Identification des sources et facteurs d'influence de la pollution aux particules ultrafines au niveau d'un site de fond parisien

Olivier Le Bihan, Laure Malherbe, Cécile Honore, Hélène Marfaing

▶ **To cite this version:**

Olivier Le Bihan, Laure Malherbe, Cécile Honore, Hélène Marfaing. Identification des sources et facteurs d'influence de la pollution aux particules ultrafines au niveau d'un site de fond parisien. 25. Congrès Français sur les Aérosols (CFA 2010), Jan 2010, Paris, France. pp.NC. ineris-00973553

HAL Id: ineris-00973553

https://ineris.hal.science/ineris-00973553

Submitted on 4 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IDENTIFICATION DES SOURCES ET FACTEURS D'INFLUENCE DE LA POLLUTION AUX PARTICULES ULTRAFINES AU NIVEAU D'UN SITE DE FOND PARISIEN.

O. Le Bihan* (1), L. Malherbe (1), C. Honoré (2), H. Marfaing (2).

(1) Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS), Parc Technologique Alata, BP 2, 60550 Verneuil-en-Halatte. olivier.le-bihan@ineris.fr

(2) AIRPARIF, 7 rue Crillon, 75004 Paris.

TITLE

Determination of the main sources and influence factors of submicronic particle pollution. Study of a French urban site.

ABSTRACT

The French community involved in air quality monitoring early got interested in the measurement of submicronic particles. Since 2003 INERIS has carried out monitoring campaigns once or twice a year in an urban site located near Paris, enabling the constitution of a large hourly database. Besides air quality measurements, other variables have been introduced into the database: traffic and heating emissions provided by the local air quality monitoring agency (AIRPARIF) ; meteorological variables issued from monitoring or extracted from the meteorological MM5 model (height of the boundary layer).

An exploratory study of the data collected from 2003 to 2007 has been performed. Two physically independent factors prove to play a significant role in the evolution of submicronic particle concentrations: emissions, especially traffic emissions, and atmospheric dispersion conditions.

RESUME

Depuis 2003, dans le cadre du LCSQA (www.lcsqa.fr), l'INERIS réalise un travail spécifique sur les particules submicroniques. En partenariat avec AIRPARIF, une des principales actions a pour objectif de documenter l'exposition en région parisienne [Godard, 2003]. Une campagne intensive de 5 semaines est organisée chaque année en période hivernale, au niveau de la station urbaine de fond d'AIRPARIF à Gennevilliers. Une base de données horaire est ainsi régulièrement élargie et enrichie par des éléments d'information liés aux sources et aux variables de dispersion. C'est le cas de la hauteur de la couche de mélange extraite du modèle météorologique MM5 model, et des inventaires d'émission concernant le trafic et le chauffage urbain (données AIRPARIF).

Une analyse exploratoire a été menée sur les données concernant les campagnes de 2003 à 2007. Nous avons examiné la relation entre d'une part la concentration en nombre, et d'autre part les émissions et les paramètres météorologiques : suivi temporel, cycle journalier, coefficient de corrélation.

Deux facteurs indépendants sont mis en évidence : d'une part les émissions et tout particulièrement le trafic automobile, d'autre part les conditions de dispersion atmosphérique.

INTRODUCTION

La communauté française chargée de la surveillance de la qualité de l'air porte une attention approfondie aux PM10 et désormais aux PM2,5 : en effet, ces paramètres sont l'objet d'exigences réglementaires en termes de suivi. Il est également essentiel pour cette communauté de s'intéresser aux polluants émergents. C'est le cas des particules ultrafines, qui constituent un enjeu sanitaire de premier plan. C'est pourquoi, depuis 2003, dans le cadre du LCSQA (www.lcsqa.fr), l'INERIS réalise un travail spécifique sur les particules submicroniques.
En partenariat avec AIRPARIF, une des principales actions a pour objectif de documenter l'exposition en région parisienne [Godard, 2003]. Une campagne intensive de 5 semaines est organisée chaque année en période hivernale, au niveau de la station urbaine de fond d'AIRPARIF à Gennevilliers (www.airparif.fr). Une base de données horaire est ainsi régulièrement élargie. Elle comprend la distribution en taille -mesurée à l'aide de granulomètres de type SMPS et APS (TSI), différents paramètres gazeux et particulaires mesurés par la station conventionnelle, ainsi que différents paramètres métrologiques [Godard, 2003].

