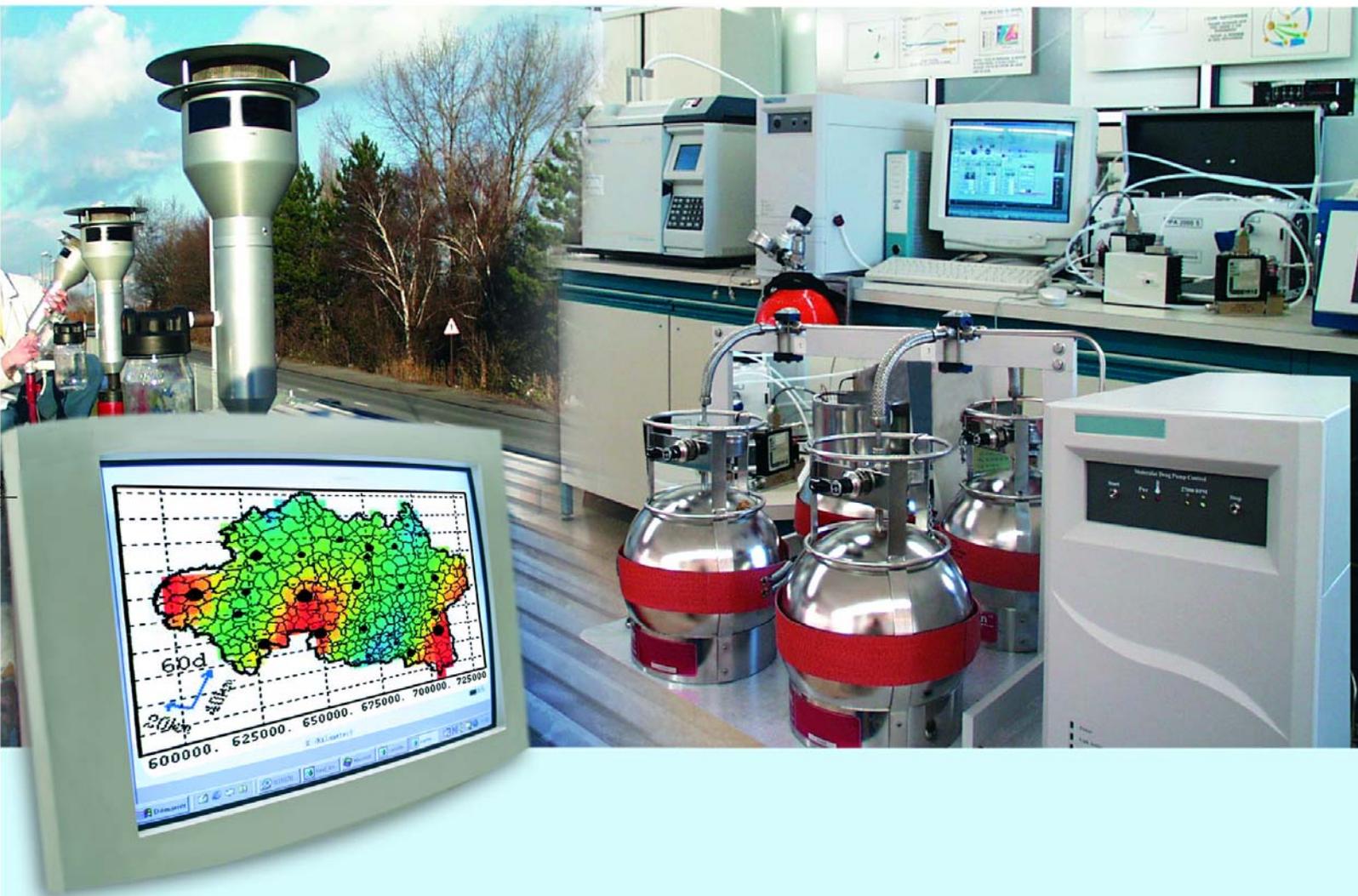




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Etude des performances des appareils de mesure

Retour d'expériences sur le MicroVol

Décembre 2009

Programme 2009

O. FAVEZ





PREAMBULE

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

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement. Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France, coordonné au plan technique par l'ADEME, en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



RETOUR D'EXPERIENCES SUR LE MICROVOL

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Etude des performances des appareils de mesure

Programme financé par la
Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC)

2009

O. FAVEZ, N. BOCQUET, F. GODEFROY, C. MARCHAND (INERIS)

Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air ATMO-Rhône-Alpes

Ce document comporte 16 pages (hors couverture et annexes)

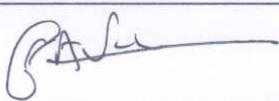
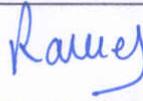
| | Rédaction | Vérification | Approbation |
|---------|---|---|---|
| NOM | O. FAVEZ | E. LEOZ-GARZIANDIA | M. RAMEL |
| Qualité | Ingénieur unité CIME Direction de risques chroniques | Responsable unité CIME Direction de risques chroniques | Responsable LCSQA/INERIS Direction de risques chroniques |
| Visa |  |  |  |

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| RESUME..... | 7 |
| 1. INTRODUCTION | 9 |
| 2. DESCRIPTION DU MICROVOL | 10 |
| 3. RETOUR D'EXPERIENCES DES AASQA..... | 11 |
| 4. REALISATION DE TESTS SUR LA TENUE DU DEBIT | 14 |
| 5. CONCLUSION..... | 15 |
| 6. LISTE DES ANNEXES | 16 |

RESUME

L'étude des performances des appareils de mesure est une mission pérenne du LCSQA/INERIS. Ce rapport 2009 est dédié au préleveur de particules de type MicroVol (distribués en France par Ecomesure).

