

Une association indépendante, un rôle d'expertise et d'information

La surveillance de la qualité de l'air ambiant est confiée en France par l'Etat et les pouvoirs publics à des associations indépendantes. Ces AASQA (associations agréées de surveillance de la qualité de l'air) ont la spécificité de rassembler, de manière équilibrée au sein de leur conseil d'administration, les différentes parties prenantes concernées par la pollution atmosphérique :

- L'Etat,
- Les Collectivités, dont la Région, la Ville de Paris, la Métropole du Grand Paris, certains départements et EPCI, Ile de France mobilité et le SYCTOM ;
- Les acteurs économiques,
- Les associations de protection de l'environnement et des consommateurs, ainsi que des chercheurs et des experts.

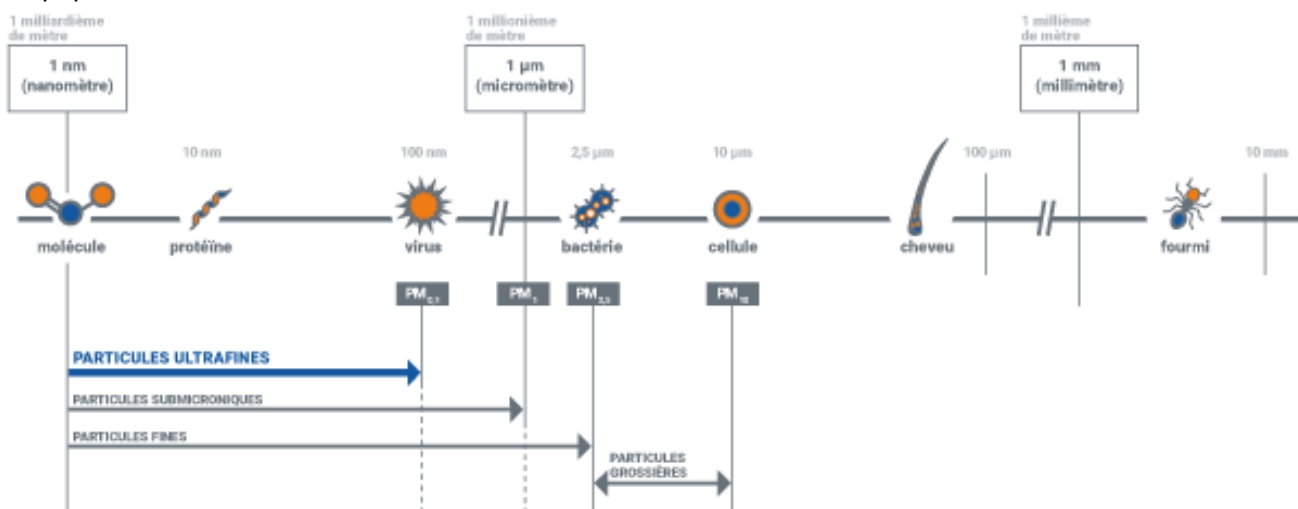
En Île-de-France, Airparif a été créée en 1979 et rassemble 158 membres au sein de son conseil d'Administration. La qualité de ces mesures fait l'objet de certification ISO 9001 et d'accreditations du COFRAC. Ses missions, en partie réglementaires, se déclinent selon plusieurs axes :

- **Surveiller** la qualité de l'air grâce à un dispositif de mesure combinant les avantages de différentes technologies (stations de mesure, inventaire d'émission, campagnes de mesure et outils de modélisation) et contribuer ainsi à l'évaluation des risques sanitaires et des effets sur l'environnement et le bâti.
- **Comprendre** les phénomènes de pollution : au jour le jour en prévoyant la qualité de l'air et les épisodes de pollution, en analysant les grandes tendances et les évolutions à venir.
- **Informier, sensibiliser et former** les citoyens, les médias, les autorités et les décideurs :
- **Accompagner** les autorités dans leurs plans d'action en contribuant au diagnostic et en évaluant l'efficacité conjointe des stratégies proposées pour lutter contre la pollution atmosphérique et le changement climatique.
- Et **stimuler l'innovation** pour aller plus vite et plus loin dans l'amélioration de la qualité de l'air en s'appuyant sur un écosystème d'acteurs économiques, d'institutionnels, chercheurs, associations...

Airparif est membre d'[Atmo-France](#), la fédération regroupant ses homologues dans les 18 régions de métropole et d'outre-mer, ainsi qu'en Nouvelle-Calédonie.