La taille de cette base de données nous permet désormais une approche statistique. De ce fait, il est possible d'étendre notre étude à la recherche des sources et processus principaux à l'origine ou influençant cette exposition.
C'est pourquoi nous avons cherché à enrichir notre base de données en introduisant des éléments d'information complémentaires, liés aux sources. C'est le cas de la hauteur de la couche de mélange extraite du modèle météorologique MM5 model, et des inventaires d'émission concernant le trafic et le chauffage urbain (données AIRPARIF).
Une analyse exploratoire a été menée sur les données concernant les campagnes de 2003 à 2007. Nous nous sommes concentrés sur la gamme de taille allant de 10 nm à 500 nm. Nous avons examiné la relation entre d'une part la concentration en nombre, et d'autre part les émissions et les paramètres météorologiques : suivi temporel, cycle journalier, coefficient de corrélation.

DESCRIPTION DE LA BASE DE DONNEES

La base de données est constituée de cinq campagnes hivernales, et d'une campagne estivale (Tableau 1). Leur durée est généralement de 35 à 45 jours, à l'exception de la campagne estivale, plus courte (23 jours).

Campagne	Début	Fin	Durée
2003 Hiver	Mars 21	Avril 4	42 jours
2004 Hiver	Mars 2	Avril 5	34 jours
2005 Hiver	Mars 11	Avril 25	45 jours
2005 Eté	Juillet 18	Août 10	23 jours
2006 Hiver	Février 10	Mars 17	35 jours
2007 Hiver	Février 7	Mars 19	39 jours

Tableau 1 : dates et durée des différentes campagnes.

La base de données se compose de quatre catégories de variables recensées dans le tableau suivant (

Nature des variables	Description	Source des données : mesure directe ou calcul
Concentration	Concentrations numériques : comptage par canal granulométrique (p/cm3)	Mesure

	Concentrations massiques de particules PM10 et PM2.5 (TEOM, FDMS) [µg/m3]	Mesure
	Concentrations massiques d'autres polluants [µg/m3]	Mesure
Météorologie	Diverses variables observées (origine des données pour Gennevilliers : station Météo-France du Bourget, et dans quelques cas, de Roissy)	Mesure
	Hauteur de couche limite atmosphérique extraite de MM5 (valeur interpolée)	Calcul
Emissions	Pour le site de Gennevilliers : émissions du trafic (données d'AIRPARIF) dans un rayon de 500 m autour du site. Modulation théorique des émissions du chauffage (données d'AIRPARIF)	Calcul

Tableau 2). Ces variables sont directement issues de mesures ou résultent de calculs de modélisation.

Nature des variables	Description	Source des données : mesure directe ou calcul
Concentration	Concentrations numériques : comptage par canal granulométrique (p/cm3)	Mesure
	Concentrations massiques de particules PM10 et PM2.5 (TEOM, FDMS) [µg/m3]	Mesure
	Concentrations massiques d'autres polluants [µg/m3]	Mesure
Météorologie	Diverses variables observées (origine des données pour Gennevilliers : station Météo-France du Bourget, et dans quelques cas, de Roissy)	Mesure
	Hauteur de couche limite atmosphérique extraite de MM5 (valeur interpolée)	Calcul
Emissions	Pour le site de Gennevilliers : émissions du trafic (données d'AIRPARIF) dans un rayon de 500 m autour du site. Modulation théorique des émissions du chauffage (données d'AIRPARIF)	Calcul

Tableau 2 : présentation des différentes variables contenues dans la base de données.