Les PM (PM_{10} et $PM_{2.5}$) occupant aujourd'hui une place prioritaire dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, la mesure indicative de ces polluants constitue un réel besoin. Parmi les outils potentiellement intéressants pour réaliser ce type de mesure, l'échantillonneur de PM de type MicroVol présente un certain nombre d'avantages: bas prix, léger et peu encombrant, pouvant être installé directement à l'extérieur, et permettant de réaliser en plus de la pesée des filtres, des analyses chimiques des particules prélevées.

Ce rapport permet de réaliser un premier bilan de l'utilisation, assez limitée, de cet instrument par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), et de présenter des tests réalisés à l'INERIS sur la tenue du débit.

Outre les avantages cités plus haut, sa facilité d'utilisation et son faible bruit sont mis avant. Par ailleurs, les premiers tests réalisés par les AASQA indiquent généralement une bonne corrélation entre les mesures gravimétriques réalisées à l'aide de ce préleveur et les mesures par TEOM-FDMS. L'utilisation du MicroVol pour l'étude de variations relatives des PM en air ambiant semble donc envisageable.

Néanmoins, en raison de son faible débit (3 L/min pour les PM_{10}), l'échantillonnage par MicroVol doit être réalisé sur une période relativement longue (quelques jours), ce qui implique une alimentation sur secteur, par le biais de panneaux solaires, ou d'une autre batterie que celle proposée avec l'instrument. La durée de l'échantillonnage semble également être à l'origine d'une perte, par re-volatilisation, d'espèces semi-volatiles au cours du prélèvement.

Parmi les optimisations envisageables, le montage en aval de la tête de coupure d'un collecteur d'eau permettrait de protéger le débitmètre (très sensible à l'humidité); et la mise en place de supports spécifiques semble nécessaire à l'installation sécurisée de l'instrument en extérieur.

Un autre point important est la faible résistance de l'instrument aux basses températures, ATMO-Rhône-Alpes ayant constaté plusieurs problèmes techniques durant les prélèvements hivernaux.

Enfin, en vue de la réalisation d'études de cartographie, le prélèvement simultané de PM sur filtres et de composés gazeux sur cartouches apparaît comme envisageable, l'ajout d'une cartouche en aval du porte-filtre, tel que développé à l'INERIS, n'entraînant pas de perte de charge rédhibitoire au bon fonctionnement de l'instrument (pour une utilisation aux alentours de 20°C).

1. INTRODUCTION

L'étude des performances des appareils de mesure est une mission pérenne du LCSQA/INERIS consistant à évaluer des instruments de mesure de polluants atmosphériques, afin de :

- permettre aux utilisateurs d'analyseurs automatiques ou de préleveurs de disposer des éléments nécessaires pour assurer et optimiser la qualité des mesures,
- s'assurer que les appareils répondent aux exigences des Directives en matière d'incertitude,
- proposer, le cas échéant, des améliorations des normes pour qu'elles soient en phase avec leur utilisation en routine.

Dans le cadre des travaux du LCSQA 2009, il était proposé de procéder à l'évaluation des analyseurs d'ozone miniaturisés fabriqués par 2B Technologies, ainsi que de réaliser un bilan de l'utilisation de préleveurs de particules portables bas-débit de type MicroVol. En raison notamment d'une livraison tardive des instruments ainsi que de problèmes techniques sur les instruments, les analyseurs d'ozone miniaturisés n'ont pu être évalués en 2009. Ce travail est reporté à 2010 et sera réalisé en parallèle de l'évaluation des analyseurs de NO_x fabriqués par le même constructeur. Ce rapport 2009 est donc dédié au préleveur de type MicroVol.

Les PM (PM₁₀ et PM_{2,5}) sont des polluants occupant une place prioritaire dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, en particulier avec la nouvelle directive intégrée. De manière complémentaire à la mesure fixe (au sens de la directive unifiée), la mesure indicative des concentrations massiques de PM en air ambiant constitue un réel besoin avec le développement récent de la cartographie, mais aussi en termes d'exposition des personnes ou de surveillance de sites industriels.

Une première étude sur la mesure indicative des particules, par méthodes optiques, réalisée par le LCSQA en 2006, avait notamment permis un bilan sur ce type d'outils, en particulier ceux adaptés à une utilisation en air ambiant. A ces outils s'ajoute un préleveur portable bas-débit, le MicroVol, distribué en France par Ecomesure, faisant appel à la gravimétrie.

