans le cadre de ce projet, **16 capteurs fixes** ont été installés en extérieur : 8 en 2020 et 8 en mai 2021. Ces capteurs permettent une mesure des particules fines (PM1, PM2.5, PM10), ainsi que de l'ammoniac (NH_3) et du dioxyde d'azote (NO_2).

Les capteurs ont été installés dans les différents quartiers de la ville d'Antony.

Présentation des stations AASQA à proximité

Pour comparer les données des capteurs Atmotrack, les mesures de quatre stations de référence les plus proches, mesurant différents polluants, ont été utilisées. Ces stations sont les suivantes :

- Vitry-sur-Seine, à moins de 10 km à l'Est d'Antony, station urbaine (PM2.5, PM10, NO_2),
- RN20 Montlhéry, à moins de 20 km au Sud d'Antony, station trafic (PM2.5, NO_2),
- Paris 15^e, à 15 km Nord d'Antony, station urbaine (PM10, NO_2),
- Boulevard Périphérique Auteuil, Paris 16^e, à moins de 20 km au Nord-Ouest d'Antony, station trafic (PM2.5, PM10, NO_2).

Rapport d'analyse

3.2. Conditions météorologiques pendant les mesures

La figure suivante présente la rose des vents pour la ville d'Antony pour l'année 2021. Les vents sont d'intensité moyenne entre 5 et 10 m/s. Les vents les plus fréquents sont majoritairement en provenance du Sud-Ouest associé à une intensité moyenne, puis du Nord avec une intensité plus faible. Les vents les plus forts sont ceux de provenance Nord-Est et Ouest.

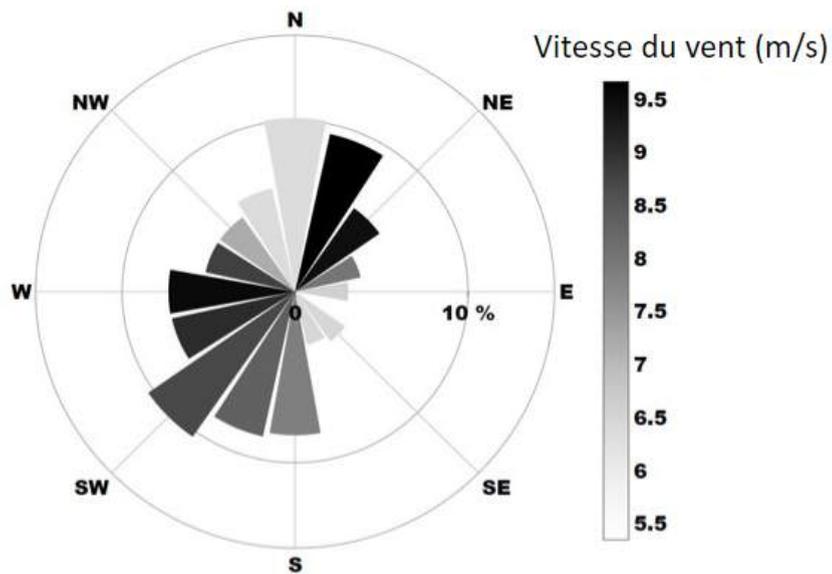


Figure 10 : Fréquence (en %) et intensité (en m/s) des vents pour la base aérienne de Villacoublay sur l'année 2021 (source : www.mesonet.agron.iastate.edu/)

Rapport d'analyse

3.3. Bilan de la qualité de l'air

Les mesures, pour l'année 2021, des capteurs installés sur la ville d'Antony sont analysées dans les paragraphes suivants, par type de polluant.

3.3.1. Les particules fines PM2.5 et PM10

Les concentrations en PM2.5 et PM10 sont présentées ci-dessous. Les données de PM1 n'ont pas été analysées car elles ne sont pas réglementées et sont similaires à celles des PM2.5.

3.3.1.1. Moyennes annuelles en PM2.5 et PM10

La figure suivante présente les concentrations en **moyenne annuelle de PM2.5** des capteurs. Ces données sont comparées aux seuils réglementaires.

Les données de certains capteurs sont représentées ci-dessous en italique parce qu'elles ne sont pas représentatives d'une année complète (8 capteurs installés mi-mai 2021).

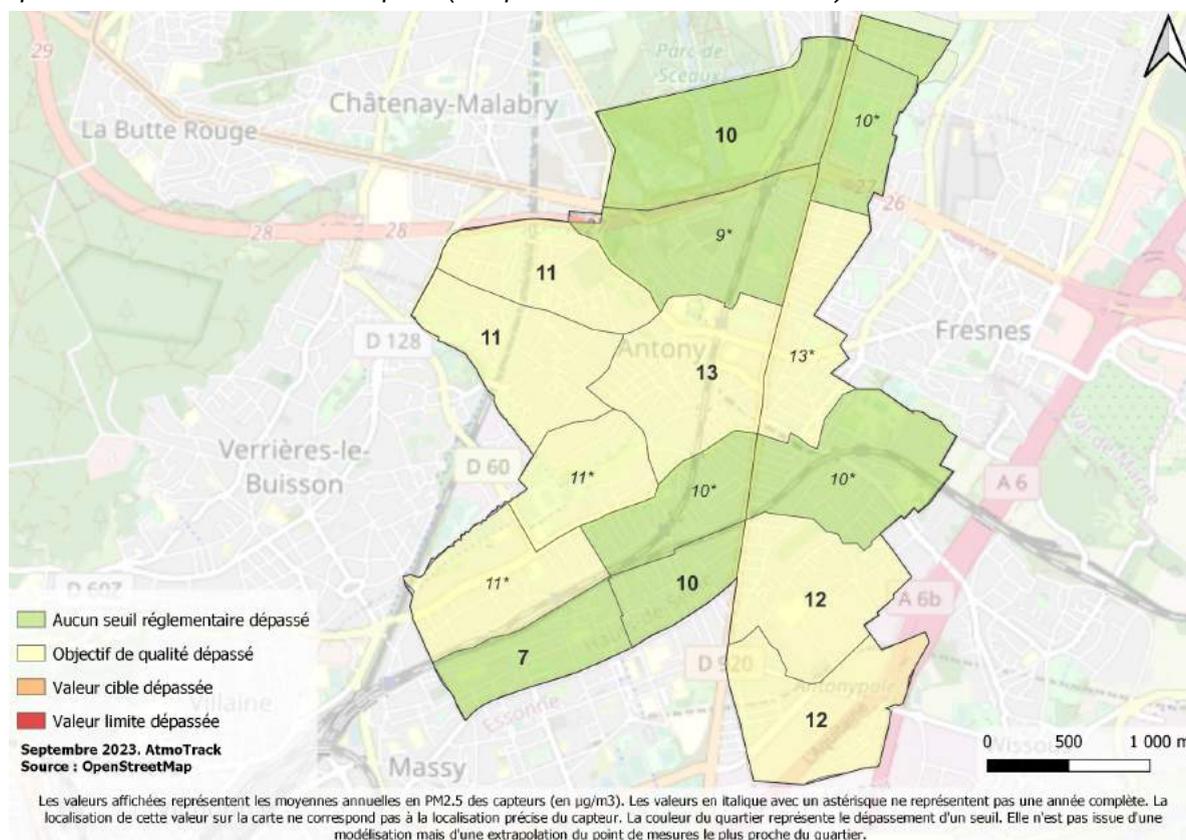


Figure 11 : Cartographie des moyennes annuelles en PM2.5 (µg/m³) pour l'année 2021

On observe que les moyennes annuelles en PM2.5 des différents capteurs sont du **même ordre de grandeur**, avec des moyennes entre 7 et 13 µg/m³.

Les moyennes annuelles en PM2.5 des capteurs sont toutes **inférieures aux valeurs cible** (20 µg/m³) **et limite** (25 µg/m³). **L'objectif de qualité** (niveau de concentration à atteindre à long terme afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement, de 10 µg/m³) est **dépassé** sur la moitié de la ville d'Antony (au sud-est et au centre de la ville).

Les concentrations en particules fines PM2.5 dépassent l'objectif de qualité (seuil réglementaire) en moyenne annuelle dans la moitié des quartiers de la ville d'Antony.



ATMOTRACK

Rapport d'analyse

La même carte est présentée ci-dessous pour les concentrations en PM10.

