

NOTE DU LCSQA - Métrologie : Particules PM₁₀ et PM_{2,5}

**SUIVI DE L'ÉQUIVALENCE DES APPAREILS DE MESURE AUTOMATIQUE PM₁₀,
Campagnes 2011 à Metz Borny (Urbain) et Port-Saint-Louis (Industriel)**

O. FAVEZ (LCSQA/INERIS), D. DURANT (Air Lorraine), S. MATHIOT (AIRFOBEP)

SYNTHESE

Afin d'anticiper la mise en application de la future norme Européenne sur la mesure automatique des PM, et de disposer d'informations permettant d'étoffer l'argumentaire français lors de la rédaction de cette norme, le LCSQA a proposé la vérification de l'équivalence des analyseurs automatiques par inter-comparaison avec la méthode de référence (gravimétrie) sur plusieurs sites du dispositif national, dès 2011. La présente note synthétise les résultats obtenus, au titre de l'année 2011, en collaboration avec Air Lorraine et AIRFOBEP sur le site urbain de Metz Borny et le site industriel de Port Saint Louis.

Cette étude, réalisée sur la fraction PM₁₀, confirme le respect du critère de 25% d'incertitude élargie au niveau de la valeur limite pour les deux types d'analyseurs actuellement utilisés en France (TEOM-FDMS et jauge bêta MP101M-RST). Néanmoins :

→ En considérant l'ensemble des résultats obtenus pour le TEOM-FDMS (de type 1405-F), la régression linéaire orthogonale entre la méthode automatique et la mesure de référence indique une pente de 0,91 et une ordonnée à l'origine supérieure à 3 (surestimation des faibles concentrations) qui pourrait inciter à appliquer une fonction de calibration de type $y=ax+b$ aux mesures par TEOM-FDMS. Toutefois, ce post-traitement entrainerait une augmentation de l'incertitude au niveau de la valeur limite et, dans ce cas de figure, le groupe de travail WG15 du Comité Européen de Normalisation (CEN/TC 264) préconise de ne pas modifier les données brutes.

→ Une sous-estimation globale d'environ 10% des concentrations en PM₁₀ mesurées par MP101M-RST est observée sur le site de Metz Borny sur la période d'étude. Cette sous-estimation pourrait être liée, au moins pour partie, à la perte de matière semi-volatile au cours du prélèvement par la MP101M-RST, installée en station contrairement au préleveur de référence.

Pour 2012, il est prévu, à ce jour, de poursuivre la collaboration engagée avec Air Lorraine (réalisation de campagnes supplémentaires à Metz Borny en conditions hivernales et sur un site de proximité automobile) et de diversifier les types de sites étudiés (réalisation de campagnes sur un site rural d'AIRPARIF pendant un an, ainsi qu'à Douai en collaboration avec le LCSQA/EMD et ATMO Nord-Pas-de-Calais et, si possible, sur un site côtier de la façade Atlantique).

CONTEXTE

Les méthodes de référence pour la mesure des concentrations de particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) 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 (plusieurs jours de délais avant obtention du résultat de la mesure). 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. Une démonstration d'équivalence de ces deux appareils par rapport à la norme NF EN 12341 (PM₁₀), et du TEOM-FDMS seul par rapport à la norme NF EN 14907 (PM_{2,5}), a été réalisée en 2004-2005, et un dossier d'équivalence déposé auprès de la commission européenne en 2006.

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. En l'état, ce projet de norme (ou de spécification technique, selon le délai d'obtention du mandat européen) se base essentiellement sur le suivi en continu de l'équivalence des analyseurs automatiques. Ainsi, il sera notamment demandé aux constructeurs d'analyseurs automatiques de faire procéder à des tests d'approbation par type, et à chaque organisme en charge de la surveillance de la qualité de l'air de procéder périodiquement à un exercice d'intercomparaison avec la méthode de référence pour un nombre d'analyseurs automatiques dépendant de l'incertitude élargie obtenue lors des tests d'approbation par type.

Dans l'état actuel du texte, le projet de document normatif sur les méthodes automatiques imposerait à la France la réalisation d'au moins 6 exercices distincts d'intercomparaison à la méthode de référence : 3 pour les PM₁₀ (en supposant que les TEOM-FDMS et jauge Bêta MP101M-RST soient testés ensemble) et 3 pour les PM_{2,5}. Ce nombre de 6 campagnes constitue un strict minimum, pouvant augmenter de façon significative en fonction notamment des résultats obtenus lors des tests d'approbation par type pour les nouvelles versions de TEOM-FDMS et jauges Bêta, et d'une éventuelle diversification du parc d'analyseurs automatiques de PM. Or le dispositif national de surveillance n'est actuellement que très peu adapté à la mise en œuvre de ce type de contrôle QA/QC sur les analyseurs automatiques, car aucune AASQA ne possède d'infrastructure (enceinte contrôlée/régulée en température et en humidité relative) adaptée à la pesée de filtres selon les normes en vigueur. Seuls trois organismes semblent aujourd'hui en mesure de réaliser ce type de prestation : le LCSQA/INERIS, le LHVP (Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris), et le LECES (SAS basée en Moselle), en partenariat avec les AASQA.

Afin d'anticiper la mise en application de ce texte normatif sur la mesure automatique des PM, et de disposer d'informations permettant d'étoffer l'argumentaire français lors de la rédaction de ce document normatif, le LCSQA a proposé la réalisation d'une étude visant à vérifier l'équivalence des analyseurs automatiques sur plusieurs sites du dispositif national à partir de 2011 (cf. Annexe A). Cette étude, financée par la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du

Logement, 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 de campagnes de mesure réalisées au printemps (avril-juin) et en fin d'été (août-oct.) 2011 à Metz Borny (urbain, Air Lorraine) et Port Saint Louis (industriel, AIRFOBEP).

Le premier de ces deux sites est équipé d'une jauge Bêta MP101M-RST (modèle de 1997 ayant été reconfiguré en 2008 en modèle « LCD » avec source ^{14}C de 3,66MBq) pour la mesure réglementaire des PM_{10} . Pour le besoin de l'étude, des mesures PM_{10} par TEOM-FDMS 1405-F (instrument LCSQA acheté en 2008 et ayant fonctionné de façon quasi-continue depuis début 2010) sont réalisées par Air Lorraine sur ce site depuis le printemps 2011.

Le site de Port Saint Louis est également équipé d'un TEOM-FDMS 1405-F (appareil neuf au début de l'étude) depuis cette période pour la mesure réglementaire des PM_{10} . Des mesures PM_{10} par jauges Bêta MP101M-RST (nouveaux modèles testés pour démonstration d'équivalence en $\text{PM}_{2,5}$, mis à disposition par *Environnement S.A.*) ont pu être réalisées en parallèle. Néanmoins, en raison d'un mauvais réglage des paramètres d'activation de la sonde RST (à 75% d'HR au lieu de 60%), les résultats obtenus à Port Saint Louis lors de la campagne de printemps ne sont pas exploitables dans le cadre du présent exercice de suivi de l'équivalence des mesures réglementaires de PM_{10} .

