



## Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Etude n°3 - Travaux d'évaluation d'instruments

(Rapport 2/8)

### **Evaluation de l'interférence des particules sur la mesure de l'ozone**

Novembre 2004  
Convention : 04000087

Olivier LE BIHAN - Yves GODET



# Evaluation de l'interférence des particules sur la mesure de l'ozone

*Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité  
de l'Air*

**Convention 04000087**

Financée par la Direction de la Prévention des Pollutions et des  
Risques (DPPR)

**Etude 3 : Rapport 2/8**

**NOVEMBRE 2004**

**O. LE BIHAN, Y. GODET, B. MESBAH (AIRFOBEP), M. ATTOUI  
(UNIVERSITE PARIS XII), M. REYNAUD (UNIVERSITE  
VERSAILLES-ST QUENTIN).**

Ce document comporte 21 pages (hors couverture et annexes).

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	O. LE BIHAN	J. POULLEAU	M. RAMEL
<b>Qualité</b>	Ingénieur à l'unité « Qualité de l'Air »	Ingénieur à l'unité « Qualité de l'Air »	Responsable LCSQA
<b>Visa</b>			

## TABLE DES MATIERES

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>2. MÉCANISME ATTENDU</b> .....	<b>5</b>
2.1 Définition d'un interférent de l'ozone .....	5
2.2 Le cas des particules .....	5
<b>3. SYSTÈME EXPERIMENTAL</b> .....	<b>6</b>
3.1 Système de génération de particules .....	6
3.2 Plan de travail .....	6
<b>4. RÉSULTATS</b> .....	<b>8</b>
4.1 Caractéristiques de l'aérosol généré .....	8
4.2 Maîtrise de l'humidité relative .....	11
4.3 Essais sans filtre .....	13
4.4 Essais avec filtre .....	16
4.5 Simulation de problèmes au niveau du filtre .....	17
4.6 Comparaison entre filtres .....	18
<b>5. DISCUSSION</b> .....	<b>19</b>
5.1 Répétabilité .....	19
5.2 Extrapolation à la mesure en conditions réelles.....	19
5.3 Quid des artefacts sur des appareils protégés ?.....	20
5.4 Perspectives.....	20
<b>6. CONCLUSION</b> .....	<b>21</b>
<b>7. RÉFÉRENCES</b> .....	<b>21</b>
<b>8. LISTE DES ANNEXES</b> .....	<b>21</b>

## RESUME

---

---

### Contexte

Certaines stations du dispositif français de surveillance de la qualité de l'air, ont été confrontées à des pics d'ozone inexplicables dans la mesure où ces événements étaient en décalage avec le contexte géographique ou saisonnier.

Pour une part importante des cas recensés, ces phénomènes étaient associés à des concentrations élevées en particules.

Une analyse, d'une part, du principe de mesure de l'ozone et tout particulièrement des scrubbers, et d'autre part, des propriétés des particules submicroniques, a fait apparaître qu'un phénomène d'interférence sur la mesure de l'ozone attribuable aux particules, était tout fait envisageable.

### Objectif

Un projet a été monté, rassemblant les compétences du réseau de surveillance AIRFOBEP, de l'Université Paris XII, et du LCSQA/INERIS

Nous avons mis au point un banc de génération de particules submicroniques à destination d'analyseurs d'ozone : différents appareils ont ainsi pu être exposés. L'effet d'interférence a été quantifié, avec ou sans filtre de protection.

### Résultats

Les essais, réalisés sur 4 appareils de mesure de l'ozone, montrent très clairement qu'**en l'absence de filtre** à particules en entrée d'analyseur, nous sommes en présence d'un phénomène d'**interférence** significatif **dès les plus bas niveaux**. De plus, tout porte à croire que des niveaux conséquents d'interférence peuvent être atteints lors de pic de pollution, et de manière plus élevée encore, lors de mesurage en panache.

### Conclusion

Cette étude a permis de réaliser un premier état des lieux en matière d'interférence due aux particules, sur la mesure de l'ozone.

Ces essais confirment très clairement que **l'utilisation d'un filtre à particules est indispensable** pour éviter un risque d'interférence.

Il a été montré que **l'intégrité** et le **bon usage** de ce filtre, sont des éléments déterminants : en effet, une simple détérioration (ex. coupure), ou une mauvaise étanchéité au niveau du porte-filtre, ont de grandes chances d'annuler totalement l'effet protecteur.

## 1. INTRODUCTION

---

### Contexte et objectif

#### ... artefacts sur la mesure de l'ozone

Les AASQA sont régulièrement confrontées à des pics de concentration en ozone très élevés, posant question compte tenu du contexte saisonnier, horaire ou géographique dans lesquels ils interviennent.

Une étude LCSQA, « Artefacts sur la mesure d'ozone » [1], réalisée en 2002, a eu pour objectif de faire un état des lieux de ce problème, à travers une enquête au niveau français, une analyse bibliographique, et enfin des essais en laboratoire sur des interférents gazeux.

Il a ainsi été montré [1] :

- que ces pics sont typiquement de 150 à plus de 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pour des durées brèves, d'un quart d'heure à une heure ;
- que l'apparition de pics d'ozone intenses et brefs peut être due à différents phénomènes : intrusion d'ozone stratosphérique, transport d'ozone formé ailleurs (sous forme de bouffée) ou photochimie locale très rapide, interférent (mercure, composés organiques, aérosols ...).

En ce qui concerne les cas français rassemblés et traités au sein de cette étude LCSQA, le phénomène d'interférence est apparu comme le cas le plus fréquent, « la cause probable étant soit des particules fines, soit du mercure ou des COV spécifiques ».

#### ... piégeage potentiel de l'ozone

Si la norme CEN du TC/264 impose l'utilisation d'un filtre à particules dans le cas de la surveillance réglementaire, il n'en demeure pas moins que la question des pertes potentielles en ozone sur ce filtre, a été posée.

Il est ainsi possible de rencontrer des laboratoires intervenant dans des domaines autres que la surveillance de la qualité de l'air, et travaillant à l'occasion sans filtre.

De ce fait, il semble tout à fait pertinent de réaliser la quantification des risques encourus (vis-à-vis d'une interférence associée aux particules), dans une configuration faisant ou non appel à un filtre à particules.

#### ...objectif

En conséquence, nous avons conçu un projet en collaboration avec AIRFOBEP et l'Université Paris XII (Dr. Michel Attoui), qui avaient par ailleurs amorcé une réflexion sur ce sujet, avec comme objectif l'évaluation en laboratoire du rôle des aérosols en tant qu'interférent sur la mesure de l'ozone.

#### Déroulement

Pour ce faire, un banc de génération d'aérosols a été mis en œuvre, permettant l'injection dans différents analyseurs d'ozone, d'une matrice enrichie en particules, de concentration, de taille et de composition chimique données.

Après avoir rendu ce banc opérationnel, des essais ont été menés avec et sans filtre de protection en entrée d'analyseur, ceci pour différentes concentrations en nombre et en surface d'aérosol.

Nous avons également considéré le cas où le filtre de protection est défectueux ou mal positionné.