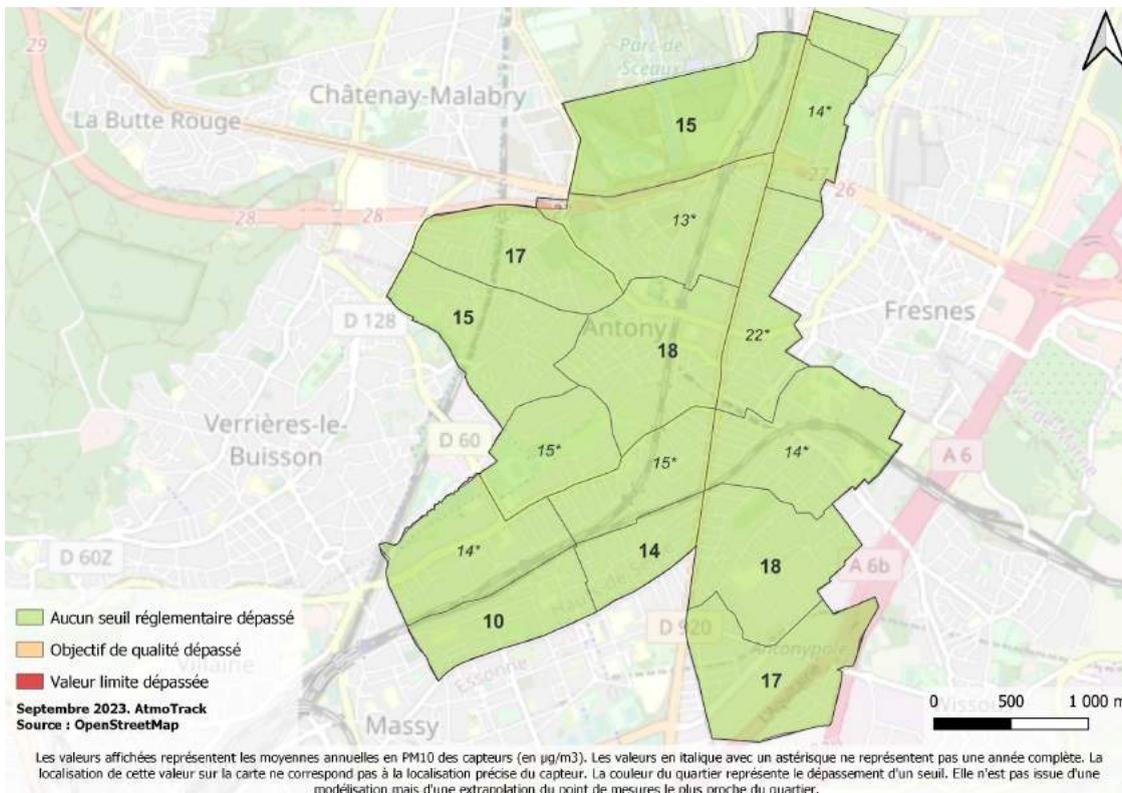


Figure 12 : Cartographie des moyennes annuelles en PM10 (µg/m³) pour l'année 2021

On observe que les capteurs ont des concentrations annuelles en PM10 du **même ordre de grandeur**, entre 14 et 18 µg/m³, hormis au sud-ouest d'Antony, dans le quartier Noyer-Doré, où la moyenne annuelle est plus faible. Les concentrations des capteurs sont toutes **inférieures aux seuils réglementaires** en moyenne annuelle.

Les concentrations en particules fines PM10 du territoire respectent les valeurs réglementaires en moyenne sur l'année.

3.3.1.2. Comparaison des moyennes annuelles aux stations de référence

Le graphique suivant présente les concentrations moyennes des capteurs sur l'année 2021 en **comparaison** aux moyennes annuelles des **stations Airparif** des villes voisines.

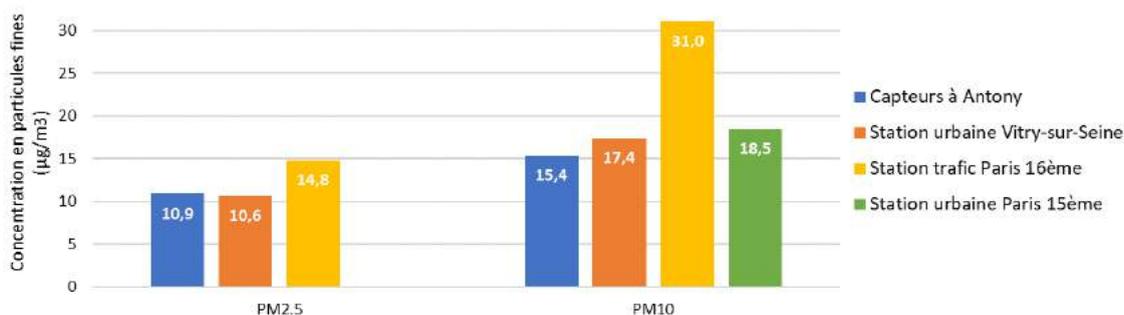


Figure 13 : Moyenne annuelle 2021 en particules fines à Antony et au niveau des stations Airparif

Rapport d'analyse

Les concentrations en particules fines (PM2.5 et PM10) mesurées à Antony sont inférieures à celles mesurées par les stations trafic de Paris et du même ordre de grandeur que celles de la station urbaine de Vitry-sur-Seine.

3.3.1.3. Évolution des moyennes journalières en PM2.5 et PM10

Les figures suivantes présentent les concentrations en moyenne journalière de PM2.5 et PM10 sur l'année 2021 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