Cet échantillonneur de PM sur filtre présente un certain nombre d'avantages : bas prix, fonctionnement sur batterie 12V, léger et peu encombrant, pouvant être installé directement à l'extérieur, et permettant de réaliser en plus de la pesée des filtres, des analyses chimiques des particules prélevées. Ainsi, cet outil a déjà été acquis par plusieurs Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air (AASQA), afin notamment de réaliser des études de cartographie de PM.

Dans ce rapport, après une brève description du MicroVol, un retour d'expériences est réalisé sur l'utilisation de cet instrument par les AASQA. Des tests réalisés à l'INERIS sur la tenue de débit sont ensuite présentés.

2. DESCRIPTION DU MICROVOL

Le MicroVol est un préleveur de particules bas-débit (de 1 à 4,5 L/min) fabriqué par la société Ecotech et distribué en France par Ecomesure, à un coût d'environ 3 k€. Il peut être alimenté sur batterie (autonomie de 48 heures), ou en permanence sur le secteur, sur allume-cigare (12 volts continus) ou par le biais de panneaux solaires. Le boîtier de contrôle, en aluminium et de forme cylindrique, est de faible dimension (diamètre : 17cm, hauteur: 30cm). Il regroupe les composants nécessaires à l'échantillonnage (pompe, régulation de débit, programmateur, acquisition de données) à l'exception des médias de collection et de la tête d'échantillonnage. Cette dernière peut correspondre à trois types de sélecteurs d'entrée: une tête « poussière totale », un impacteur PM₁₀, ou un impacteur PM_{2.5}.

Le support d'échantillonnage correspond à un porte-filtre de diamètre 47mm ou à un « filter-pack » à deux étages.

Les paramètres suivants peuvent être programmés:

- date et heure de début d'échantillonnage
- durée de l'échantillonnage
- répétition de l'échantillonnage

En équipant le MicroVol d'une sonde météo, il est également possible de programmer l'échantillonnage conditionnel selon la direction et la vitesse du vent.

Ce préleveur de particules dispose d'une mémoire interne pouvant être parcourue à l'écran ou bien déchargée par RS232 ou par modem. A la fin de l'échantillonnage, le MicroVol mémorise la date de début et de fin d'échantillonnage, le volume échantillonné, les valeurs moyennes de température et de pression pendant la durée de l'échantillonnage. Les moyennes des paramètres suivants peuvent également être mémorisées:

- vitesse et direction du vent (si la sonde météo est installée)
- pluviométrie (si le pluviomètre est installé)

La capacité totale de la mémoire interne est de 150 moyennes pour chacun des paramètres, la période de moyennage étant programmable.

Photographie du MicroVol
(sans batterie ni support)



3. RETOUR D'EXPERIENCES DES AASQA

A ce jour, l'utilisation du MicroVol par les AASQA est en réalité assez limitée. En effet, à la fin de l'année 2009, seulement trois associations disposaient de ce type de préleveur.

Parmi elles, Airlor (Lorraine) et l'ASPA (Alsace) n'ont pas suffisamment de recul sur l'utilisation du MicroVol pour émettre un avis détaillé sur ses avantages et inconvénients. Les personnes en charge de cet instrument au sein de ces deux associations émettent néanmoins les réserves suivantes:

- les faibles débits de fonctionnement ne permettent pas l'échantillonnage en air ambiant sur des pas de temps courts,
- l'instrument est très léger et doit être solidement attaché pour des mesures en extérieur,
- si le MicroVol est alimenté sur le secteur, le boîtier d'alimentation est situé à l'extérieur de l'instrument, et donc soumis aux intempéries,
- le porte-filtre étant situé directement en dessous de la tête de prélèvement (et non à l'intérieur du boîtier de contrôle), se pose la question de son étanchéité (ainsi que celle de la tête de coupure) notamment en cas de dépôt de neige sur l'ensemble tête de coupure - porte-filtre.

Par ailleurs, dans l'optique d'une possible utilisation du MicroVol pour des études en air intérieur, ATMO-PACA a effectué un test sur une période d'environ un mois (instrument en prêt). Deux prélèvements de PM₁₀ ont notamment été effectués sur le site de Marseille Cinq Avenues (site urbain) en été. Chacun de ces prélèvements s'étalait sur environ une semaine. Les mesures gravimétriques réalisées sur les filtres échantillonnés sont en relativement bon accord avec les mesures TEOM-FDMS effectuées en parallèle sur le même site. A l'issue de ces tests, ATMO-PACA se dit cependant assez sceptique sur l'intérêt de l'utilisation du MicroVol en air ambiant, notamment en raison de l'impossibilité de réaliser des prélèvements séquentiels.

L'association possédant la plus grande expérience sur le MicroVol est ATMO-Rhône-Alpes. Ce groupement d'AASQA, qui dispose d'une quarantaine de préleveurs de ce type, a procédé à une vaste campagne d'échantillonnage en 2008/2009, dans le but d'effectuer une cartographie des PM en région Rhône-Alpes et de comparer les résultats aux sorties de modèles.