Les particules : de quoi s'agit-il ?

Les particules sont composées d'un mélange de différents composés chimiques et de différentes tailles, solides ou liquides en suspension dans l'air. Taille (particules PM₁₀, particules fines PM_{2.5}, PM₁, ... particules ultrafines), composition, et donc sources, la toxicité des particules dépend de ces différents paramètres qui doivent être surveillés et mesurés. Ces données sont essentielles pour les décideurs, pour les évaluations sanitaires de l'impact de ces polluants, ainsi que pour informer la population.



La surveillance de la pollution particulaire est effectuée par Airparif depuis sa création, il y a 40 ans, en amont de la mise en place de réglementations ou de recommandations sanitaires, auxquels ces données ont contribué. Cette surveillance de la qualité de l'air en général, et des poussières en particuliers, évolue selon les connaissances scientifiques et sanitaires, les réglementations, les technologies qui produisent ces particules (développement des nanotechnologies, évolution des motorisations,...) mais aussi les appareils qui permettent de les mesurer.

Pollution particulaire	Réglementation	Techniques de surveillance
Particules ultrafines (PUF) - Première campagne de mesure avec l'INERIS et l'IMT de Douai : 2003 - Poursuivies pour aboutir à la mise en place d'une surveillance permanente : 2019	Non	SMPS
particules fines (PM2.5) - Surveillance permanente : 1999	2008	<ul style="list-style-type: none"> • Microbalances • Inventaire d'émission • modélisation *
Carbone suie et nitrate d'ammonium - Surveillance permanente : 2015	Non	Aethalometer ACSM
Particules PM10 - Premières mesures : 1993 - Surveillance permanente : 1995	1999	<ul style="list-style-type: none"> • Microbalances • Inventaire d'émission • modélisation *
<u>Mesures historiques</u> Particules fines PM13 : surveillance permanente dès 1986 et des fumées noires : 1956 (initiées par le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris)	Remplacées par les PM10 et les PM2,5	

Les ultrafines : quelques enseignements des campagnes de mesure

Airparif en collaboration avec le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) a réalisé des séries de mesure sur 5 semaines de 2003 à 2010 en hiver et en été en 2005 à Genevilliers.

Ces premières campagnes donnent des éléments sur les sources de ces particules ultrafines :

- Les mesures mettent en évidence des variations journalières de ces particules ultrafines en relation forte avec les activités humaines et notamment le trafic.
- En période estivale, l'apparition de particules dans la gamme des plus petits diamètres (10-40 nm) en début d'après-midi (15 h- 16 h) qui illustre la formation de particules secondaires très petites à partir de gaz et sous l'action des réactions photochimiques dans l'atmosphère.

Elles confirment également le besoin et la complémentarité de ces mesures par rapport à celles sur les particules réglementées (PM₁₀ et PM_{2,5})

- Les particules ultrafines (0,01 à 0,1 µm) sont les plus nombreuses (80 à 87 %), alors qu'en termes de masse elles ne pèsent pratiquement rien : les données de comptage sont donc importantes en complément des données en masse
- ces particules présentent peu de corrélation avec les particules fines PM_{2,5}. Les variations des PM_{2,5} ne traduisent pas celles des particules ultrafines qu'il faut donc suivre de manière spécifique

Perspectives

Le renforcement de la surveillance est nécessaire, en appui aux évaluations sanitaires, aux politiques publiques et à la mise en place de réglementations pour en réduire les impacts. Les travaux d'expertise sur cette thématique avec les autres associations agréées de surveillance de la qualité de l'air, l'Ineris, et le LCSQA, l'Anses et les spécialistes de la santé permettent de faire évoluer les connaissances sur ce sujet émergent, tant au niveau local que national.

En Île-de-France, la mise en place d'une station de référence sur la pollution particulaire est essentielle pour toute étude complémentaire sur ce sujet. En l'absence de réglementation et de normes, cette référence pour la pollution générale de l'agglomération parisienne permettra par comparaison de caractériser l'empreinte particulaire de différentes sources comme le trafic, mais aussi l'activité aéroportuaire, l'agriculture, le transport fluvial pour lesquels, « *au vu de la rareté des données, l'Anses recommande de poursuivre les efforts de recherche sur les effets sur la santé associés* » à d'autres sources de particules telles que l'agriculture, le transport maritime, l'activité aéroportuaire » (Anses-Particules dans l'air ambiant, Juillet 2019). Pour caractériser ces différents environnements, Airparif proposera à ces membres de poursuivre ces travaux avec la mise en place d'une étude en 2020 afin de pouvoir faire des mesures simultanées sur 3 sites.