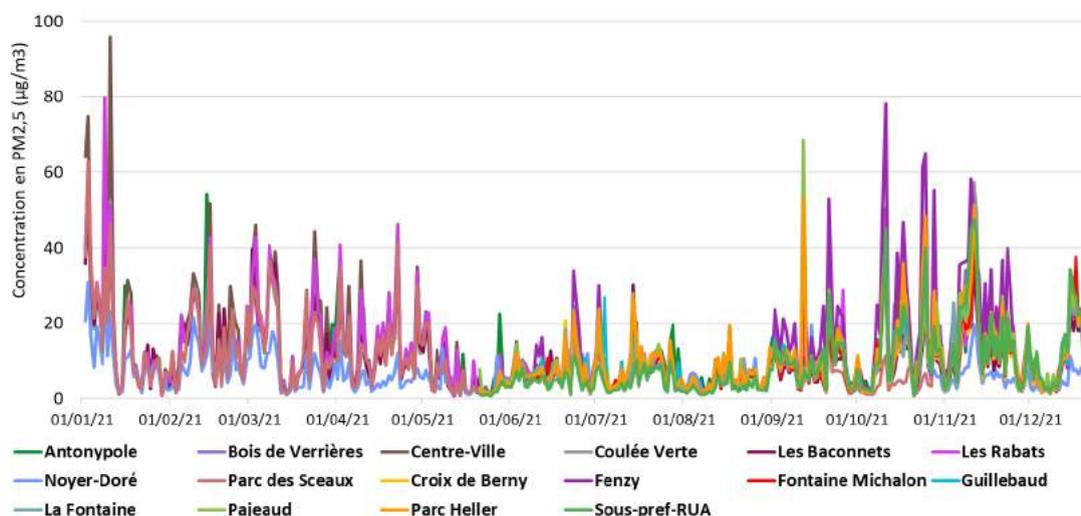


Figure 14 : Concentrations journalières en PM2.5 en 2021

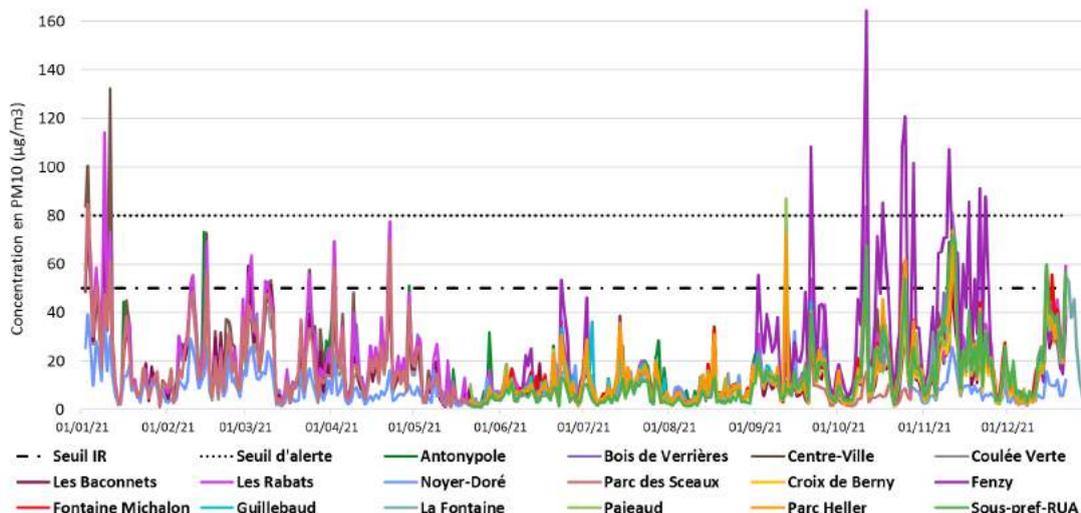


Figure 15 : Concentrations journalières en PM10 en 2021

On observe que les concentrations en PM2.5 et PM10 des capteurs suivent les mêmes tendances/évolutions au cours de l'année. Certains pics sont plus élevés, notamment pour le capteur du quartier Fenzy.

La figure suivante présente le nombre de dépassements des seuils réglementaires journaliers pour les PM10.

Rapport d'analyse

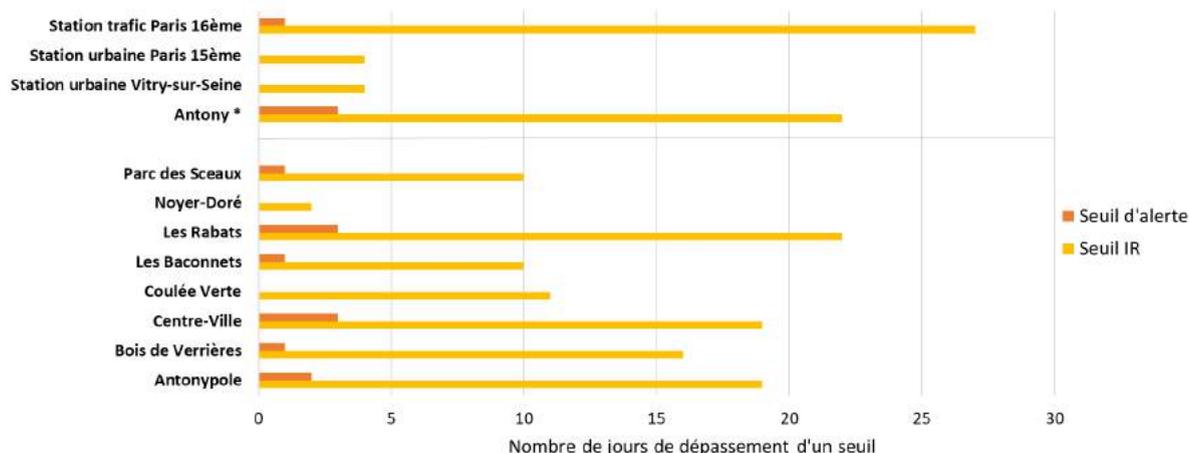


Figure 16 : Nombre de jours de dépassement des seuils journaliers pour les PM10
* Représente le nombre maximum de jours de dépassement tous capteurs confondus à Antony

On observe que seul le **seuil d'information et de recommandation (IR)** en moyenne journalière pour les PM10 **a été dépassé de 2 à 22 j/an**. Ainsi, à plusieurs reprises, le niveau de concentration en PM10 dans l'atmosphère a atteint une valeur au-delà duquel une exposition de courte durée a présenté un risque pour les populations sensibles (seuil IR). Le **seuil d'alerte a été dépassé** une à trois fois au cours de l'année 2021 pour certains capteurs.

Les concentrations en particules fines PM10 sont à enjeu sur le territoire, notamment en période hivernale.

3.3.1.4. Évolution des concentrations à l'échelle de la journée

La figure suivante présente les concentrations moyennes en PM10 par heure de la journée, en moyenne pour chaque mois de l'année 2021. Il s'agit de moyennes comprenant les données des 8 capteurs ayant fonctionné toute l'année.

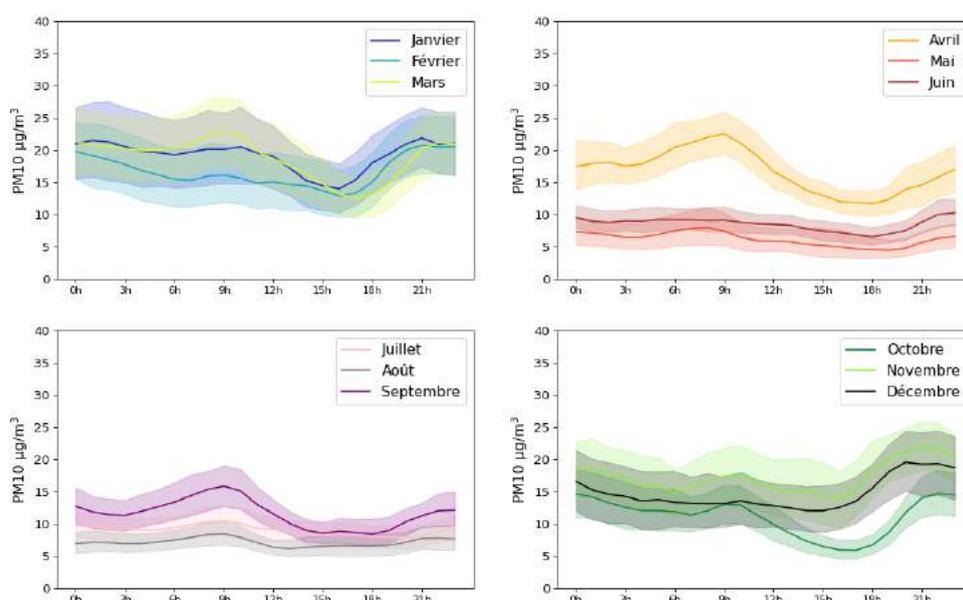


Figure 17 : Profil journalier des concentrations en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour chaque mois de l'année 2021

Rapport d'analyse

On observe que les concentrations en particules fines **fluctuent au cours de la journée**, notamment de septembre à avril où ces fluctuations sont plus importantes. De mai à août, les concentrations sont **constantes**.

De **septembre à avril**, on observe des concentrations plus **importantes** en moyenne entre **19h et 3h**. Ces concentrations élevées en soirée et au cours de la nuit peuvent être en lien avec des émissions de particules liées au **chauffage résidentiel**, avec une **dispersion des particules moins efficace la nuit**.

Pour les mois de septembre à novembre, mars et avril, on observe également une **augmentation** des concentrations **entre 8h et 10h**, en lien probablement avec le chauffage résidentiel et le trafic routier.

Les figures suivantes présentent également des profils horaires, en moyenne sur toute l'année 2021 détaillés par capteur et station urbaine de référence (Vitry-sur-Seine et Paris 15^e).

