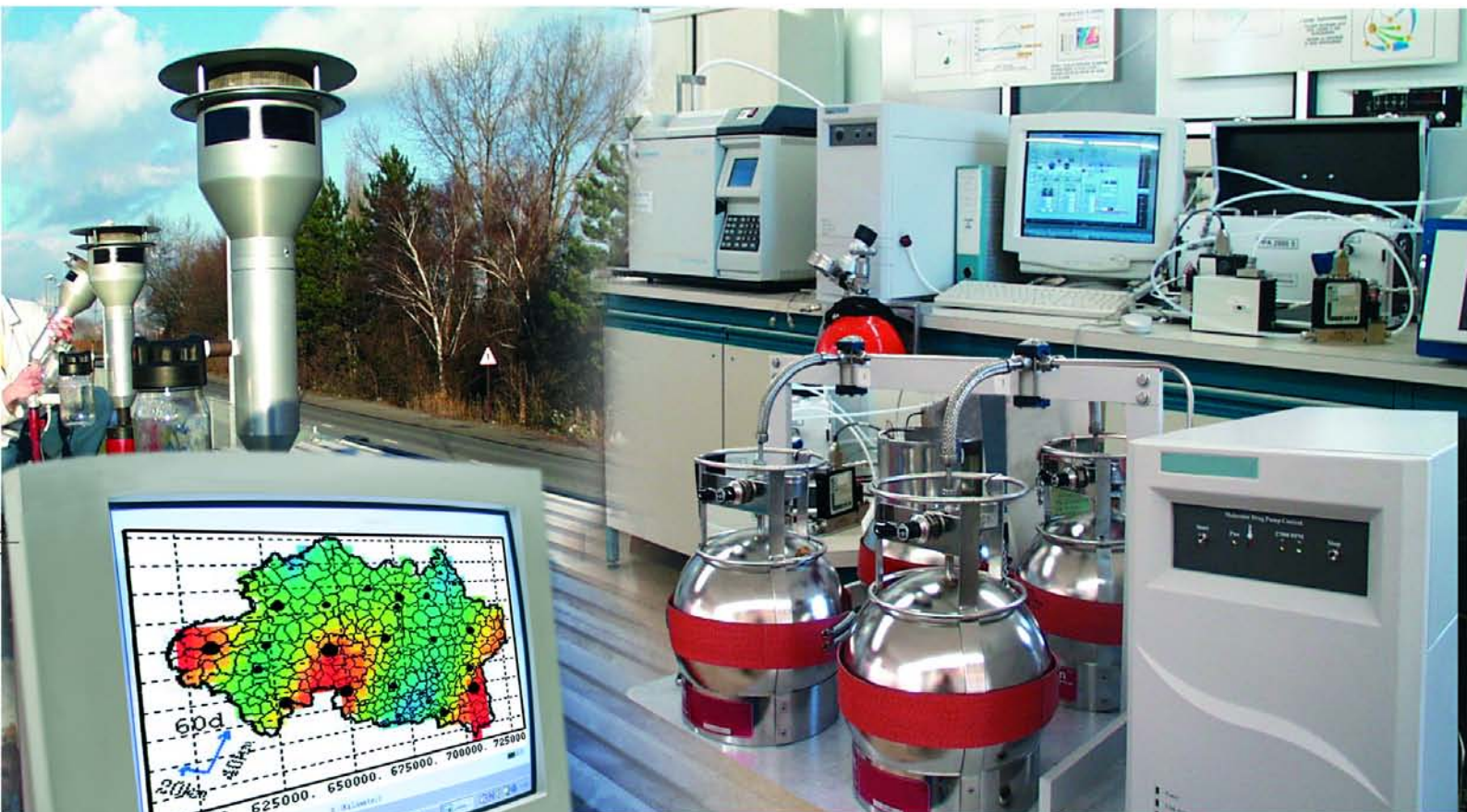




## Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Métrologie des particules  $PM_{10}$  et  $PM_{2.5}$

**Suivi de l'équivalence des appareils de mesure automatique homologués en  $PM_{10}$  - Campagnes 2012 à Douai-Dorignies**

Note du LCSQA

Programme 2012

R. AUJAY, O. FAVEZ





## Suivi de l'équivalence des appareils de mesure automatique homologués en PM<sub>10</sub> – Campagnes 2012 à Douai-Dorignies

Laboratoire Central de Surveillance  
de la Qualité de l'Air

### Métrologie des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>

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

2012

**R. AUJAY & O. FAVEZ (LCSQA/INERIS)**

**B. HERBIN & F. MATHE (LCSQA/EMD)**

**J.Y. SAISON (ATMO Nord Pas de Calais)**

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	R. AUJAY O. FAVEZ	E. LEOZ-GARZIANDIA	N. ALSAC
Qualité	Technicien et ingénieur Direction de risques chroniques	Responsable unité CIME Direction de risques chroniques	Responsable pôle CARA Direction de risques chroniques
Visa			