Les MicroVol utilisés étaient disséminés sur l'ensemble du territoire couvert par ATMO-Rhône-Alpes, aussi bien sur des sites urbains que sur des sites ruraux. Les prélèvements étaient réalisés sur des filtres Zefluor PTFE de porosité 2 µm, en continu pendant une semaine. Afin de faciliter l'échange de filtres, deux ensembles tête de coupure- porte-filtre étaient disponibles pour chaque instrument. Les préleveurs étaient équipés une semaine avec une tête de prélèvement PM₁₀ et la semaine suivante avec une tête de prélèvement PM_{2.5}. L'ensemble des filtres a été pesé avant et après le prélèvement des particules atmosphériques. Sur quelques sites, l'échantillonnage à l'aide du MicroVol était réalisé en parallèle de mesures TEOM et TEOM-FDMS.

Un résultat marquant de cet exercice d'inter-comparaison est l'observation quasi-systématique d'une concentration massique de PM_{10} obtenue à l'aide du MicroVol inférieure à la mesure moyenne par TEOM-FDMS et supérieure à la mesure moyenne par TEOM (chauffé à 50°C). La figure 1 permet d'illustrer ce phénomène sur un site en particulier. Ces résultats suggèrent qu'une part relativement importante (~15% en moyenne ici) des PM échappe aux prélèvements par MicroVol, et que cette fraction non-échantillonnée est composée d'espèces semi-volatiles. En effet, le TEOM-FDMS est conçu pour tenir compte de ces espèces, alors que le TEOM seul les sous-estime très fortement. Cette hypothèse est en accord avec une perte, par re-volatilisation, d'espèces semi-volatiles au cours du prélèvement de longue durée (une semaine) correspondant à des variations de température relativement importantes, et/ou une sous-estimation de la quantité d'eau adsorbée sur les particules (les pesées étant réalisées à une humidité relative globalement plus faible que celle préconisée par les normes EN12341 et En 14907). Néanmoins, aucune relation évidente n'a, à ce jour, pu être observée entre les conditions climatiques et les écarts entre les mesures gravimétriques à l'aide de MicroVol et les mesures par TEOM-FDMS. Il ne semble pas non plus exister de relation évidente avec le type de site. En outre, ces résultats ne sont pas aussi concluants pour les $PM_{2.5}$ étant donné que sur le même site, seulement 40% des concentrations massiques des $PM_{2.5}$ vérifient ce résultat.

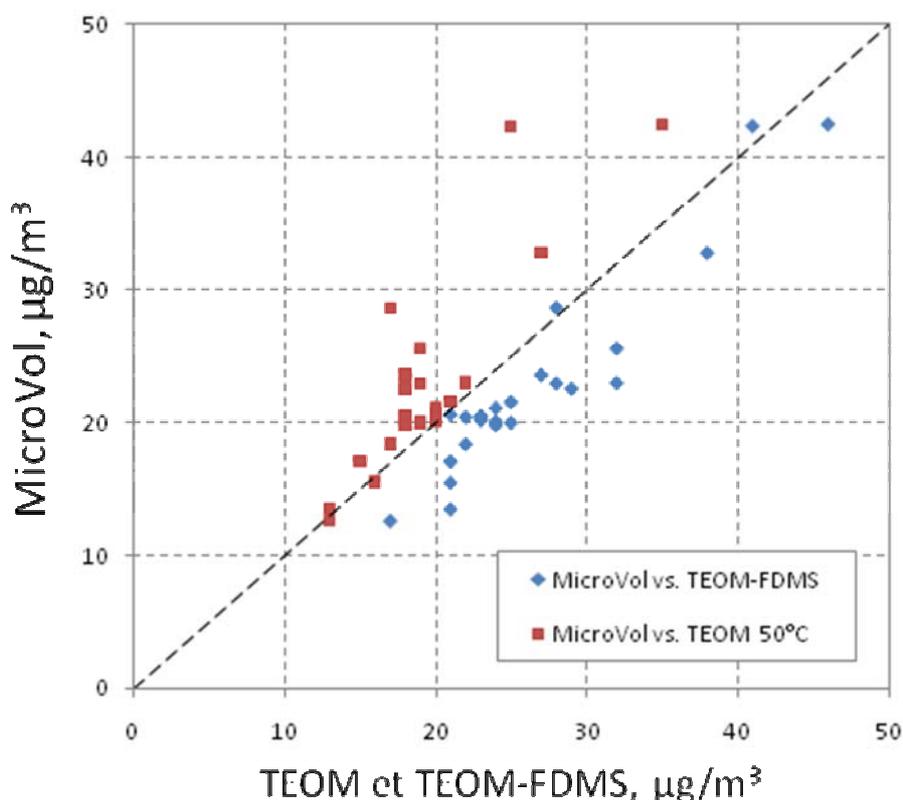


Figure 1 : Comparaison de mesures gravimétriques obtenues à l'aide du MicroVol et de mesures par TEOM et TEOM-FDMS (données PM_{10} obtenues par ATMO-Rhône-Alpes sur un site de fond urbain)

Il est à noter que la corrélation entre les mesures gravimétriques à l'aide de MicroVol et les mesures par TEOM-FDMS est à première vue satisfaisante (coefficient de corrélation de 0.87 pour l'exemple présenté sur la figure 1). A ce titre, l'utilisation de MicroVol pour l'étude de variations relatives des PM en air ambiant semble envisageable.

