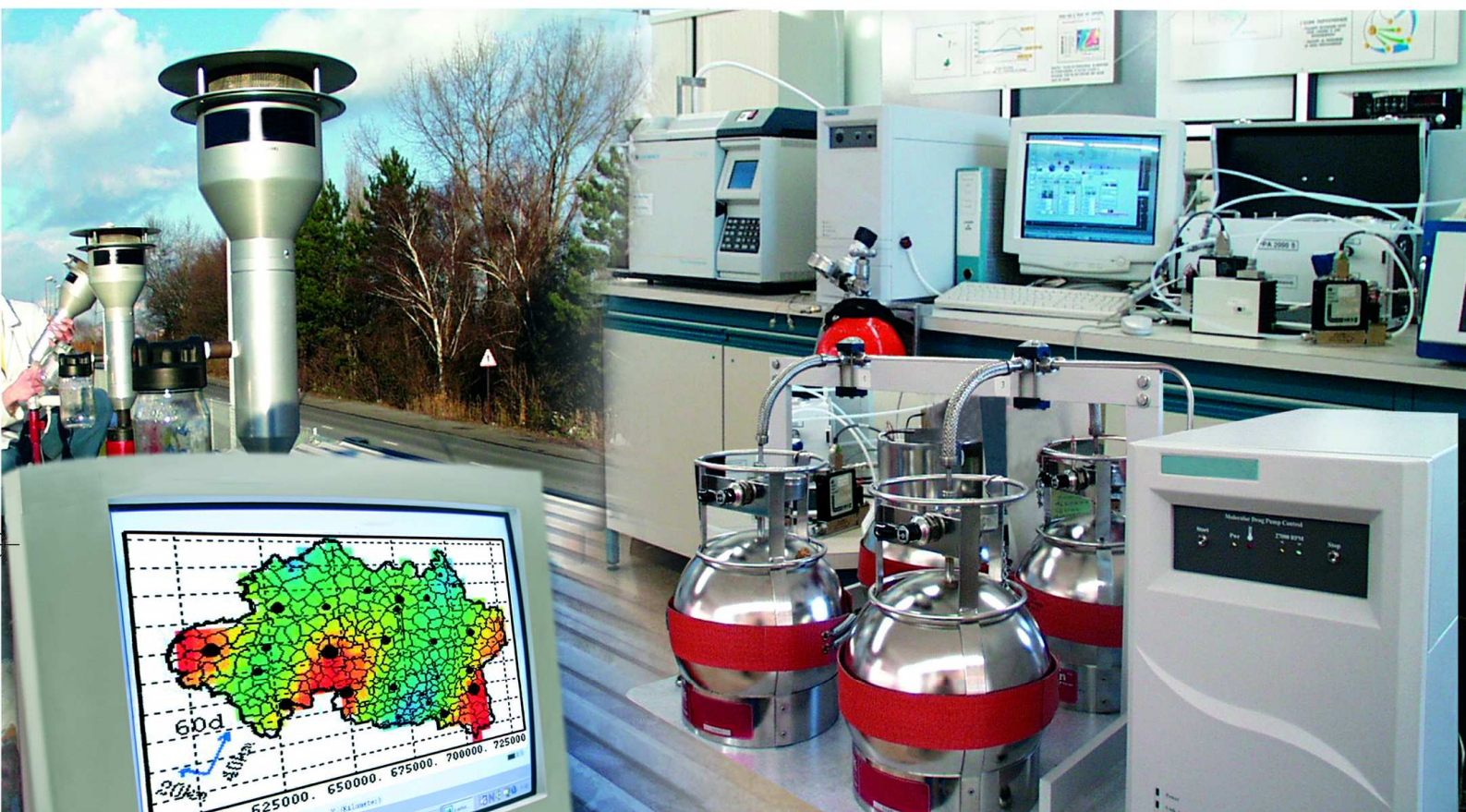




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Utilisation du TEOM/FDMS pour la surveillance des PM

Rapport 1/2

Synthèse des travaux 2005

Novembre 2005 - version finale

Convention: 05000051

O. Le Bihan





Ministère de l'Ecologie
et du Développement Durable

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, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France 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.



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Utilisation du TEOM/FDMS pour la surveillance des PM

Synthèse des travaux 2005.

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Convention 05000051

Financée par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques
(DPPR)

Novembre 2005

R. Aujay, I. Fraboulet, S ; Geffroy, O. Le Bihan, H. Marfaing (AIRPARIF), F. Mathé (EMD), M. Reynaud, M. Ramel, D. Robin (AIRMARAIX), R. Perret, J. Poulleau.

