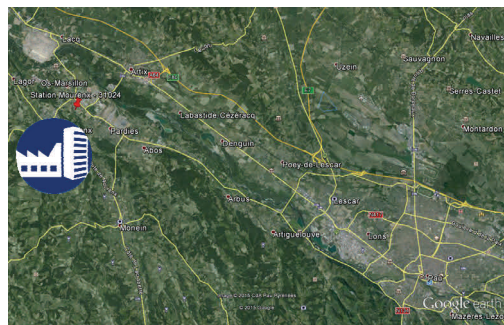
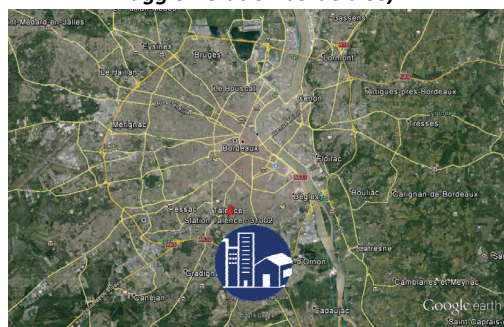


Mesures exploratoires de particules ultrafines (PUF) sur la région Aquitaine – Sites de Talence (33) et Mourenx (64)



Station de Talence (station urbaine de fond de l'agglomération bordelaise)



Analyseur UFP3031 sur le site de Mourenx



Contexte :

Parmi les polluants surveillés par AIRAQ, **les particules** portent un intérêt particulier du fait de leur **impact avéré sur la santé**, des dépassements récurrents de valeur limite en France, et de leurs **origines multiples** (trafic, chauffage, agriculture, industries, particules d'origine secondaires...). Les **niveaux** de particules sont traditionnellement **caractérisés par la masse** de particules présente dans l'air, et ce, du fait de l'instrumentation disponible, avec, depuis 20 ans un zoom sur les **PM10**, et depuis 10 ans sur les **PM2.5**.

Ces dernières années, **l'impact sanitaire des particules ultrafines (PUF)**, de diamètre inférieur à 100 nm, est **de plus en plus étudié**. Ainsi, selon l'OMS, un nombre croissant de publications apporte l'évidence épidémiologique sur **l'association entre des expositions à court terme aux particules ultrafines et la santé** cardiorespiratoire ou celle du système nerveux. Des études ont également montré que les PUF agissent par des mécanismes qui se différencient par rapport aux PM2.5 ou aux PM10, lesquelles dominent la mesure en masse. Aussi, en prenant en considération les **améliorations récentes en terme de métrologie**, il est nécessaire de disposer d'**observatoires des PUF dans l'air ambiant** afin de pouvoir disposer de données qui pourront à la fois mieux caractériser l'exposition des populations, et aussi être utilisées dans des études épidémiologiques.

Dans ce contexte, **AIRAQ mène**, dans le cadre du **Plan Régional Santé Environnement 2009-2013 d'Aquitaine** des mesures exploratoires de PUF sur deux de ses stations de mesures, la station urbaine de **Talence** et la station industrielle de **Mourenx**, et ce depuis 2012.

Objectifs :

- **Améliorer les connaissances** sur la pollution particulaire en Aquitaine et mieux comprendre les processus qui en sont à l'origine,
- Mettre en œuvre et **évaluer une solution instrumentale des particules ultrafines**, choisie de concert **dans le cadre du GT** (Groupe de Travail) **PUF**, piloté par le LCSQA-INERIS et associant plusieurs autres AASQAs
- Disposer de **premières mesures** de particules ultrafines **en Aquitaine**
- Contribuer à la création d'une **base de données nationale** sur cette thématique
- Identifier des **caractéristiques spécifiques à chacun des sites**, de typologies différentes (urbain de fond et industriel)
- Comprendre les **interactions** qui existent **entre les PUF et les autres polluants** réglementés
- Essayer de **caractériser des phénomènes de formation** de particules ultrafines

Moyens déployés :

- **Mesures** en continu de **Particules Ultrafines (PUF)** à l'aide d'appareil UFP3031, **choisi dans le cadre du GT PUF** sur les deux stations retenues dans le projet
- **Comparaison** avec les niveaux obtenus sur d'**autres sites** d'Air Rhône-Alpes, Air PACA et d'Airparif **dans le cadre de ce groupe de travail**