Outre le coût relativement peu élevé de cet instrument, les principaux avantages mis en avant par ATMO-Rhône-Alpes sont le faible bruit généré par la pompe et sa simplicité d'utilisation.

Concernant la mise en œuvre du MicroVol, il est à noter que la batterie proposée en option n'ayant qu'une autonomie de 48 heures, les prélèvements s'étalant sur une semaine nécessitent une alimentation sur secteur ou sur un autre type de batterie. Par ailleurs, pour une meilleure fixation de l'instrument, notamment en hauteur, ATMO-Rhône-Alpes a procédé à la réalisation de supports spécifiques.

Le composant le plus fragile du MicroVol semble être le débitmètre. Environ 20% des instruments mis en œuvre par ATMO-Rhône-Alpes sur une année ont en effet connu une panne liée à cet élément. Ce problème pourrait être dû essentiellement à la sensibilité de ce débitmètre à l'humidité. Pour résoudre ce problème, la société Ecomesure propose l'installation, en aval de la tête de coupure, d'un réceptacle du même type que celui monté sur les têtes des TEOM, permettant la capture des gouttes d'eau.

Enfin, un obstacle majeur à l'utilisation du MicroVol en extérieur est sans doute sa faible résistance aux basses températures. Le constructeur indique une température d'utilisation supérieure à 0°C. ATMO-Rhône-Alpes a rencontré de nombreux problèmes au cours de sa campagne d'échantillonnage et plus particulièrement durant les campagnes de mesures hivernales. En particulier, il semble que des températures négatives aient été à l'origine d'arrêts de la pompe et des problèmes de colmatage de filtres, qui peuvent être soumis au gel. En outre, Il est également à noter qu'un nombre non négligeable (environ 5%) des filtres prélevés présentaient des masses finales plus faibles que les masses initiales.

En raison des différents problèmes exposés ci-dessus, l'ensemble des mesures gravimétriques réalisées par ATMO-Rhône-Alpes est encore en cours de validation et n'a pu être comparée que très sommairement aux travaux de modélisation. ATMO-Rhône-Alpes se dit toutefois relativement optimiste quant à l'intérêt de ce type de mesures dans le cadre de la réalisation de cartographie de PM. Un rapport détaillé de ces tests sera rédigé par Atmo-Rhône-Alpes au cours de l'année 2010.

4. REALISATION DE TESTS SUR LA TENUE DU DEBIT

En parallèle d'une étude sur les pesticides dans l'air intérieur¹, une série de tests sur la tenue du débit du MicroVol a été réalisée au sein du LCSQA/INERIS en 2009. Ces tests ont consisté à placer une cartouche de piégeage de composés organiques volatiles (COVs) en aval du porte-filtre et à vérifier la régularité du débit du préleveur pour différentes durées (2 et 7 jours). Ils ont donc permis de tester les performances de la pompe lorsque celle-ci est soumise à un travail plus important que dans ses conditions d'utilisation usuelle.

Pour ce faire, deux préleveurs de type MicroVol, équipés d'une tête PM₁₀, d'un filtre en fibre de quartz et d'une cartouche Supelco (ORBO 1500), ont été mis en fonctionnement dans un hangar (à une température d'environ 20°C). Les cartouches étaient remplies de mousse de polyuréthane (PUF) et de résine Amberlite (XAD-2). Afin d'insérer ces cartouches entre le porte-filtre et le boîtier de commande, un dispositif d'adaptation en verre présenté ci-dessous a été développé :

Photographie du dispositif utilisé pour insérer une cartouche de piégeage (de type ORBO 1500, Supelco) en aval du porte-filtre.



Un exemple des résultats obtenus avec ce dispositif est présenté sur la figure 2. Sur cette figure, on constate que les variations de débits sont largement inférieures à 1% sur une période de prélèvement de 7 jours.

¹ Appui technique dans le cadre du programme mis en œuvre par Atmo Nord-Pas de Calais sur les pesticides dans l'air des logements situés en zone agricole : étude de dispositif de prélèvement actif (rapport INERIS-DRC-09-99755-15672A). Etude cofinancée ADEME Nord Pas-de-Calais et MEEDDM.