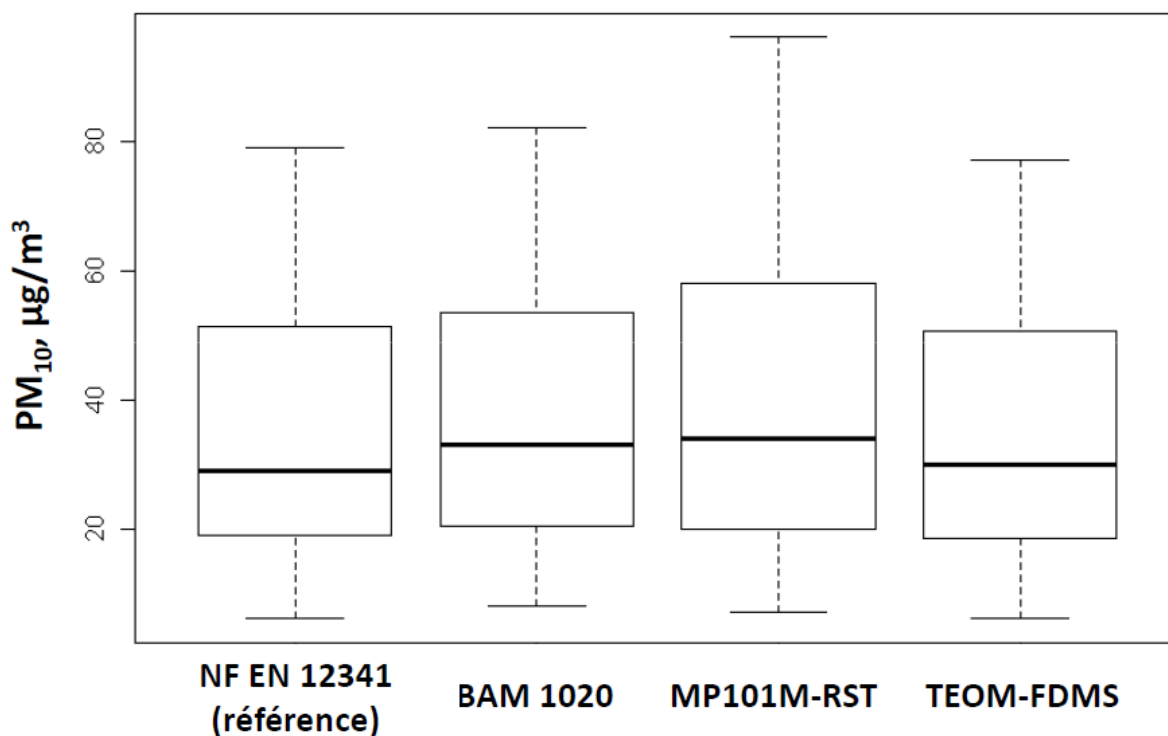


## SYNTHESE

Dans la continuité des travaux 2011, le LCSQA a participé aux essais de comparaison multi-instruments de mesure PM à l'initiative d'ATMO-Nord-Pas de Calais dans la station de l'Ecole des Mines de Douai (EMD), sur le site d'observation de Dorignies.

Cet exercice, réalisé de janvier à avril 2012, a permis de suivre l'équivalence des analyseurs automatiques avec la méthode de référence (gravimétrie). La présente note synthétise les résultats obtenus lors de cette campagne.

Cette étude, réalisée sur la fraction  $PM_{10}$ , confirme le respect du critère de 25% d'incertitude élargie au niveau de la valeur limite pour le TEOM-FDMS et le BAM 1020. En revanche, les résultats obtenus pour cette campagne à Dorignies indiquent une surestimation globale de l'ordre de 20% pour la jauge bêta MP101M-RST, qui présente une incertitude élargie au niveau de la valeur limite supérieure à 30% pour cette série de données.



## CONTEXTE

Les méthodes de référence pour la mesure des concentrations de particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>) définies dans le cadre de la directive européenne 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe sont celles décrites dans les normes NF EN 12341 et NF EN 14907, actuellement en cours de révision et d'unification. Ces méthodes, manuelles, sont onéreuses, difficiles à mettre en œuvre, et ne sont pas adaptées aux besoins d'information rapide du public. Pour ces raisons, la France a décidé d'opter pour une solution instrumentale (mesures par TEOM-FDMS et Jauge Bêta MP101M-RST) permettant la mesure automatique et en temps réel des PM. Récemment, un autre analyseur par atténuation de rayonnement bêta a été homologué par la Commission de suivi « particules » du dispositif national de surveillance pour la mesure automatique et en temps réel des PM, le BAM 1020 (de marque *Met-One* et distribué en France par la société *Envicontrol*).

Conformément à la demande de la Commission Européenne pour un contrôle renforcé de la qualité des mesures réglementaires dans l'air ambiant en Europe, le groupe de travail WG15 du CEN/TC 264 travaille actuellement à la rédaction d'un texte à caractère normatif pour la mesure des PM à l'aide des méthodes automatiques. Ce projet de norme se base notamment sur le suivi en continu de l'équivalence des analyseurs automatiques.

Afin d'anticiper la mise en application de cette future norme, le LCSQA a proposé la réalisation d'une étude visant à vérifier l'équivalence des analyseurs automatiques sur plusieurs sites du dispositif national depuis 2011 (cf. Annexe 1). Cette étude a vocation à être reconduite de façon pérenne en alternance sur quelques sites français représentatifs de la diversité des conditions climatiques et typologiques du dispositif français.

## METHODOLOGIE

**Méthodes automatiques.** Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus lors d'une campagne de mesures réalisées à l'hiver et au printemps (janvier-avril 2012) à Douai-Dorignies (station d'observation de l'Ecole des Mines de Douai), à l'aide<sup>1</sup> :

- d'une jauge bêta BAM 1020 (LCSQA/EMD),
- d'une jauge bêta MP101M-RST avec compteur CPM (LCSQA/EMD),
- de deux analyseurs de particules TEOM-FDMS « ancienne génération » : TEOM 400ab + FDMS 8500c (Atmo Nord Pas de Calais et LCSQA/INERIS),

L'ensemble de ces analyseurs automatiques ont été installés en station climatisée (environ 20°C). Leur bon fonctionnement a été vérifié selon les modes opératoires en vigueur au sein du dispositif national de surveillance. Les jauges bêta ont été équipées de tête de prélèvement PM<sub>10</sub> et ont fonctionné en continu entre le 18 janvier et le 19 avril<sup>2</sup>. En début de campagne, le TEOM-FDMS d'Atmo Nord Pas de Calais a été installé en PM<sub>10</sub> et celui du LCSQA/INERIS en PM<sub>2.5</sub>.

---

<sup>1</sup> D'autres appareils, notamment indicateurs optiques, ont également été mis en œuvre. Ne faisant pas partie de la liste des appareils homologués par la Commission de suivi « particules » étudiés ici, leurs résultats feront l'objet d'un traitement ultérieur.

<sup>2</sup> Les quelques données manquantes sont dues à un problème technique sur la centralisation d'acquisition des données.



Les deux TEOM-FDMS ont été soumis à un test de blanc d'instrument entre le 8 et le 12 mars (cf. Annexe 2). Après ces tests, le TEOM-FDMS d'Atmo Nord Pas de Calais a été brièvement installé en PM<sub>2.5</sub> et celui du LCSQA en PM<sub>10</sub> (jusqu'au 17 avril).

