

Note technique

Travaux financés par le ministère chargé de l'environnement

DEVELOPPEMENT D'UN SYSTEME DE DOPAGE PM POUR LA REALISATION DE COMPARAISONS INTERLABORATOIRES DES ANALYSEURS AUTOMATIQUES DES PM

Amodeo T., Aujay R. (INERIS)

SYNTHESE

Cette note présente les évolutions du système de génération de particules dédié à la réalisation de campagnes de comparaison interlaboratoire des analyseurs automatiques de PM.

Le dispositif expérimental utilisé dans ce travail repose directement sur celui développé lors des études précédentes. Il consiste à exposer, de façon homogène, différents analyseurs de PM à de l'air ambiant enrichi avec des particules représentatives de la pollution : on parle alors de « dopage ». Deux types de générateurs ont été utilisés : un nébuliseur permettant de produire des particules de sels inorganiques, semi volatiles et non volatiles, ainsi qu'un générateur à arc électrique permettant de produire des particules de suie (Black Carbon).

Les résultats montrent que ce dispositif a été capable d'alimenter quatre analyseurs automatiques de PM de façon homogène pendant des plages de temps de plus de 12h. Des sels inorganiques de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium ont été générés jusqu'à des niveaux de concentration de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dans le même temps, des particules de BC ont pu être générées jusqu'à des niveaux de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'ensemble de ces expériences ont été menées dans un moyen mobile pouvant accueillir jusqu'à huit analyseurs PM. Ce qui peut laisser envisager, à l'avenir, de déporter la réalisation de ces campagnes de mesure ailleurs que sur le lieu des précédentes campagnes.

1. CONTEXTE

La Directive européenne 2008/50/CE dédiée à la qualité de l'air appelle au respect de valeurs limites, en leur associant une exigence sur l'incertitude maximale de la mesure. Les essais interlaboratoires sont un des moyens existants pour estimer les incertitudes de mesure. Afin d'organiser des comparaisons interlaboratoires (CIL) des analyseurs automatiques de particules (AMS), le LCSQA/INERIS a développé ces dernières années un dispositif expérimental permettant l'enrichissement de la matrice air ambiant avec des particules représentatives des niveaux de concentration réglementaires et de la nature chimique des particules rencontrées. Ce rapport présente des évolutions de ce dispositif expérimental en termes de moyen de génération des particules, ainsi que de moyen de déploiement puisque le dispositif a été aménagé pour être installé sur un moyen mobile qui pourra permettre l'organisation de CIL sur des emplacements géographiques différents.

2. INTRODUCTION

Au cours des années précédentes, le LCSQA/INERIS a développé un système fixe de dopage de la matrice air spécifique aux particules pour la réalisation de CIL des analyseurs PM.^{1,2} Ce dispositif reposait alors sur l'utilisation d'un générateur de particules carbonées émises par la combustion de propane, couplé à un dispositif de distribution et de dilution des particules permettant l'utilisation de six analyseurs PM en parallèle. Cet outil a été mis en œuvre lors d'essais d'inter comparaison des stations de mesure³⁻⁴ et lors de d'une CIL des analyseurs de particules TEOM FDMS 1405F.⁵ Ces différentes expériences ont mis en avant la difficulté d'utilisation du générateur de particules carbonées par combustion, notamment en termes de stabilité et de reproductibilité. Par ailleurs, l'acquisition de ce générateur n'a pas été possible à cause de son prix élevé. Pour ces raisons, des études ont été menées afin d'identifier de nouveaux générateurs permettant de produire des particules, de manière stable et reproductible, dont les concentrations et les natures chimiques sont représentatives de la matrice air ambiant. Ainsi, ce rapport présente des premiers résultats relatifs à l'évolution des moyens de génération de ce dispositif de dopage.

Pour cela, deux types de générateurs ont été utilisés, un nébuliseur permettant de générer des sels semi-volatiles et non volatiles représentatifs des particules inorganiques présentes dans l'air ambiant ainsi qu'un générateur à arc électrique générant des particules de suies submicroniques non volatiles.

¹ Rapport INERIS DRC-07-85114-17680A, Mise au point d'un système de Dopage PM, Décembre 2007, Travaux LCSQA 2007

² Rapport INERIS DRC-08-94271-15197A, Mise au point d'un système de Dopage PM, Décembre 2008, Travaux LCSQA 2008

³ Rapport INERIS DRC-09-103324-10890A, Intercomparaison des stations de mesure : intercomparaison PM10 (4/4), F.Marlière, 2009.

⁴ Rapport INERIS DRC-09-103324-15655A, Intercomparaison des stations de mesure : Première intercomparaison européenne PM10 (1/4), F.Marlière, 2009.

⁵ Rapport INERIS DRC-10-111583-05202A, Premier tests d'intercomparaison des analyseurs de particules TEOMS FDMS 1405F, F.Marlière, 2010.

Enfin, dans l'optique de réaliser des CIL, sur le site de l'INERIS, mais aussi sur d'autres sites du territoire national, le dispositif de génération existant a été aménagé pour pouvoir être installé sur un moyen mobile permettant d'accueillir jusqu'à huit analyseurs PM.

3. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

3.1 Description du dispositif expérimental de dopage

Le dispositif expérimental utilisé dans ce travail repose directement sur celui développé lors des études précédentes.¹⁻⁵ Il consiste à exposer, de façon homogène, différents analyseurs de PM à de l'air ambiant enrichi avec des particules générées artificiellement : on parle alors de « dopage ». La Figure 1 schématise son mode de fonctionnement. Il est composé de trois ensembles :

- un dispositif de génération de particules,
- un « système de distribution » des particules permettant de séparer le flux principal de particules en huit flux secondaires,
- des « cloches de dopage » ou « cloches d'exposition » permettant d'accueillir les têtes de prélèvement PM₁₀ des analyseurs de particules.