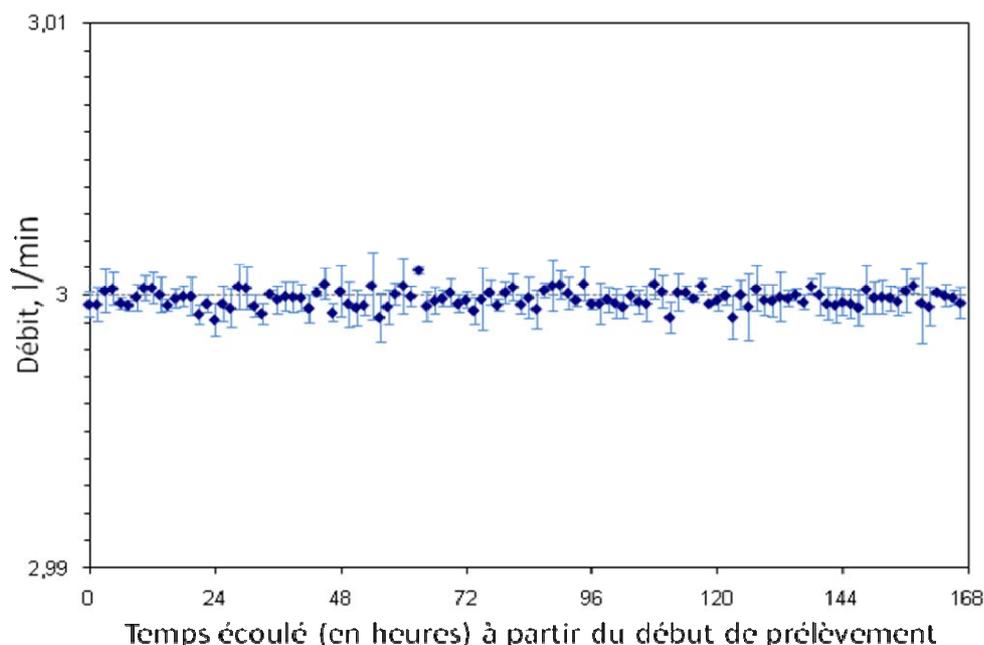


Figure 2 : Débit moyen et écart-type pour une série de 4 prélèvements de 7 jours

Des résultats similaires ont été obtenus pour l'ensemble des tests réalisés, permettant de conclure à une bonne stabilité du débit du MicroVol malgré l'ajout d'une cartouche de piégeage des COVs.

Ces résultats sont particulièrement intéressants car ils semblent indiquer que des études de cartographie simultanées de PM et de composés gazeux paraît envisageable avec le MicroVol. Néanmoins, des tests similaires mais réalisés en extérieur sont nécessaires afin de pouvoir statuer sur ce point. Des tests supplémentaires sont également nécessaires afin de statuer sur l'applicabilité de ce dispositif pour d'autres polluants atmosphériques d'intérêts.

Il est également précisé ici que la bonne tenue du débit ainsi que la validité des prélèvements sont bien entendu conditionnées à la non-saturation du filtre (et/ou de la cartouche). En cas de colmatage du filtre, le débit chute et un message d'erreur est enregistré. Des tests réalisés par ATMO-Rhône-Alpes avec des filtres Zefluor PTFE de porosité 2 μm indiquent un risque de colmatage de ces filtres pour une masse totale de PM_{10} de l'ordre de 2 mg, ce qui équivaut à un prélèvement de 7 jours à une concentration moyenne en PM_{10} de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5. CONCLUSION

Le retour d'expériences présenté ici permet de mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation du MicroVol dans le cadre de mesures indicatives visant à étudier les variations relatives de concentrations de PM en air ambiant. En effet, bien que les concentrations obtenues à l'aide de cet instrument soient globalement inférieures à celles obtenues par TEOM-FDMS, il existe une corrélation assez satisfaisante entre ces deux types de mesures.

L'utilisation de ce préleveur sur une année entière par ATMO-Rhône-Alpes ainsi que les tests sur la tenue de débit réalisés par le LCSQA/INERIS indiquent une bonne performance de la pompe.

Le MicroVol présente plusieurs avantages dans le cadre de cartographies de PM. Son faible coût (de l'ordre de 2,5 K€ sans la batterie) permet la réalisation de prélèvements en parallèle sur plusieurs sites. Sa petite taille et le faible bruit qu'il génère autorisent son installation sur le terrain de particuliers (pour des mesures en zone rurale notamment). La collection de PM sur filtre permet non-seulement une estimation des concentrations massiques mais également la réalisation d'une spéciation chimique. Pour cette dernière application, le choix des filtres utilisés doit, bien entendu, être dicté par le type d'analyse envisagée. L'analyse de la fraction carbonée des particules se fera par exemple à l'aide de filtres en fibre de quartz. En outre, la cartographie simultanée de PM et de composés gazeux, à l'aide notamment de cartouches de type ORBO placées en aval du filtre, paraît également envisageable avec ce préleveur.

Néanmoins, le MicroVol étant initialement conçu pour l'échantillonnage en air intérieur, plusieurs problèmes se posent lors de son utilisation en extérieur. Tout d'abord, en raison de son faible débit, le prélèvement doit être réalisé sur une période relativement longue (quelques jours), ce qui implique une alimentation sur secteur, par le biais de panneaux solaires, ou d'une autre batterie que celle proposée avec l'instrument. La durée de l'échantillonnage semble également être à l'origine d'une perte, par re-volatilisation, d'espèces semi-volatiles au cours du prélèvement. Il convient également d'être attentif aux éventuels problèmes de saturation du filtre pour des échantillons collectés lors d'épisodes de pollution relativement longs.