**Méthode de référence.** Les prélèvements sur filtre et mesures gravimétriques ont été réalisés par l'INERIS selon les normes NF EN 12341 et 14907 en vigueur respectivement pour les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>, ainsi que dans l'esprit du document normatif en préparation visant à réviser et unifier ces deux normes. Ces prélèvements ont été effectués à un débit de 2,3m<sup>3</sup>/h sur filtres en PTFE (de type Teflo, porosité 2µm et de marque PALL), à l'aide d'un préleveur séquentiel de marque *FAI* et de type *Hydra dual sampler* installé en extérieur au sein d'une cabine climatisée, permettant le stockage des filtres échantillonnés à une température inférieure à 20°C. L'utilisation de cet instrument, homologué pour la mesure de référence des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> et possédant deux lignes de prélèvements fonctionnant en parallèle, a permis la collecte de ces deux fractions granulométriques à l'aide d'un seul instrument entre le 17 janvier et le 27 mars. Seuls les prélèvements en PM<sub>10</sub> ont ensuite été poursuivis jusqu'au 19 avril.

**Traitement des données :** Au total, 86 paires de données valides PM<sub>10</sub> ont pu être obtenues pour la vérification de l'équivalence du TEOM-FDMS à la méthode de référence : 50 pour le TEOM-FDMS installé par Atmo Nord Pas de Calais entre le 17 janvier et le 7 mars et 36 pour le TEOM-FDMS installé par le LCSQA entre le 13 mars et le 17 avril respectivement. Pour les jauges bêta, 90 et 84 paires de données valides ont pu être obtenues sur l'ensemble de la campagne pour la vérification de l'équivalence en PM<sub>10</sub> pour la MP101-RST et pour le BAM 1020 respectivement. L'ensemble de ces mesures automatiques ont été comparées aux mesures de référence à l'aide de régressions linéaires orthogonales selon les recommandations du groupe de travail WG15 du CEN/TC 264 (cf. Spécification Technique sur les méthodes automatiques de mesure de PM, en cours d'élaboration) et en utilisant le protocole de traitement de données élaboré par le RIVM en complément du guide Européen de démonstration d'équivalence<sup>3</sup>.

Concernant les PM<sub>2.5</sub>, 48 paires de données valides ont pu être obtenues entre le 17 janvier et le 7 mars à l'aide du TEOM-FDMS installé par le LCSQA. Les résultats de ces tests sont présentés en Annexe 3.

La figure 2 présente les variations temporelles des concentrations journalières en PM<sub>10</sub> mesurées lors de la campagne. Une vingtaine de dépassements du seuil journalier de 50µg/m<sup>3</sup> ont été enregistrés sur la période d'étude, en particulier aux alentours de la première quinzaine de février puis lors d'une série d'épisodes compris entre début mars et début avril. Les résultats de spéciation chimique réalisée sur des filtres prélevés simultanément sur un site de fond urbain à proximité (station de Lens) dans le cadre du programme CARA du LCSQA indiquent une influence majeure de la fraction organique provenant notamment du chauffage au bois lors des pics de PM du mois de février puis de la fraction inorganique secondaire (dont nitrate d'ammonium) lors des premiers pics printaniers.

---

<sup>3</sup> Disponibles sur le site: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/assessment.htm>