## 2. MECANISME ATTENDU

---

### 2.1 DEFINITION D'UN INTERFERENT DE L'OZONE

La mesure de l'ozone par absorption UV comprend tout d'abord la mesure de l'absorption du rayonnement émis par une lampe à mercure, par l'échantillon d'air considéré. La présence de gaz ou de particules absorbant aussi le rayon UV, peut mener à une sur-estimation de la concentration en ozone.

Afin de prendre en compte le rôle de cette absorption complémentaire, une mesure comparative est réalisée sur la même matrice, après élimination de son contenu en ozone : la contribution spécifique de l'ozone peut être ainsi calculée.

Le système d'élimination de l'ozone joue donc un rôle central. En effet, il est essentiel que ce piège soit exclusivement dédié à l'ozone. C'est ici qu'intervient la notion d'interfèrent : celui-ci est un élément, gazeux ou particulaire, ayant d'une part la **capacité à contribuer à l'absorption UV**, et d'autre part, à être également **piégé par le système d'élimination de l'ozone**.

### 2.2 LE CAS DES PARTICULES

Comme nous venons de le voir, le rôle d'interfèrent potentiel des particules est lié à la capacité ou non du piège à ozone à piéger les particules.

Ces pièges à ozone, appelés également « scrubbers », sont basés sur le concept de nid d'abeille ou en sont inspirés : le principe consiste à introduire dans le schéma fluidique une surface active conséquente, et spécifique du polluant que l'on cherche à éliminer.

Il se trouve malheureusement que ce concept de nid d'abeille présente des caractéristiques physiques à même de piéger de manière extrêmement efficace les particules submicroniques, ceci par **diffusion**.

Le concept de piégeage spécifique à l'ozone utilisé dans le domaine de la mesure de l'ozone par absorption UV, présente des caractéristiques qui en font a priori un système d'élimination efficace pour les particules submicroniques.

De ce fait, il existe effectivement un réel potentiel d'interférence sur l'ozone par les particules.

### 3. SYSTEME EXPERIMENTAL

---

#### 3.1 SYSTEME DE GENERATION DE PARTICULES

Le banc de génération de particules est illustré par un schéma, consultable en Annexe A.

Son principe est le suivant :

- génération d'un aérosol polydispersé, à partir d'une solution ; dans le cas de cette étude, nous avons ainsi généré un aérosol de sel (NaCl)
- séchage de cette matrice à l'aide d'un appareil spécifique (cylindre équipé d'un absorbant)
- dilution à volonté de cette matrice
- injection directe au niveau des analyseurs d'ozone, **ou** sélection d'une gamme de taille donnée à l'aide d'un analyseur de mobilité électrique (SMPS, TSI)
- mesure de la concentration en nombre et, pour le cas d'une injection d'un aérosol polydispersé, de la granulométrie de cet aérosol
- mesure de l'humidité relative de la matrice injectée

**Il est important de noter que l'ensemble des essais a été mené avec une matrice gazeuse purifiée, et de ce fait, en l'absence d'ozone.**

#### 3.2 PLAN DE TRAVAIL

Le plan de travail a fait l'objet d'une discussion entre partenaires.

Priorité a été donnée dans un premier temps, au montage du banc expérimental de génération de particules à destination des analyseurs d'ozone. De tels essais constituaient en effet une première.

Une fois démonstration faite de la **faisabilité** d'un tel banc, nous nous sommes attachés à évaluer l'impact de l'absence puis de la présence en entrée d'analyseur du **filtre** de protection, ceci pour un **spectre étendu de concentrations en particules** : il était en effet nécessaire, d'une part, de considérer le cas de l'exposition à de **fortes** concentrations, mais aussi, et c'est essentiel, le cas de **concentrations moyennes et basses** ; en effet, il est important d'évaluer l'impact de ce type d'interférence sur les mesures en continu dans des conditions classiques de concentration. Il est à noter que la détermination de ces concentrations en particules a été basée sur le retour d'expérience des études LCSQA sur l'aérosol submicronique [3].

Cette démarche a été menée tout d'abord sur un seul et même analyseur d'ozone d'ancienne génération, puis a été étendue à **4 appareils de toute dernière génération**, de 4 constructeurs différents (cf. tableau 3-a).

Constructeur ( <i>représentant</i> )	Modèle
API ( <i>Envitec</i> )	400 E
ENVIRONNEMENT SA	03 42M
SERES	OZ 2000G
TEI ( <i>Megatec</i> )	49C

Tableau 3-a : liste des analyseurs d'ozone considérés dans le cadre de cette étude.



## 4. RESULTATS

Nous rappelons ici que les essais ont été menés à l'aide d'une matrice gazeuse purifiée : **la détection d'ozone rapportée par les analyseurs correspond donc intégralement à un phénomène d'interférence.**

### 4.1 CARACTERISTIQUES DE L'AEROSOL GENERE

#### Préambule : lecture des graphiques

Les observations en terme de distribution en taille, ont été menées entre 15 et 685 nm.

Les graphiques sont conçus de la manière suivante :

- abscisse : diamètre des particules, en échelle logarithmique
- ordonnée : indication proportionnelle à la quantité de particules, pour un canal donné ; ici en dN.

#### Distribution en taille numérique

La mise en fonctionnement du système de génération a permis de générer un aérosol polydispersé de sel (NaCl).

La figure 4-a donne trois exemples de distribution en taille, associés à des niveaux de concentration différents : 10 000, 100 000 et 1 000 000 particules par cm<sup>3</sup> (p/cc).