Un autre facteur de disfonctionnement important est la sensibilité du débitmètre à l'humidité. Le montage en aval de la tête de coupure d'un collecteur d'eau, du même type que celui monté sur les têtes des TEOM, semble constituer une solution à ce problème.

Enfin, en regard des tests réalisés par ATMO-Rhône-Alpes en période hivernale, de fortes réserves sont émises quant à l'utilisation du MicroVol pour des températures inférieures à 5°C.

La réalisation de retour d'expériences et de tests sur le MicroVol sera poursuivie par l'INERIS dans le cadre des travaux LCSQA 2010.

6. LISTE DES ANNEXES

| Repère | Désignation | Nombre de pages |
|---------------|--------------------------------|------------------------|
| Annexe I | Fiche LCSQA relative à l'étude | 4 |

Annexe I

Fiche LCSQA relative à l'étude

THEME 2 : Métrologie / Etude des performances des appareils de mesure

ETUDE N° 2/1 : ETUDE DES PERFORMANCES DES APPAREILS DE MESURE

Responsable de l'étude : INERIS

Objectif

L'objectif de cette étude est de poursuivre les travaux relatifs à l'évaluation des instruments de mesure de polluants atmosphériques, afin de

- permettre aux utilisateurs d'analyseurs automatiques ou de préleveurs de disposer des éléments nécessaires pour assurer et optimiser la qualité des mesures
- s'assurer que les appareils répondent aux exigences des Directives en matière d'incertitude
- proposer, le cas échéant, des améliorations des normes pour qu'elles soient en phase avec leur utilisation en routine

Contexte et travaux antérieurs

Evolution dans le temps des performances des analyseurs

Les évaluations d'analyseurs effectuées dans le cadre des travaux du LCSQA ont montré que certaines caractéristiques de performance des analyseurs ont un impact significatif sur la justesse de la mesure et sur l'incertitude associée aux résultats de mesure. C'est le cas de la sensibilité aux paramètres d'influence (en particulier température ambiante et interférents). **Cette influence est déterminée lors de la mise en œuvre d'essais d'approbation de type, mais est susceptible de se dégrader dans le temps.**

L'objectif initial de l'étude pluriannuelle "Evolution dans le temps des performances des analyseurs" était de réaliser un suivi de ces caractéristiques sur des analyseurs fonctionnant en station, afin d'évaluer les dérives des coefficients de sensibilité et leur impact sur les écarts et sur l'incertitude de mesure. **Ces résultats devaient, en particulier, permettre de définir si ces paramètres peuvent constituer des indicateurs de renouvellement des appareils.**

Il a été décidé d'effectuer cette étude sur des analyseurs d'ozone et de NO_x, selon le planning suivant :

- 2007 : analyseurs d'O₃ année 1 (réalisé)
- 2008 : analyseurs de NO_x année 1 (réalisé)
- 2009 : analyseurs d'O₃ année 3,
- 2010 : analyseurs de NO_x année 3.

Afin d'optimiser l'utilisation des résultats des tests, le premier volet de l'étude (année 1 pour l'ozone et les NOx) a été couplé à l'étude des Variations des caractéristiques de performance des analyseurs en fonction de la concentration d'essais. **L'objectif était de vérifier si les tests de performance des analyseurs à 2 niveaux de concentration en mesurande (i.e. conformément aux normes en vigueur) sont suffisants pour l'établissement des budgets d'incertitude.**

Les résultats concernant l'ozone montrent clairement que si les caractéristiques de performances des analyseurs évoluent dans le temps, elles ne pourront pas être reliées directement à l'âge des analyseurs. Il sera donc très difficile d'observer une évolution de ces caractéristiques dans le temps. En revanche, des comportements non linéaires ont été observés lors de l'étude des facteurs de sensibilité à des concentrations intermédiaires en mesurande.

Il est donc proposé de ne pas donner suite à l'étude telle que présentée en 2007 et 2008, et de réviser les objectifs en fonction des résultats déjà obtenus, qui font apparaître des besoins d'essais complémentaires, afin :

- de faire évoluer les procédures d'approbation de type et conduire ainsi à une amélioration des budgets d'incertitude (dans le cadre des prochaines révisions des normes CEN),
- de quantifier certains facteurs d'influences mis en évidence et établir des préconisations d'utilisation de ces analyseurs : influence de la température autour de 20°C et influence de l'humidité en cas de forte humidité (temps de retour à l'équilibre).

Compte tenu des priorités identifiées pour 2009, ces essais complémentaires sont différés en 2010.

