

CONTEXTE

Dans le cadre de son programme pluriannuel de suivi des particules ultrafines (PUF) en Île-de-France, Airparif a mené deux campagnes de mesure inédites, en été et en hiver, à proximité de plusieurs axes routiers : un boulevard parisien intra-muros, le Boulevard Périphérique et la RN20, une route nationale de grande couronne très fréquentée. Ces mesures visent à mieux caractériser l'exposition aux particules ultrafines près de ces grandes voies de circulation franciliennes. Les PUF sont des particules solides en suspension dans l'air, dont le diamètre est inférieur à 100 nanomètres, soit plus petites qu'un virus. Bien qu'elles ne soient pas encore soumises à une concentration limite dans l'air, elles constituent un risque avéré pour la santé, notamment par leur petite taille qui leur permet de pénétrer plus profondément dans l'organisme. C'est pourquoi les zones particulièrement émettrices, notamment les axes routiers, font l'objet d'une attention renforcée. L'ANSES, tout comme l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), recommande d'intensifier la surveillance de ces particules, en particulier dans ces zones à forts enjeux. Contrairement aux particules déjà réglementées (PM_{2,5} et PM₁₀), suivies depuis de nombreuses années en Île-de-France par Airparif, les PUF restent globalement peu documentées. Leur comportement, leur distribution spatiale et leurs sources d'émission nécessitent aujourd'hui des investigations plus approfondies.

Ces mesures ont été cofinancées par Airparif et la Métropole du Grand Paris, avec le soutien de la Communauté d'Agglomération Paris-Saclay pour la campagne estivale (2021).

PRINCIPALES CONCLUSIONS

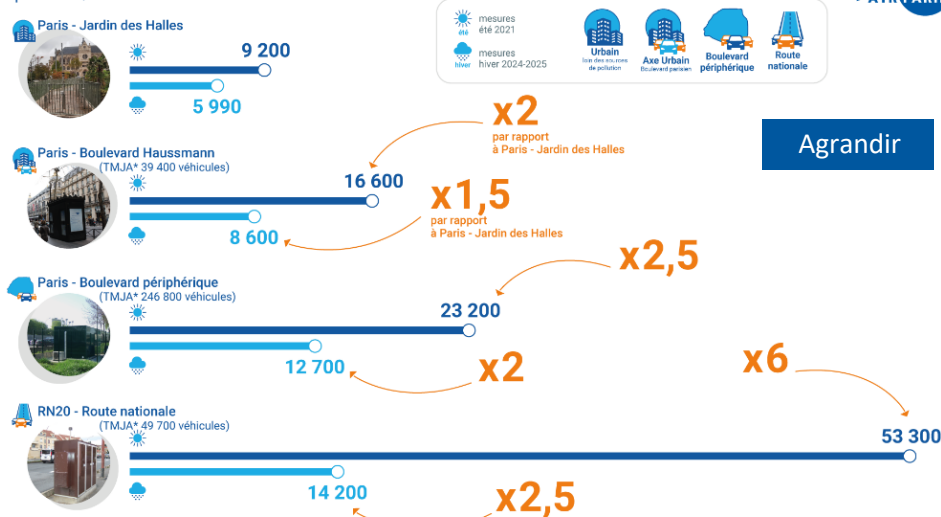
Les résultats de cette étude confirment que **le trafic routier constitue la principale source de PUF en Île-de-France**, que ce soit à proximité des voies de circulation ou éloigné de ces dernières en zone urbaine. À proximité des axes, les concentrations horaires peuvent ponctuellement dépasser le seuil indicatif de concentrations hautes fixé par l'OMS (20 000 particules/cm³) pour guider **les priorités de surveillance**. La taille des particules prédominantes observées se situe entre **10 et 30 nanomètres (± 10 nm)**, caractéristique de la combustion du carburant. En période hivernale, **le chauffage au bois** peut toutefois devenir ponctuellement une source d'émission dominante, y compris sur certains sites proches du trafic routier (voir Zoom).