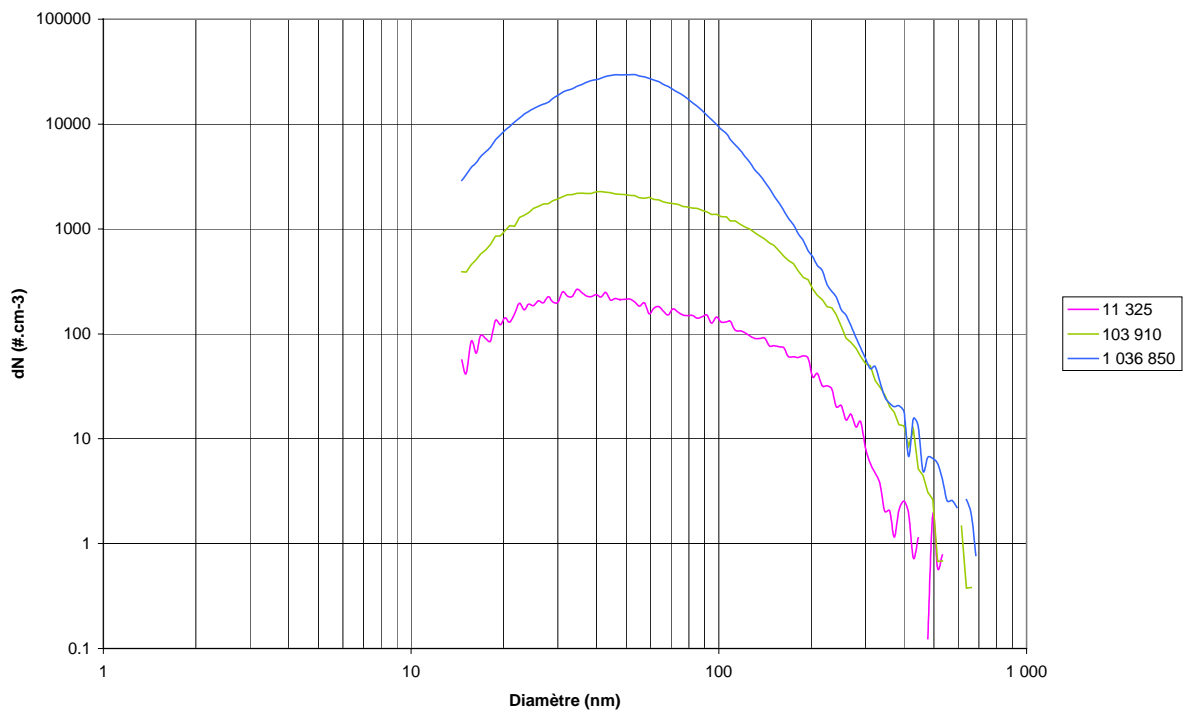


Figure 4-a : distribution en taille EN NOMBRE, associée à la concentration en nombre correspondante.

Comme nous pouvons le constater, la distribution en taille est relativement stable ; la variation se fait essentiellement par le biais d'une translation verticale du spectre, cette dernière étant en lien direct avec la concentration en nombre.

Ce graphique suggère que la concentration en nombre est un très bon indicateur de l'aérosol généré.

### **Distribution en taille surfacique**

Une distribution en taille peut être exprimée de différentes manières : en fonction du nombre, comme nous venons de le faire, mais aussi en fonction de la surface ou du volume.

Cette étude portant sur les propriétés optiques de l'aérosol, il peut être pertinent d'examiner la distribution en surface de l'aérosol généré, et donc la distribution en taille surfacique ; c'est pourquoi le graphique 4-b présente conjointement ces deux modes de représentation. Nous relevons ainsi que si nous observons à nouveau une distribution unimodale, le diamètre médian se situe non plus vers 30-60 nm (graphique 4-a) mais vers 100-200 nm. Nous restons cependant très largement dans la gamme submicronique.

Le graphique 4-c reprend les trois échantillons observés précédemment (4-a), sous la forme de la distribution en taille surfacique.

Nous constatons que la concentration en nombre est là encore un très bon indicateur de la hiérarchie observée entre les différents échantillons.

### **Conclusion**

Que les résultats soient exprimés en terme de concentration numérique ou surfacique, la concentration en nombre totale semble un très bon indicateur de la quantité d'aérosol généré. En conséquence, nous proposons pour le reste de l'étude, d'utiliser la **concentration en nombre** comme **indicateur de la quantité d'aérosol** considérée.

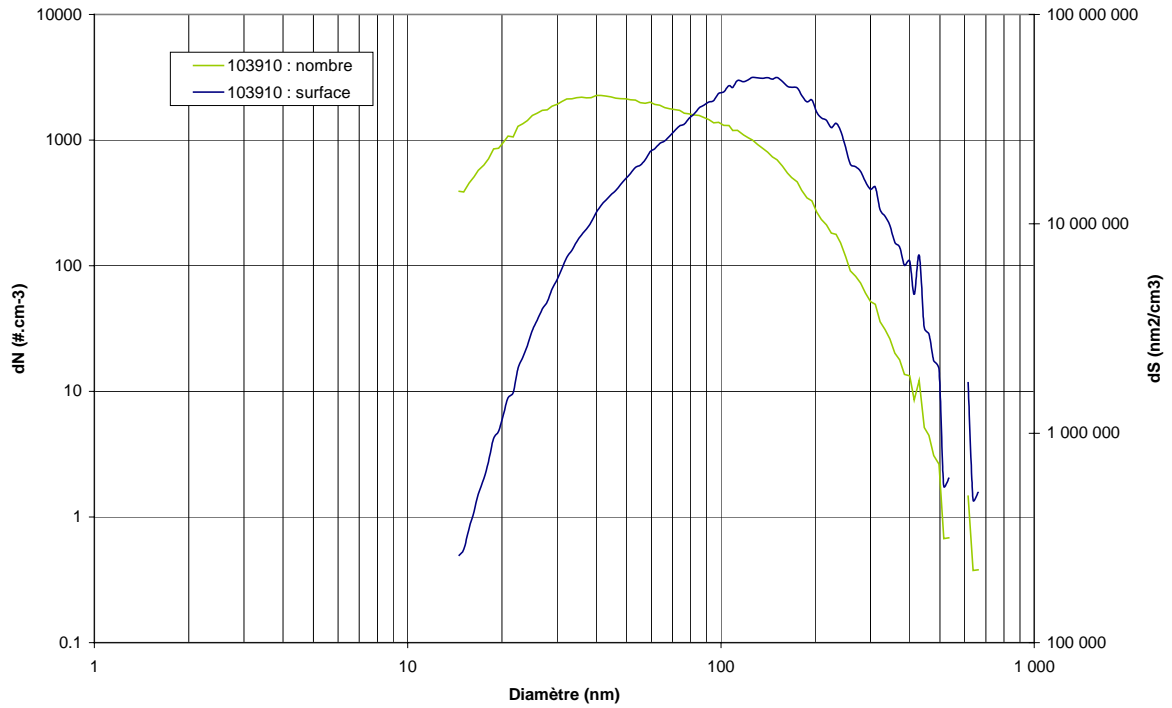


Figure 4-b : comparaison pour une observation donnée, de la distribution en taille numérique et surfacique.