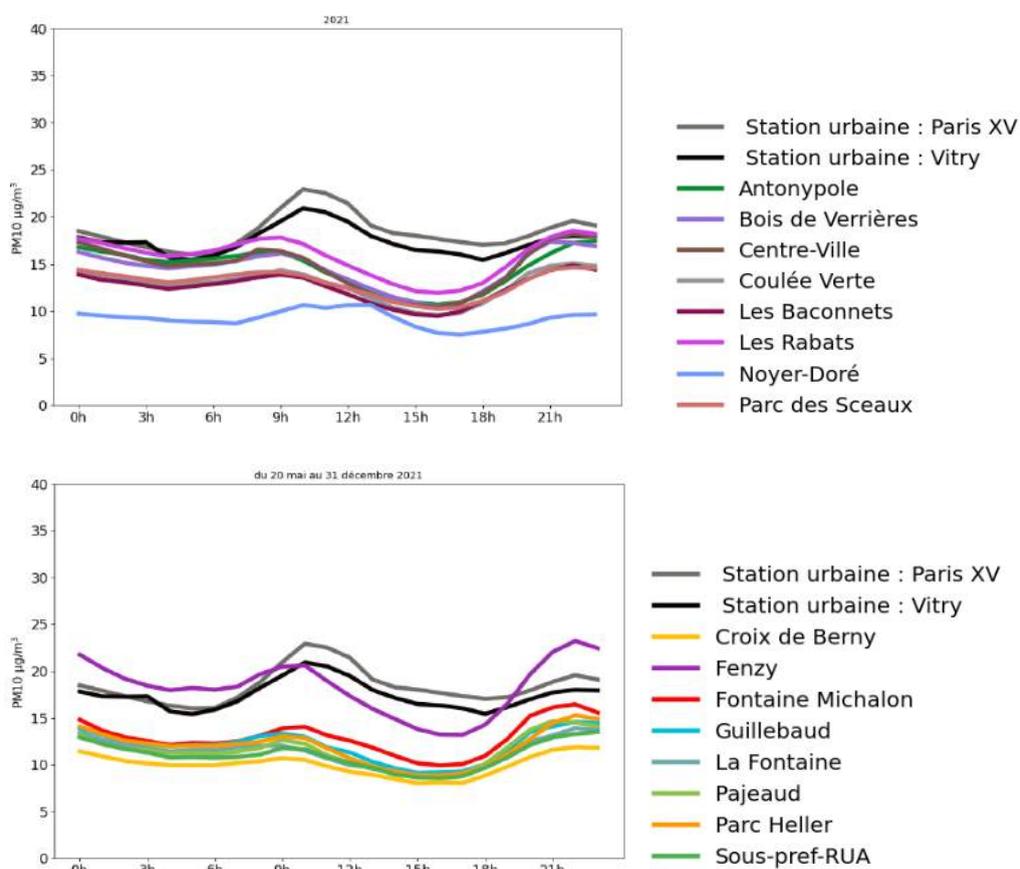


Figure 18 : Profil journalier en PM10 par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021

On observe que les concentrations des **capteurs évoluent** globalement de **manière similaire**. Les augmentations de concentrations sont **plus marquées le soir que le matin à Antony**, alors qu'au niveau des deux stations de mesure on observe une augmentation plus forte le matin.

Les concentrations en particules fines, plus importantes en automne et en hiver, notamment entre 8h et 10h et entre 19h et 3h, semblent principalement en lien avec le chauffage résidentiel.

Rapport d'analyse

3.3.1.5. Comparaison avec l'année 2022

La figure suivante présente les moyennes annuelles en PM10 pour les années 2021 et 2022.

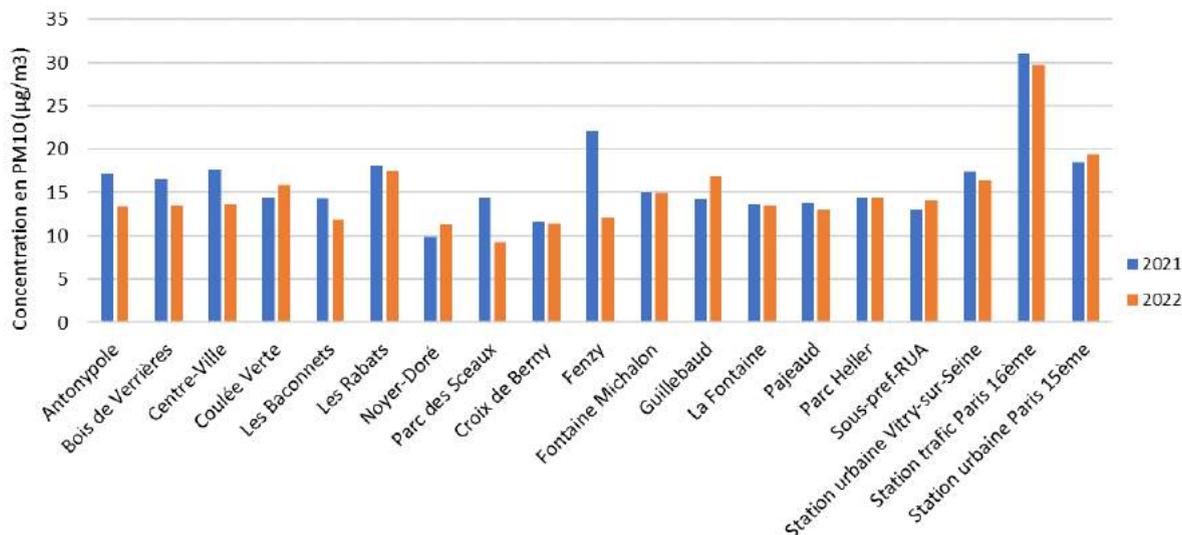


Figure 19 : Comparaison des moyennes annuelles de PM10 par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022

Les concentrations en PM10 des capteurs sont en moyenne légèrement plus élevées en 2021 qu'en 2022, avec une moyenne de **15,1 µg/m³** contre **13,5** en 2022.

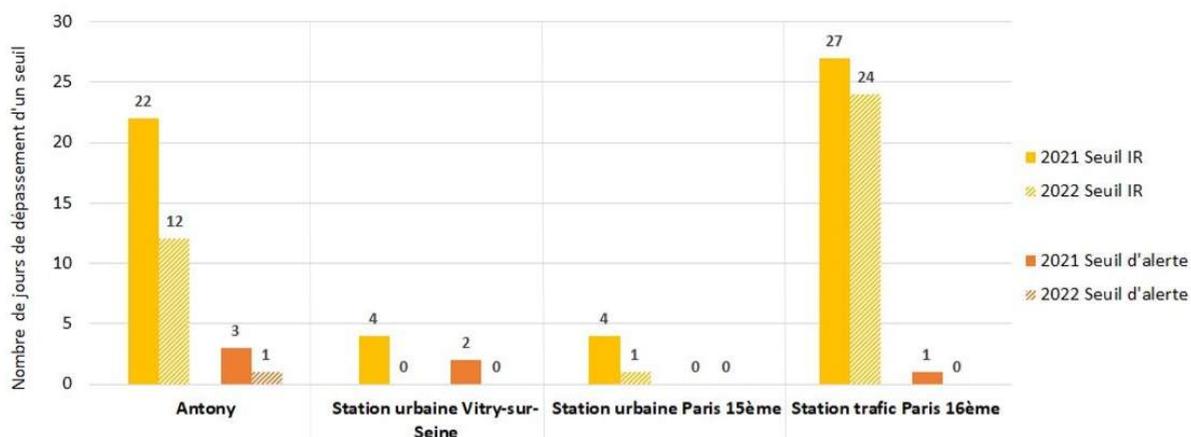


Figure 20 : Comparaison du nombre de jours de dépassement des seuils journaliers de PM10 entre 2021 et 2022

Le seuil d'Information et de Recommandation et le seuil d'alerte ont été dépassés plus souvent en 2021 qu'en 2022 à Antony, ainsi qu'au niveau des stations.