RESULTATS :

Concentration en nombre

Les graphiques suivants (

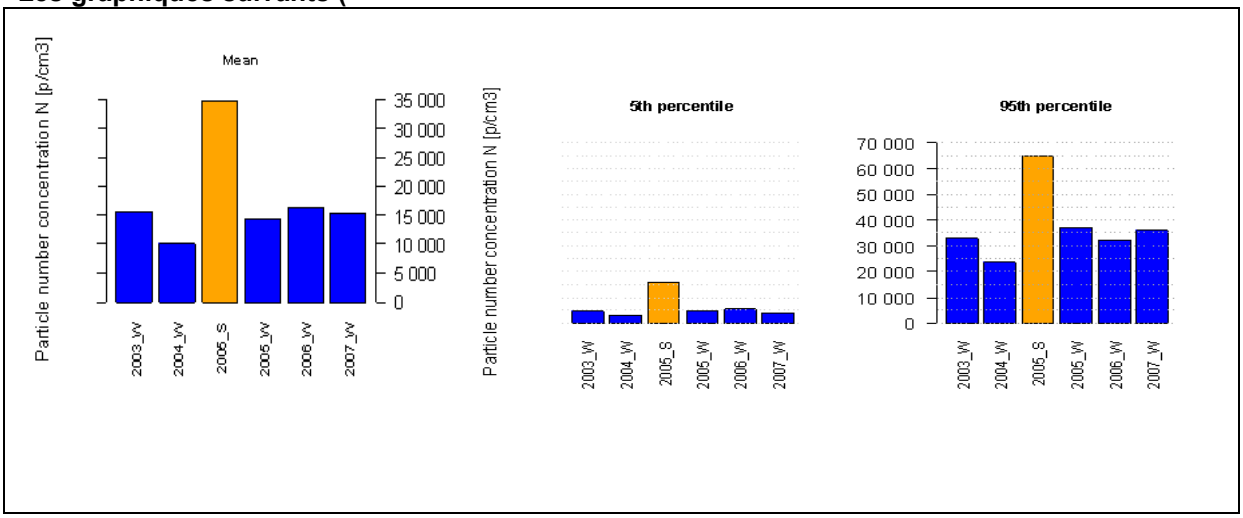

Figure 1) représentent la moyenne arithmétique, la médiane, le 5e et le 95e centile de la variable N pour les différentes campagnes étudiées. On notera le contraste été/hiver à Gennevilliers.

Quels que soient l'année (2003 à 2007) et la saison (hiver ou été 2005), les particules de la classe 10 - 100 nm (N1) sont les plus nombreuses. En moyenne par campagne, elles représentent 80% à 86% du nombre total de particules.
La proportion représentée en moyenne par les particules de la classe 100 - 500 nm (N2) est comprise entre 15% et 19% selon les campagnes; elle est inférieure à 1% pour les particules de la classe 500 nm - 20 µm.
Ces valeurs s'accordent avec les pourcentages recensés dans la littérature par Morawska et al. (2008).

Influence des émissions et de la météorologie

Deux facteurs, physiquement indépendants, jouent un rôle déterminant dans l'évolution des concentrations de particules ultrafines : les émissions, notamment celles du trafic, et les conditions de dispersion.
Comme le montre l'étude statistique des campagnes de mesure réalisées sur le site urbain de Gennevilliers, la concentration N varie en cohérence avec ces deux facteurs. Le matin, N augmente de manière concordante avec les émissions du trafic (Figure 2). L'après-midi, les conditions atmosphériques deviennent plus favorables à la dispersion du fait du rayonnement solaire et de la turbulence, et leur influence sur les concentrations devient prépondérante (Figure 4) : N diminue sensiblement alors que les émissions (Figure 2, Figure 3) se maintiennent à un niveau relativement élevé.
N atteint son minimum vers 15h-16h, au moment où la hauteur de couche limite est maximale, puis se remet à augmenter tandis que cette dernière décroît. Les deux variables rejoignent un second seuil aux environs de 21h. Le week end, la remontée de N est de moindre amplitude que le matin parce que les émissions sont plus faibles.