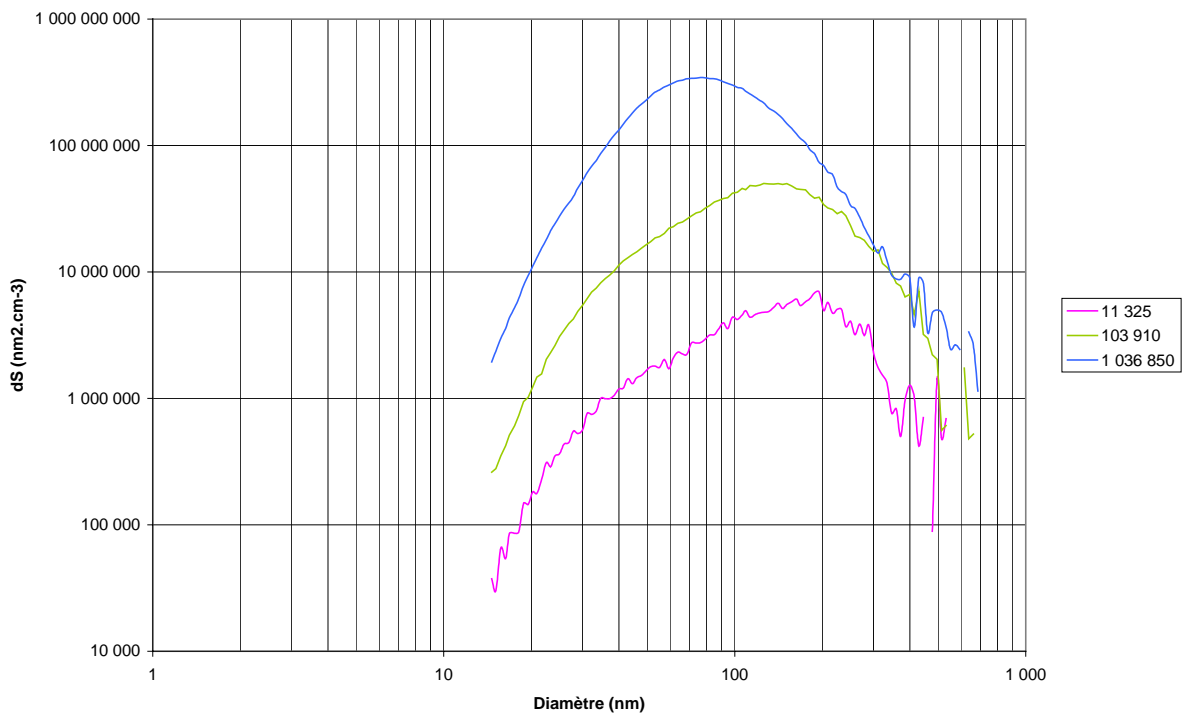


Figure 4-c : distribution en taille SURFACIQUE, associée à la concentration en nombre correspondante.

## 4.2 MAITRISE DE L'HUMIDITE RELATIVE

### Problématique

L'une des difficultés attendues lors de la préparation de ce projet, est que les systèmes de génération de particules les plus performants et les plus aisés d'utilisation, sont des systèmes basés sur la pulvérisation d'une solution aqueuse.

Des évaluations d'analyseurs sont réalisées régulièrement au sein du LCSQA. Il a ainsi été montré pour la mesure de l'ozone :

1. qu'une humidité relative de 50 % a un effet très inférieur (au moins pour moitié) à une humidité de 80 % (travaux 2003)
2. que l'influence de l'humidité relative est liée à l'état de vieillissement des scrubbers [2]
3. que l'influence d'une humidité relative de 80 %, sur le panel d'appareils considéré dans cette étude, se situe entre 2 et 6 ppb (aux incertitudes sur la mesure près).

### Prise en compte

Il était donc important de déterminer les conditions d'humidité rencontrées lors des essais, afin de tenir compte de la contribution de la vapeur d'eau sur l'interférence globale observée.

Le graphique 4-d fixe les ordres de grandeur atteints en terme d'humidité relative, ceci pour les différents niveaux de concentration en nombre de particules.

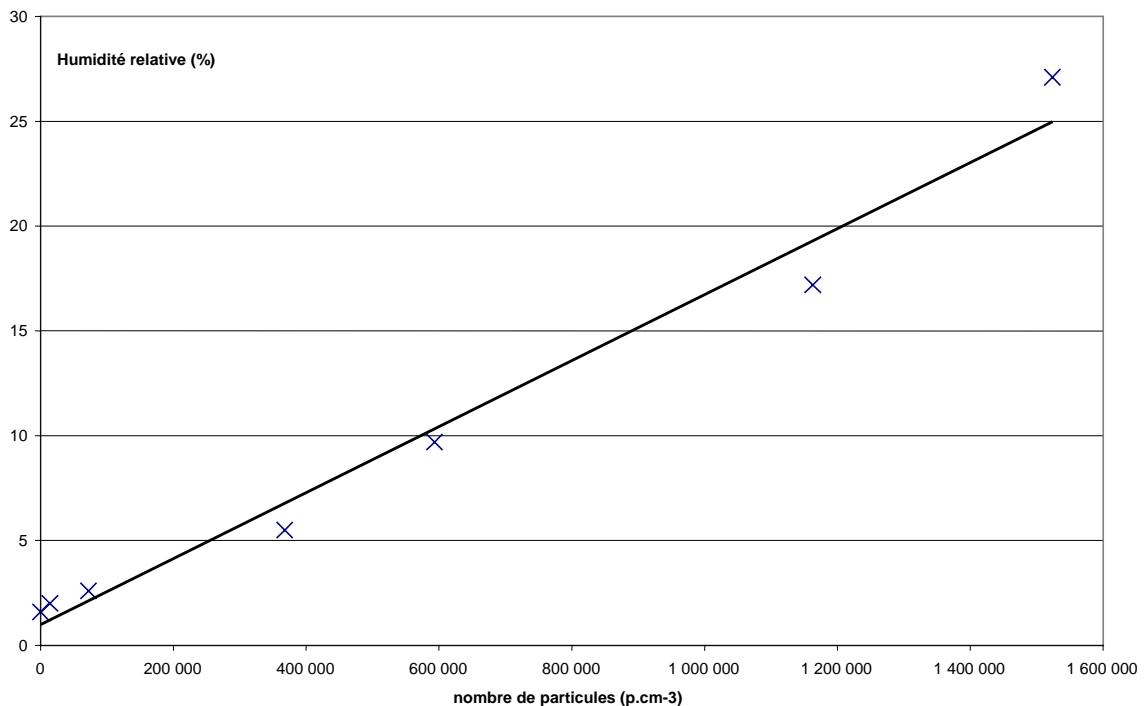


Figure 4-d : humidité relative en fonction de la concentration en nombre.

### Discussion

Comme nous pouvons le constater, l'humidité relative reste inférieure à 30 % et même inférieure à 20 % dans la gamme 0 – 1 000 000 p/cc qui est notre gamme privilégiée de travail dans ce document.

Le point 3 examiné ci-dessus, associé au point 1, montre que l'effet potentiel rencontré lors de nos essais -situés au-dessous de 30% d'humidité relative- devrait être au moins inférieur à 3 ppb.

De plus, les essais ont été menés avec des analyseurs dotés de scrubbers pour ainsi dire neufs : compte-tenu du point 2, ceci revient à dire que l'effet de l'humidité attendu est minimale.

### **Conclusion**

Il apparaît que dans les conditions expérimentales de cette étude, **l'interférence due à la vapeur d'eau** est très limitée et **non-significative**.

### 4.3 ESSAIS SANS FILTRE

Nous présentons dans ce chapitre le résultat des essais réalisés avec l'ensemble de 4 appareils de technologie récente, sans filtre à particules.

Le graphique 4-e est dédié aux mesurages réalisés sans filtre de protection. Il est repris par le graphique 4-f, utilisant une échelle logarithmique en abscisse.

Comme nous pouvons le constater, une interférence est observable dès les plus bas niveaux de concentration en particules. Cependant, le cap des 5 ppb n'est franchi, globalement, que pour des concentrations en nombre dépassant 30 000 p/cc. En ce qui concerne l'interférence maximale, nous atteignons environ 30 ppb soit l'équivalent d'environ  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  « d'ozone » pour des concentrations de  $10^6$  p/cc.

Le graphique 4-g présente le comportement moyen à l'échelle des 4 analyseurs.