Les outils de surveillance des particules

La surveillance des particules différentes tailles, et plus généralement de la qualité de l'air, se fait grâce à la complémentarité de plusieurs outils. Les appareils de mesure, décrits ci-dessous, et d'autres technologies comme les inventaires d'émission et la modélisation.

APPAREILS DE MESURE

Particules ultrafines

Les Particules Ultra Fines (PUF) sont les plus petites mesurées. **Leur taille se situe entre celle d'un virus et celle d'une cellule (<0.1 micron).**

Airparif en collaboration avec le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) a réalisé des séries de mesure sur 5 semaines de 2003 à 2010 en hiver et en été en 2005 à Genevilliers. Les essais réalisés depuis début 2019, suite aux travaux de 2018, ont permis d'effectuer le choix du matériel à acheter qui est celui présenté lors de la conf de presse. Des essais ont ensuite été menés au siège d'Airparif pour faciliter les développements à effectuer sur cet instrument pour automatiser la récupération des données et leur stockage. Ces travaux achevés, **l'appareil sera mis en service dans Paris. Ce site de mesure servira de référence pour une mesure permanente des différents paramètres liés aux enjeux sanitaires et de compréhension des particules en Ile-de-France : selon leur taille (des particules de la taille d'une cellule, PM₁₀ à celles d'une molécule d'ADN, particules ultrafines), leur composition (carbone suie, carbone organique) et le suivi de gaz précurseurs de particules (Composés organiques volatils, nitrate d'ammonium...).**

LES SOURCES D'ÉMISSION

Trafic routier (combustion) Trafic aérien (combustion)
 Industrie

LES EFFETS SUR LA SANTÉ

Cardiovasculaire

Avis de l'Anses, saisine 2014-SA-0156, Annexe 4, juillet 2019

LA TECHNOLOGIE DE MESURE

250
 données
 environ toutes les
 5 minutes

Spectromètre granulomètre à mobilité électrique

- Paramètre mesuré : **en nombre (p.cm⁻³)**
- Gamme : **[2 nm à 800 nm]**
- Classe : **256**

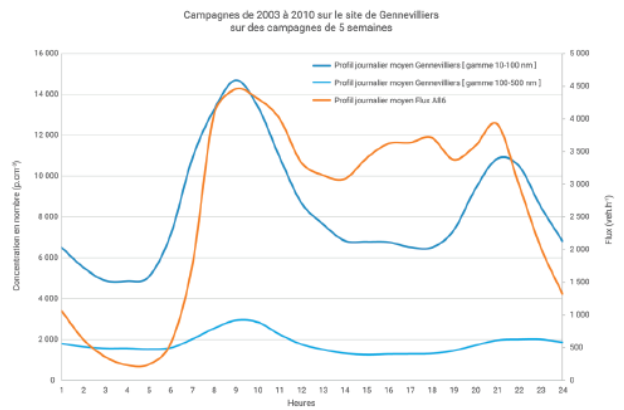
L'instrument réalise une mesure en continu de l'air extérieur pour en déterminer le nombre de particules par classes granulométriques.

Pour cela, il dispose de 3 grandes fonctions :

Marquage électrique des particules

Application de différentes tensions dans une chambre de mesure dans laquelle passent les particules qui permet de les **classer** par tranche de taille

Comptage des particules pour chacune de ces classes (un peu plus de 250 classes)



Composition des particules

La nature chimique des particules est déterminée par d'autres appareils. Pendant un pic de pollution aux particules par exemple, ils permettent d'identifier les compositions chimiques des particules et de remonter aux sources principales : **combustion de biomasse** ou de **carburant fossile** ; particules secondaires de différentes natures pouvant provenir de l'agriculture ou du trafic routier, des composés importés,...

Ceci permet notamment de cibler les sources concernées pour plus d'efficacité dans les mesures d'urgences à mettre en place en période d'épisode de pollution de l'air, mais également pour réduire les niveaux de pollution chronique.