Méthode de référence. Les prélèvements sur filtre et mesures gravimétriques ont été réalisés par le LECES (laboratoire accrédité COFRAC pour la mesure des PM_{10} dans l'air ambiant) selon la norme NF EN 12341 en vigueur. Sous le contrôle du LCSQA, les modifications techniques proposées pour cette norme par le groupe de travail WG15 du CEN/TC 264 dans le cadre de sa révision. Les prélèvements sur filtre (PM_{10}) ont ainsi été réalisés à un débit de $2,3\text{m}^3/\text{h}$ sur filtres en PTFE, à l'aide de préleveurs séquentiels (de marque *Leckel* et de type SEQ 47/50) installés en extérieur et dotés d'un magasin climatisé pour le stockage des filtres échantillonnés.

Traitement des données. Au total, 201 paires de données valides réparties de façon homogène sur les quatre campagnes ont pu être obtenues pour la vérification de l'équivalence du TEOM-FDMS 1405-F à la méthode de référence. Pour la MP101M-RST, la campagne de printemps de Port Saint Louis ne pouvant être prise en compte, seules 147 paires de données valides ont pu être utilisées (3 campagnes). Les variations temporelles des concentrations journalières en PM_{10} mesurées lors de chaque campagne sont présentées sur la Fig.1.

Les mesures automatiques (moyennes journalières) ont été comparées aux mesures de référence 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'équivalence¹.

¹ Disponibles sur le site: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/assessment.htm>

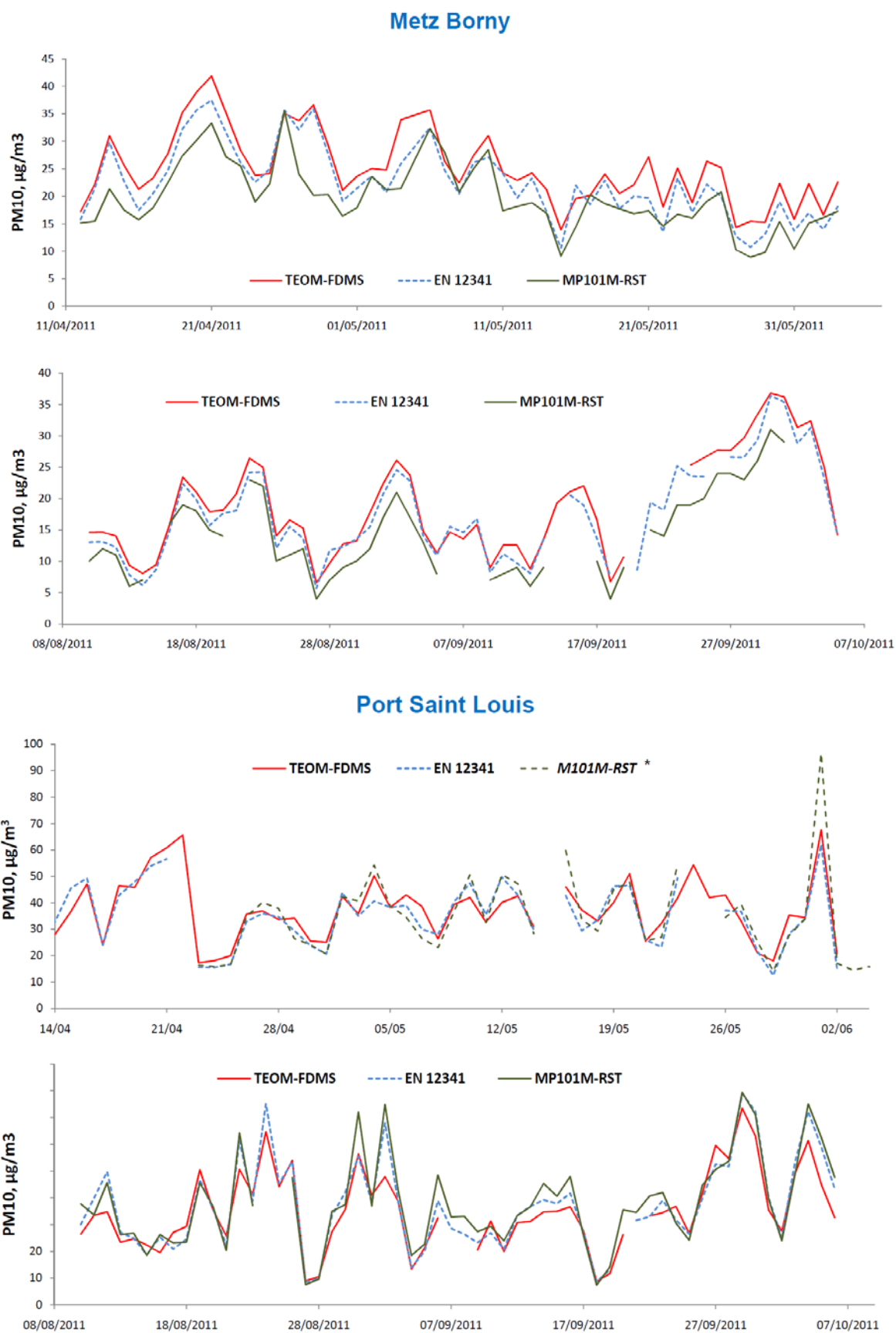


Fig. 1 : suivi temporel des concentrations en PM₁₀ mesurées lors des campagnes de suivi d'équivalence à Metz-Borny et Port Saint Louis. *Port Saint Louis, été : mesures MP101M-RST non conformes aux conditions de démonstration d'équivalence (activation de la sonde RST à 75% d'HR au lieu de 60%).