Nous proposons également une extrapolation linéaire vers des concentrations de  $10^7$  voire de  $10^8$  p/cc. Son intérêt est de donner une estimation de l'interférence pouvant être observée dans des panaches, une concentration de  $10^7$  p/cc étant tout à fait envisageable. Cette extrapolation indique à ce niveau de concentration, un niveau d'interférence de 50 ppb environ, soit  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Il est à noter, par ailleurs, que nous avons utilisé lors de nos essais un aérosol salin, caractérisé par une absorption probablement inférieure à celle des aérosols de combustion, à haute teneur en carbone.

#### **Bilan**

Les essais réalisés sur 4 appareils de mesure de l'ozone montrent très clairement qu'en l'absence de filtre à particules en entrée d'analyseur, nous sommes en présence d'un phénomène d'interférence significatif dès les plus bas niveaux.

De plus, tout porte à croire que des niveaux conséquents d'interférence peuvent être atteints lors de pic de pollution, et de manière plus élevée encore, lors de mesurage en panache.

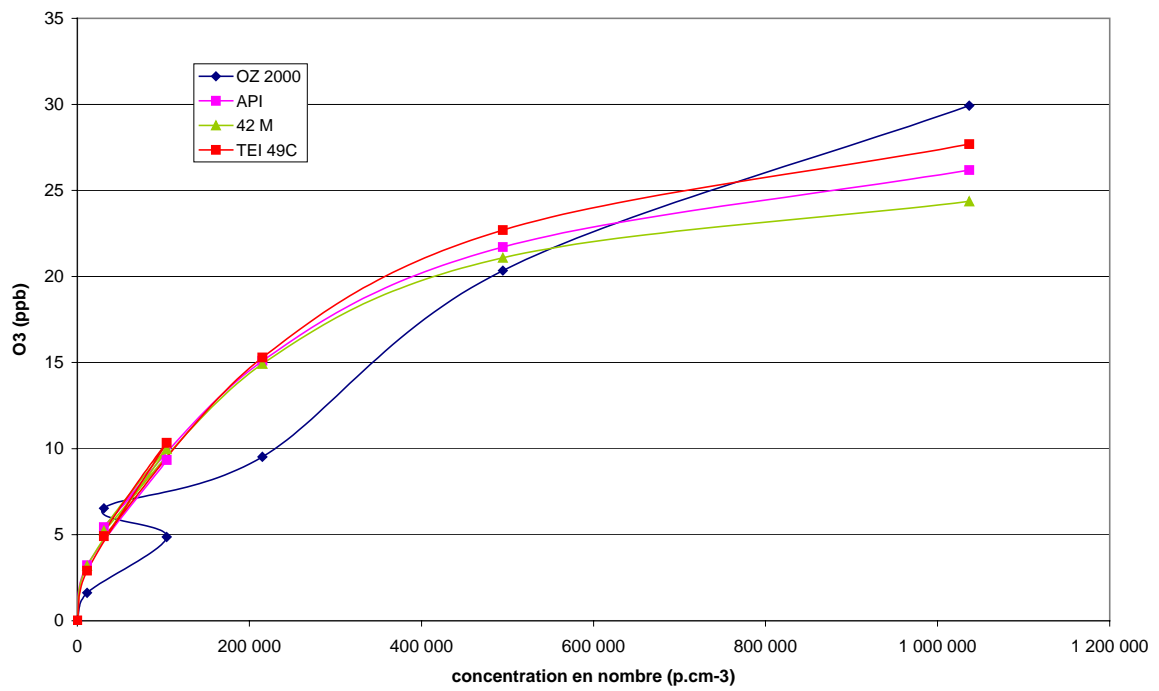


Figure 4-e : mesurage effectué par différents analyseurs d’ozone, en absence d’ozone, et en présence de particules de sel.

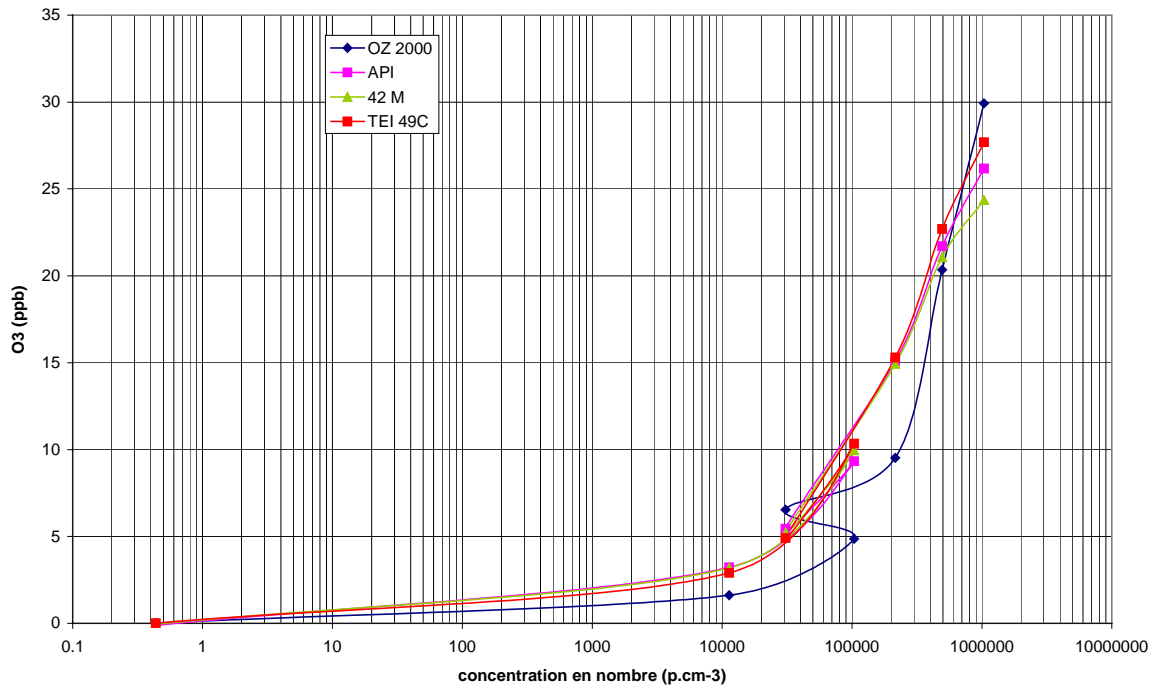


Figure 4-f : : mesurage effectué par différents analyseurs d’ozone, en absence d’ozone, et en présence de particules de sel. Abscisse en échelle logarithmique.