Carbone suie

LES SOURCES D'ÉMISSION

- Trafic routier
- Chauffage au bois

LES EFFETS SUR LA SANTÉ

- Respiratoire
- Cardiovasculaire
- Mortalité toutes causes

Avia de l'Anses, séance 2014-SA-0156, Annexe 4, juillet 2019

LA TECHNOLOGIE DE MESURE

Aéthalomètre

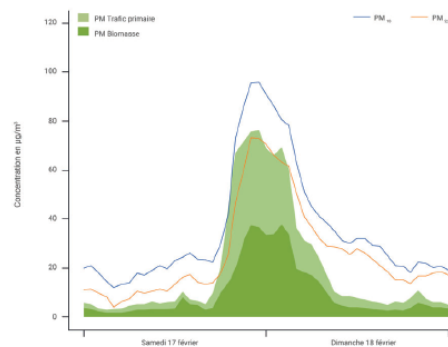
- Paramètre mesuré : **nature chimique**
- Gamme : **inférieur à 2,5 µm**

5 sites de surveillance permanente en Île-de-France

Le principe de mesure est celui de l'**atténuation de la lumière** à travers un échantillon d'air extérieur. La mesure de la baisse de l'intensité lumineuse à différentes longueurs d'onde (7 longueurs d'onde lumineuse répartie entre 340 nm à 950 nm) permet d'en **déduire la concentration du carbone élémentaire** ainsi que la part :

- De particules liées au brûlage de biomasse (dont chauffage au bois)
- Et celle liée au trafic routier

Exemple d'exploitation des données produites pour les 17 et 18 février 2018



Matière organique, nitrate, sulfate d'ammonium

LES SOURCES D'ÉMISSION

- Chauffage (Matière organique*)
- Sources naturelles (Matière organique*)
- Trafic (Matière organique* Nitrate*)
- Agriculture (Ammonium*)
- Industrie (Matière organique*)
- Combustion fioul lourd et charbon (Sulfate*)

*Composé issu en partie ou en intégralité d'une transformation chimique dans l'atmosphère

LES EFFETS SUR LA SANTÉ

- Cardiovasculaire (Matière organique et Nitrate)
- Hospitalisation toute cause (Matière organique)
- Respiratoire (Matière organique et Sulfate)

Avia de l'Anses, séance 2014-SA-0156, Annexe 4, juillet 2019

LA TECHNOLOGIE DE MESURE

Analyseur de la composition chimique des particules

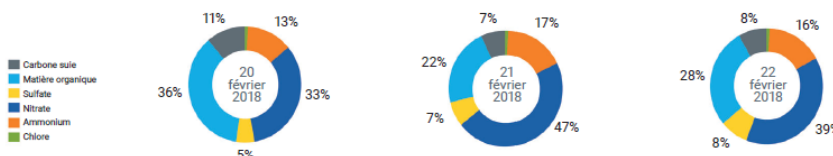
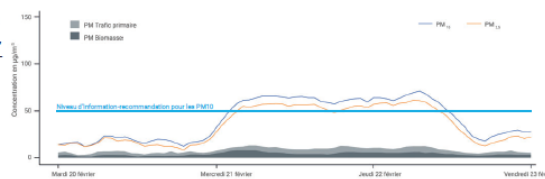
- Paramètre mesuré : **nature chimique - en masse (µ.m⁻³)**
- Gamme : **inférieur à PM1**

10 jours d'épisodes passés au crible sur 3 années

Cette technologie permet une analyse en continu de la composition chimique des aérosols : ammonium (NH₄⁺), nitrate (NO₃⁻), sulfate (SO₄²⁻), chlore (Cl⁻) et fraction organique. La méthode de détection utilisée est la **spectrométrie de masse**.

Documente les sources de pollution et l'origine des particules lors des épisodes de pollution

Exemple d'exploitation des données produites du 20 au 23 février 2018



Particules PM₁₀ et PM_{2,5}

Ces particules, sont les seules réglementées à ce jour pour leurs effets sur la santé, lié à leur taille. **Elles sont mesurées depuis 20 ans pour les PM_{2,5}, et près de 30 ans pour les PM₁₀ par Airparif**

Couplés à de la modélisation, les appareils de mesure de ces particules permettent d'apporter une information horaire avec une précision de 10m dans Paris, ce qui correspond à la précision d'un gps.

D'autres technologies s'intéressent à la mesure de ces polluants à la miniaturisation des mesures avec des microcapteurs. Elles sont évaluées par Airparif et ses partenaires dans le cadre d'IRLAB et du challenge microcapteur 2019¹.