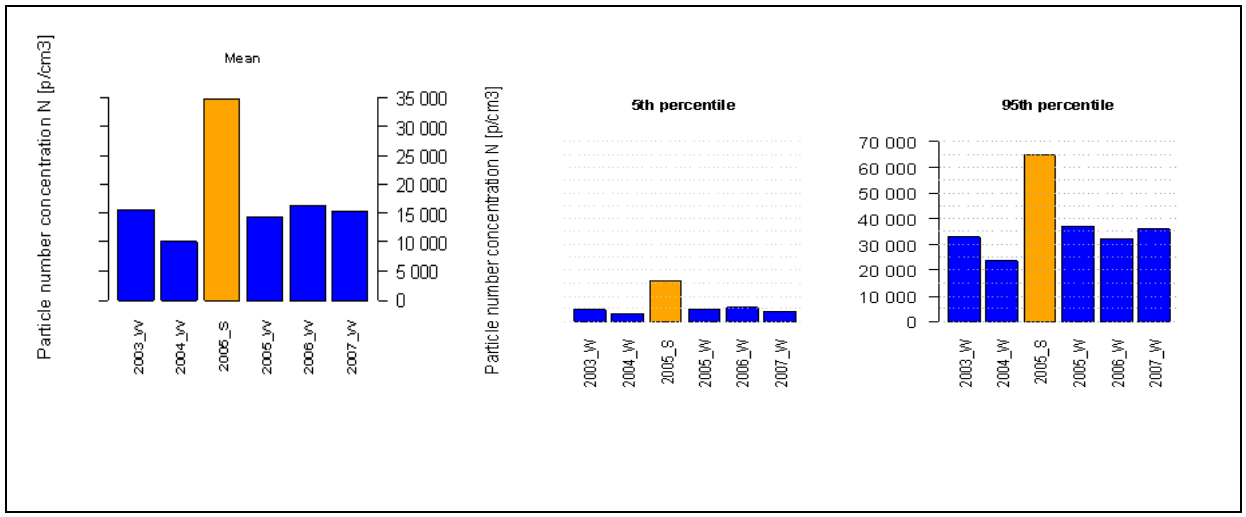

Figure 1 : Statistiques élémentaires de la concentration N (10-500 nm) mesurée durant les campagnes d'hiver (H) et d'été (E) de Gennevilliers.