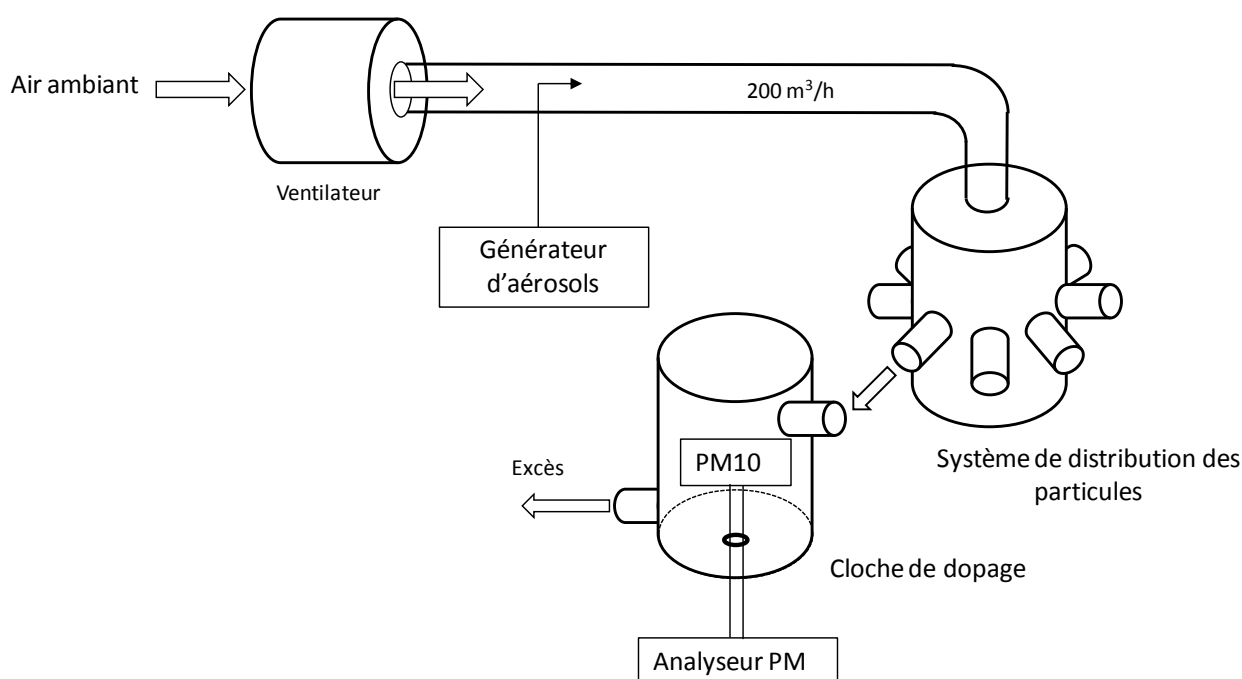


Figure 1 : Schéma du dispositif de génération de particules pour les campagnes de comparaisons interlaboratoires

La génération des particules est assurée par le couplage d'un ventilateur et d'un générateur de particules. Le ventilateur permet d'injecter un flux important d'air ambiant dans le système d'exposition, tandis que le générateur de particules permet d'augmenter les concentrations de particules déjà présentes naturellement. Le débit d'air délivré par le ventilateur est fixé à 200 m³/h et les concentrations massiques de particules peuvent être modulées en variant les quantités de particules délivrées par le générateur de particules.

Le flux de particules ainsi généré est ensuite acheminé dans un « distributeur » via une gaine de 100 mm de diamètre. Ce distributeur a pour fonction de répartir le flux de particules de façon homogène selon huit voies de 80 mm de diamètre. A chacune de ces voies peut être connecté une « cloche de dopage » assez volumineuse pour accueillir une tête de prélèvement PM₁₀.

L'important débit d'air délivré par le ventilateur permet au système d'alimenter chaque cloche avec un débit d'environ 25 m³/h. Les analyseurs PM fonctionnant au maximum à 1m³/h, le flux de particules généré est largement suffisant pour que chaque cloche de dopage soit en excès d'air. C'est pourquoi, sur chaque cloche, un orifice de sortie de 80 mm permet à l'air de s'évacuer, laissant ainsi les têtes de prélèvement à pression ambiante. En 2012, une mesure des vitesses d'air à la sortie des cloches de dopage a permis de montrer que les flux étaient homogènes sur l'ensemble des cloches, validant ainsi une exposition équivalente des instruments connectés.⁶

L'ensemble du dispositif expérimental a été installé dans une remorque spécialement aménagée pour accueillir des analyseurs et disposant de huit passages de toit. La génération de particules a été réalisée à l'intérieur de la remorque tandis que le distributeur et les cloches de dopage ont été installés sur le toit. La Figure 2 présente un aperçu du montage expérimental. On y voit le distributeur de particules connecté par le haut à la gaine de transport des particules et raccordé par le côté à six cloches de dopage. La Figure 3 présente une vue de profil de la remorque utilisée pour la réalisation des expériences. Pendant ces expériences, nous ne disposions que de six cloches, deux unités supplémentaires sont en cours de fabrication.



Figure 2 : Dispositif de distribution des particules installé sur le toit d'une remorque.

⁶ Rapport INERIS DRC-12-126710-14189A, Système de génération des particules pour les comparaisons interlaboratoires PM, R.Aujay, 2012.



Figure 3 : Vue de profil de la remorque utilisée pour l'étude du système de génération de particules pour les campagnes de comparaisons interlaboratoires.

3.2 Dispositif de génération des particules

Dans ce travail, les particules ont été produites à l'aide de deux générateurs : un nébuliseur permettant de produire des particules de sels inorganiques et un générateur à arc électrique permettant de produire des particules de suie (Black Carbon).

Ces deux générateurs ont été connectés à la gaine d'alimentation en aval du ventilateur et en amont du système de distribution des particules, comme présenté sur la Figure 1. La Figure 4 présente plus précisément le schéma du dispositif de génération des particules. Des bouteilles d'air et d'argon ont été utilisées pour alimenter les générateurs et une ligne de dilution a été installée à l'aide d'un compresseur couplé à un système de filtration afin de diluer les concentrations de particules injectées.