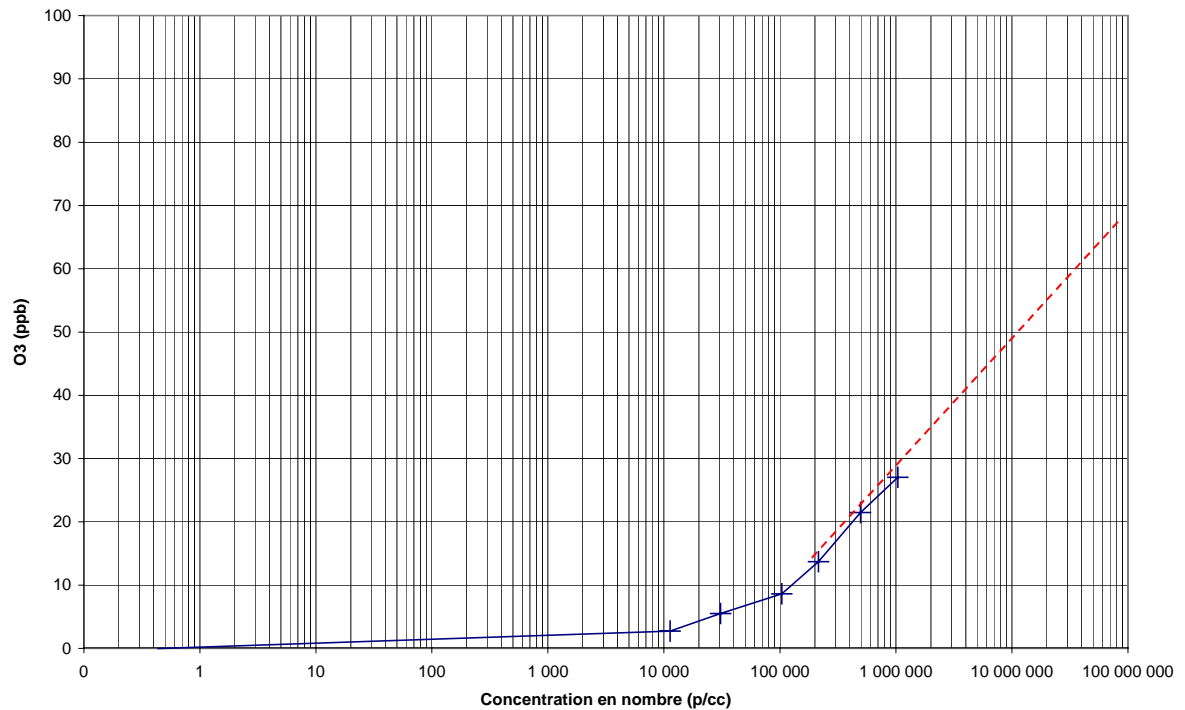


Figure 4-g : mesurage moyen de l’ensemble des analyseurs, en fonction de la concentration en nombre ; extrapolation aux gammes supérieures.



#### 4.4 ESSAIS AVEC FILTRE

L'objectif de cette partie des essais, est d'évaluer le rôle de protection apporté par les filtres à particules.

Nous avons équipé l'ensemble des analyseurs avec un filtre Sartorius Teflon 5 $\mu$ .

La gamme de concentration en nombre testée a été élargie, passant à 1 400 000 p/cc.

Les résultats sont présentés dans le graphique 4-h.

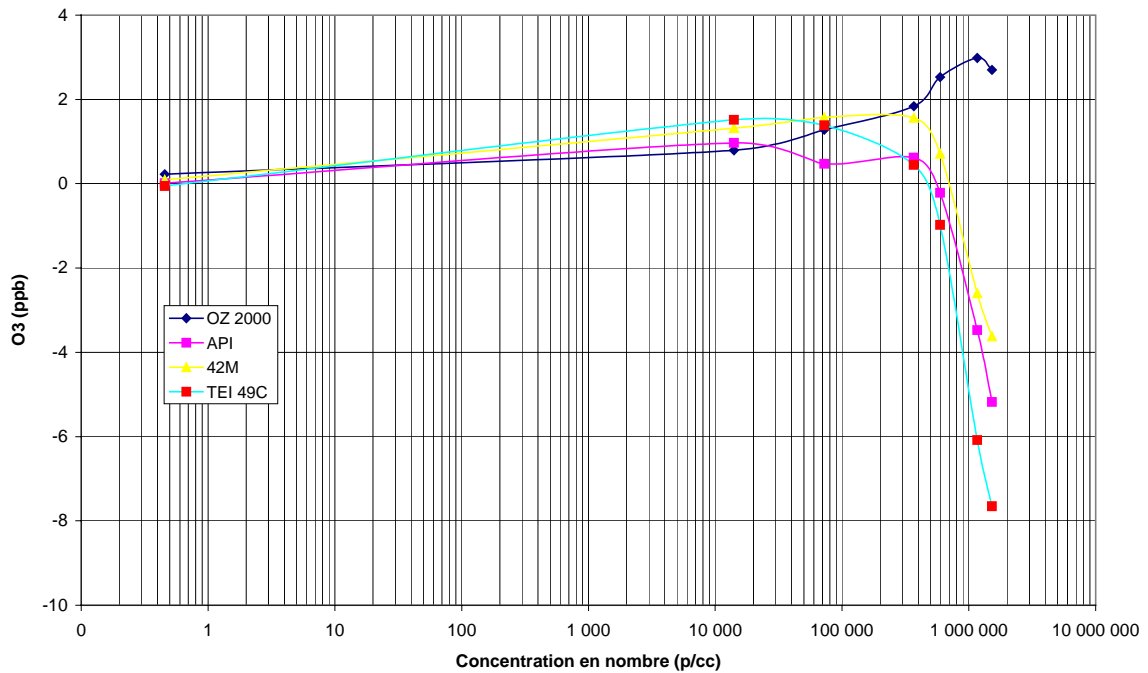


Figure 4-h : observation de l'interférence en présence d'un filtre à particules.

Les résultats sont les suivants :

- 1. l'introduction d'un tel filtre limite de manière drastique le phénomène d'interférence**
- celle-ci est inférieure à 2 ppb pour des concentrations en particules allant jusqu'à 500 000 p/cc
- Au-delà, nous observons un phénomène plus important, cependant limité, et dirigé pour l'essentiel vers des valeurs négatives ; un tel phénomène reste à expliquer.

#### Bilan

L'introduction d'un filtre à particules, tel que celui qui a été testé, fait apparaître un résultat particulièrement significatif, à savoir la neutralisation du phénomène d'interférence.

Cependant, au-delà de 500 000 p/cc, tout en restant limitée, celle-ci peut tendre à une sous-estimation de la concentration en ozone, qui reste à expliquer.

#### 4.5 SIMULATION DE PROBLEMES AU NIVEAU DU FILTRE

Comme nous venons de le voir, le filtre à particules présente un rôle particulièrement déterminant.

C'est pourquoi il est intéressant de considérer les résultats obtenus au cours de notre expérimentation, pour deux configurations particulières : d'une part le cas d'un filtre légèrement percé (coupure de 2 mm), et d'autre part, le cas d'un filtre mal positionné.

##### Filtre mal positionné

Cette observation a été réalisée sur l'appareil TEI 49C. Le mauvais positionnement a consisté en une jonction incomplète entre le filtre et le joint torique du porte-filtre.