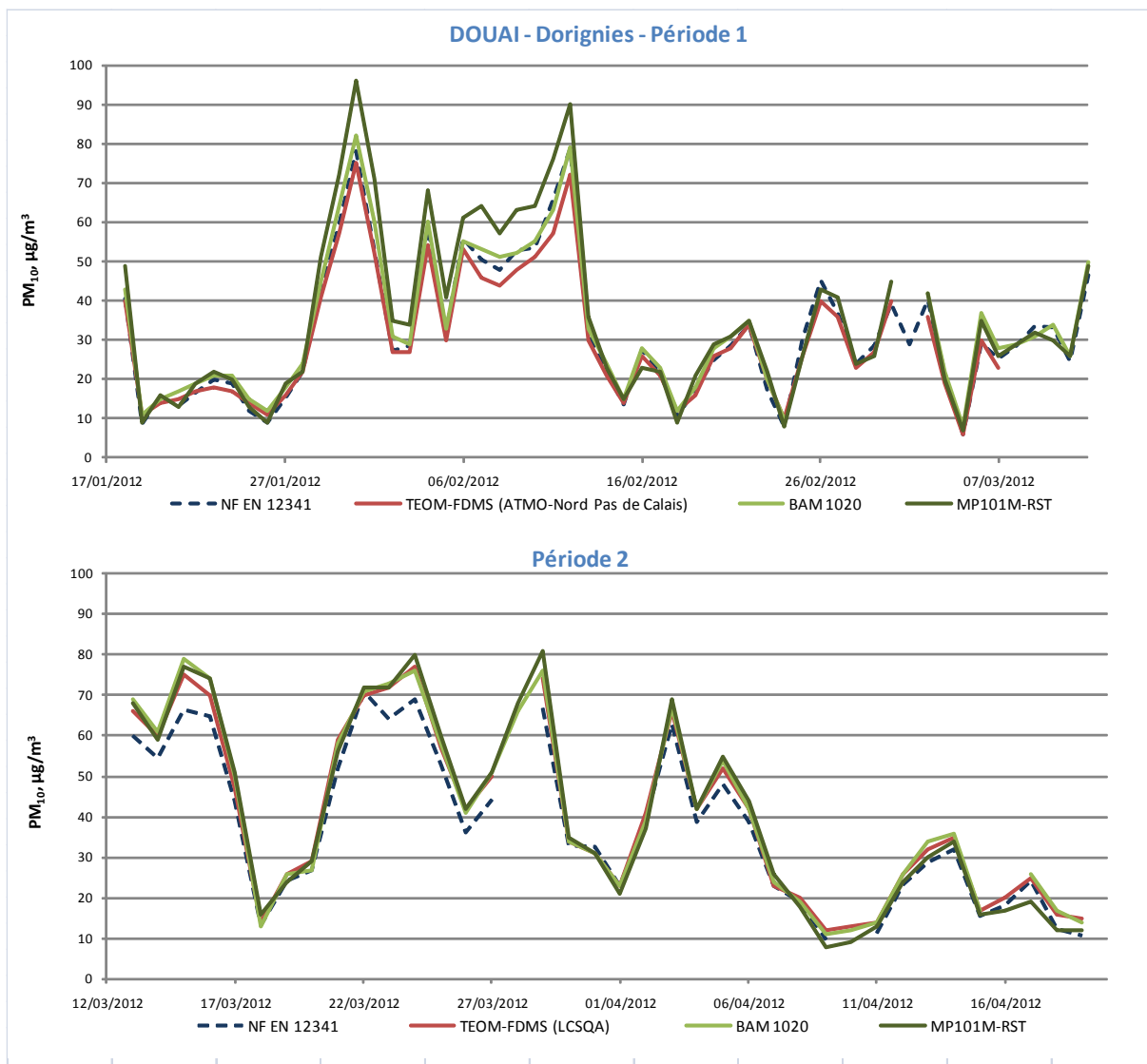


Figure 2 : suivi temporel des concentrations journalières en PM10

### SUIVI DE L'ÉQUIVALENCE DU TEOM-FDMS (1400ab + 8500c)

Les régressions linéaires orthogonales obtenues pour le suivi de l'équivalence du TEOM-FDMS en PM<sub>10</sub> sont présentées sur la figure 3.

Le premier graphique correspond aux résultats obtenus par le TEOM-FDMS installé par Atmo Nord Pas de Calais dans la première partie de l'étude. Le second graphique correspond aux résultats obtenus par le TEOM-FDMS installé par le LCSQA/INERIS dans la seconde partie de l'étude.



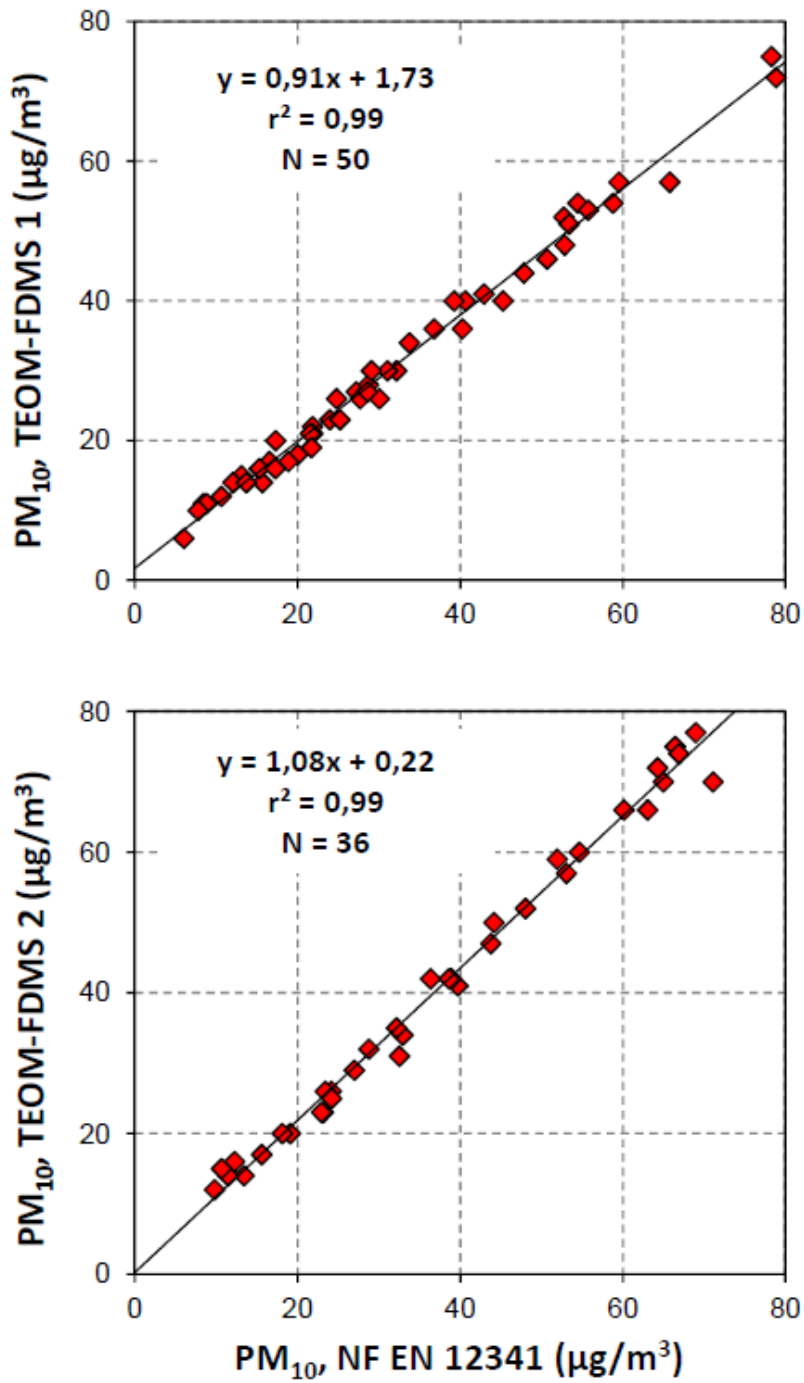


Figure 3 : Comparaison des mesures par TEOM-FDMS à la méthode de référence.

Les deux TEOM-FDMS donnent des résultats globalement satisfaisants par rapport à la méthode de référence, avec des coefficients de corrélation de 0,99.

Pour la première partie de l'étude, la régression linéaire orthogonale entre le TEOM-FDMS d'Atmo Nord Pas de Calais et la mesure de référence indique une pente de 0,91 et une ordonnée à l'origine inférieure à 2 (1,73).

Pour la seconde partie de l'étude, la régression linéaire orthogonale entre le TEOM-FDMS du LCSQA et la mesure de référence indique une pente de 1,08 et une ordonnée à l'origine légèrement positive (0,22).

On constate ainsi une différence de comportement entre les deux TEOM-FDMS utilisés successivement, celui installé par Atmo Nord Pas de Calais ayant tendance à sous-estimer les concentrations en  $PM_{10}$ , à l'inverse de celui installé par le LCSQA. Bien que le TEOM-FDMS installé par le LCSQA présente un blanc d'instrument supérieur à celui du TEOM-FDMS installé par Atmo Nord Pas de Calais (cf. Annexe 2), l'étude des paramètres de fonctionnement ne permet pas de conclure définitivement sur cette différence de comportement. Par ailleurs, Il est à souligner que l'ensemble des analyseurs automatiques indiquent des concentrations plus importantes que la méthode de référence lors de la deuxième moitié de campagne (cf. figure 1), vraisemblablement marquée par de fortes concentrations en nitrate d'ammonium. Cette dernière espèce étant semi-volatile, il n'est pas à exclure une perte non négligeable de matière particulaire pour les prélèvements sur filtres réalisées lors de cette deuxième moitié de campagne.