SUIVI DE L'ÉQUIVALENCE DU TEOM-FDMS (1405-F)

Les régressions linéaires orthogonales obtenues pour chacune des campagnes de suivi de l'équivalence du TEOM-FDMS (1405-F) sont présentées sur la Fig. 2. Ces résultats sont concordants avec ceux obtenus lors des précédents exercices de comparaison à la méthode de référence.²

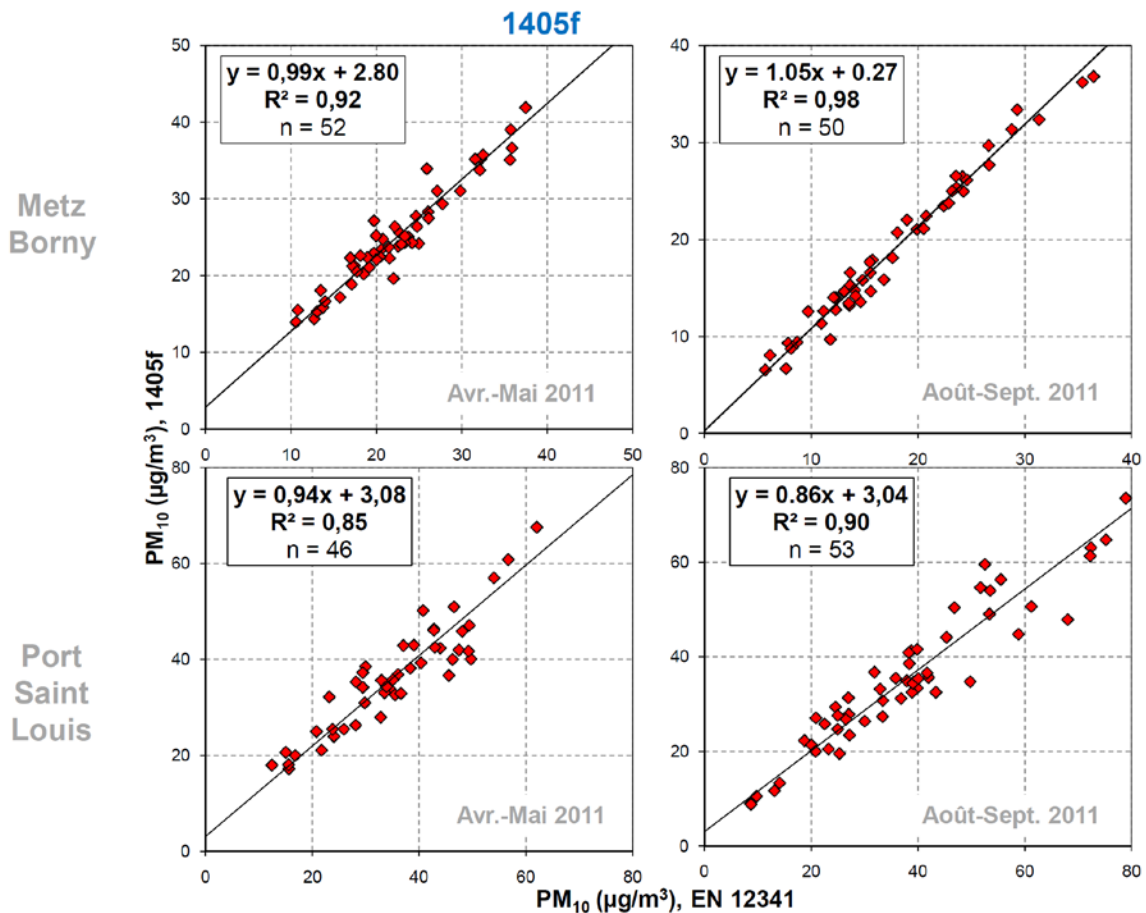
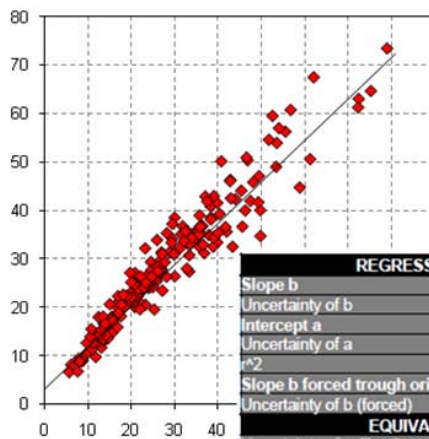


Fig. 2 : Comparaison des mesures par TEOM-FDMS (1405-F) à la méthode de référence lors de chaque campagne LCSQA 2011.

Le futur document normatif décrivant la vérification de l'équivalence des mesures automatiques de PM imposera, selon toute vraisemblance, la mise en commun des résultats obtenus pour les différents sites étudiés. En considérant l'ensemble des résultats présentés ci-dessus, la régression linéaire orthogonale entre les mesures par 1405-F et les mesures de référence indique une pente de 0,91 et une ordonnée à l'origine de +3,34 (cf. Fig. 3). Selon les critères statistiques recommandés par le CEN/TC 264, ces dernières valeurs sont significativement différentes de 1 et 0 respectivement, suggérant l'application d'une fonction de calibration de type $y=ax+b$ aux mesures par 1405-F. Néanmoins, l'utilisation d'une telle fonction de calibration entraînerait l'augmentation de l'incertitude au niveau de la valeur limite (cf. Fig. 3). Dans ce cas de figure, le WG15 préconise logiquement de ne pas utiliser cette option.

² Cf. rapport LCSQA 2010 (O. Favez): <http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/suivi-optimisation-utilisation-teom-fdms-suivi-conformite-aux-methodes-reference>



Vérification de l'équivalence

1405f
(4 campagnes)

REGRESSION RESULTS (RAW)			REGRESSION RESULTS (CALIBRATED)		
Slope b	0,905	significant	Slope b	1,004	
Uncertainty of b	0,018		Uncertainty of b	0,020	
Intercept a	3,335	significant	Intercept a	-0,503	
Uncertainty of a	0,559		Uncertainty of a	0,618	
r ²	0,923		r ²	0,923	
Slope b forced trough origin	1,001	significant			
Uncertainty of b (forced)	0,0091				
EQUIVALENCE TEST (RAW)			EQUIVALENCE TEST (CALIBRATED)		
Uncertainty of calibration	1,05	µg/m ³	Calibration	1,105y -3,686	
Uncertainty of calibration (forced)	0,45	µg/m ³	u(calibration)	1,05	µg/m ³
Random term	3,53	µg/m ³	Random term	4,07	µg/m ³
Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m ³	Additional uncertainty (optional)	0,00	µg/m ³
Bias at LV	-1,44	µg/m ³	Bias at LV	-0,30	µg/m ³
Combined uncertainty	3,81	µg/m ³	Combined uncertainty	4,08	µg/m ³
Expanded relative uncertainty	15,3%	PASS	Expanded relative uncertainty	16,3%	PASS
Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m ³	Ref sampler uncertainty	0,67	µg/m ³
Limit value	50	µg/m ³	Limit value	50	µg/m ³

Fig. 3 : Fichier de résultats du test d'équivalence du TEOM-FDMS (1405-F, 4 campagnes présentées ci-dessus) à la méthode de référence, sous la forme proposée par le RIVM (cf. page 3).