Les niveaux moyens en nombre de PUF enregistrés lors des campagnes estivale et hivernale révèlent une variabilité importante des niveaux en fonction du type d'axe routier : boulevard parisien intra-muros < Boulevard Périphérique < route nationale. Comparées à celles mesurées sur un site de fond urbain (éloigné de toute source directe de pollution), les concentrations en PUF apparaissent **1,5 à 6 fois plus élevées à proximité immédiate du trafic routier**. Aussi, bien que le trafic moyen journalier annuel (TMJA) soit supérieur sur le Boulevard Périphérique, les concentrations de PUF y restent plus faibles que sur la Route nationale.

Le déplacement du point de mesure sur la Route nationale (écart de 2,5 km entre les deux sites été/hiver) a également montré **une forte variabilité des niveaux de PUF au sein d'un même axe routier**, malgré un TMJA comparable. Cette variabilité peut être expliquée par des conditions locales favorisant les émissions : tronçons en montée, arrêts et redémarrages fréquents à proximité de feux tricolores, ainsi qu'une composition différente de parc roulant ([Airparif, 2022](#)).

CONCENTRATION MOYENNE DE PARTICULES ULTRAFINES

en particules/cm³



Pour l'ensemble des sites parisiens, **les mesures de PUF réalisées à l'été 2021 indiquent des niveaux environ deux fois plus élevés que ceux observés à l'hiver 2024-2025**, traduisant un **impact saisonnier marqué**. Les PUF sont émises directement dans l'atmosphère, principalement par des processus de combustion (présents aussi bien en été qu'en hiver), mais elles peuvent également résulter de mécanismes physico-chimiques complexes. Ces derniers, favorisés par un fort ensoleillement et des températures élevées, conduisent à la formation de nouvelles particules, expliquant ainsi les niveaux plus importants observés durant la période estivale.

COMMENT ONT ÉTÉ OBTENUS CES RÉSULTATS ?

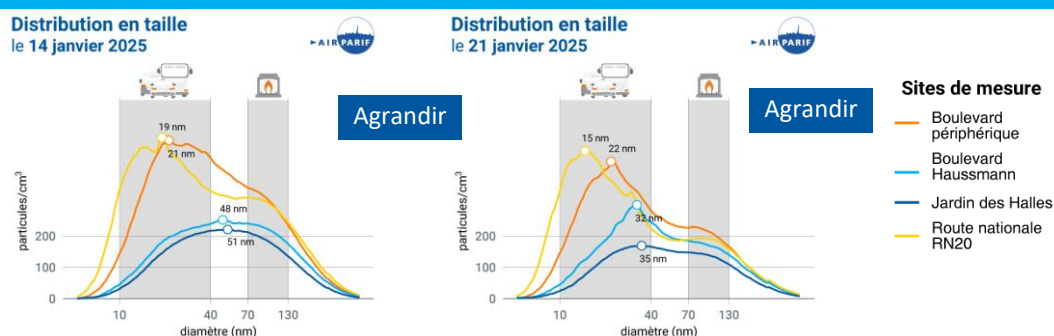
Les campagnes de mesure ont été réalisées sur des périodes de **3 mois en continu** : en été (**14 juin au 19 septembre 2021**) et en hiver (**9 décembre 2024 au 9 mars 2025**). Des analyseurs de comptage et de tri des particules de type **SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer)** ont été utilisés pour classer et compter les particules présentes dans l'air ambiant selon leur taille (**diamètres compris entre 5 et 400 nm**), toutes les 5 minutes. Ces instruments ont été déployés à proximité de trois axes routiers aux typologies différentes :

- **Boulevard Haussmann** : Grand axe parisien situé au cœur de la capitale, comportant quatre voies en sens unique. Sa configuration en « rue canyon » (hauts bâtiments de part et d'autre) limite la dispersion des polluants. Le TMJA y est de 39 400 véhicules/jour.
- **Boulevard Périphérique Est** : Axe majeur de circulation en Île-de-France, formant une autoroute urbaine de 2 à 4 voies autour de Paris. Le TMJA y atteint 246 800 véhicules/jour.
- **Route nationale - RN20** : Route à 2x2 voies traversant l'ensemble du département de l'Essonne, au sud de Paris, avec une configuration alternant faux plats et pentes, et incluant des montées dans le sens Province-Paris et des descentes en sens inverse. Pour évaluer la variabilité intra-axe, deux points de mesure distants de 2,5 km ont été sélectionnés : le premier dans une montée en amont d'un feu tricolore (campagne été) et le second, sur un faux plat descendant (campagne hiver). Le TMJA sur cet axe est de 49 700 véhicules/jour.