Enfin, en regroupant les deux séries de données, l'incertitude élargie au niveau de la valeur limite est de 14% pour l'ensemble de la campagne (et reste inférieure à 20% pour les deux périodes prises séparément), confirmant, pour cette série de données, l'équivalence du TEOM-FDMS à la méthode de référence en  $PM_{10}$ .

## SUIVI DE L'ÉQUIVALENCE DE LA MP101M-RST

La régression linéaire orthogonale obtenue pour la campagne de suivi de l'équivalence de la jauge Bêta MP101M-RST en PM<sub>10</sub> est présentée sur la Figure 4.

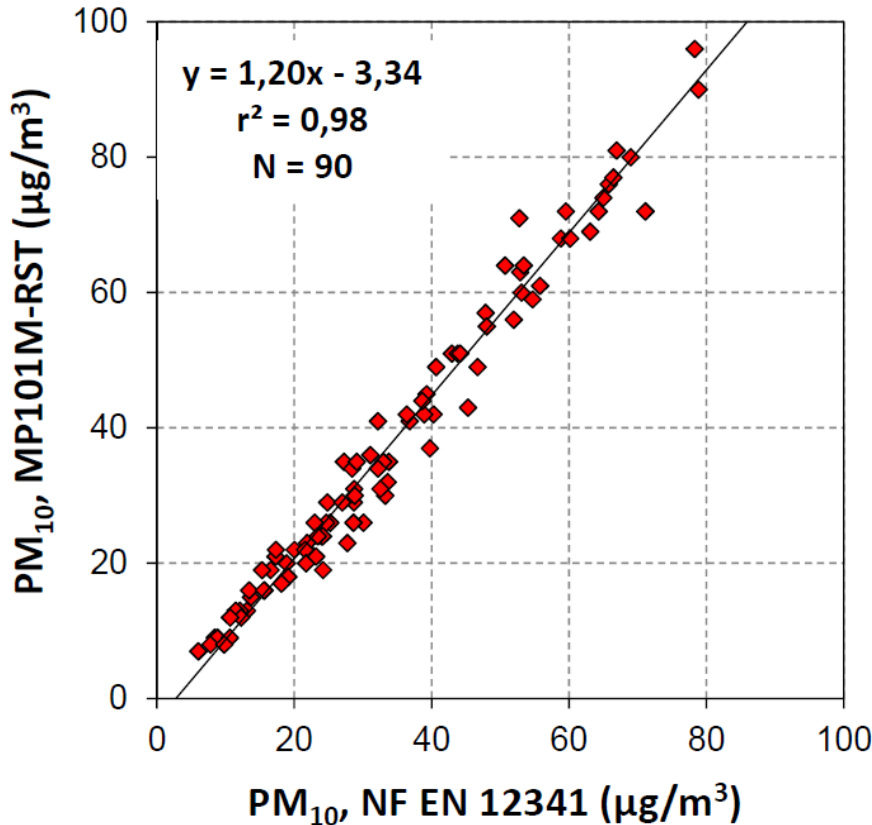


Figure 4 : Comparaison des mesures par MP101M-RST à la méthode de référence.

La régression linéaire orthogonale entre la MP101M-RST et la mesure de référence indique une pente de 1,20 et une ordonnée à l'origine négative (-3,34). Ainsi, malgré un très bon coefficient de corrélation (0,98), on constate une surestimation de l'ordre de 20% des concentrations en PM<sub>10</sub> mesurées par MP101M-RST sur le site d'étude. Cette surestimation engendre une incertitude élargie au niveau de la valeur limite supérieure à 30%, suggérant que la jauge bêta MP101M-RST ne peut être considérée comme directement équivalente à la méthode de référence, pour cette série de données.

Outre le non respect du niveau d'incertitude exigée par la Directive 2008/50/CE, ces résultats posent aussi question au regard de ceux obtenus lors d'un autre exercice de suivi d'équivalence de la MP101M-RST, réalisé en 2011-2012 à Metz Borny en collaboration avec Air Lorraine. Pour ce dernier exercice, il a en effet été montré qu'une MP101M-RST installée en cabine avec une longueur de ligne chauffée relativement importante présente des risques de sous-estimation non négligeable de la concentration en PM<sub>10</sub>, et en particulier de sa composante semi-volatile<sup>4</sup>. Par ailleurs, différents retours d'expérience de la part de quelques AASQA suggèrent une tendance de la MP101-RST à indiquer des concentrations en PM<sub>10</sub> plus faibles que celles mesurées par TEOM-FDMS dans des conditions similaires.

<sup>4</sup> Notes LCSQA de 2011 et 2012 disponibles sur le site [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org)

Ainsi, les résultats obtenus pour la présente campagne à Dorignies vont à l'encontre de ceux obtenus par ailleurs. L'observation des paramètres de fonctionnement ne permettent pas de conclure quant à la nature du phénomène constaté.

Il est également à noter que la surestimation par mesure MP101M-RST la plus prononcée (par rapport à l'ensemble des autres techniques analytiques) est observée lors de l'épisode de pollution particulaire de début février (cf. figure 1), marqué par une forte influence de la fraction organique. Même si le BAM 1020 ne semble pas présenter un comportement identique, il pourrait être intéressant de s'interroger plus profondément sur une éventuelle spécificité de la mesure par radiométrie bêta en fonction de la nature physico-chimique des particules étudiées.

### SUIVI DE L'EQUIVALENCE DU BAM 1020

La régression linéaire orthogonale obtenue pour la campagne de suivi de l'équivalence de la jauge Bêta BAM 1020 est présentée sur la Figure 5.