Travaux proposés en 2009

1/ Estimation des caractéristiques de performance des analyseurs d'ozone et NOx miniaturisés commercialisés par "2B Technologies"

De nouveaux analyseurs d'ozone et de NOx miniaturisés et à bas prix, basés sur une technique similaire à la méthode de référence, sont disponibles sur le marché. Ces analyseurs, fabriqués aux USA par l'entreprise "2B Technologies" ne bénéficient pas d'une approbation par type conforme aux normes en vigueur pour la mesure fixe dans le cadre de l'application de la directive européenne. Toutefois, ces analyseurs présentent un certain nombre d'avantages : bas prix, fonctionnement sur batterie 12V, légers et peu encombrants... Ces analyseurs semblent donc pouvoir répondre a minima à des besoins en mesure indicative.

Il est donc proposé de réaliser une série de tests en laboratoire de ce type d'appareils. Ces tests sont basés sur les tests d'approbation de type. Toutefois, l'étude se limitera aux paramètres d'influence a priori les plus sensibles en cas d'utilisation du type mesure indicative.

Ainsi, il est proposé l'étude selon la norme de l'influence de la température, de la tension d'entrée et de l'humidité, une étude de l'influence de redémarrages intempestifs, et un test de terrain.

Cela permettra :

- de caractériser le fonctionnement et les performances générales de ces analyseurs,
- d'apporter des informations sur l'interfaçage (analogique et numérique) et les possibilités de communication avec l'outil
- d'estimer le budget d'incertitude de ces analyseurs par rapport aux besoins réglementaires pour ce type de mesure.

Au final, des recommandations concernant l'utilisation et les champs d'application de ce nouveau type d'analyseur pourront être émises.

L'étude s'étalera sur 2 ans, avec en 2009 des tests sur les analyseurs d'ozone, dont certaines AASQA sont déjà équipées, et en 2010 des tests sur les analyseurs de NOx.

2/ Méthodes alternatives à la méthode de référence pour la mesure des particules : test et retour d'expérience sur le microvol commercialisé par "Ecomesure"

Les PM (PM₁₀ et PM_{2,5}) sont des polluants occupant une place prioritaire dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, en particulier avec la nouvelle directive intégrée. De manière complémentaire à la mesure fixe (au sens de la directive unifiée), la mesure indicative des concentrations massiques de PM en air ambiant constitue un réel besoin avec le développement récent de la cartographie, mais aussi en termes d'exposition des personnes ou de surveillance de sites industriels.

La mise en œuvre de la mesure de PM selon l'approche de la mesure fixe étant relativement contraignante et coûteuse, l'objectif est de réaliser une étude des méthodes alternatives pour la mesure indicative des particules dans l'air ambiant, complémentaire à celle réalisée pour les applications en air intérieur, et pour laquelle le cahier des charges est sensiblement différent.

Une première étude sur la mesure indicative des particules, par méthodes optiques, réalisée par le LCSQA en 2006, avait notamment permis un bilan sur ce type d'outils, en particulier ceux adaptés à une utilisation en air ambiant. A ces outils s'ajoute un préleveur portable bas-débit, le Microvol, distribué en France par Ecomesure, très proche de la technologie du mini-partisol, faisant appel à la gravimétrie.

Cet échantillonneur de PM sur filtre présente un certain nombre d'avantages : bas prix, fonctionnement sur batterie 12V, léger et peu encombrant, pouvant être installé directement à l'extérieur, et permettant de réaliser en plus de la pesée des filtres, des analyses chimiques des particules prélevées. Ainsi, cet outil a déjà été acquis par plusieurs AASQA (en Rhône-Alpes et en PACA, en particulier) pour des études de cartographie des PM, elles se sont montrées très intéressées par des tests, dès 2009.

Il est proposé ici de réaliser des tests pour :

- Collecter les retours d'expérience auprès des AASQA sur cet outil,
- En fonction de ces retours, compléter la caractérisation du fonctionnement et les performances générales de ces préleveurs (stabilité du débit en fonction du temps, de la température et de la tension d'entrée, intercomparaison avec TEOM-FDMS, bilan sur l'interfaçage (analogique et numérique) et les possibilités de communication avec l'outil).
- Réaliser un premier retour d'expérience sur les études de cartographie PM, en fonction de l'état d'avancement de celles-ci,

Au final, des recommandations concernant l'utilisation et les champs d'application de ce nouveau préleveur pourront être émises. Un objectif est, si possible, de fournir, à partir des retours d'expérience des AASQA et des tests complémentaires, une première estimation de l'incertitude de mesure associée à cette technique, afin de situer les performances de cet outil par rapport à la définition d'une méthode indicative au sens de la directive européenne sur la qualité de l'air ambiant.

Renseignements synthétiques

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|---|---------|--|
| Titre de l'étude | | Etude des performances des appareils de mesure | | |
| Personne responsable de l'étude | | G. Aymoz - N. Bocquet | | |
| Travaux | Pérennes | | | |
| Durée des travaux pluriannuels | | | | |
| Collaboration AASQA | OUI | | | |
| Heures d'ingénieur | EMD : | INERIS : 270 | LNE : - | |
| Heures de technicien | EMD : | INERIS : 330 | LNE : - | |
| Document de sortie attendu | 1 Rapport d'étude | | | |
| Lien avec le tableau de suivi CPT | | | | |
| Matériel acquis pour l'étude | | | | |