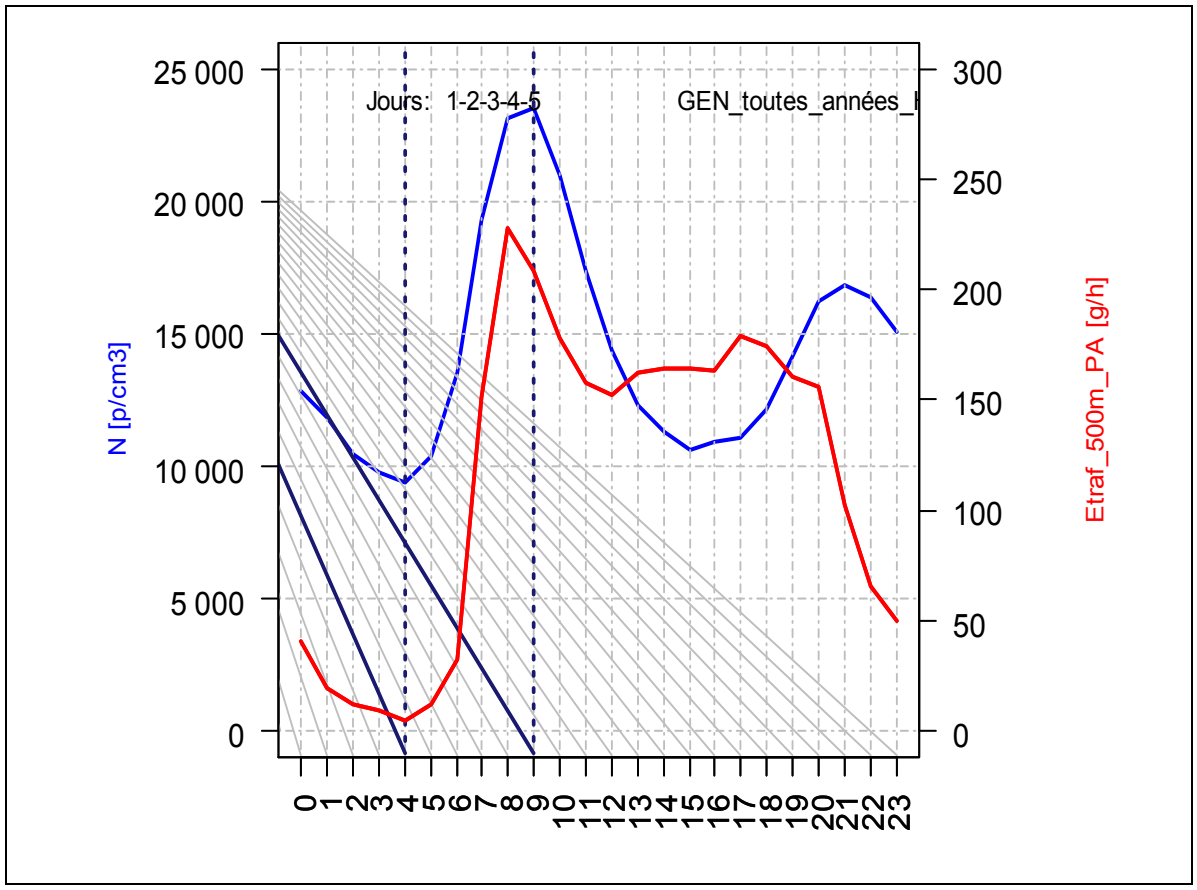

Figure 2 : Représentation du cycle journalier de N (en bleu) et de variables d'émissions (trafic/particules, jours ouvrés). Moyenne sur les campagnes hivernales (2003 à 2007).