Concentration en masse

LES SOURCES D'ÉMISSION

- Chauffage (notamment au bois)
- Trafic routier
- Chantier
- Agriculture

LES EFFETS SUR LA SANTÉ

- Respiratoire**
Fraction entre les PM_{2,5} et les PM₁₀
- Cardiovasculaire**
Pour les PM_{2,5} lié au trafic
- Mortalité toutes causes**
Fraction entre les PM_{2,5} et les PM₁₀
- Neurologique**
Pour les PM_{2,5} lié au trafic

Avis de l'Anses, saisine 2014-SA-0156, Annexe 4, juillet 2019

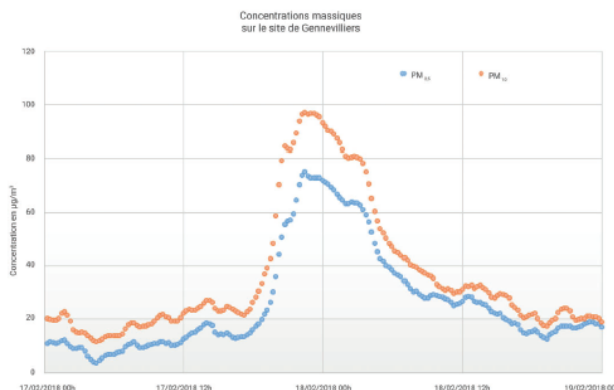
LA TECHNOLOGIE DE MESURE

Mesure en continu de la concentration massique

● Paramètre mesuré : en masse (μ.m⁻³)

25
années
d'historique
de mesure

La technologie permet une estimation directe de la **concentration massique des particules atmosphériques à l'aide d'une mesure gravimétrique**. Cette dernière est basée sur la variation de fréquence d'un élément oscillant sur lequel est placé un filtre. Les aérosols échantillonnés sont impactés sur ce filtre. La fréquence de l'élément oscillant est directement liée à la masse de particules impactées.



¹ <http://www.airlab.solutions/fr/projets/microsensor-challenge-edition-2019>

Granulométrie

LA TECHNOLOGIE DE MESURE

64
données
toutes les
minutes

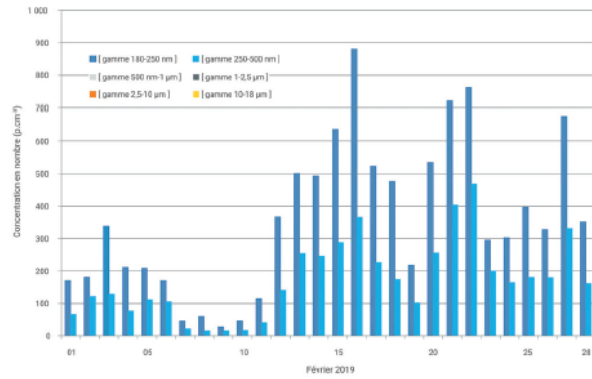
Granulométrie optique

- Paramètre mesuré : en nombre ($p.cm^{-3}$) et en masse ($\mu.m^{-3}$)
- Gamme : [180 nm à 18 μm]
- Classe : 64

La granulométrie optique permet de fournir en temps réel un un nombre de particules pour 64 classes comprises entre 180 nm et 18 μm ainsi que 3 concentrations massiques pour les particules PM_{10} , $PM_{2,5}$ et PM_{1} .

Le principe de mesure est celui de la diffusion par les particules d'un faisceau lumineux (l'angle de diffusion est fonction de la taille de la particule) et les particules sont alors comptées une par une. De ces résultats, l'analyseur en déduit une concentration massique via un algorithme installé dans l'instrument

Suivi par tranche granulométrique pour le mois de février 2019 sur le site de Gennevilliers