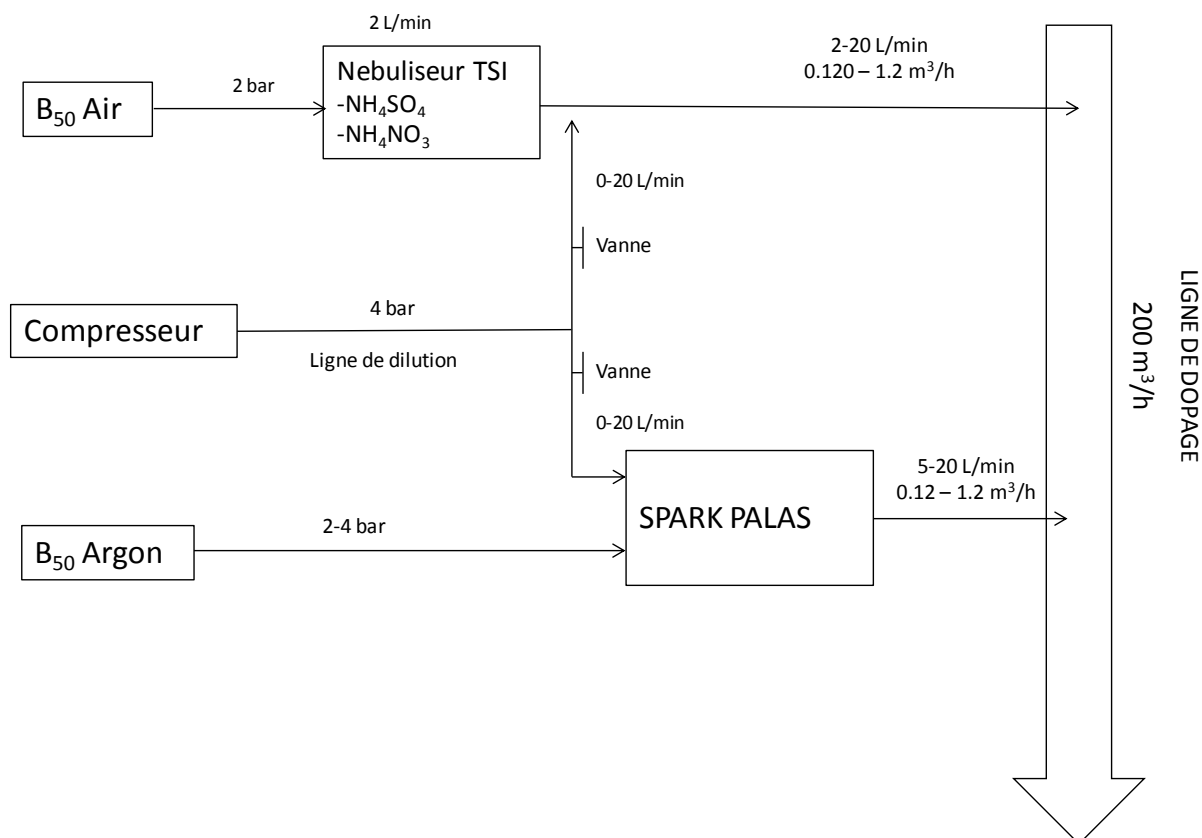


Figure 4 : Dispositif expérimental de génération de particules.

3.2.1 Nébuliseur TSI

Le premier générateur utilisé dans ce travail est un nébuliseur de chez TSI, modèle 3076, qui permet de générer des aérosols grâce à la nébulisation d'une solution saline (e.g. NaCl, NO_3NH_4 , $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$,). Le principe de fonctionnement de ce générateur est présenté sur la Figure 5.

Ce générateur permet de délivrer des aérosols, de diamètres inférieurs à $2\ \mu\text{m}$, avec des concentrations stables et reproductibles. Les concentrations générées sont variables de quelques $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à plusieurs dizaines de mg/m^3 et dépendent directement de la concentration de la solution saline utilisé en g/L. Un sécheur à billes de silice (Silica Gel) placé en sortie du générateur permet de sécher le flux d'aérosols. En connectant un air sec et propre de 2 bars en entrée du nébuliseur, le débit de sortie du générateur est de 3 L/min.

Dans ce travail, l'air a été délivré par une bouteille d'air comprimé de 50L et 200 bars ce qui permet au nébuliseur de fonctionner en continu pendant un peu plus de 48h.

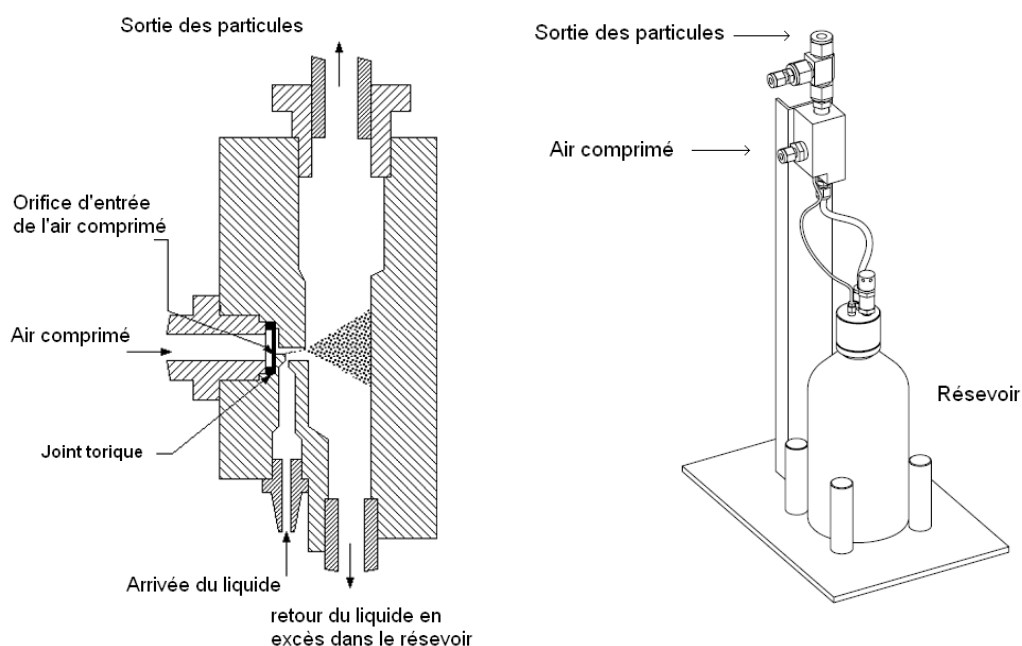


Figure 5 : Schéma du principe de fonctionnement du nébuleur 3076 de TSI. A gauche : partie où la nébulisation est créée. A droite : vue d'ensemble du générateur.