Ces résultats traduisent la tendance du TEOM-FDMS à surestimer plus significativement les faibles concentrations que les fortes, et peuvent, pour partie, s'expliquer par la perte de matière semi-volatile depuis le filtre au cours du prélèvement. Il serait également intéressant, pour une meilleure maîtrise du TEOM-FDMS, d'étudier la relation éventuelle entre l'ordonnée à l'origine obtenue lors de ce genre d'exercice d'inter-comparaison et le blanc d'instrument (mesuré en plaçant un filtre à particules en tête de ligne), lorsque le jeu de données disponibles sera suffisamment dense. Notons que les premiers résultats obtenus semblent indiquer l'existence de ce type de relation.

Il est également à noter qu'AIRFOBEP a maintenu sur le site de Port Saint Louis, jusqu'en septembre 2011, les mesures par TEOM seul (50°C) corrigé de l'écart TEOM-FDMS/TEOM mesuré sur la station de référence de Miramas. Une surestimation moyenne d'environ 30% de ces mesures ajustées par rapport à la méthode de référence a été observée pour la campagne de printemps (Annexe B), illustrant les difficultés d'application de cette méthodologie d'ajustement des mesures obtenues par TEOM seul dans le sud-est de la France³.

SUIVI DE L'EQUIVALENCE DE LA MP101M-RST

La mise à disposition par *Environnement S.A.* de MP101M-RST (« LCD ») a permis de dupliquer sur chaque site les mesures par radiométrie Bêta, réalisées en station climatisée à Metz Borny et en extérieur (dans un caisson environnemental fourni par le constructeur) à Port Saint Louis. Comme illustré en Annexe C (campagne de printemps à Metz Borny), une

³ Cf. rapport LCSQA 2009 (L. Malherbe et B. Bessagnet): <http://www.lcsqa.org/rapport/2009/ineris/bilan-deux-premieres-annees-mesure-pm10-ajustees-france-evaluation-outils-modeli>

bonne reproductibilité des mesures PM₁₀ par radiométrie Bêta a pu être observée lors de cette étude. Par ailleurs, une très bonne homogénéité a été constatée entre les mesures cycliques (sur un pas de temps de 24h, ayant été démontrées équivalente à la méthode de référence) et la moyenne journalière des mesures périodiques (2h) en PM₁₀. Enfin, il est à noter une forte dispersion des mesures obtenues avec le module CPM optionnel (indicateur optique corrigé en continu à partir de la mesure par radiométrie Bêta) par rapport à la méthode de référence. Ces résultats pourront ultérieurement faire l'objet d'un rapport spécifique sur la mesure par MP101M-RST (+ CPM).

Concernant les mesures réglementaires, les régressions linéaires orthogonales par rapport à la méthode de référence obtenues pour les deux campagnes de Metz Borny et pour la campagne estivale de Port Saint Louis (la campagne printanière ne pouvant être validée sur ce site, comme justifié plus haut) sont présentées sur la Fig. 4.

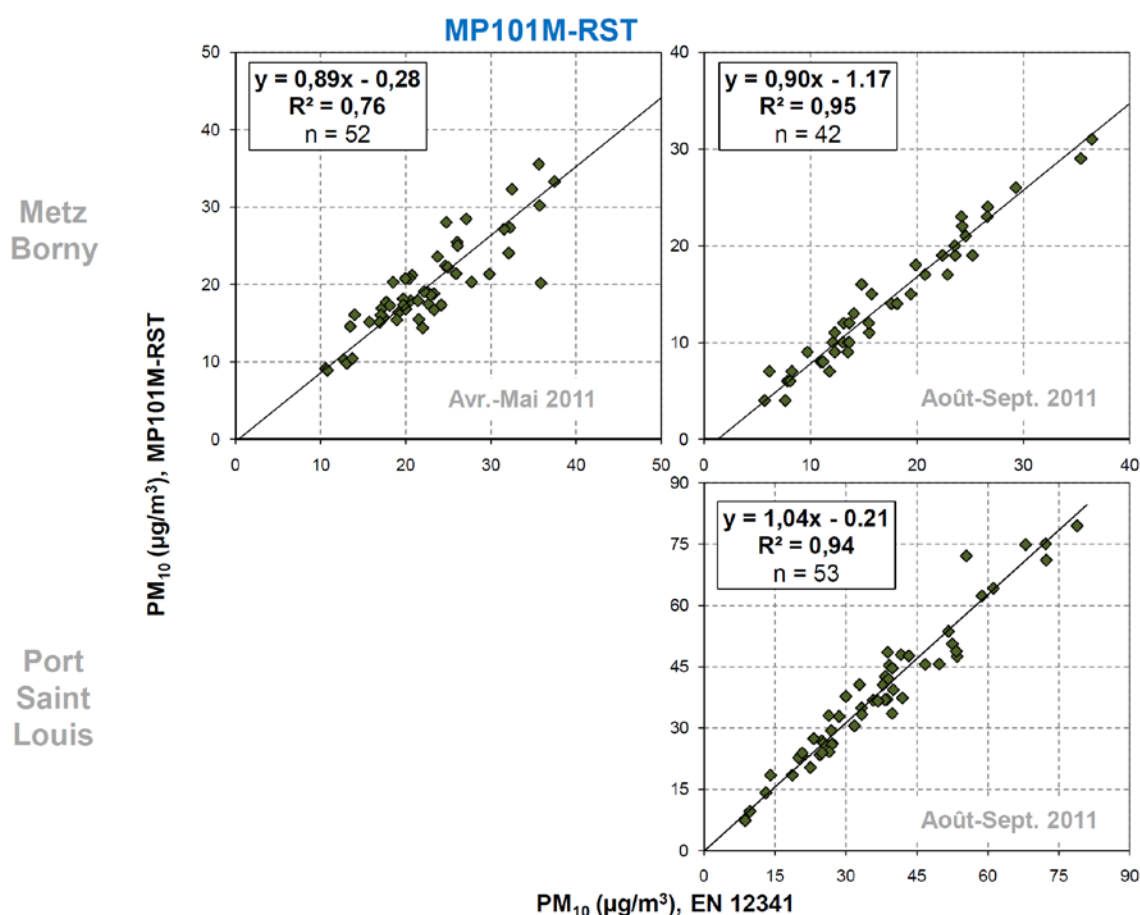


Fig. 4 : Comparaison des mesures par MP101M-RST à la méthode de référence pour chacune des campagnes « valides »

On constate une sous-estimation de l'ordre de 10% des concentrations en PM₁₀ mesurées par MP101M-RST sur le site de Metz Borny. Cette sous-estimation pourrait être liée, au moins pour partie, à la perte de matière semi-volatile au cours du prélèvement par la MP101M-RST (de façon plus importante que pour la méthode de référence). En effet :

- 1) La jauge Bêta étant placée en station climatisée (environ 20°C) et le préleveur de référence en extérieur, un gradient de température plus important est attendu entre la température extérieure et la température du support de collection pour la MP101M-RST que pour le préleveur de référence.