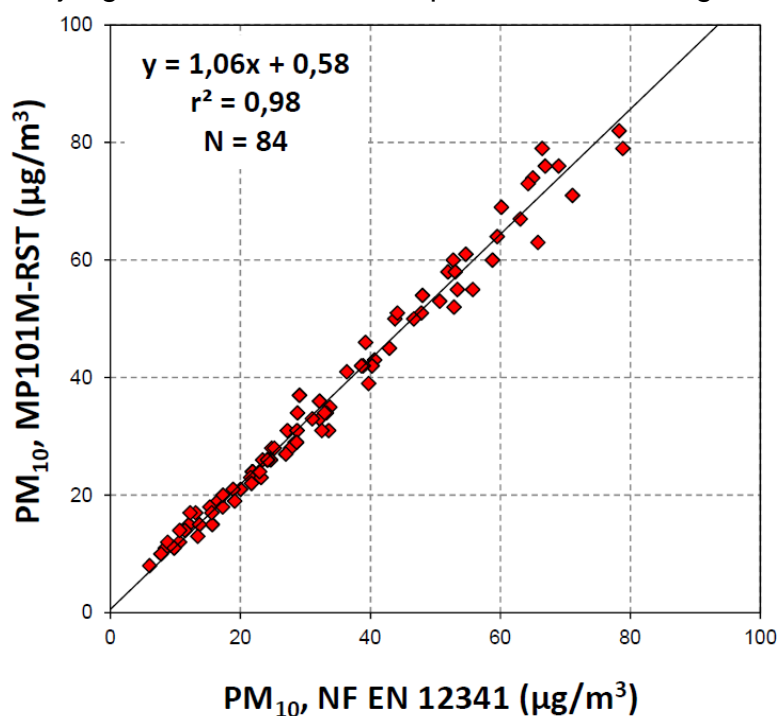


Figure 5 : Comparaison des mesures par BAM 1020 à la méthode de référence

La régression linéaire orthogonale entre le BAM 1020 et la mesure de référence indique une pente de 1,06 et une ordonnée à l'origine légèrement positive (0,58). L'incertitude élargie au niveau de la valeur limite est ici de 18% pour l'ensemble de la campagne, confirmant l'équivalence de la jauge bêta de type BAM 1020 à la méthode de référence en PM<sub>10</sub> pour cette série de données.

### LISTE DES ANNEXES

	Désignation	Nbre de pages
Annexe 1	Fiche descriptive de l'étude LCSQA associée (2012)	3
Annexe 2	Résultats des tests de blancs des TEOM-FDMS	1
Annexe 3	Résultats des tests sur le TEOM-FDMS en PM <sub>2,5</sub>	1

# Annexe 1

## Fiche descriptive de l'étude LCSQA associée (2012)

### ETUDE N°1: SUIVI ET OPTIMISATION DE L'UTILISATION DE S TEOM-FDMS

*Responsable de l'étude : INERIS  
En collaboration avec l' EMD (point 3)*

#### Objectif

L'objectif de cette étude est de poursuivre l'accompagnement de la mise en œuvre des TEOM-FDMS au sein du dispositif français de surveillance de la qualité de l'air via les actions suivantes :

- le suivi du fonctionnement des TEOM-FDMS sur le terrain
- le suivi de l'évolution de l'appareil, des travaux européens et des exercices de démonstration d'équivalence
- la mise en place d'une vérification continue de l'équivalence sur deux sites du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air
- la réalisation d'études sur les performances du sécheur du module FDMS

#### Contexte et travaux antérieurs

Afin de répondre à l'exigence européenne de fournir des données de PM équivalentes aux normes en vigueur, la France a décidé d'opter pour une solution instrumentale (mesures par TEOM-FDMS et Jauge Bêta MP101-RST). Une démonstration d'équivalence de ces deux appareils avec la norme NF EN 12341 (PM<sub>10</sub>), et du TEOM-FDMS seul avec la norme NF EN 14907 (PM<sub>2,5</sub>) a été réalisée, et un dossier d'équivalence déposé auprès de la Commission Européenne fin 2006.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, un nombre croissant de TEOM-FDMS est utilisé en routine sur l'ensemble du territoire pour la surveillance des PM<sub>10</sub> et des PM<sub>2,5</sub>, en vue du respect de la directive européenne sur la qualité de l'air. Le LCSQA/INERIS s'est depuis attaché à suivre le fonctionnement des instruments sur le terrain et à apporter un appui technique à l'utilisation des modules FDMS, en réalisant notamment plusieurs retours d'expériences ayant permis la rédaction d'un guide d'utilisation des TEOM-FDMS, dont une nouvelle version a été mise à jour en 2010. En parallèle, des exercices d'intercomparaison sur site ont été réalisés en 2008 (campagne QAP du JRC), 2010 (campagnes à Paris et Creil), et 2011 (campagnes de Metz Borny et Port Saint Louis) permettant de confirmer le bon comportement général de ces instruments par rapports aux normes NF EN 12341 et NF EN 14907.

Par ailleurs, ces deux trois années ont vu l'apparition sur le marché de nouvelles versions de TEOM-FDMS : le 1405f et le 1405df. Le premier repose sur le même principe de mesure que la version précédente, alors que le second est équipé d'un impacteur virtuel, placé entre la tête de prélèvement et les sécheurs, permettant la mesure simultanée des PM<sub>10</sub> et des PM<sub>2,5</sub>. La mise en œuvre de ces nouvelles versions s'est révélée problématique du fait de défauts de conception initiaux. Le constructeur propose aujourd'hui des versions reconfigurées permettant la résolution des problèmes techniques identifiés. Une étude réalisée par le LCSQA/INERIS en 2010 a conclu à un comportement satisfaisant des 1405f et 1405df par rapport aux normes NF EN 12341 et NF EN 14907 au cours d'une campagne d'intercomparaison réalisée à Creil. L'équivalence du 1405f en PM<sub>10</sub> a également été vérifiée à Metz Borny en 2011.

Soulignons toutefois les difficultés rencontrées sur le terrain par une grande majorité d'AASQA dans la mise en œuvre quotidienne d'importants parcs de TEOM-FDMS.