La Figure 4-i rassemble 3 configurations :

- avec filtre : nous retrouvons les données décrites dans la figure 4-h, à savoir un phénomène légèrement négatif, intervenant au-dessus de 500 000 p/cc environ
- sans filtre : nous retrouvons les éléments du graphique 4-f, avec une sur-estimation des niveaux d'ozone, dès 10 000 p/cc
- filtre mal placé : comme nous pouvons le constater, un mauvais positionnement du filtre de protection produit une interférence comparable à celle observée lorsque le filtre est absent.

Nous pouvons supposer, en effet, qu'un mauvais positionnement conduit à introduit une zone où la perte de charge due au filtre, n'intervient plus ; de ce fait, cette zone constitue un passage préférentiel, par lequel passe directement l'air, qui se trouve de ce fait non-filtré.

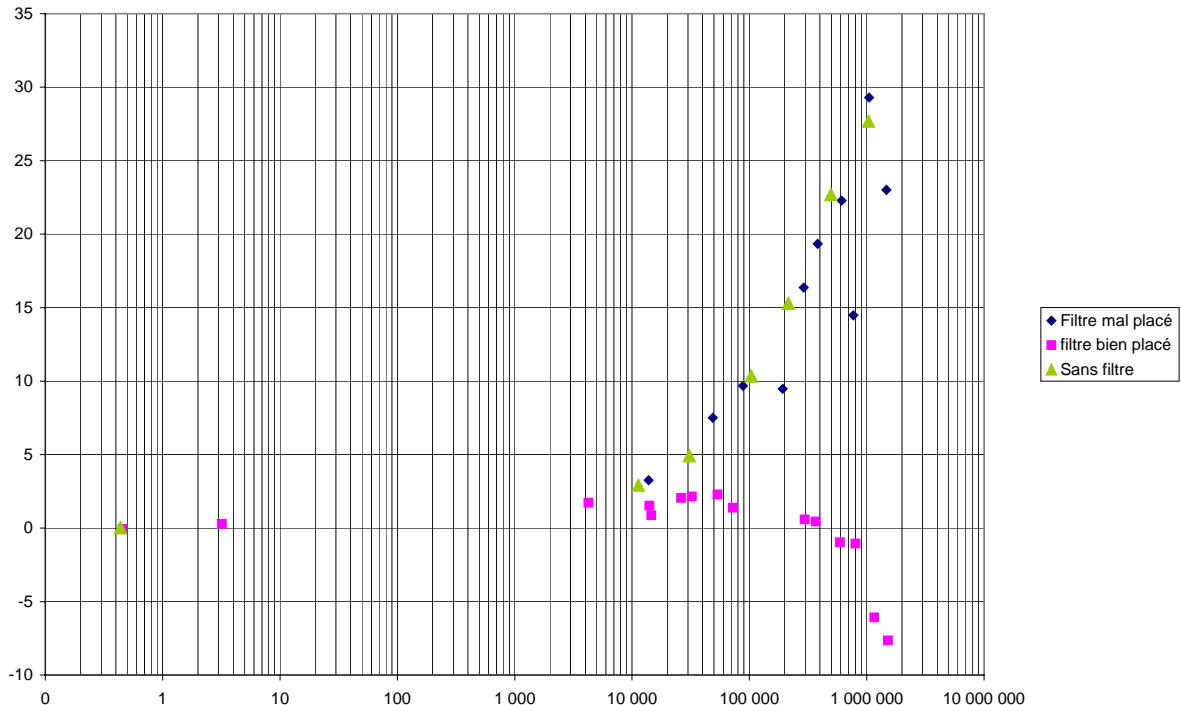


Figure 4-i : analyseur 49C – sans filtre, puis avec filtre mal ou bien positionné.

**Filtre percé**

Nous obtenons dans cette configuration, une situation comparable à celle décrite ci-dessus à la différence que l’interférence peut s’avérer plus ou moins importante selon le type de porte-filtre et le positionnement sur celui-ci de la partie endommagée ; le cas le plus défavorable est celui pour lequel la partie détériorée se trouve à proximité du point de pompage.

**Conclusion**

L’intégrité et le bon positionnement du filtre à particules apparaissent donc comme des éléments déterminants.

**4.6 COMPARAISON ENTRE FILTRES**

Une comparaison a été faite, à titre indicatif, entre deux types de filtre différents.

L’appareil testé, l’API, a été équipé d’un filtre Millipore, puis du filtre utilisé pour l’ensemble des autres analyseurs (Sartorius Teflon 5µ).

Les résultats sont présentés dans le graphique 4-j, ci-dessous.

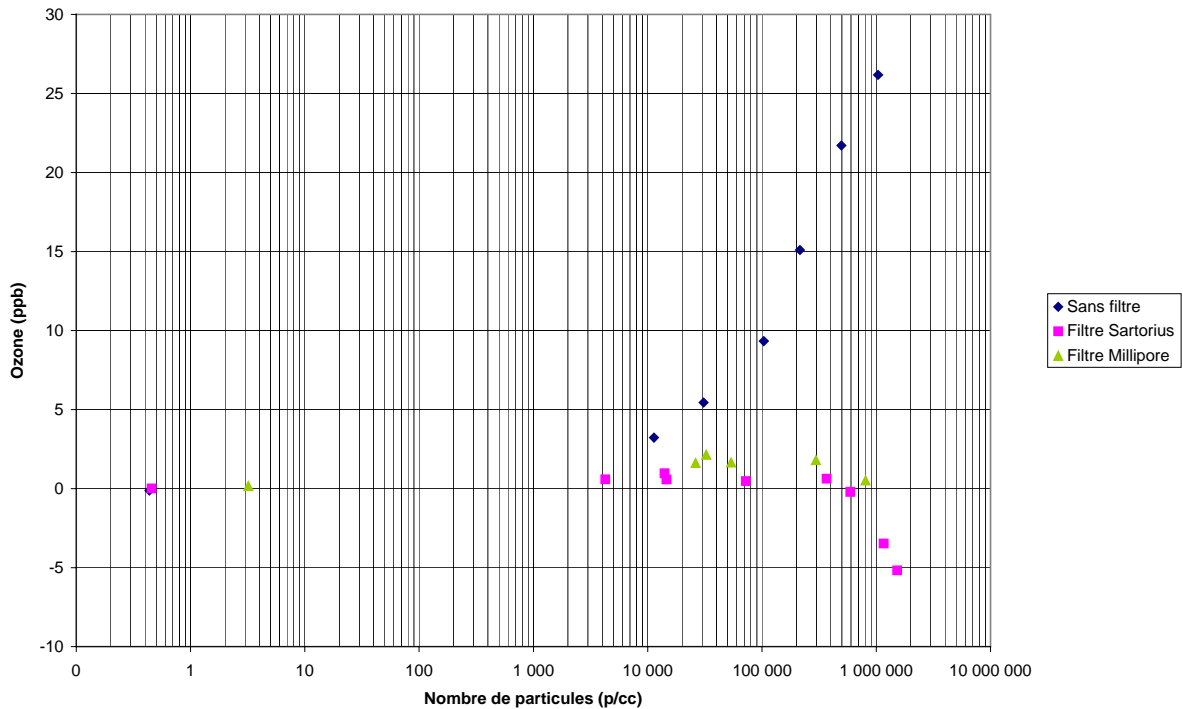


Figure 4-j : test de deux types de filtre sur l’analyseur API.