Ce document comporte 14 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	O. LE BIHAN	J. POULLEAU	M.RAMEL
Qualité	Ingénieur Unité Qualité de l'Air	Ingénieur Adjoint de l'Unité Qualité de l'Air	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. RESUMÉ.....	3
2. INTRODUCTION	4
3. CONTEXTE	5
3.1 Mise en évidence des écarts entre méthode de référence et TEOM ; évolution du TEOM :	5
3.2 Evaluation de la représentativité spatiale du FDMS.....	5
4. DÉFINITION D'UNE STRATÉGIE NATIONALE	7
4.1 Actions au niveau français	7
4.1.1 objectifs	7
4.1.2 Contenu de la procédure d'équivalence	7
4.1.3 La campagne de Bobigny	7
4.2 Définition d'une stratégie.....	8
4.3 Action au niveau européen.....	8
4.3.1 Recherche de partenaires	8
4.3.2 Lancement d'un « club PM »	9
4.3.3 Résultats.....	10
5. TRAVAUX EN COURS.....	12
5.1 Programme de travail du « club PM »	12
5.2 Campagne de Marseille	12
5.2.1 Spécificités	12
5.2.2 JRC Ispra.....	13
5.3 Programme de déploiement « pilote » du module FDMS.....	13
5.3.1 Objectifs.....	13
5.3.2 Représentativité géographique et typologique.....	13
5.3.3 Capacités opérationnelles	14
6. CONCLUSION.....	14

1. RESUME

Si le dispositif légal européen fournit un outil de **référence** destiné à la surveillance des PM10 (norme EN 12341), la communauté européenne des professionnels de la surveillance de la qualité se heurte au **manque de caractère opérationnel** de ce dispositif.

En effet, cette méthode présente de multiples difficultés : aspect manuel, maniement délicat des filtres, risques de volatilisation de matière particulaire, coût des dispositifs de pesée (chambre à atmosphère contrôlée, etc.), impossibilité de disposer d'une information en temps réel.

Les dispositifs de **mesure automatique et temps réel** apportent une **solution** à l'ensemble de ces difficultés, à un **problème** près, celui de la prise en compte de la **fraction volatile** des particules.

La démarche française a été de privilégier une **solution métrologique**, par opposition à l'utilisation de facteurs de correction, difficiles à identifier puisque variables dans le temps et l'espace.

Les recherches expérimentales ont permis de progresser (module SES pour le TEOM) pour donner naissance à de véritables solutions, à savoir le **module FDMS** pour le TEOM, et le **module RST** pour la jauge Beta Environnement SA.

La communauté française a alors établi une stratégie, visant à valider techniquement puis de manière réglementaire, ces techniques émergentes. C'est ainsi qu'a été lancée fin 2004, la **procédure de validation par « équivalence »**, comprenant à la fois des actions expérimentales au **niveau français** (« campagnes d'équivalence »), et le lancement d'une action commune rassemblant différents **partenaires européens**.

Cette stratégie montrant d'ores et déjà des résultats positifs, un programme complémentaire vient d'être lancé, visant à confirmer l'**aspect opérationnel** des méthodes (« intégration long terme en réseau »), et à préciser le **mode d'intégration** de ces nouveaux matériels dans le parc (nombre et emplacement des modules).

2. INTRODUCTION

Si le dispositif légal européen fournit un outil de **référence** destiné à la surveillance des PM10 (norme EN 12341), la communauté européenne des professionnels de la surveillance de la qualité se heurte au **manque de caractère opérationnel** de ce dispositif.

En effet, cette méthode présente de multiples difficultés : aspect manuel, maniement délicat des filtres, risques de volatilisation de matière particulaire, coût des dispositifs de pesée (chambre à atmosphère contrôlée, etc.), impossibilité de disposer d'une information en temps réel.

Les dispositifs de **mesure automatique et temps réel** apportent une **solution** à l'ensemble de ces difficultés, à un **problème** près, celui de la prise en compte de la **fraction volatile** des particules.

La démarche française a été de privilégier une **solution métrologique**, par opposition à l'utilisation de facteurs de correction, difficiles à identifier puisque variables dans le temps et l'espace.

Ce choix stratégique a permis l'identification, le test et l'évolution de solutions instrumentales, à savoir, dans le cas du TEOM, du module « FDMS ». Les essais menés pendant deux ans (2003 et 2004) sur ce module ont été jugés suffisamment positifs pour déclencher en 2005 une procédure dite « d'équivalence », dont l'objectif est la reconnaissance au niveau européen, de mesures de surveillance effectuée à l'aide d'un TEOM/FDMS.