3.2.2 Générateur à arc électrique PALAS

Le générateur à arc électrique ou « *spark generator* » permet de produire des aérosols de suie ultrafins (PM_{10}) de façon stable et reproductible. Son fonctionnement est le suivant : deux électrodes de carbone de 5 mm de diamètre sont placées l'une en face de l'autre à une distance telle qu'un champ électrique de quelques kilovolts puisse initier un arc électrique. L'arc en s'initiant va vaporiser la surface de l'électrode où il est en contact. Cette vapeur va ensuite se condenser pour former un aérosol très fin, de taille inférieure à 20 nm. Entraînés par un débit d'argon, les aérosols ainsi formés vont s'accumuler pour atteindre au plus quelques centaines de nanomètre en sortie de générateur. La concentration en particules produite dépend de deux paramètres : la fréquence de décharge qui contrôle la quantité de matière produite et le débit de gaz qui contrôle la dilution de l'aérosol.



Figure 6 : Générateur à arc électrique, GFG 1000, PALAS

Dans ce travail, le générateur à arc électrique a été connecté à une pression de 4 bars alimenté à l'aide d'une bouteille comprimé d'argon 20 L et de 200 bars. Le débit de sortie est d'environ 5 L/min permettant une autonomie d'environ 12h.

3.3 Indicateurs PM utilisés

3.3.1 FIDAS 200

Le FIDAS 200 est un granulomètre optique qui permet de mesurer en temps réel et en continu la distribution en taille des particules de 180 nm à 18 µm, pour des concentrations en nombre allant de 1 à 20 000 p/cm³. Son principe de fonctionnement repose sur l'analyse de l'interaction des particules avec une source lumineuse polychromatique. La taille des particules est déterminée en mesurant l'intensité de la lumière diffusée par les particules, sur la base de la théorie de Mie. La concentration des particules est déterminée, par classe de taille, en mesurant leur fréquence de détection dans la chambre de mesure.



Figure 7 : Photo de l'analyseur FIDAS 200

Le FIDAS 200 détermine la concentration massique des particules (µg/m³) en convertissant, par le calcul, la distribution en taille mesurée. Pour cela, l'instrument utilise un algorithme de conversion qui opère le calcul en faisant des hypothèses, par classe de taille, sur les paramètres physiques des particules tels que : leur indice de réfraction, leur densité ou encore leur morphologie. Cet instrument est capable de déterminer simultanément, de façon automatique et avec une forte résolution temporelle (< 1 min), la concentration massique des particules pour toutes les fractions de taille comprises entre 0,18 et 18 µm (ex : PM₁₀, PM_{2,5}, PM₁ ...). Cet instrument a été démontré équivalent à la méthode de référence par le TÜV en 2013 pour la mesure des PM.⁷

3.3.2 Aethalomètre (AE33)

L'aethalomètre AE33, développé par la société Aerosol d.o.o, est un analyseur optique conçu pour la mesure de la concentration massique des particules BC. Son fonctionnement repose sur la mesure de l'atténuation de l'intensité d'un faisceau lumineux à travers un échantillon de poussières atmosphériques déposées sur un filtre. Le carbone possédant un pouvoir d'absorption très élevé par rapport aux autres espèces chimiques, il est possible de remonter à sa concentration massique grâce à des coefficients d'absorption disponibles dans la littérature et en négligeant la diversité des interférents présents sur le filtre.

⁷ "Report on supplementary testing of the FIDAS 200 S respectively Fidas 200 measuring system manufactured by PALAS GmbH for the components suspended particulate matter PM10 and PM2.5", TÜV-report : 936/21227195/A, 09th March 2015.



Figure 8 : Aethalomètre AE33

Cet analyseur prélève l'air à 5 L/min et renvoie une mesure toutes les minutes. Les particules sont déposées sur une bande filtrante qui avance automatiquement quand l'atténuation du rayonnement lumineux par les poussières accumulées sur le filtre excède la limite maximum acceptée par l'analyseur.

3.4 Protocole expérimental

Dans ce travail, deux AE33 et deux FIDAS 200 ont été connectés en parallèle dans quatre cloches de dopage disposées sur le toit de la remorque comme présenté sur la Figure 2. Les deux autres cloches disponibles ont été connectées au distributeur sans instrument à l'intérieur. Les deux FIDAS ont été connectés avec des têtes de prélèvements totales (TSP) tandis que des cyclones PM2.5 ont été utilisés pour les AE33.

Les deux générateurs présentés dans les sections 3.2.1 et 3.2.2 ont été utilisés afin de produire des particules les plus représentatives possibles de celles de l'air ambiant. Ainsi, le nébuliseur TSI a généré simultanément un sel semi volatil largement présent en hiver et au printemps dans la fraction PM₁₀ : le nitrate d'ammonium ; ainsi qu'un sel non volatil également très présent dans l'air : le sulfate d'ammonium. Pour cela, une solution de 50 g/L de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium (à 40 et 10 g/L respectivement) a été utilisée. En parallèle, des particules de BC, représentatives des émissions de PM par les processus de combustion ont été générées à l'aide du générateur à arc électrique.

Les quatre indicateurs PM ont été laissés en fonctionnement au sein du dispositif expérimental sans discontinuité pendant une vingtaine de jours (du 15/01 au 04/02/2016) au cours desquels ils ont mesuré, par alternance, de l'air ambiant dopé ou non. Les deux AE33 ont été retirés le 31/01/2016 pour des questions de disponibilité du matériel.