Enfin, il est à rappeler ici que la Commission Européenne recommande aux Etats Membres disposant d'une méthode équivalente de vérifier ce statut, afin de s'assurer de la qualité des données rapportées au niveau européen. Dans ce contexte, le projet de norme sur les mesures automatiques de PM, actuellement étudié au sein du GT 15 du CEN TC 264, prévoit, en l'état, un suivi continu de l'équivalence à la méthode de référence pour les différents types d'analyseurs utilisés pour la mesure de PM. Un processus pérenne de vérification de l'équivalence à la méthode de référence des TEOM-FDMS et jauges bêta, consistant en la réalisation de mesures gravimétriques de PM<sub>10</sub> selon la norme NF EN 12341 sur plusieurs sites de mesures fixes, a été initié par le LCSQA en 2011. Ce processus a vocation à être reconduit pluri-annuellement (en fonction du devenir du projet de norme et de ses modalités d'application) en alternance sur quelques sites représentatifs de la diversité des conditions climatiques et typologiques.

## **Travaux proposés pour 2012**

### **1. Suivi du fonctionnement des TEOM-FDMS**

L'équipe du LCSQA/INERIS s'attachera, comme c'est le cas depuis 2006, à suivre le bon fonctionnement des TEOM-FDMS sur le terrain. Ce suivi sera effectué par retours d'expérience, directement auprès des AASQA le souhaitant et lors des réunions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension". Une attention particulière sera portée sur la validité des critères et recommandations d'assurance qualité préconisés dans la dernière version du guide pour l'utilisation des TEOM-FDMS. Ces échanges pourront donner lieu à la rédaction d'une nouvelle version du guide, si cela s'avère nécessaire.

### **2. Suivi de l'évolution de l'appareil, des travaux européens, et des exercices de démonstration d'équivalence**

Les contacts établis depuis plusieurs années avec les représentants européens du constructeur, avec le revendeur français, ainsi qu'avec les représentants des pays européens participant au GT 15 du CEN et à AQUILA seront poursuivis afin de maintenir une veille scientifique et technique sur l'évolution des nouvelles versions de TEOM-FDMS et sur les conclusions des exercices de démonstration d'équivalence et d'intercomparaisons sur sites réalisés en Europe. Un compte-rendu de ce travail de veille sera effectué à l'occasion des réunions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension". L'implication du LCSQA au sein d'AQUILA et du GT 15 du CEN permettra également de valoriser l'expertise française en matière d'assurance qualité des données PM obtenues par TEOM-FDMS au niveau européen.

### **3. Mise en place du dispositif de vérification permanente de l'équivalence de la mesure automatique des PM**

*Cf. également fiche 3/2 « mesure des particules en suspension par absorption de rayonnement bêta ».*

Afin de conforter le choix français de l'utilisation de méthodes automatiques répondant aux exigences européennes en matière de mesures réglementaires de PM, un processus pérenne de vérification de l'équivalence à la méthode de référence des analyseurs utilisés au sein du dispositif national de surveillance été mis en place en 2011 lors de campagnes à Metz Borny (urbain de fond) et Port Saint Louis (industriel) en collaboration avec Air Lorraine et AIRFOBEP. Une campagne d'intercomparaison a également été initiée au dernier trimestre 2011 sur un site rural en Ile de France (Frémainville).

Cette étude réalisée, en partenariat avec AIRPARIF, sera finalisée en 2012. Il est également proposé :

- de poursuivre la collaboration avec Air Lorraine (gravimétrie, MP101-RST et 1405f en PM<sub>10</sub>) en conditions hivernales afin d'étudier le comportement des appareils automatiques lors d'épisodes de fortes concentrations de PM, et en particulier d'espèces semi-volatiles,



- de mettre en œuvre des mesures gravimétriques et automatiques lors d'un exercice d'intercomparaison (impliquant notamment deux TEOM-FDMS, des jauges bêta de différentes marques, ainsi que plusieurs indicateurs optiques environnementaux) sur le site de Douai-Dorignies à l'initiative d'ATMO Nord Pas de Calais,
- d'étendre le spectre typologique des sites d'investigation, en initiant un suivi de l'équivalence des mesures réglementaires en proximité automobile et/ou sur la façade ouest.

#### 4. Evaluation des performances du sècheur utilisé dans le module FDMS

Les études réalisées ces dernières années sur l'utilisation du TEOM-FDMS ont permis de mettre en évidence l'importance de trois facteurs clés dans la réalisation de mesures de qualité :

- la minimisation des fluctuations de température dans l'environnement immédiat de l'instrument et le maintien d'une température inférieure à 27°C dans la station de mesure,
- le maintien d'une bonne dépression en amont de la pompe (une dépression inférieure à -20 inHg est recommandée en fonctionnement normal),
- l'efficacité du sècheur utilisé dans le module FDMS.

Ce dernier facteur s'avère être le moins bien maîtrisé actuellement. Afin de s'assurer d'une bonne qualité de séchage, le guide pour l'utilisation du TEOM-FDMS préconise un suivi permanent de la différence entre les températures de points de rosée amont et aval et fixe un seuil d'acceptabilité de -4°C pour la température du point de rosée aval. En 2011, il a été proposé de vérifier la validité de ces critères en fonction de la typologie et des conditions climatiques du site de mesure lors de suivis sur le long terme de l'évolution des paramètres clés du sècheur pour plusieurs instruments en collaboration avec les AASQA volontaires. Seules deux d'entre elles a été en mesure d'assurer un envoi régulier de ces paramètres (pour quatre sites distincts) en 2011. Il est proposé de poursuivre cette étude, pluriannuelle et jugée prioritaire par le CPSe, en collaboration avec QUALIT'AIR Corse, l'ASPA et toute autre AASQA désireuse de mettre en place avec le LCSQA une collaboration impliquant l'envoi, si possible régulier, des paramètres de fonctionnement de TEOM-FDMS.

Enfin, il est proposé de réaliser des expérimentations de laboratoire (au LCSQA/INERIS) visant à caractériser l'influence de l'efficacité des sècheurs de nouvelle génération des modules FDMS sur une éventuelle perte de matière semi-volatile au sein même du sècheur. En effet, l'apparition de sècheurs bien plus performants pour l'ensemble des TEOM-FDMS posent la question d'une éventuelle évaporation d'espèces semi-volatiles, et en particulier du nitrate d'ammonium, accompagnant l'assèchement plus prononcé des particules échantillonnées.