AUTRES OUTILS DE SURVEILLANCE ET D'INFORMATION SUR LES PARTICULES

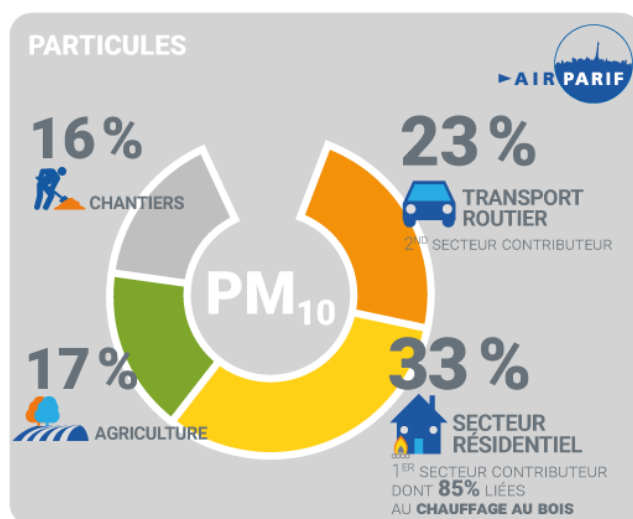
Pour comprendre les phénomènes et leurs impacts, un dispositif complémentaire à la mesure est mis en place. Il regroupe des inventaires d'émissions, des campagnes de mesures, des modèles de pollution atmosphérique avec des connaissances sur les réactions chimiques des polluants dans l'air et sur l'influence de la météorologie,...

Inventaire des émissions : les sources de particules en Ile-de-France

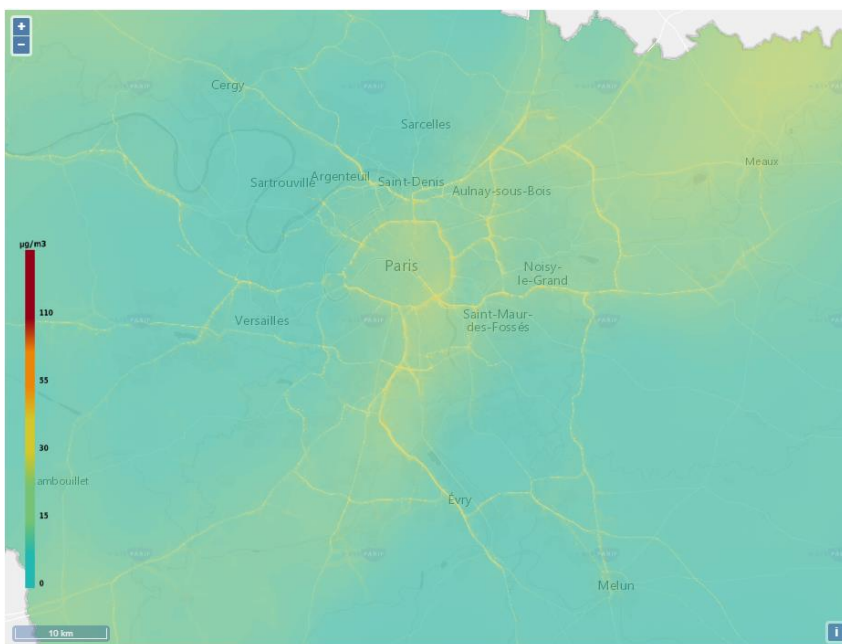
Ce recensement des émissions fournit des **informations qualitatives et quantitatives sur les sources d'émissions de polluants en Ile-de-France et leur contribution respective.**

Il permet :

- De disposer d'un diagnostic de l'échelle régionale à communale des responsabilités des différents secteurs émetteurs de polluants.
- De suivre les évolutions des émissions de polluants dans le temps et selon les zones géographiques.
- D'asseoir la construction de scénarii prospectifs concernant l'évolution de ces émissions.
- D'alimenter des systèmes de modélisation et de cartographie.
- De contribuer à la validation d'emplacements pressentis pour implanter des stations de mesure de la qualité de l'air.



Modélisation



Les particules PM₁₀ et PM_{2,5} sont intégrées aux outils de modélisation qui permettent de faire des cartes, qui servent d'outil d'aide à la prévision, et qui sont utilisés dans les études d'impact

Elles sont également intégrées aux outils de modélisation servant d'aide à la décision pour la prévision quotidienne de la qualité de l'air et des épisodes de pollution.

Campagnes de mesure

Les campagnes de mesure complètent ce dispositif pour effectuer un diagnostic sur des zones ou des problématiques spécifiques. Par exemple sur les émissions en conditions réelles de circulation des bus avec Ile-de-France mobilité, ou autour d'installations.

Où trouver ces données :

- Cartes PM10 et PM2.5 : sur le site d'airparif et de nos partenaires
- Open data : données de stations et cartes
- Appli itiner'air pour les cyclistes et les piétons : pour choisir un itinéraire le moins exposé à la pollution et notamment aux particules