Au cours de cette période les indicateurs ont mesuré de l'air ambiant pendant une durée totale de 16 jours. Deux périodes de dopage ont été effectuées :

- du 21/01 à 14h jusqu'au 22/01 à 20h
- du 28 à 14h30 jusqu'au 29/01 à 19h

Pendant chacune de ces périodes de dopage, des particules de nitrate d'ammonium, de sulfate d'ammonium et de BC ont été générées simultanément.

4. RESULTATS

La Figure 9 présente les mesures enregistrées tout au long de la période d'expérimentation et moyennées en quart-horaire. Sur l'échelle du haut, les courbes représentent l'évolution temporelle des concentrations de BC en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurées par les AE33 tandis que sur l'échelle du bas, les deux courbes représentent l'évolution temporelle des concentrations de PM_{10} en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurées par les FIDAS 200.

Les données AE33 ont été présentées sur une échelle différente pour plus de clarté puisque les concentrations maximales de BC atteignent $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis que les concentrations PM_{10} augmentent jusqu'à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

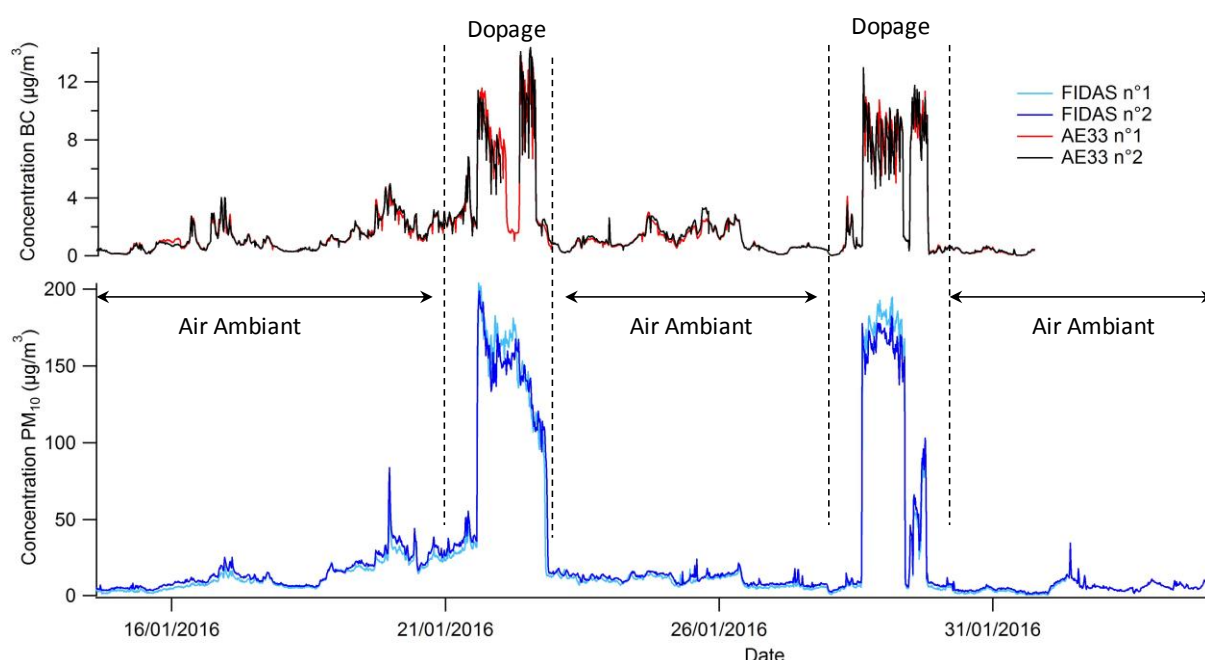


Figure 9 : Evolution des concentrations de BC mesurées par AE33 (en haut) et de PM_{10} mesurées par FIDAS200 (en bas).

- Période du 21/01 à 14h jusqu'au 22/01 à 20h

Au cours de cette période, un premier palier de concentration de PM_{10} a été généré de 14h le 21/01 à 9h le 22/01. Les sels de nitrate et de sulfate d'ammonium ainsi que le BC ont été générés avec les paramètres renseignés dans la section 3.4. La fréquence de décharge du générateur de BC a été réglée à 600 Hz, ce qui correspond, d'après notre expérience, au maximum de concentration que peut délivrer ce générateur de façon stable au débit considéré. A partir de 9h du matin le 22/01 jusqu'à 20h, la ligne de dilution du nébuliseur a été activée à 3 L/min dans le but de créer un deuxième palier de concentration plus faible.

Pendant les premières heures de fonctionnement, les concentrations de PM_{10} atteignent $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ puis décroissent jusqu'à 19h pour se stabiliser autour de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ensuite la concentration de PM_{10} reste stable autour de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de 19h jusqu'à 9 heure du matin. Puis à partir de 9h du matin, sous l'effet de la ligne de dilution, les concentrations PM_{10} décroissent de façon constante jusqu'à 20h.

Les concentrations de BC quant à elles atteignent $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au début de génération pour se stabiliser autour de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il est à noter que le premier analyseur s'est arrêté au milieu de la nuit pour un besoin de maintenance (changement de la bande filtrante) et que le générateur s'est arrêté un peu avant 3h du matin, après 12h de fonctionnement. Ce dernier a été rallumé à 9h du matin.