Résultats des mesures de particules ultrafines

Méthodologie

- L'analyseur UFP3031 compte le **nombre de particules en les séparant** en fonction de leur taille en **6 classes granulométriques** :
 - 20-30, 30-50, 50-70 et 70-100 nm, ces 4 classes faisant partie des PUF
 - 100-200 et 200-800 nm, ces deux classes, plus grossières, faisant partie des particules submicroniques
- Environ **12 mois** de données sur **Talence** et **18 mois** sur **Mourenx**
- Etude de **corrélation avec les autres polluants** mesurés sur ces sites
- Etude** de cas, lors des **pics de PM hivernaux et printaniers**, et lors des **épisodes propices à la photochimie**

Particules en suspension - PM10
(diamètre < 10 µm ou 10 000 nm)

Particules fines - PM2.5
(diamètre < 2.5 µm ou 2 500 nm)

Particules submicroniques - PM1
(diamètre < 1 µm ou 1 000 nm)

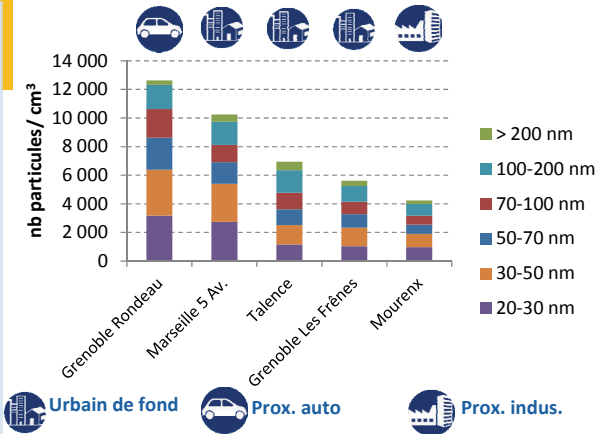
Particules ultrafines - PM0.1
(diamètre < 0.1 µm ou 100 nm)



Schématisation des classes de particules

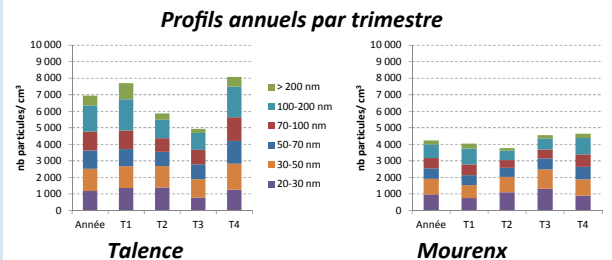
Principaux résultats

- En moyenne, **7 000 p/cm³** sur Talence (représentatif d'un niveau urbain) et **4 200 p/cm³** sur Mourenx (représentatif d'un niveau rural)
- Très inférieurs** à ceux observés sur le **site trafic** de Grenoble-Rondeau (source Air Rhône-Alpes), et **aux autres données « trafic »** de la littérature
- Sur **Talence**, résultats dans la **moyenne des sites urbains de fond, inférieurs** à ceux de **Marseille 5 avenues** (source Air PACA) et de **Gennevilliers** (source Airparif/LCSQA-INERIS) et **supérieurs** à ceux de **Grenoble-Les Frênes** (source Air Rhône-Alpes)
- Sur **Mourenx**, **niveaux les plus faibles** mesurés parmi les différents sites, même si les niveaux des **fractions les plus fines** (en particulier entre 20 et 30 nm) sont **équivalents aux sites urbains**



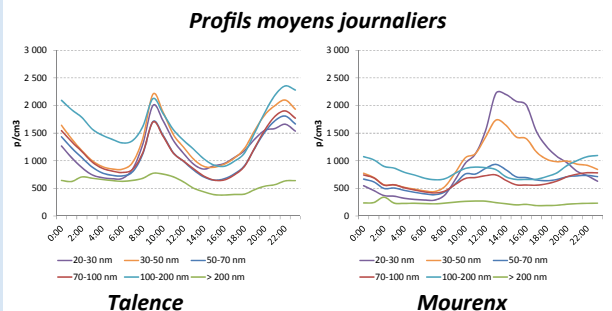
Profils annuels :