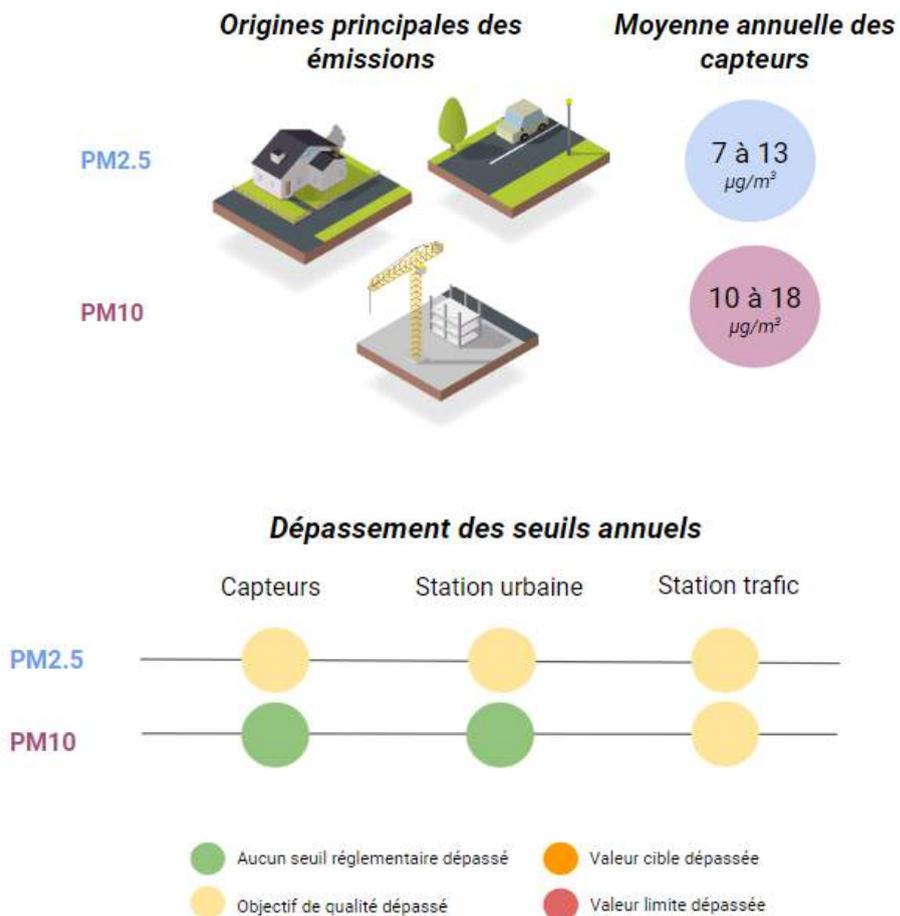
Les concentrations en particules fines étaient un peu plus importantes en 2021 qu'en 2022 à Antony.



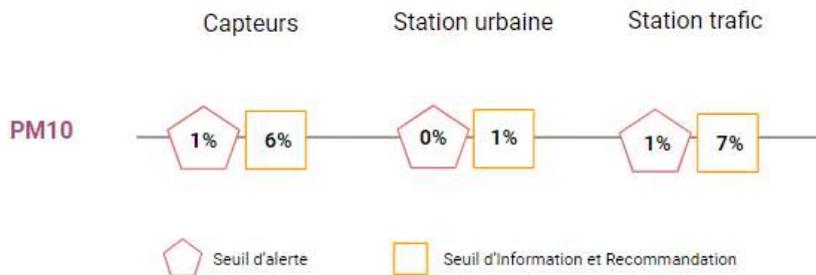
ATMOTRACK

Rapport d'analyse

3.3.1.6. Synthèse sur les particules fines



Dépassements des seuils journaliers (en pourcentage sur l'année)



Rapport d'analyse

3.3.2. Le Dioxyde d'Azote (NO₂)

Les concentrations en gaz (NO₂ et NH₃) sont mesurées par le capteur AtmoTrack avec une technologie différente que pour les particules fines (réalisées par un compteur optique). En effet, ces mesures ont été réalisées par un semi-conducteur, permettant d'avoir des **mesures estimatives**. Les paragraphes ci-dessous présentent les résultats des mesures de NO₂ sur l'année 2021.

3.3.2.1. Comparaison aux seuils réglementaires

La figure suivante présente les concentrations en **moyenne annuelle de NO₂** des capteurs. Ces données sont comparées aux seuils réglementaires et sanitaires annuels.

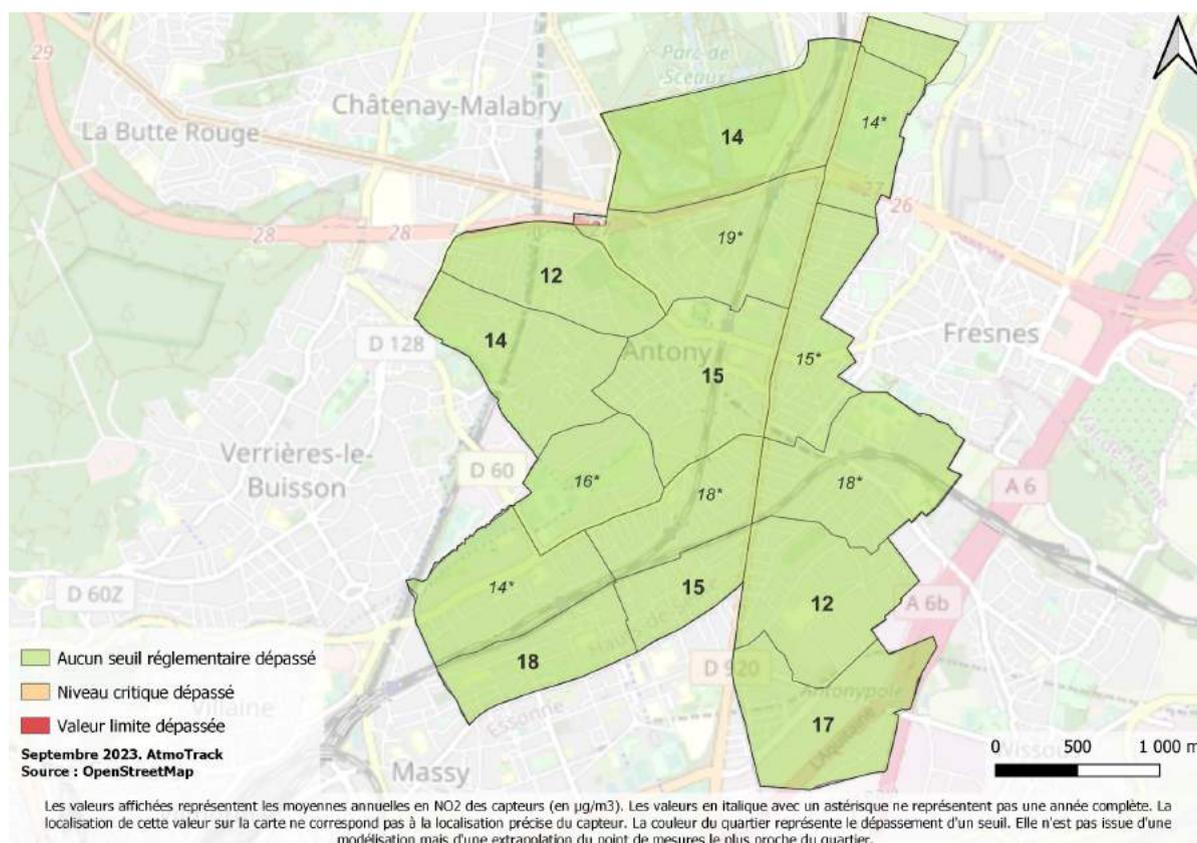


Figure 21 : Cartographie des moyennes annuelles en NO₂ (µg/m³) pour l'année 2021

En **moyenne sur l'année 2022**, les concentrations en dioxyde d'azote de l'ensemble des capteurs sont d'**environ 15,2 µg/m³**, les niveaux sont donc **inférieurs aux seuils réglementaires en moyenne annuelle** (à la valeur limite de 40 µg/m³ et au niveau critique de 30 µg/m³).

En **moyenne horaire**, aucun dépassement de la valeur limite (200 µg/m³) n'a été identifié, le maximum horaire étant de 113 µg/m³ le 23/09/2021 à 8h pour le quartier Fenzy.

Les concentrations en NO₂ respectent les seuils réglementaires sur le territoire.

3.3.2.2. Comparaison avec les stations de référence

Le graphique suivant présente les **concentrations moyennes mensuelles** des capteurs sur l'année 2021 en NO₂, en comparaison aux moyennes mensuelles des **stations Airparif** des villes voisines.



ATMOTRACK

Rapport d'analyse

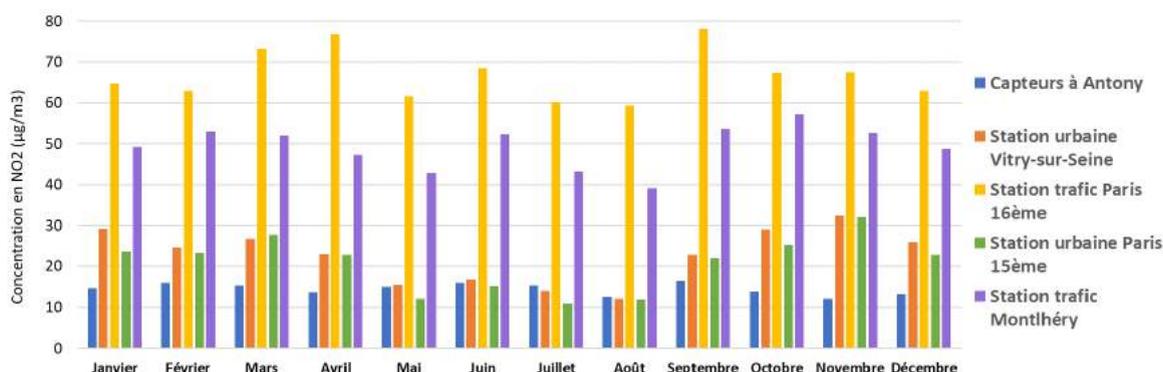


Figure 22 : Concentrations mensuelles en NO₂ pour l'année 2021

On observe que les **concentrations en NO₂ à Antony** sont, pour chaque mois de 2021, **très inférieures** à celles des **stations trafic**. Elles sont cependant **très proches** des concentrations observées au niveau des **stations urbaines**.