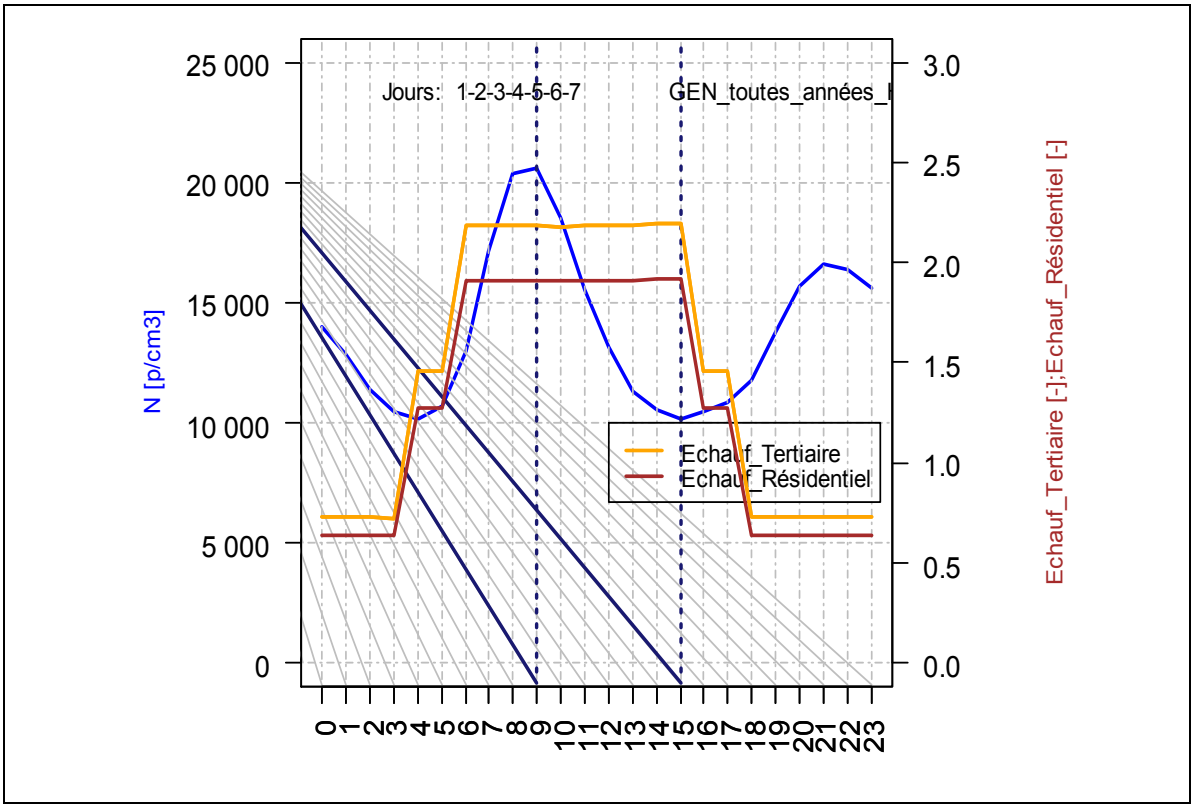

Figure 3 : Représentation du cycle journalier de N (en bleu) et du chauffage). Moyenne sur les campagnes hivernales (2003 à 2007).