- 2) Cette sous-estimation n'est pas observée sur le site de Port Saint Louis, où la jauge Bêta et le préleveur de référence étaient installés tous les deux en extérieur.
- 3) Les exercices d'inter-comparaison entre TEOM-FDMS et MP101M-RST réalisés par Air Lorraine en parallèle de la présente étude indiquent des différences significativement plus importantes entre les deux techniques de mesure lorsque la MP101M-RST est installée en station que lorsqu'elle est installée en extérieur (cf. Annexe D).
- 4) Les sous-estimations les plus importantes sont observées lors des périodes correspondant aux concentrations ambiantes en espèces semi-volatiles, estimées à l'aide du TEOM-FDMS, les plus élevées (par exemple autour du 28 avril 2011, cf. Fig. 1). Il est à noter que les campagnes de démonstration d'équivalence de la jauge Bêta d'*Environnement S.A.* ont été réalisées avec des instruments installés en extérieur⁴, mais que les réseaux réalisent généralement les mesures réglementaires à l'aide d'instruments installés en station. Plusieurs AASQA suspectent un risque de sous-estimation des PM par MP101M-RST dans leurs conditions d'utilisation. L'hypothèse d'une perte de matière semi-volatile lors du prélèvement sera vérifiée lors de tests in situ à venir, notamment par comparaisons entre méthode de référence, MP101M-RST installé en extérieur et MP101M-RST installé en station, sur un même site (une campagne de ce type est notamment prévue à Metz Borny entre janvier et mars. 2012, cf. Annexe D pour résultats préliminaires).

En raison de la disparité des configurations de vérification de l'équivalence à Metz Borny et Port Saint Louis, il n'apparaît pas judicieux, à l'heure actuelle, de grouper les résultats obtenus par radiométrie Bêta sur ces deux sites afin de réaliser un test comparable à celui présenté sur la Fig. 3 pour le 1405-F. Précisons toutefois que les résultats obtenus pour chacun de ces deux sites ne remettent pas en cause le respect de l'incertitude élargie de 25% au niveau de la valeur limite en PM₁₀. Néanmoins, il conviendra de rester vigilant à l'éventuelle nécessité de la post-application d'une fonction de calibration si une sous-estimation systématique était observée pour les mesures réalisées par jauges Bêta installées en station.

LISTE DES ANNEXES

	Désignation	Nbre de pages
Annexe A	Fiche descriptive de l'étude LCSQA associée (2011)	4
Annexe B	Comparaison mesures TEOM ajustées et gravimétriques à Port Saint Louis (Printemps 2011)	1
Annexe C	Résultats complémentaires MP101M-RST (Metz Borny, printemps 2011)	2
Annexe D	Comparaisons mesures TEOM-FDMS et MP101M-RST (Metz Borny et Metz Centre, nov. 2011 et janv. 2012)	2

⁴ Cf. rapport LCSQA 2006 (F. Mathé): <http://www.lcsqa.org/rapport/2006/ineris-emd/equivalence-analyseurs-automatiques-particules-suspension-air-ambient>

Annexe A

Fiche descriptive de l'étude LCSQA associée (2011)

THEME 3 : Métrologie – Particules PM₁₀ et PM_{2,5}

ETUDE : SUIVI ET OPTIMISATION DE L'UTILISATION DES 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 Béta MP101-RST). Une démonstration d'équivalence de ces deux appareils avec la norme EN12341 (PM₁₀), et du TEOM-FDMS seul avec la norme EN14907 (PM_{2,5}) a été réalisée, et un dossier d'équivalence déposé auprès de la Commission Européenne.

Depuis le 1^{er} janvier 2007, les TEOM-FDMS sont donc très largement utilisés en routine sur l'ensemble du territoire pour la surveillance des PM₁₀ et des PM_{2,5}, en vue du respect de la directive européenne sur la qualité de l'air. Le LCSQA/INERIS s'est alors 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'intercomparaisons sur sites ont été réalisés en 2008 (campagne QAP du JRC) et 2010 (campagnes à Paris et Creil), permettant de confirmer le bon comportement de ces instruments par rapports aux normes EN12341 et EN14907.

Par ailleurs, ces deux dernières 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 PM₁₀ et des PM_{2,5}. 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. Ces nouvelles versions font actuellement partie intégrante d'un exercice de démonstration d'équivalence de différents analyseurs de PM réalisé conjointement par le TÜV et le MCERTS (organismes de certification allemand et anglais). Une étude réalisée par le LCSQA/INERIS en 2010 a également conclu à un comportement satisfaisant des 1405f et 1405df par rapport aux normes EN12341 et EN14907 au cours d'une campagne d'intercomparaison réalisée à Creil.

Enfin, il est à noter 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.

Travaux proposés pour 2011

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.

Enfin, un échange d'informations sera réalisé au niveau Européen dans le cadre du projet AirMon Tech (FP7) visant à dresser un état des lieux des techniques disponibles sur le marché ou en devenir pour l'étude des polluants atmosphériques réglementés dans le cadre de la directive 2008/50/CE.

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

Afin de conforter le choix français de l'utilisation de méthodes automatiques répondant aux exigences européennes en matière de mesures réglementaires de PM, il est proposé de mettre en place un processus pérenne de vérification de l'équivalence à la méthode de référence des analyseurs utilisés au sein du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air.

En 2011, ce processus pourra correspondre à **la réalisation de mesures gravimétriques de PM₁₀ selon la norme EN12341 sur deux ou trois sites d'AASQA disposant, pour la mesure réglementaire, soit d'un TEOM-FDMS, soit d'une jauge béta MP101M-RST (cf. fiche 3/2 « mesure des particules en suspension par absorption de rayonnement béta »).**

Afin d'assurer, dans un premier temps, la proximité des sites de prélèvement et des infrastructures nécessaires à la réalisation des pesées, il est proposé, en collaboration avec les AASQA concernées, de réaliser cette étude sur les sites de Frémainville (site rural, Ile de France, mesure réglementaire par TEOM-FDMS) et de Metz-Borny (site urbain, Lorraine, mesure réglementaire par MP101M-RST). Ces sites pourront être équipés respectivement d'une jauge bêta (MP101M-RST mis à disposition par le LCSQA/EMD et/ou jauge bêta d'un autre type mis à disposition par Airparif) et d'un TEOM-FDMS 1405f (mis à disposition par le LCSQA/INERIS). La réalisation de mesure sur le site de Port-Saint-Louis (site industriel, PACA, mesure réglementaire par TEOM-FDMS à partir de 2011) est également envisagée.