Comme nous pouvons le constater, nous observons une excellente similarité de la réponse de l’appareil dans la gamme étudiée, à savoir 1 – 1 000 000 p/cc.

## 5. DISCUSSION

### 5.1 REPETABILITE

Les résultats qui viennent d'être présentés ont eu pour objectif de faire un état des lieux concernant la quantification de l'interférence des particules sur la mesure de l'ozone.

Il est cependant nécessaire de préciser que le nombre d'essais réalisés reste limité, et qu'ils ont été menés à l'aide d'un système de génération qui présente une certaine variabilité.

En d'autres termes, si cette étude a permis d'établir les ordres de grandeur, des valeurs plus précises nécessiteraient la répétabilité des divers exercices.

### 5.2 EXTRAPOLATION A LA MESURE EN CONDITIONS REELLES

L'objectif de ce paragraphe est d'estimer le niveau de l'interférence produit par les particules submicroniques, dans le cas d'un site de surveillance de la qualité de l'air.

Dans le cadre de ses missions, le LCSQA assure depuis 2003 la réalisation de campagne ponctuelle de détermination de la granulométrie de l'aérosol submicronique.

Nous proposons ici de considérer les observations réalisées sur le site de fond de Gennevilliers (station AIRPARIF) lors de la campagne hivernale de 2003.

L'extrapolation consiste à faire un simple calcul de proportionnalité, mettant en œuvre les niveaux mesurés sur site, et relation concentration en nombre / interférence, déterminées lors des essais en laboratoire.

Pour ce faire, différentes approximations sont effectuées (à commencer par le fait que l'aérosol utilisé en laboratoire est constitué de sel, ce qui est bien évidemment très différent d'un aérosol urbain).

Les résultats sont présentés ci-dessous dans le tableau 5-a.

	Concentration en particules en nombre (p/cc)	Interférence : « O <sub>3</sub> » (µg/m <sup>3</sup> )	
		Sans filtre	Avec filtre
Gennevilliers*, percentile 5 %	5 000	5	< 4
Gennevilliers* médiane	13 000	7	< 4
Gennevilliers*, percentile 95 %	35 000	11	< 4
Panache (estimation)	10 <sup>7</sup> **	95	-16 << +6

**Tableau 5-a** : extrapolation des données obtenues sur banc d'essai, à des observations « air ambiant » horaires.

\*: travaux LCSQA 2003- campagne hivernale, moyennes horaires dans la gamme 10-500 nm.

\*\* : cette valeur n'est qu'indicative ; selon le type de source et le degré de dilution, cette valeur et donc les effets, pourraient être supérieurs.

Ils confirment très clairement que **l'utilisation d'un filtre à particules est indispensable** pour juguler un risque d'interférence pouvant atteindre des valeurs particulièrement importantes lors de mesurage de panaches, mais aussi pouvant apporter sur le long terme une contribution de plusieurs microgrammes par mètre cube.

De même, une attention toute particulière doit être portée sur **l'intégrité** du filtre, et son bon **positionnement**, toute erreur dans ce domaine menant aux mêmes effets.

### 5.3 QUID DES ARTEFACTS SUR DES APPAREILS PROTEGES ?

Les essais que nous venons de considérer tendent à conclure que la mise en place d'un filtre de protection neutralise le phénomène d'interférence par les particules.

Cependant, il nous faut constater que des artefacts d'ozone, associés à des pics en particules, ont bien été constatés sur des analyseurs d'ozone protégés par un filtre. Comment expliquer un tel phénomène ? Voici quelques pistes de réflexion :

**1. Serait-il concevable, au sein d'un panache issu d'une source de combustion, d'observer des phénomènes de conversion gaz-particules ?**

Une telle hypothèse supposerait un phénomène de création de particules extrêmement rapide et productif, capable d'intervenir dans l'espace de temps séparant la sortie du filtre de protection, et l'entrée dans la chambre optique.

**2. Un tel phénomène de nucléation pourrait-il intervenir suite à une désorption de produits préalablement arrêtés sur le filtre ?**

**3. Quelle influence a le vieillissement sur le bon fonctionnement d'un filtre à particules ?**

**4. La concomitance entre artefact d'ozone, et pic de particules, pourrait-elle en fait indiquer la présence d'un interférent gazeux, dont les particules ne seraient qu'un traceur ?**

### 5.4 PERSPECTIVES

#### Sur site

Les hypothèses développées dans cette étude à l'aide d'un travail de laboratoire, pourraient être validées sur le **terrain**, sur un site exposé à des panaches, grâce à la mise en œuvre en parallèle d'un granulomètre, et de deux analyseurs d'ozone, l'un avec filtre, et l'autre sans.

#### Laboratoire

Des travaux de laboratoire seraient également envisageables :

- Efficacité de filtration du filtre de protection en fonction de la concentration et de la taille
- Impact du vieillissement du filtre de protection sur son efficacité de filtration
- Poursuite des essais rapportés ici, pour des aérosols de propriétés optiques variées et tout particulièrement des aérosols carbonés ou assimilés.

## 6. CONCLUSION

---

L'occurrence, sur le terrain, d'artéfacts inexplicables sur la mesure de l'ozone, a suscité une étude spécifique, menée au sein du LCSQA en 2002.

Cette étude a montré la concomitance pour un nombre important d'évènements, de ces artéfacts avec des concentrations élevées en particules.

L'analyse du système de mesure, et tout particulièrement des scrubbers, laisse à penser que les particules peuvent en effet jouer le rôle d'interfèrent sur la mesure d'ozone.

Un banc d'essai a été monté, et a permis d'exposer un panel exhaustif d'analyseurs récents, à une gamme de concentration étendue en particules de sel.

Un effet tout à fait significatif sur la réponse des analyseurs a été montré, en l'absence de filtre à particules en entrée d'appareil.

A l'inverse, le filtre à particules testé a démontré sa capacité à neutraliser l'effet d'interférence.

Il a été montré que l'**intégrité** et le **bon usage** de ce filtre, sont des éléments déterminants : en effet, une simple détérioration (ex. coupure), ou une mauvaise étanchéité au niveau du porte-filtre, ont de grandes chances d'annuler totalement l'effet protecteur.

Enfin, une estimation de l'interférence pour des concentrations urbaines, a été réalisée, confirmant la nécessité de la protection des analyseurs par un filtre à particules, tant au niveau des pics que de la mesure en routine.

## 7. REFERENCES

---

[1] – « Etude des interférents sur la mesure de l'ozone », Isabelle Zdanévitch, rapport final, LCSQA, convention 31/2001, décembre 2002.

[2]-« », Cécile Raventos, rapport LCSQA DRC-04-55263 AIRE n°990-v1, 2004.

[3]-« Surveillance de l'aérosol submicronique », Olivier Le Bihan, rapport LCSQA, 2004.

## 8. LISTE DES ANNEXES

---

Repère	Désignation précise	Nb/N°pages
A	Banc d'essai : génération de particules submicroniques à destination d'un analyseur d'ozone	1

**Annexe A**