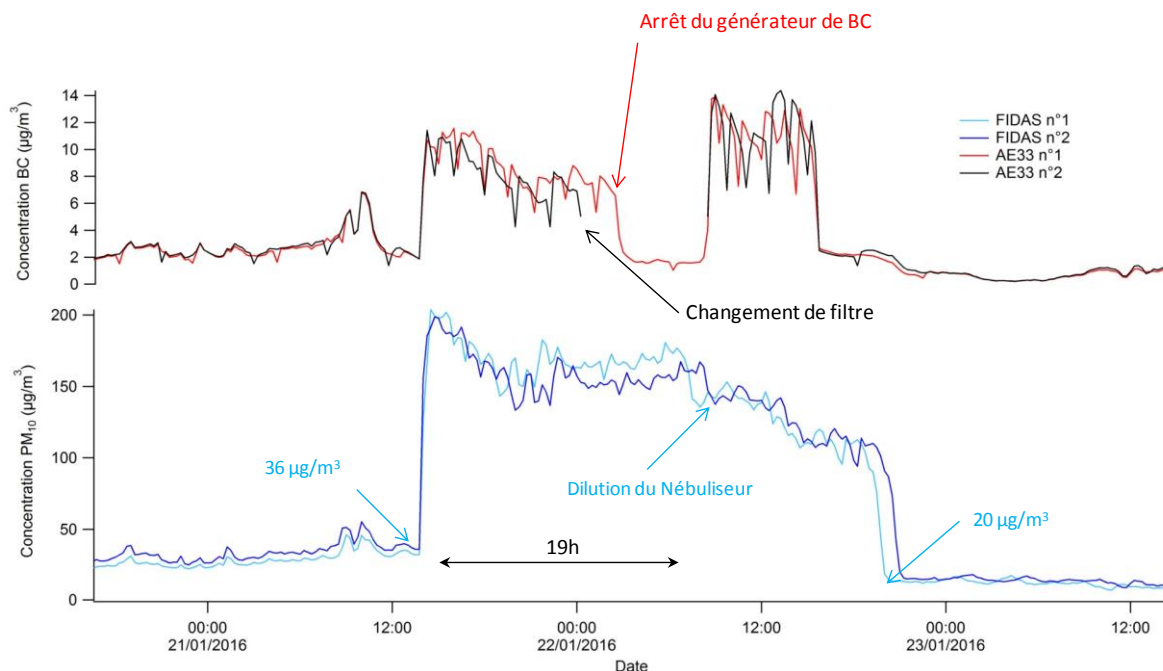


Figure 10 : Evolution des concentrations de BC mesurées par AE33 (en haut) et de PM_{10} mesurées par FIDAS200 (en bas).

L'évolution des concentrations PM_{10} pendant la première phase montre qu'il a été possible de générer des sels inorganiques de façon stable pendant une période de 19h autour de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La décroissance des PM_{10} au cours des cinq premières heures est à ce stade mal expliquée. Elle pourrait être liée à une variation de régime du ventilateur ou bien à une chute de la concentration des PM_{10} présente dans l'air ambiant puisque les niveaux de fond ont perdu $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre le début et la fin de l'expérience.

Par ailleurs, le test sur la ligne de dilution positionné à la suite du nébuliseur (Cf Figure 4) n'a pas été concluant puisque la concentration de PM_{10} chute lentement tout au long de la journée du 22/01. En effet, cette dernière était contrôlée par un compresseur qui n'a pas délivré un débit constant dans le temps.

Enfin, on peut noter que les concentrations de BC ont pu rester relativement stables tout au long de l'expérience malgré l'arrêt du générateur au cours de la nuit. Il est intéressant de noter que la chute des concentrations de BC induite par l'arrêt du générateur ne se reporte pas sur la courbe PM_{10} . Ceci s'explique par le fait que les masses de BC représentent moins de 10 % de la masse des PM générés, et par le fait que les particules de BC sont majoritairement inférieures à 200 nm, soit en dessous de la limite de détection du FIDAS située à 180 nm.

La Figure 11 ci-dessous présente en trois dimensions l'évolution de la distribution massique des particules mesurées par le FIDAS 200 au cours de cette expérience de génération. Cette figure met en évidence que les tailles des particules générées par l'ensemble du dispositif sont inférieures à 2,5 μm . Deux modes apparaissent, un premier à 200 nm provenant des particules de BC et un autre à 1 μm représentant les particules de sels. Les fortes valeurs de concentration massique, apparaissant pour les diamètres les plus grands entre 10 et 20 μm , représentent les particules de l'air ambiant toujours présentes lors du dopage.