Ces mesures seront menées en commun entre les AASQA et le LCSQA :

- LCSQA : pilotage, installation des matériels de prélèvement complémentaires sur les stations, pesées, récupération et exploitation des données.
- AASQA : suivi en continu des stations, récupération des filtres et leur transmission à l'organisme chargé des pesées, exploitation des données en partenariat avec le LCSQA.

Cette étude se déroulera sur une année complète, et a vocation à être reconduite de façon pérenne en alternance sur quelques sites français représentatifs de la diversité des conditions climatiques et typologiques.

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 variations 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 -20inHg est recommandée en fonctionnement normal),
- l'efficacité du sècheur utilisé dans le module FDMS.

Ce dernier facteur s'avère aujourd'hui être le moins bien maîtrisé. 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 un seuil d'acceptabilité de -4°C pour la température du point de rosée aval. Il est proposé de vérifier la validité de ces critères en fonction de la typologie et des conditions climatiques du site de mesure.

Ainsi, il est envisagé de **réaliser, en collaboration avec plusieurs AASQA, une étude sur le long terme de l'évolution des paramètres clés du sècheur pour plusieurs instruments équipés de sècheur neufs** (ou très récents). Le panel de sites étudiés devra inclure un site dans les DOM-TOM, un site en bord de mer, un site en altitude, et deux sites de fond (rural ou urbain) faiblement impactés par les masses d'air marines, disposant de TEOM-FDMS fonctionnant dans les conditions optimum de climatisation et de dépression en amont de la pompe. Cette étude permettra également d'apporter des indications sur l'influence des embruns marins sur l'efficacité des sècheurs.

En outre, **cette étude permettra de statuer sur la durée de vie des sècheurs en fonction de ses conditions d'utilisation**. Elle pourra ainsi servir de base de réflexion dans le cadre de la mise en place, avec le constructeur et pour les AASQA le souhaitant, d'un système planifié de remplacement de sècheur à intervalle régulier.

Enfin, une étude du LCSQA/INERIS, a notamment permis de vérifier l'influence de l'humidité relative sur les performances du sècheur, mais également de mettre en évidence la nécessité de réaliser des tests sur un aérosol atmosphérique réel très humide.

Ces tests étant très délicats, voire impossibles, à réaliser en laboratoire, il pourrait être envisagé de mener est proposé de **mettre en œuvre une étude expérimentale en atmosphère réelle dans des conditions climatiques extrêmes** (Hr > 90%, et température élevée induisant une température de point de rosée élevée), consistant à :

- réaliser un exercice d'intercomparaison avec la mesure de référence
- étudier l'efficacité de séchage en plaçant une membrane desséchante additionnelle en entrée de TEOM-FDMS et de comparer les résultats obtenus aux données fournies par un instrument en fonctionnement normal
- étudier l'impact de la dépression sur l'efficacité de séchage dans ces conditions.

Cette étude serait à réaliser en collaboration avec une AASQA des DOM.

5. Travaux de synthèse

Une synthèse sera réalisée sur le contenu des travaux sur les particules PM₁₀ et PM_{2.5} réalisés par le LCSQA ces dernières années et mettant en évidence les principaux résultats obtenus et enseignements tirés.

Renseignements synthétiques 2011

Titre de l'étude	<i>Suivi et optimisation de l'utilisation des TEOM-FDMS</i>		
Personne responsable de l'étude	A. Ustache, O. Favez		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	Oui		
Heures d'ingénieur	EMD : -	INERIS : 800	LNE : -
Heures de technicien	EMD : -	INERIS : 500	LNE : -
Document de sortie attendu	Rapport 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, ...) + membranes desséchantes + petit matériel		

Annexe B

Comparaison mesures TEOM ajustées et gravimétriques à Port Saint Louis (Printemps 2011)

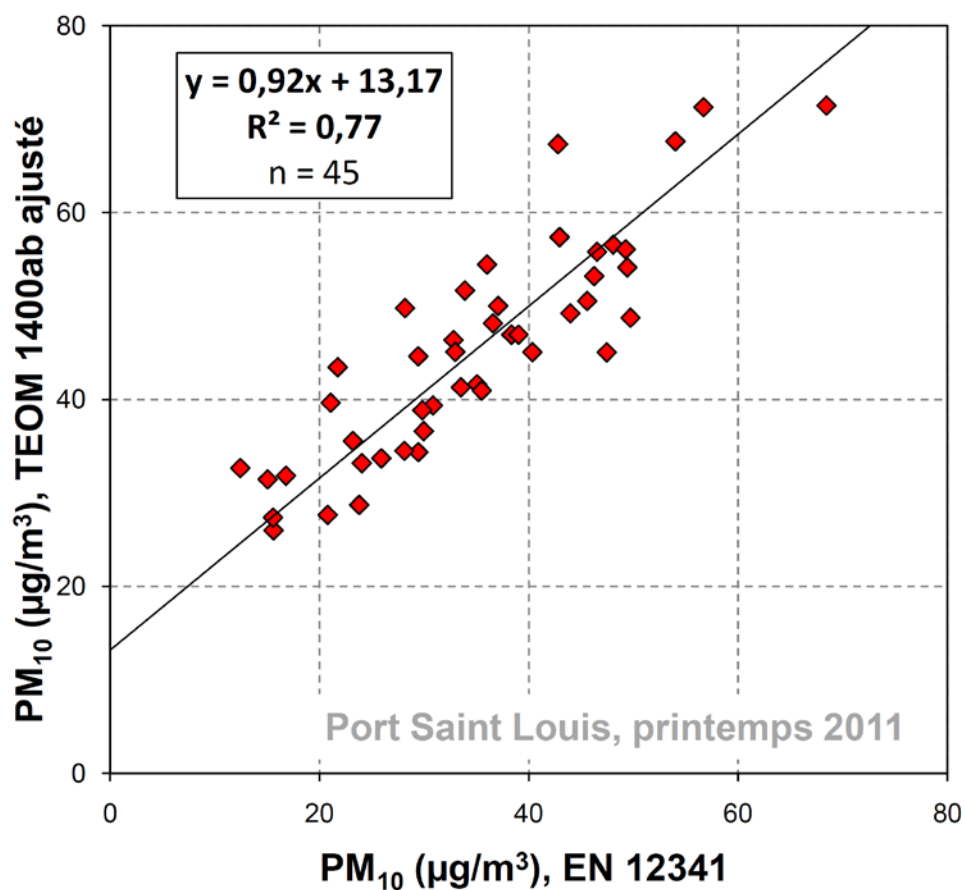


Fig. B1 : Comparaison des mesures TEOM (1400ab) ajusté de l'écart TEOM-FDMS/TEOM(1400ab) du site de référence d'Airfobep aux mesures gravimétriques à Port Saint Louis au printemps 2011.