Les concentrations en NO₂ à Antony sont semblables à celles des stations de typologie urbaine les plus proches.

3.3.2.3. Évolution des concentrations à l'échelle de la journée

La figure suivante présente les concentrations moyennes en NO₂, par heure de la journée, en moyenne pour chaque mois de l'année 2021. Il s'agit de moyennes comprenant les données des 8 capteurs ayant fonctionné toute l'année.

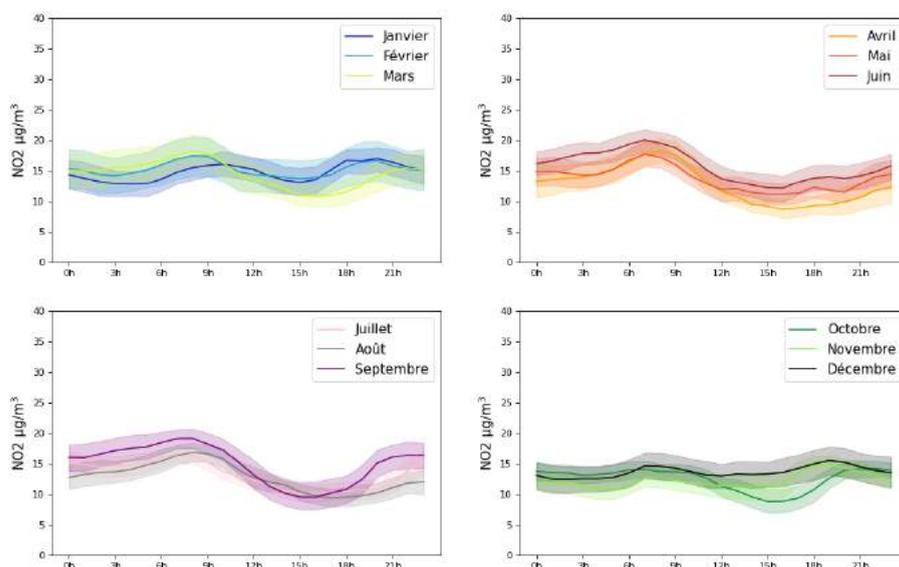


Figure 23 : Profil journalier des concentrations en NO₂ (µg/m³) pour chaque mois de l'année 2021

Les mois de novembre et décembre présentent des concentrations plus stables au cours de la journée que les autres mois. Les mois de janvier à octobre sont marqués par un **pic** au cours de la **matinée** (entre 6 et 10h) et une augmentation des concentrations en NO₂ à **partir de 17h jusqu'à 22h** environ, en lien avec le trafic routier et les déplacements pendulaires.

Les deux figures ci-dessous présentent les **profils journaliers par capteur** en moyenne sur 2021.



ATMOTRACK

Rapport d'analyse

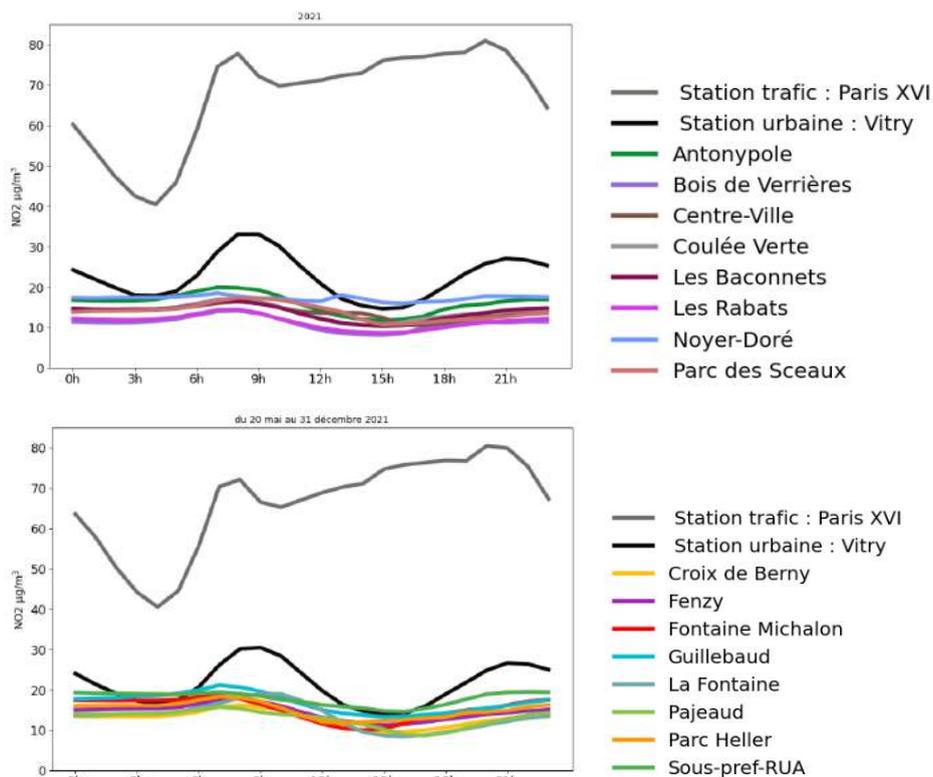


Figure 24 : Profil journalier en NO_2 par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021

L'ensemble des **capteurs** apparaît bien **en dessous** des concentrations relevées à la **station trafic Paris XVI** et correspondent plus à la dynamique de la station urbaine de Vitry-sur-Seine. Cette dynamique se traduit par une **hausse des concentrations** le matin, entre **6 et 10h** et le soir entre **18 et 21h**, ce qui correspond aux horaires des **déplacements pendulaires**. Ces résultats concordent avec le fait que les capteurs ne se situent **pas à proximité** immédiate des **axes routiers** les plus fréquentés.

Les concentrations en NO_2 sont plus importantes lors des déplacements pendulaires. La localisation des capteurs se rapproche plus d'une typologie urbaine que d'une typologie trafic.

3.3.2.4. Comparaison avec l'année 2022

La figure suivante présente les moyennes annuelles en NO_2 pour les années 2021 et 2022.

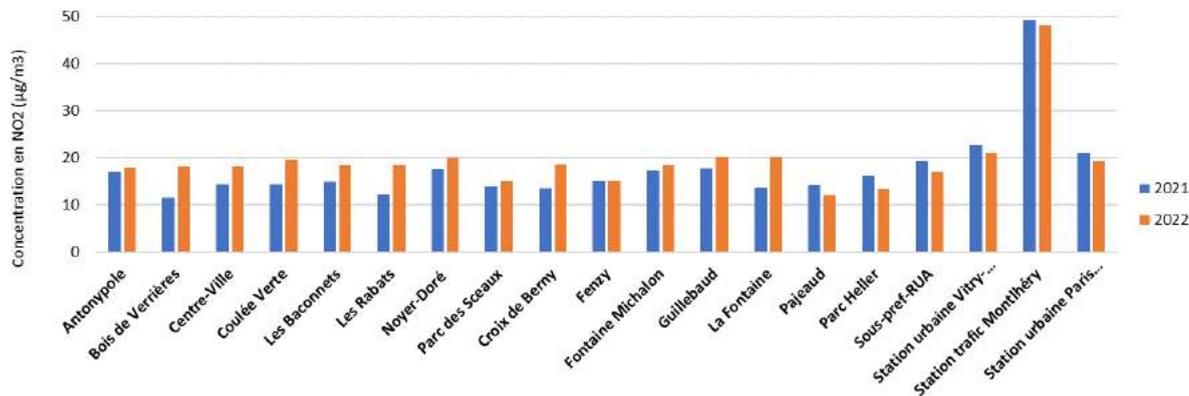


Figure 25 : Comparaison des moyennes annuelles de NO_2 par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022