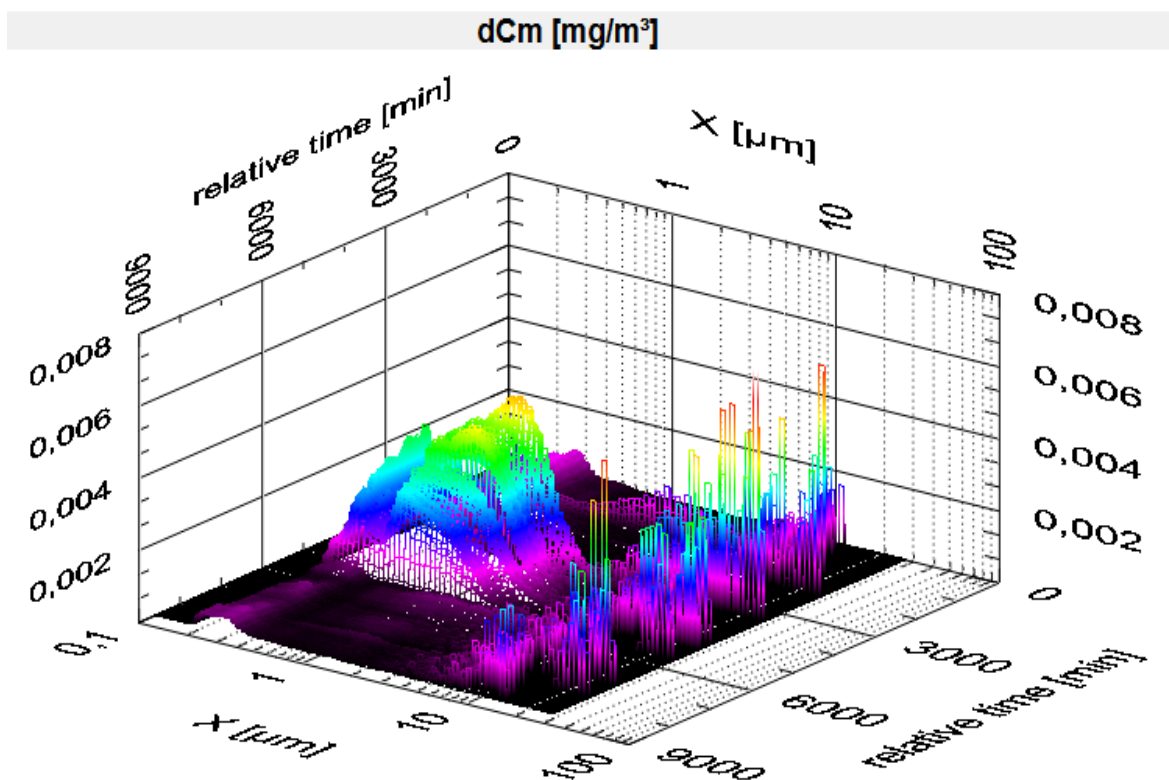


Figure 11 : Evolution de la distribution massique des particules

- Période du 28 à 14h30 jusqu'au 29/01 à 19h

Au cours de cette deuxième période de test, les mêmes paramètres que ceux utilisés précédemment ont été appliqués aux deux générateurs afin de se prononcer sur la capacité du système à reproduire les mêmes concentrations. Un premier palier de concentration a été généré de 14h à 9h du matin. Par la suite, dans le but de pallier à l'utilisation de la ligne de dilution peu stable et nécessitant un apport d'air comprimé, la solution du nébuliseur a été modifiée afin d'étudier la capacité du système à générer différents niveaux de concentration. Pour cela, trois solutions différentes ont été préparées avec respectivement 10, 20 et 30 g/L de nitrate d'ammonium, la concentration de sulfate d'ammonium étant restée fixée à 10 g/L. Les paramètres de fonctionnement du générateur de BC n'ont, quant à eux, pas été modifiés.

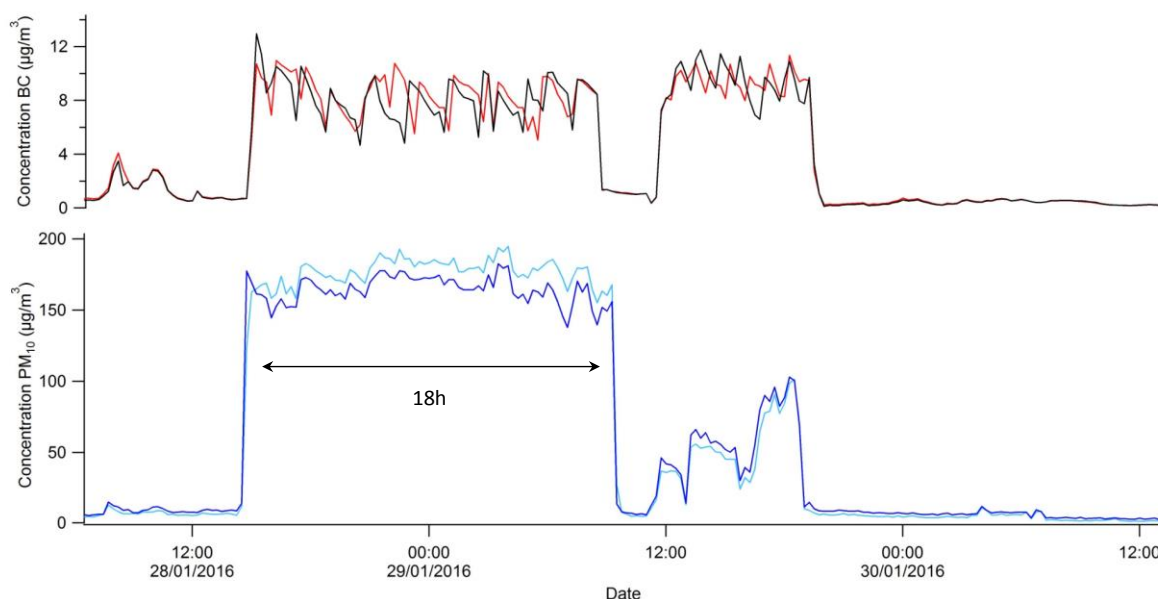


Figure 12 : Evolution des concentrations de BC mesurées par AE33 (en haut) et de PM₁₀ mesurées par FIDAS200 (en bas).

Les résultats obtenus dans la nuit du 28 au 29/01 mettent en évidence un palier de concentration de PM₁₀ extrêmement stable d'une durée de 18h autour de 160 µg/m³. La concentration de BC sur cette même période est également stable entre 8 et 10 µg/m³.

Les mesures obtenues le 29/01, à la suite de la dilution des solutions du nébuliseur, montrent trois paliers de concentration de 2-3h heures à 40, 60 et 100 µg/m³. Pendant le même temps les concentrations de BC sont restées stables et reproductibles.

- Comparaison des mesures des deux AE33 et des deux FIDAS 200

Afin de se prononcer sur l'homogénéité de la répartition des particules dans les quatre cloches de dopage utilisées dans ce travail, les mesures obtenues par les quatre analyseurs PM ont été comparées. Les Figure 13Figure 14 présentent les corrélations des mesures obtenues respectivement par les deux AE33 et les deux FIDAS 200 sur l'ensemble de la période de mesure, comprenant les mesures à l'air ambiant et les mesures d'air dopé.

Cette méthode de comparaison ne peut pas nous renseigner sur l'homogénéité de l'ensemble du dispositif. Pour cela, une investigation des concentrations présentes sur les huit voies du dispositif auraient du être menée. Néanmoins, la comparaison des mesures obtenues au cours des ces expériences peut nous renseigner sur l'homogénéité de la répartition des particules dans les quatre cloches de dopage utilisées dans ce travail.

Les résultats montrent de bonnes cohérences entre les mesures obtenues par les deux AE33 et les deux FIDAS 200 avec des coefficients de corrélation de 0.96 et 0.97 respectivement pour la mesure du BC et des PM₁₀. On note également une bonne continuité des coefficients directeurs entre les points bas et les points hauts respectivement représentatifs des mesures réalisées de l'air ambiant et pendant les expériences de dopage.