La station de fond urbain, située dans le jardin des Halles (Paris, 1^{er} arrondissement) est utilisée en référence.

INFLUENCE DU CHAUFFAGE AU BOIS SUR LES PUF PRÈS DU TRAFIC

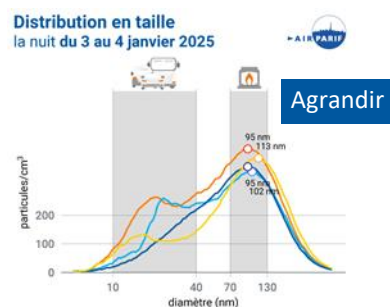
Au cours de la campagne hivernale 2024-2025, **deux épisodes de pollution** pour les particules ont été enregistrés (dépassement du seuil d'information et de recommandation de 50 µg/m³ en moyenne journalière).



La journée du 14 janvier 2025 montre **un impact du trafic routier** sur les sites du Boulevard Périphérique Est et de la RN20, avec des modes dominants **autour de 20 nm**. Une **seconde population plus minoritaire, autour de 100 nm**, traduit **l'influence du chauffage au bois domestique** (Airparif, 2022). Dans Paris intra-muros (Boulevard Haussmann et Paris 1^{er} Les Halles), la dualité des sources est plus présente, avec des modes de l'ordre de 50 nm, ce qui rend la distinction entre les particules issues du trafic routier et celles issues du chauffage au bois plus complexe. Sur les axes fortement impactés par la circulation, le trafic routier reste toutefois la source largement majoritaire.

Pour la journée du 21 janvier 2025, cette dualité est beaucoup moins prononcée : sur l'ensemble des sites étudiés, les modes dominants inférieurs à 40 nm désignent le trafic routier comme principale source de pollution, les particules issues du chauffage au bois demeurant présentes, mais secondaires.

En période nocturne, le profil des particules tend à s'inverser : lorsque les émissions liées au trafic routier diminuent, la contribution de la combustion de la biomasse devient prédominante. Ainsi, dans la nuit du 3 au 4 janvier 2025, l'ensemble des sites de mesure, y compris ceux directement installés le long des voies de circulation, ont montré une **population majoritaire de particules comprises entre 95 et 115 nm**, tailles caractéristiques du **chauffage au bois domestique** - le trafic routier devenant alors une source secondaire.



LA SUITE

Une ultime campagne estivale en situation de fond (péri-urbain, rural), lancée en 2025, permettra **d'approfondir la compréhension des mécanismes de formation des aérosols organiques secondaires (AOS)** et clôturera le programme de caractérisation de la variabilité des concentrations en nombre de PUF en Île-de-France. Ce travail s'inscrit dans une dynamique de valorisation scientifique et d'anticipation réglementaire. La première publication d'Airparif sur les PUF (Airparif, 2024), a constitué une étape clé vers la définition de niveaux de référence, en établissant un cadre de comparaison robuste pour les campagnes ultérieures.

Compte-tenu du fort impact du trafic routier mis en évidence au cours des différentes campagnes, des **mesures permanentes de PUF** par classe granulométrique seront prochainement déployées sur la **station trafic Boulevard Périphérique Est**. Elles viendront compléter les données de comptage total des particules déjà en place, conformément aux recommandations de la nouvelle directive européenne pour assurer un suivi continu de la contribution des principales sources de PUF.

Enfin, **une note de synthèse rassemblant l'ensemble des enseignements sur la thématique, ainsi qu'un article scientifique sur les sources de PUF**, viendront consolider la valorisation de ces résultats.