- Niveaux hivernaux plus élevés à Talence** : profil plutôt représentatif d'un **polluant primaire**, comme les NO_x, ou les PM10/PM2.5
- Niveaux estivaux plus élevés à Mourenx**, et ce, particulièrement pour les plus fines (20-30 et 30-50 nm) : profil plutôt représentatif d'un **polluant secondaire**, comme l'ozone



Profils journaliers :

- Sur **Talence**, **pics du matin et du soir bien prononcés, avec, le week-end, le pic du matin très atténué (trafic plus faible)**
 - Pic du soir moins prononcé pour les plus fines (20-30 et 30-50 nm)
 - **Pic de la fraction 100-200 nm du soir** plus tardif et amplifié le week-end : **lien avec les feux de cheminée**
- Sur **Mourenx**, pic dans **l'après-midi** pour les fractions **20-30 et 30-50 nm**, pic **nocturne** pour la fraction **100-200 nm**, profils relativement **plats** pour les autres fractions



Liens avec les autres polluants

- Sur **Talence**,
 - Les particules **jusqu'à 70 nm** sont bien corrélées avec les **NO_x**, traceur du trafic automobile. Ce phénomène est accentué en été.
 - Les **fractions 100-200, voire > 200 nm**, sont très bien corrélées avec les particules **issues du chauffage au bois** (cf. synthèse AIRAQ n°123) **en hiver**, sinon, corrélation la meilleure avec les NO_x
- Sur **Mourenx**,
 - Les particules sont bien corrélées avec les **NO_x en hiver**,
 - Et avec le **SO₂ en été**

A retenir :

- A Talence**, fractions fines, associées principalement au **trafic**, fractions plus grossières associées aux **feux de cheminée**
- A Mourenx**, forte influence de la **production d'aérosols secondaires**, entraînant des **niveaux plus élevés de particules les plus fines l'été**, corrélation observée avec le **SO₂**

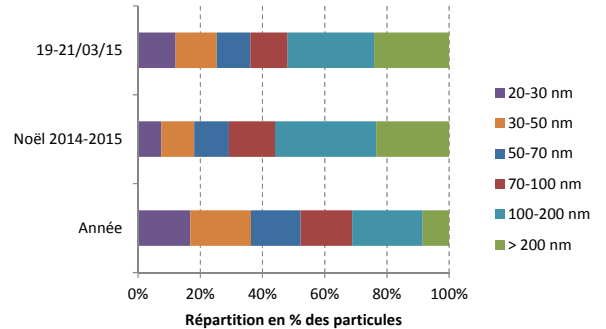
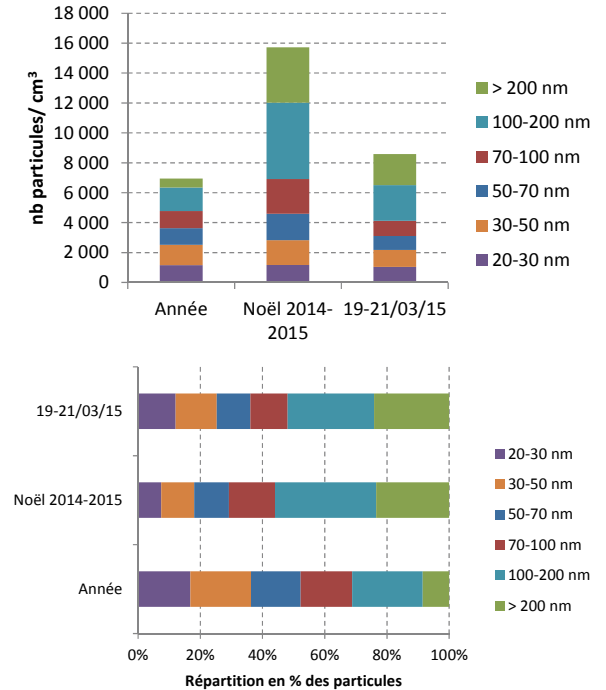
Résultats des mesures de particules ultrafines

Zoom sur les pics de PM10 à Talence

Deux principaux types d'épisodes de pollution aux PM10 ont lieu en Aquitaine, les pics dits « hivernaux », en lien avec une contribution locale importante, en particulier des feux de cheminée, et des pics dits « printaniers », en lien avec des particules secondaires.