Annexe C

Résultats complémentaires MP101M-RST (Metz Borny, printemps 2011)

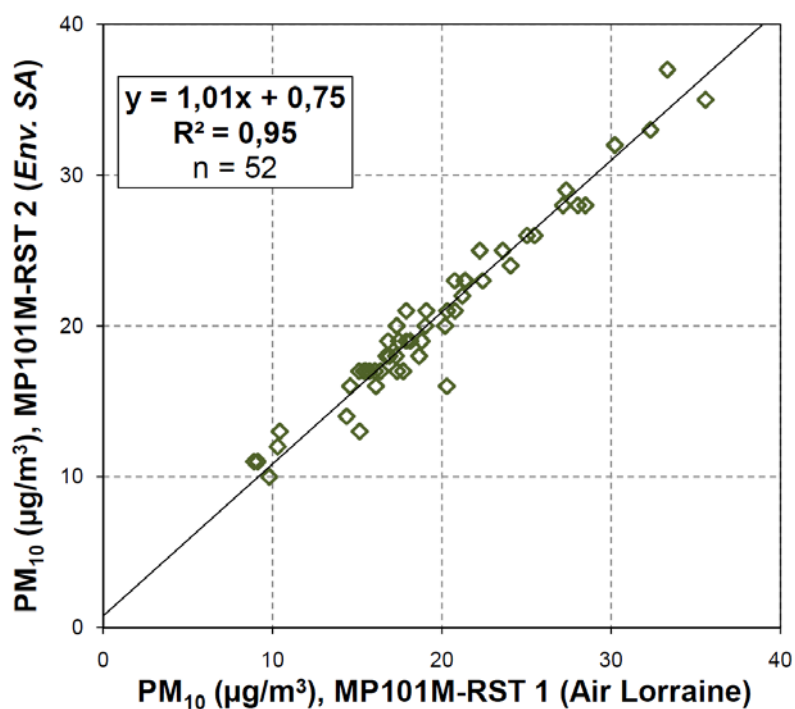


Fig. C1 : Inter-comparaison de 2 MP101M-RST à Metz Borny au printemps 2011

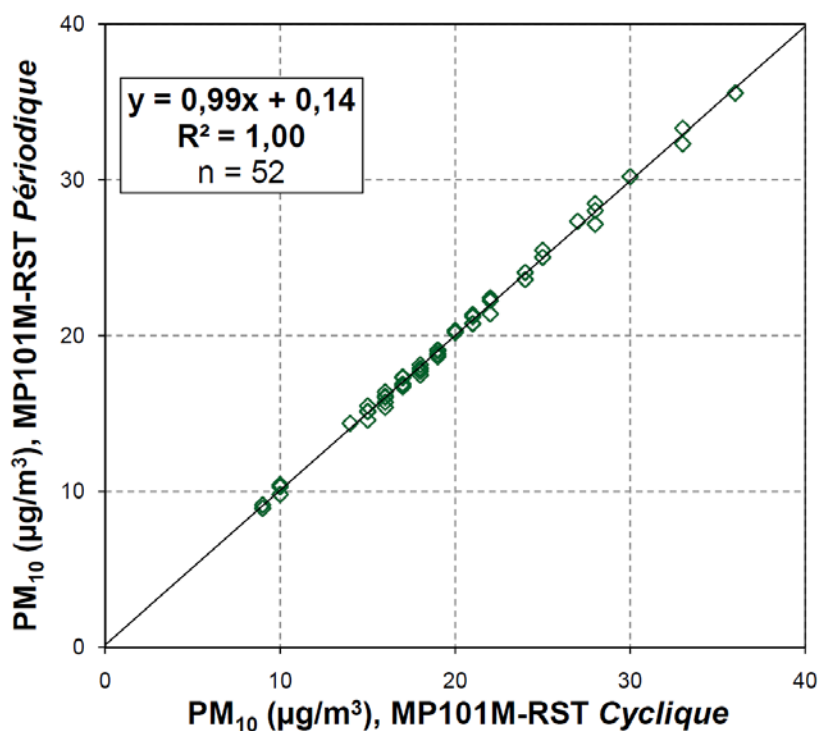


Fig. C2 : Inter-comparaison des mesures cycliques (sur un pas de temps de 24h) et des mesures périodiques (moyenne journalière des données 2h) de la MP101M-RST d'Air Lorraine à Metz Borny au printemps 2011

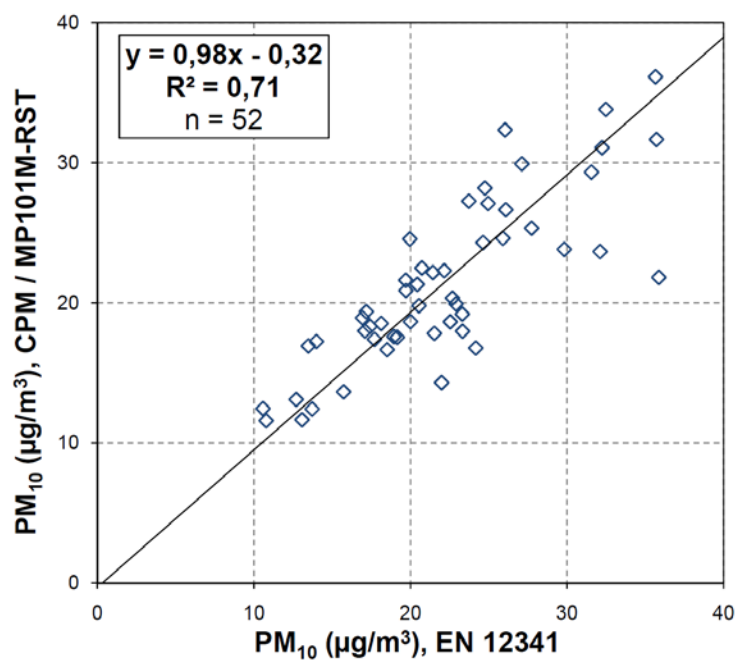


Fig. C3 : Inter-comparaison des mesures couplées CPM (indicateur optique) / MP101M-RST aux mesures gravimétriques à Metz Borny au printemps 2011

Annexe D

Comparaisons TEOM-FDMS/MP101-RST (novembre 2011)