#### Renseignements synthétiques 2012

Titre de l'étude	<b><i>Suivi et optimisation de l'utilisation des TEOM-FDMS</i></b>		
Personne responsable de l'étude	O. Favez (+ A. Ustache et S. Crunaire)		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	Oui		
Heures d'ingénieur	EMD : 100	INERIS : 565	LNE : -
Heures de technicien	EMD : 200	INERIS : 575	LNE : -
Document de sortie attendu	Notes de synthèse et rapport bilan annuel		
Lien avec le tableau de suivi CPT	Thème 2 : Métrologie / Particules		
Lien avec un groupe de travail	Commission de suivi "particules"		
Matériel acquis pour l'étude	Consommable (filtres, boîtes de pétri, sècheurs, petit matériel)		



## Annexe 2

### Résultats des tests de blancs des TEOM-FDMS

Les tests blanc des instruments ont été réalisés du 8 au 12 mars 2012 par mise en place d'un filtre à particules<sup>5</sup> en tête de ligne. Conformément aux préconisations du constructeur, les calculs ont été effectués sur huit heures consécutives prises juste après 24h de mesures à blanc (du 09/03/2012 12 :30 à 20 :30). Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous

TEOMS	TEOM-FDMS LCSQA	TEOM-FDMS ATMO-Nord Pas de Calais
MOYENNE	1,64	-1,55
ECART-TYPE	2,25	1,60

*Tableau-1 : résultat des blancs des tests de blanc des 2 TEOM-FDMS*

Les résultats sont satisfaisants tant sur la moyenne que sur l'écart-type si on se réfère aux recommandations du constructeur reprises dans le guide du LCSQA « suivi et optimisation des TEOM-FDMS » (moyenne < 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et écart-type < 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>6</sup> et aux préconisations actuelles de la spécification technique européenne pour la mesure automatique des PM (moyenne < 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La valeur négative obtenue pour le TEOM-FDMS d'Atmo Nord Pas de Calais est relativement surprenante compte tenu des différents retours d'expériences des AASQA, indiquant des résultats de tests de blanc très majoritairement positifs. Elle peut traduire un léger disfonctionnement de ce TEOM-FDMS, n'ayant pu être identifié au cours de la campagne.

---

<sup>5</sup> Le filtre employé est un filtre de type haute protection couramment utilisé pour protéger les électroniques des TEOM FDMS, fourni par THERMO SCIENTIFIC.

<sup>6</sup> Disponible sur le site internet [www.lcsqa.org](http://www.lcsqa.org)



### Annexe 3

#### Test d'équivalence du TEOM-FDMS en PM<sub>2,5</sub>

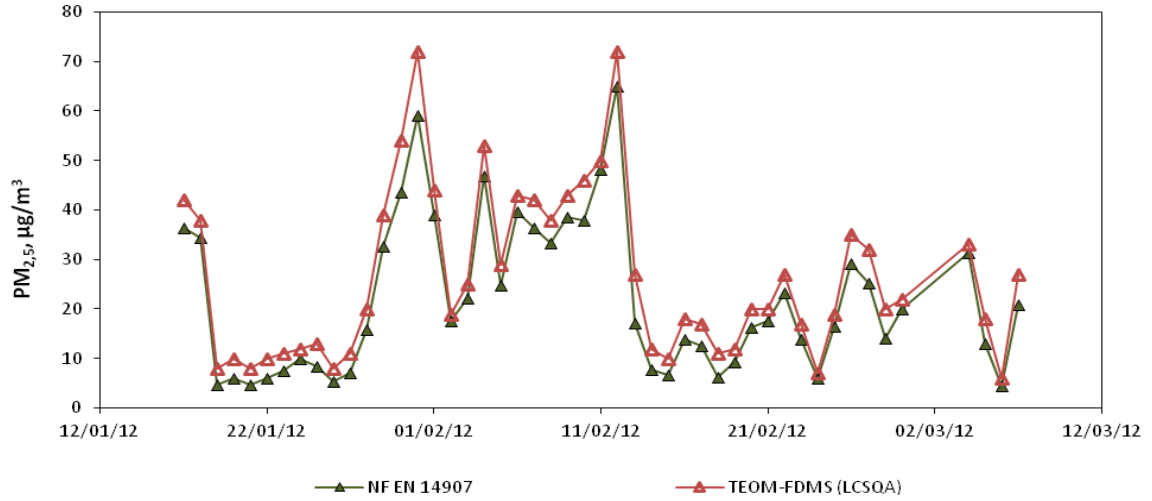


Figure 6 : suivi temporel des concentrations journalières en PM<sub>2,5</sub>

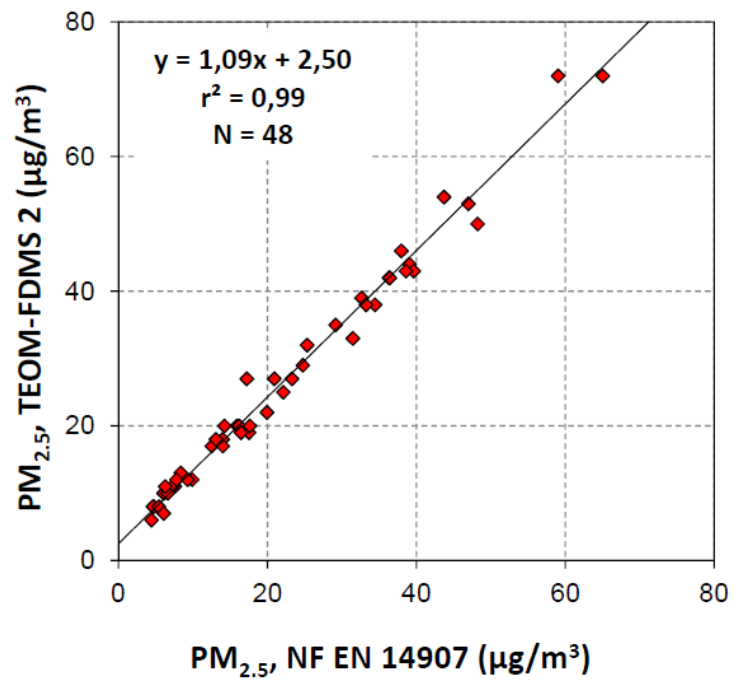


Figure 7 : Comparaison des mesures par TEOM-FDMS à la méthode de référence.