A titre d'exemple, les mesures relevées lors du pic relevé fin 2014-2015 (pic hivernal) et du 19 au 21/03/2015 (pic printanier) sont présentées. Il en ressort :

- Comme attendu, des niveaux en particules beaucoup plus importants à partir de 100 nm pour le pic hivernal, et une excellente corrélation avec la contribution des feux de bois,
- Pour l'épisode printanier, où la masse de PM10 est de l'ordre de grandeur de celle observée lors de l'épisode de Noël 2014-2015, on voit que le nombre de particules est proche de la moyenne annuelle, au moins pour les fractions jusqu'à 100 nm. Une augmentation du nombre de particules à partir de 100 nm est bien visible, sans atteindre les niveaux du pic hivernal. Cet épisode de pollution est donc à mettre en lien principalement avec des particules de taille comprise entre 100 nm et 2,5 µm.



Zoom sur les aérosols secondaires

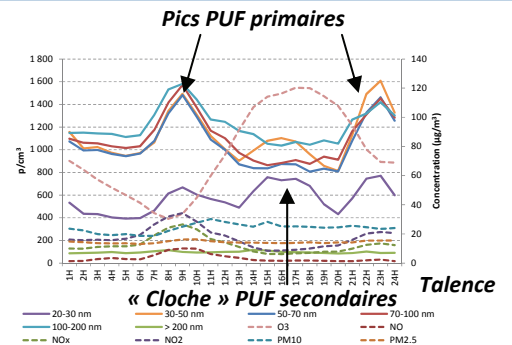
Les aérosols d'origine secondaire sont produits à partir de polluants gazeux (SO₂, NO_x, NH₃, COV...). Ils peuvent être formés soit par photochimie (réactions qui ont lieu sont l'effet de la lumière), soit par des réactions chimiques simples (cas du SO₂ pouvant former des particules de sulfates en absence d'humidité). Un polluant typique de la photochimie est l'ozone, créé sous l'effet du soleil à partir d'autres polluants (NO_x et COV), qui peut permettre de tracer ces phénomènes.

Talence :

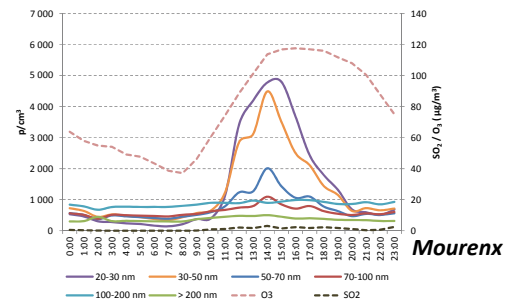
- Même les jours propices à la photochimie, les principaux pics ont lieu le matin et le soir
- Malgré cela, une courbe en cloche est observée l'après-midi sur les fractions les plus fines (20-30 et 30-50 nm) : mise en évidence de la production d'aérosols secondaires pour ces fractions.

Mourenx :

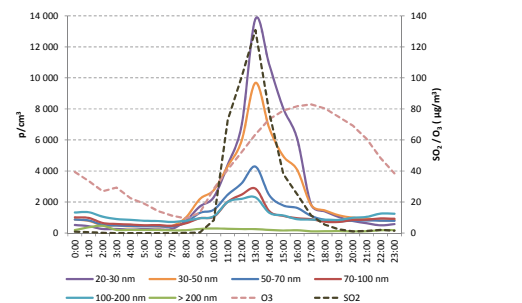
- Pics en milieu de journée, avec 20-30 > 30-50 > 50-70 nm : production massive d'aérosols secondaires, très probablement en lien avec les émissions industrielles de la zone de Lacq (SO₂...)
- Phénomène amplifié les jours où des niveaux de SO₂ significatifs (>100 µg/m³) sont observés sur la station de Mourenx : la formation de particules de sulfates est donc une hypothèse probable selon la bibliographie pendant ces journées, qui représentent les concentrations les plus élevées en nombre de particules sur la station de Mourenx.
- Il est difficile de dissocier la production « chimique » de la production « photochimique », car la production à partir de SO₂ nécessite l'absence d'humidité dans l'air, ce qui est le cas des journées propices à la photochimie. Les deux phénomènes sont donc a priori concomitants.