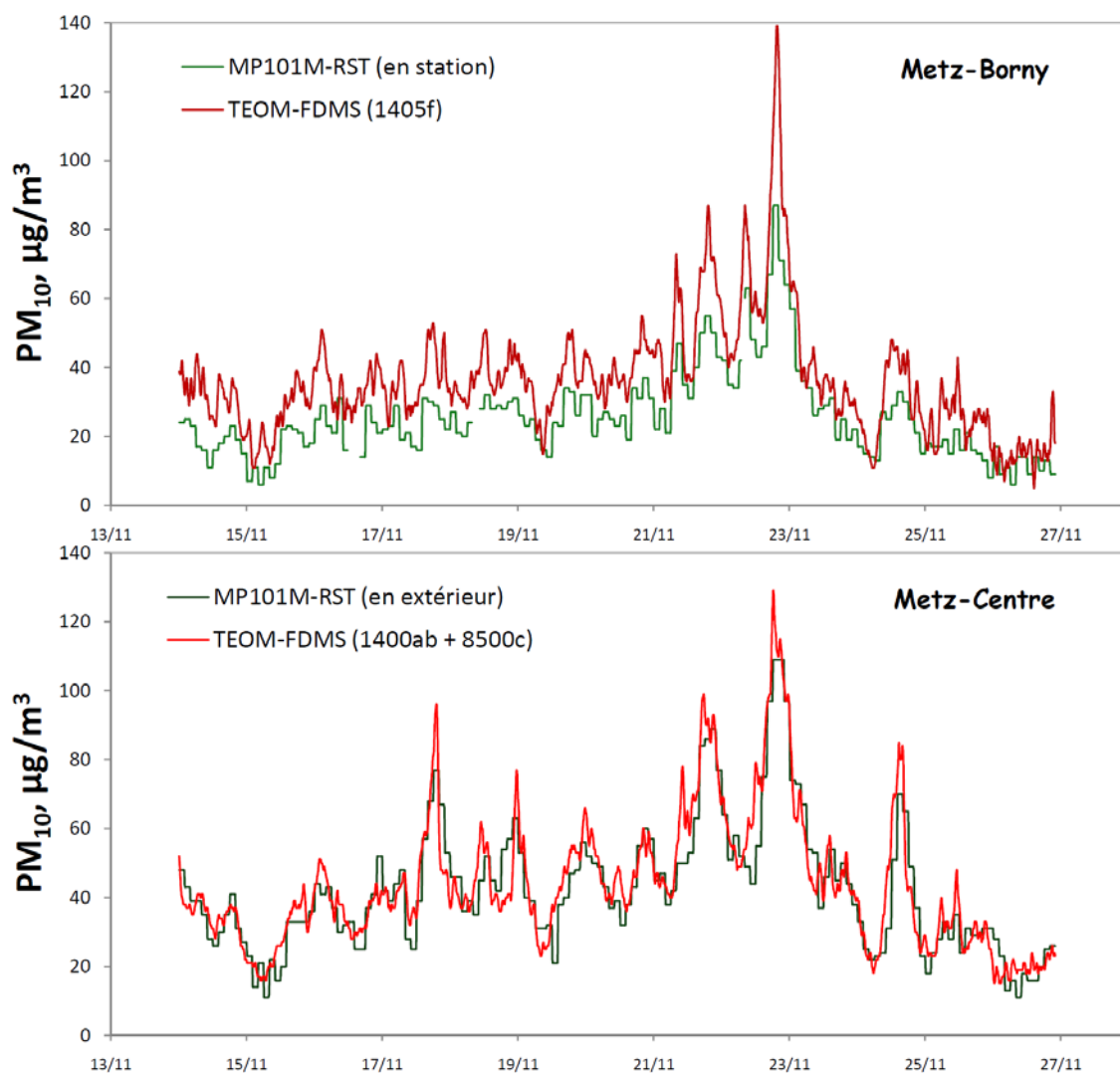


Fig. D1 : Inter-comparaison des mesures TEOM-FDMS et MP101M-RST à Metz Borny (MP101-RST en station) et Metz Centre (MP101M-RST en extérieur) en novembre 2011

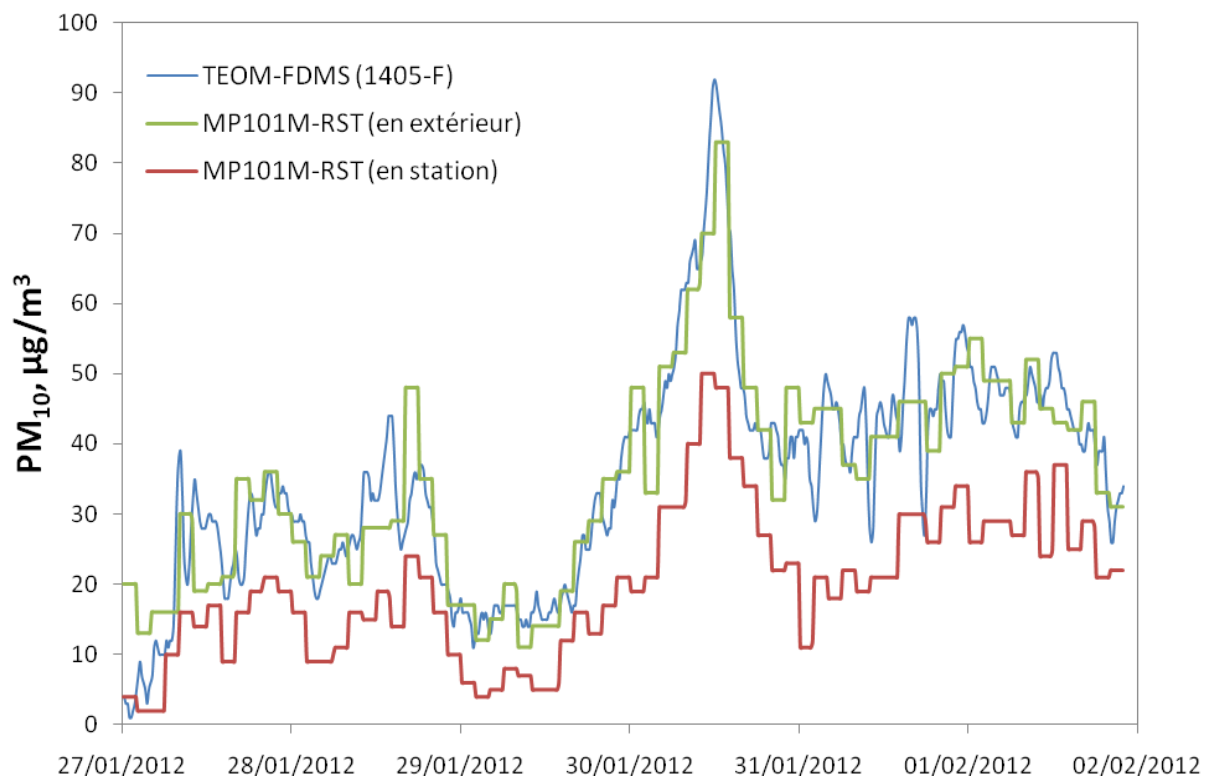


Fig. D2 : Inter-comparaison des mesures TEOM-FDMS et MP101M-RST à Metz Borny (hiver 2012).