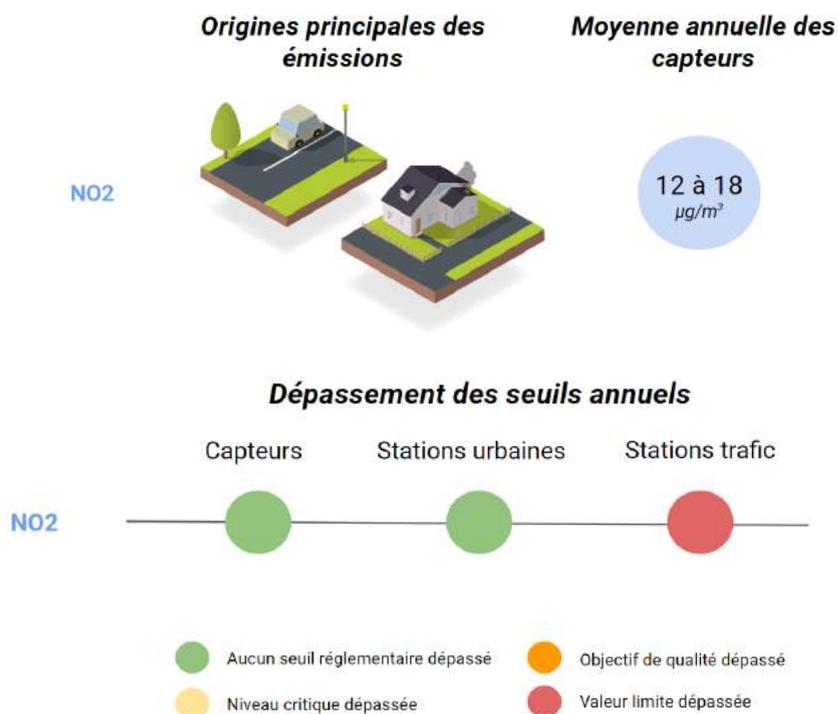
Rapport d'analyse

Les concentrations en NO₂ des capteurs sont en moyenne **légèrement plus élevées en 2022** qu'en 2021 (17,6 contre 15,2 µg/m³ en 2021).

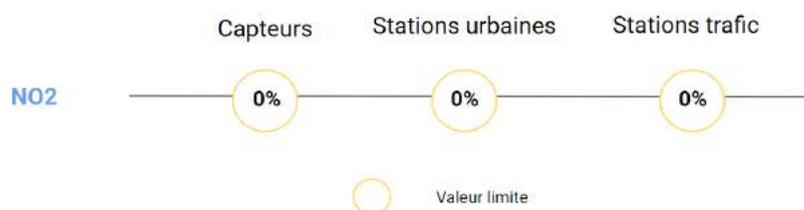
Les seuils réglementaires en moyenne annuelle ont été respectés en 2021 et 2022. De plus, la valeur limite en moyenne horaire (200 µg/m³) a également été respectée en 2021 et 2022.

Les concentrations en dioxyde d'azote étaient un peu plus faibles en 2021 qu'en 2022 à Antony.

3.3.2.5. Synthèse sur le dioxyde d'azote



Dépassements du seuil horaire (en pourcentage sur l'année)



Rapport d'analyse

3.3.3. L'Ammoniac (NH₃)

3.3.3.1. Évolution des concentrations au cours de l'année

L'ammoniac n'est pas un polluant réglementé dans l'air ambiant, ainsi il n'est pas possible de comparer les données des micro-capteurs avec des seuils réglementaires. De plus, aucune station à proximité ne mesure l'ammoniac, les données des micro-capteurs n'ont donc pas pu être comparées à celles d'une station de référence. Cependant, des mesures ont été réalisées en 2019 par Airparif avec des tubes passifs à Gennevilliers et au bord du Boulevard Périphérique.

La figure suivante présente les concentrations en **moyenne annuelle d'ammoniac** par quartier.

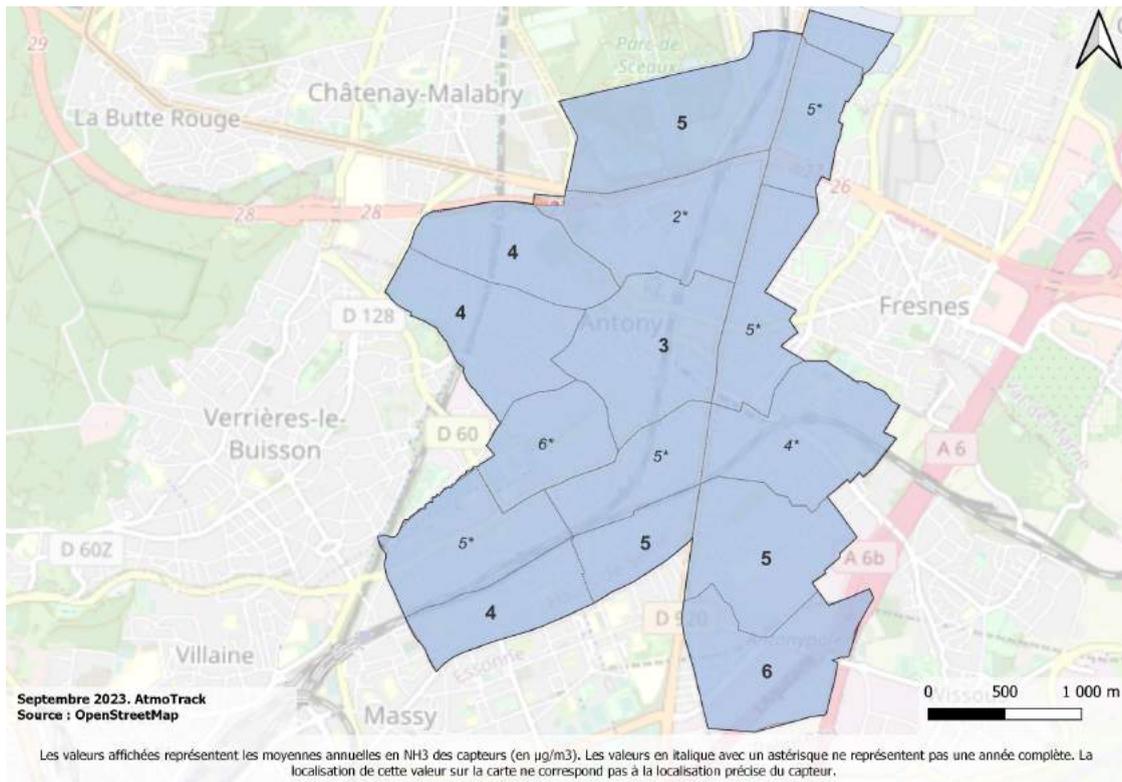
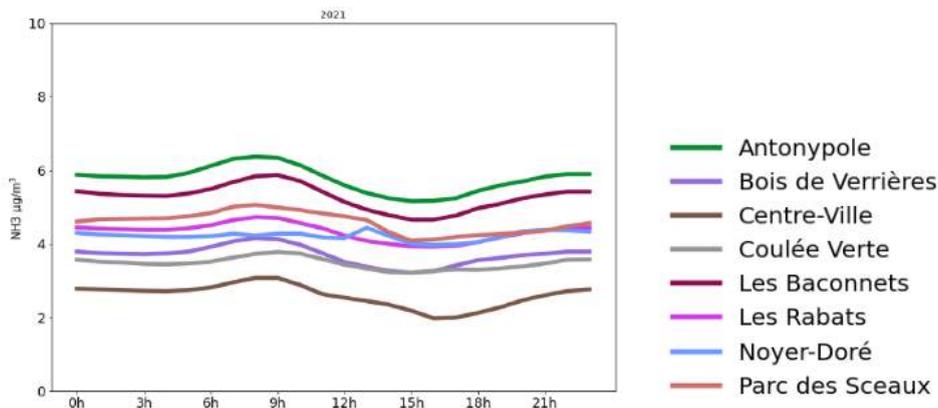


Figure 26 : Cartographie des moyennes annuelles en NH₃ (µg/m³) pour l'année 2021

Les concentrations d'ammoniac en moyenne annuelle sont du **même ordre de grandeur** que les mesures réalisées par tubes passifs en 2019 à Gennevilliers et au bord du Boulevard Périphérique (3 à 5 µg/m³ respectivement).