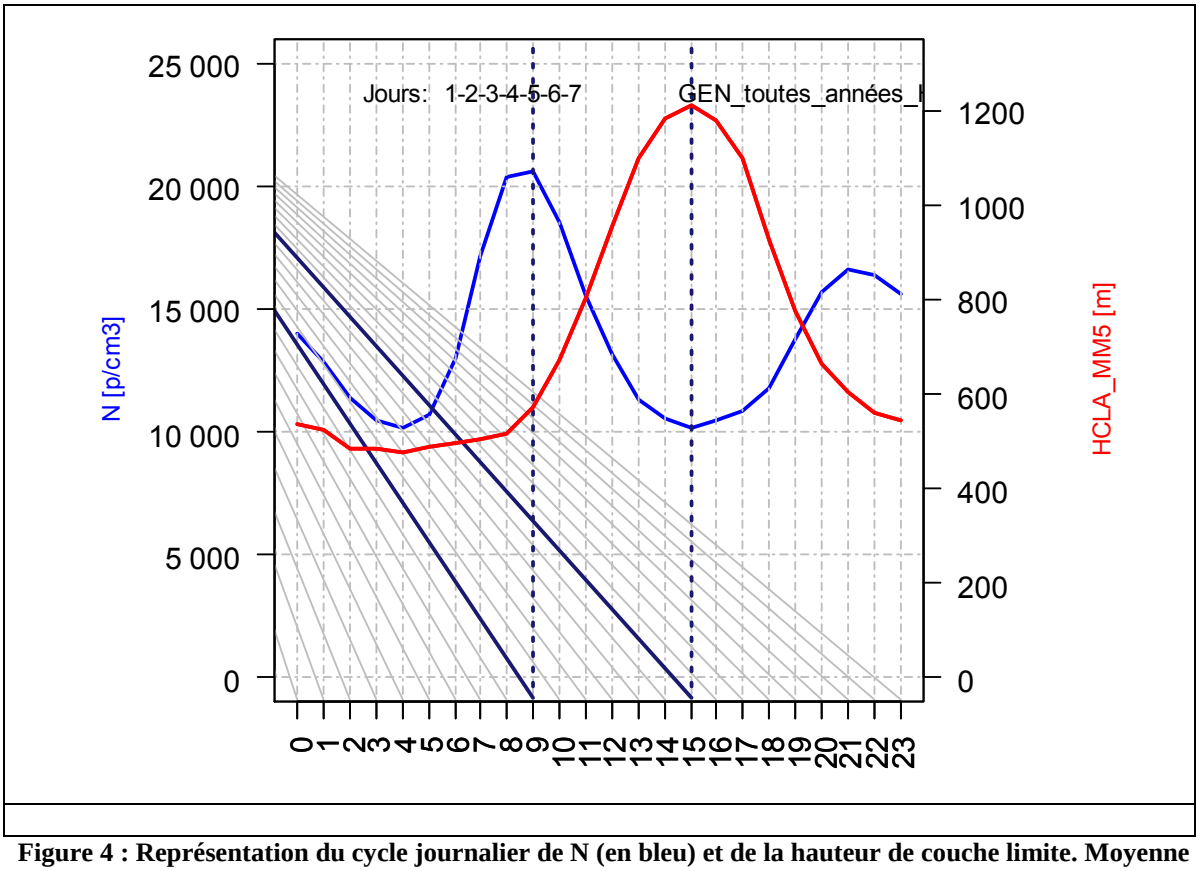

Figure 4 : Représentation du cycle journalier de N (en bleu) et de la hauteur de couche limite. Moyenne sur les campagnes hivernales (2003 à 2007).

Emissions et météorologie n'expliquent cependant pas toute la variabilité des concentrations que l'on peut également attribuer à la physico-chimie des particules.
De la comparaison entre les campagnes d'hiver et d'été, se dégage une problématique estivale qu'il serait intéressant d'approfondir. Pendant l'été (juillet-août), les concentrations numériques sont nettement plus élevées alors que les émissions du trafic et du chauffage sont sensiblement plus faibles. D'autre part, en moyenne sur les campagnes, et de façon plus marquée l'été, le nombre et la proportion de particules très fines (< 30 nm) augmentent en début d'après-midi, vraisemblablement en lien avec la photochimie. La base de données estivale est cependant de taille modeste, et il serait nécessaire de la renforcer avant d'aller plus avant.

Ces observations en accord avec *Morawska et al*. et *Moore et al*.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude statistique a fait ressortir les principales caractéristiques de la pollution due aux particules ultrafines sur le site urbain de Gennevilliers et les rôles respectifs des émissions, de la météorologie et de la chimie. Le nombre de données disponibles et la récurrence des résultats d'une campagne hivernale à une autre assurent la fiabilité des résultats établis pour l'hiver. Les particularités de la saison estivale mériteraient d'être confirmées par de nouvelles mesures.
Enfin, il serait utile de compléter cette analyse générale par des études de cas (épisodes de pollution).

REFERENCES

- [Godart, 2003] - "Aérosol submicronique en site urbain de fond : cas de la station de Gennevilliers, hiver 2003", P. Godard, O. Le Bihan, H. Marfaing, O. Blanchard, G. Tymen, Congrès Français sur les Aérosol, Paris, Décembre 2003.
- [Morawska, 2008] - « Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: Characteristics, ambient processing and implications on human exposure », L. Morawska*, Z. Ristovski, E.R. Jayaratne, D.U. Keogh, X. Ling, Atmospheric Environment 42 (2008) 8113–8138.
- [Moore, 2007] - "Daily variation in the properties of urban ultrafine aerosol—Part I: Physical characterization and volatility", Katharine F. Moorea, Zhi Ninga, Leonidas Ntziachristosa, James J. Schauerb, Constantinos Sioutasa, Atmospheric Environment 41 (2007) 8633–8646.