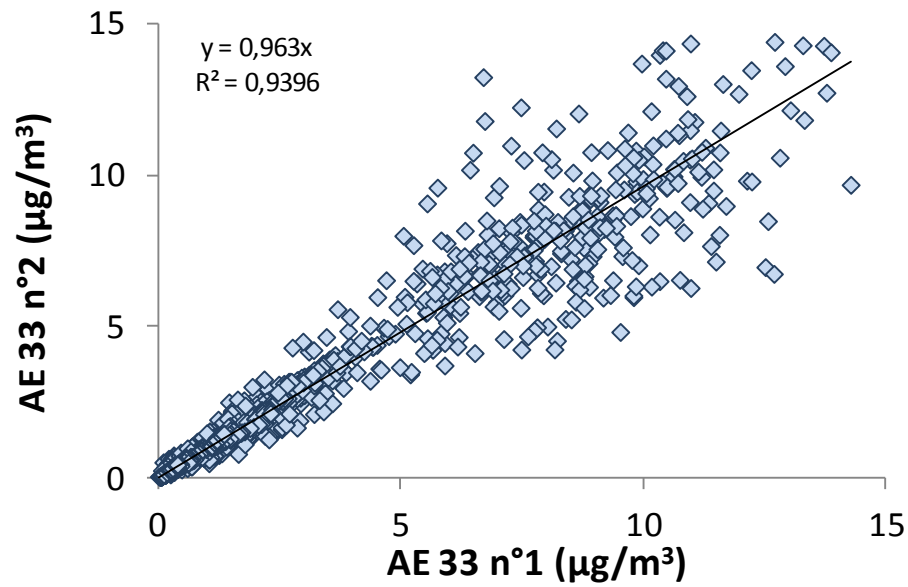


Figure 13 Mesure obtenues avec l'AE33 dans deux cloches de dopage distinctes sur l'ensemble de la période incluant des mesures de l'air ambiant et des mesures avec dopage

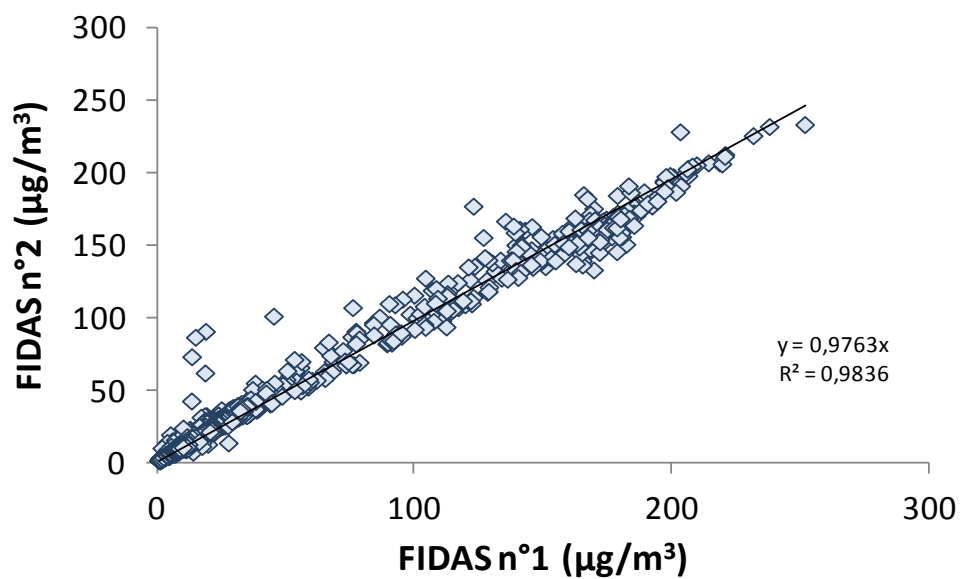


Figure 14 : Mesure obtenues avec les deux FIDAS 200 dans deux cloches de dopage distinctes sur l'ensemble de la période incluant des mesures de l'air ambiant et des mesures avec dopage

5. CONCLUSION

Les travaux menés dans cette étude avaient pour premier objectif de montrer la capacité du système de dopage développé au cours des années précédentes à générer des particules représentatives de celles présentes dans l'air ambiant, notamment lors des épisodes de pollution PM. Un autre objectif était d'adapter le dispositif sur un moyen mobile permettant, à terme, d'organiser des campagnes de comparaison interlaboratoire dans différents lieux du territoire afin de faciliter la participation des différents réseaux de surveillance.

Les résultats exposés dans cette note montrent que le dispositif a été capable de générer des particules de nature chimique représentatives de celles présentes dans l'air ambiant lors des épisodes de pollution, à savoir, des sels de nitrate d'ammonium et de sulfate d'ammonium respectivement semi volatiles et non volatiles ainsi que des particules de suies (BC).

Ces particules ont été générées de façon stable sur une durée allant jusqu'à 19h à une concentration haute de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} et de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de BC.

Un test de dilution a été effectué en installant une ligne de dilution à la sortie des générateurs. A la vue des mauvais résultats obtenus avec cette ligne de dilution, il a été décidé de faire varier les concentrations de PM en diluant la bouteille du nébuliseur. Ainsi, la matrice air ambiant a été dopée à trois niveaux de concentration supplémentaire 40, 60 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La comparaison des mesures enregistrées par les deux Fidas 200 et les deux AE33 ont permis de vérifier que la répartition des particules était homogène dans les quatre cloches de dopage utilisées dans ce travail. Une vérification de cette homogénéité devrait être réalisée ultérieurement sur l'ensemble des huit cloches.

Enfin, la fabrication de deux nouvelles cloches de dopage est en cours et leur base, initialement adaptée pour l'insertion de ligne de prélèvement TEOM FDMS est en cours de modification afin qu'elle puisse accueillir des lignes de prélèvements plus large comme celles des jauges bêta.