ATMOTRACK

Rapport d'analyse

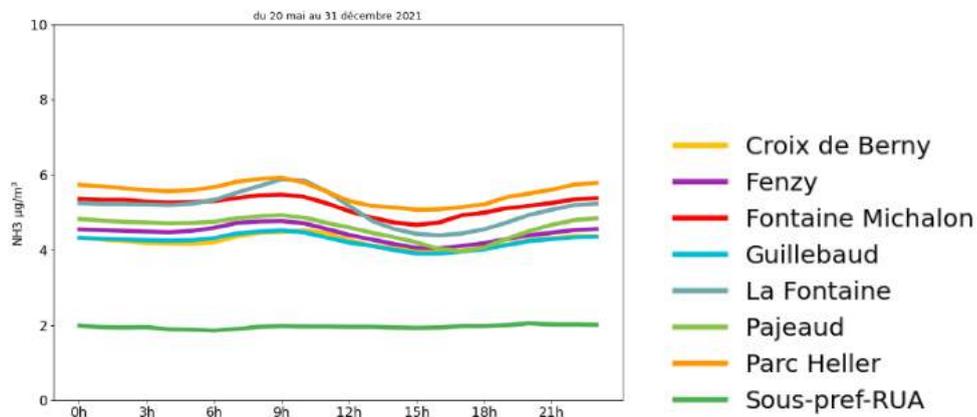


Figure 27 : Profil journalier en NH_3 par capteur en haut pour l'ensemble de l'année 2021, en bas du 20 mai au 31 décembre 2021

Les concentrations en ammoniac sont très peu fluctuantes au cours de la journée. On remarque seulement une légère augmentation **le matin entre 6h et 10h**, en lien avec le **trafic routier**.

3.3.3.2. Comparaison avec l'année 2022

La figure suivante présente les moyennes annuelles en NH_3 pour les années 2021 et 2022.

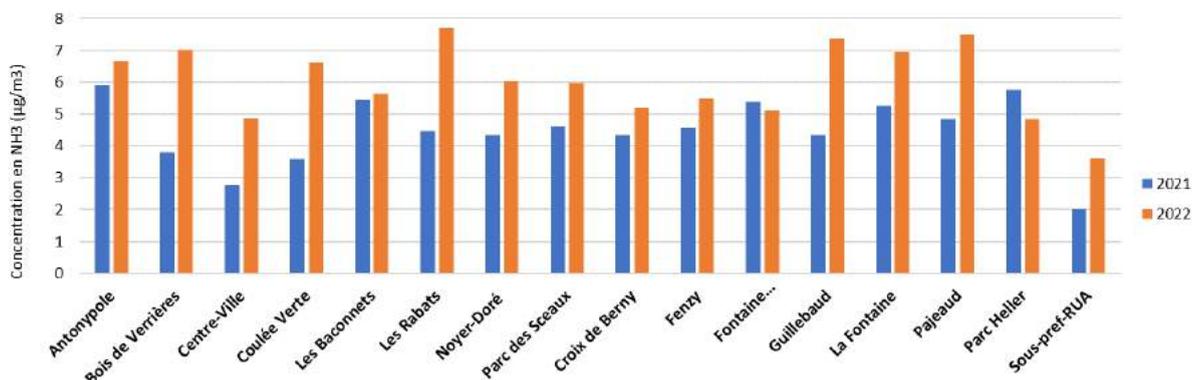
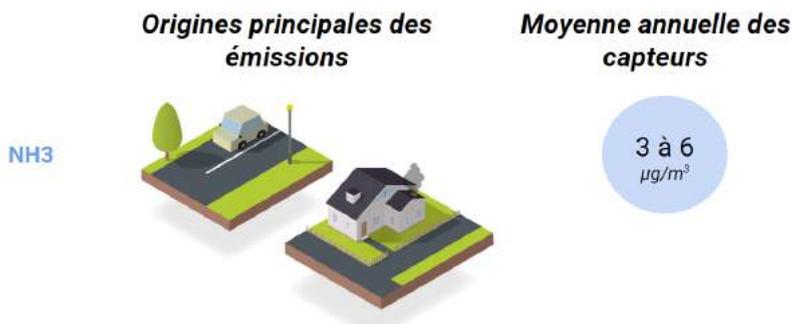


Figure 28 : Comparaison des moyennes annuelles de NH_3 par capteurs et stations pour les années 2021 et 2022

Les concentrations en NH_3 des capteurs sont en moyenne légèrement **plus élevées en 2022** qu'en 2021 (6 contre $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2021).

3.3.3.3. Synthèse sur l'ammoniac





Rapport d'analyse

4. Conclusion

La ville d'Antony a fait appel à AtmoTrack pour une étude de qualité de l'air hyperlocale en temps réel sur son territoire. Dans le cadre de ce projet, **8 capteurs** ont été déployés en 2020, et 8 autres en mai 2021, mesurant les **particules fines** (PM1, PM2.5 et PM10), le **dioxyde d'azote** (NO₂) et l'**ammoniac** (NH₃). Ces mesures sont estimatives et permettent notamment d'étudier une tendance / évolution des concentrations au fil du temps.

Un rapport d'analyse a déjà été produit pour les données de l'année 2022.

En comparaison avec les données de 2022, les concentrations en **particules PM2.5 et PM10** étaient légèrement **plus importantes** en **2021**, avec une moyenne annuelle de 15,1 µg/m³ contre 13,5 en 2022. Les **dépassements des seuils réglementaires** ont également été un peu **plus nombreux en 2021**.

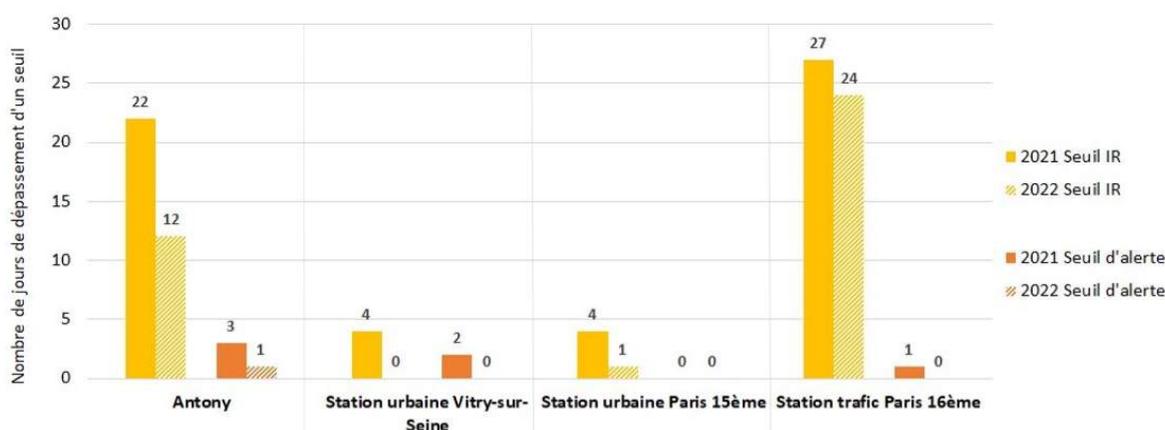


Figure 29 : Comparaison du nombre de jours de dépassement des seuils journaliers de PM10 entre 2021 et 2022

Pour les **concentrations en NO₂**, les données de 2021 sont en moyenne légèrement **plus faibles** que celles de 2022, avec une moyenne annuelle de 15,2 µg/m³ contre 17,6 en 2022. Les **seuils réglementaires** en moyenne annuelle ont été **respectés en 2021 et 2022**. De plus, la valeur limite en moyenne horaire (200 µg/m³) a été respectée en 2021 comme en 2022.

Les **concentrations en NH₃** du territoire sont en moyenne plus faibles en 2021 qu'en 2022, avec une moyenne de 4,5 µg/m³ contre 6 µg/m³ en 2022.