Profils lors de périodes propices à la photochimie



Profils sur Mourenx (jours où SO_{2max} > 100 µg/m³)



Principales conclusions

En général:

- ➔ Niveaux observés cohérents avec la littérature et autres sites français explorés par autres AASQAs
 - ↪ Talence : niveaux moyens représentatifs d'un site urbain
 - ↪ Mourenx : niveaux moyens représentatifs d'un site rural
- ➔ Existence d'une distribution « bimodale », avec deux « pics », l'un entre 20 et 50 nm, et l'autre vers 100-200 nm
- ➔ Fraction 100-200 nm : caractéristique de la contribution de la biomasse (feux de cheminée...)
- ➔ Fractions 20-30 et 30-50 nm :
 - ↪ mise en évidence de la production de particules secondaires les jours où la chimie et/ou la photochimie sont les plus importantes
 - ↪ Existence également d'une fraction primaire (directement émise), associée au trafic (corrélation avec NO_x/NO₂)

Sur Talence (site urbain / Bordeaux) :

- ➔ Niveaux les plus élevés en hiver
- ➔ Présence de pics le matin et le soir
 - ↪ Cohérent avec les profils « classiques » de polluants liés au trafic (NO₂/NO_x)
 - ↪ Pic du soir plus tardif pour la fraction 100-200 nm et persistant le week-end : lien avec les feux de cheminée

Sur Mourenx (site ZI de Lacq) :

- ➔ Profil annuel atypique, relativement plat : en moyenne, niveaux légèrement plus élevés en été
- ➔ Production d'aérosols secondaires beaucoup plus marquée qu'à Talence sur les fractions les plus fines :
 - ↪ Phénomène encore accentué les jours où des niveaux de SO₂ significatifs sont relevés sur la station

Le rapport complet est disponible sur le site

www.airaq.asso.fr

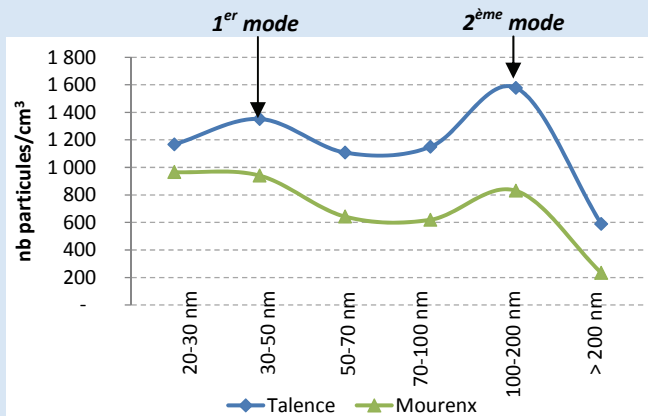


Illustration de la distribution bimodale—moyenne annuelle

Glossaire

AASQA

Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air (AIRAQ en Aquitaine, Air PACA et Air Rhône-Alpes dans les régions éponymes, Airparif en Île-de-France...).

Sites de fond

Situés dans des quartiers densément peuplés et à distance de sources de pollution directes, l'objectif de ces stations est le suivi du niveau d'exposition moyen de la population à la pollution atmosphérique dite de fond dans les centres urbains.

Sites de proximité industrielle

Situés à proximité d'installations industrielles, l'objectif de ces stations est le suivi du niveau d'exposition maximal de la population à la pollution atmosphé-

rique à proximité de ces installations.

Sites de proximité automobile

Situés à proximité d'infrastructures routières importantes, l'objectif de ces stations est le suivi du niveau d'exposition maximal de la population à la pollution atmosphérique à proximité du trafic.

NO_x

Oxydes d'azote, composé de NO₂ (dioxyde d'azote) et NO (monoxyde d'azote). Polluant issu à 67 % du trafic routier en Aquitaine.

OMS

Organisation Mondiale de la Santé

PM10 / PM2.5 / PM1 / PM 0.1

Particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm/2.5 µm/1 µm/0.1 µm

SO₂

Dioxyde de soufre. Polluant issu à plus de 70 % du secteur industrie/énergie en Aquitaine.

Valeur limite

Valeur à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble.

µg/m³—(microgramme par m³)

Unité de mesure de concentration dans l'air ambiant.

1 µg = 0,000 001g

µm / nm

Micromètre/nanomètre. 1 m = 1 000 000 µm = 1 000 000 nm