Le rapport présenté ici a pour objectif de rappeler l'historique de cette prise de décision (chapitre 4), de présenter la stratégie globale adoptée par la France sur ce point (chapitre 5), avec d'une part des actions au niveau national (Chapitre 5.1) et d'autre part le lancement d'une initiative à l'intention de nos collègues européens, menant à la création d'un « club PM » (chapitre 5.2). Un programme d'intégration des modules est en cours de lancement ; il est décrit au sein du chapitre 6.

3. CONTEXTE

3.1 MISE EN EVIDENCE DES ECARTS ENTRE METHODE DE REFERENCE ET TEOM ; EVOLUTION DU TEOM :

Une première étude conjointe INERIS-AIRPARIF intitulée « Etude comparative entre le TEOM et différents échantillonneurs manuels sur filtre – caractérisation physico-chimique de l'aérosol atmosphérique de PARIS » réalisée en 2002, a fait apparaître la complexité de la relation entre le TEOM et l'échantillonnage manuel, notamment en raison de phénomènes de volatilisation.

En conséquence, il est apparu difficile d'adopter un facteur correctif pour les données du TEOM par rapport à la méthode de référence.

Dans le même temps, la caractérisation de l'aérosol a mis en évidence l'influence majeure de l'aérosol secondaire sur les concentrations observées, tout particulièrement lors des épisodes de forte pollution.

Ce travail a été poursuivi en 2003 (étude « Caractérisation de l'aérosol atmosphérique ») :

- Afin de mieux comprendre les écarts observés lors des campagnes précédentes, un suivi en continu des concentrations en nitrates a été réalisé, associé ponctuellement à une caractérisation de la granulométrie des espèces chimiques ; un travail de modélisation spécifique a été mené et a confirmé l'importance de la composante nitrate d'ammonium lors des épisodes ainsi que leur probable origine extérieure à la région Parisienne. Une évaluation du modèle a par ailleurs été proposée pour les PM10, sulfates, nitrates et l'ammonium

- Un TEOM de nouvelle génération (TEOM équipé du système FDMS), a été ajouté au dispositif d'intercomparaison de la station AIRPARIF de Gennevilliers : cette technique permet la prise en compte de la perte des composés les plus volatils. Les résultats préliminaires ont établi que la technique FDMS présente une excellente convergence avec la méthode de référence.

Ces travaux sont menés dans le cadre du programme pilote national de surveillance des particules.

3.2 EVALUATION DE LA REPRESENTATIVITE SPATIALE DU FDMS

Les travaux proposés en 2004 ont notamment porté sur l'étude des ratios FDMS/TEOM (50°C) sur plusieurs sites.

Il s'agissait :

- d'une part, de valider les premiers résultats obtenus en 2003 par des mesures complémentaires,
- d'autre part, d'observer les ratios FDMS/TEOM (50°C) sur plusieurs sites communs à une même région. L'idée est ici d'évaluer l'hypothèse selon laquelle il serait envisageable de corriger les données des TEOM répartis sur une zone à partir d'un FDMS disposé sur un site de référence.

Dans ce but, trois sites de la région parisienne ont été instrumentés, en collaboration avec AIRPARIF. L'étude s'est déroulée sur 9 mois afin de prendre en compte l'effet saisonnier.

Chaque site a été équipé d'un TEOM (50°C), d'un TEO M/FDMS et pour l'un des sites, un Partisol Plus comme méthode de référence.

En terme de résultats,

- la comparaison des différents sites a été réalisée à travers les hypothèses d'un facteur multiplicatif, et/ou de la somme de la partie volatile ; si les ordres de grandeur obtenus sont cohérents, il s'agit désormais de savoir si cette technique est suffisamment précise pour que des valeurs corrigées puissent être reconnues dans l'absolu.
- Les travaux de modélisation 2004 ont permis de préciser quantitativement l'origine des épisodes de Février et Mars 2003 en proposant une étude de sensibilité originale sur les émissions anthropiques des pays voisins, et de la zone Ile-de-France.

4. DEFINITION D'UNE STRATEGIE NATIONALE

4.1 ACTIONS AU NIVEAU FRANÇAIS

4.1.1 OBJECTIFS

Les résultats préliminaires de l'exercice 2004 montrent, d'une part, la convergence entre TEOM-FDMS et la méthode de référence, et d'autre part un taux de fonctionnement satisfaisant, en ce qui concerne la seconde génération de FDMS.

En conséquence, le comité de suivi « particules » du 24 novembre 2004 a décidé de s'engager dans une procédure d'évaluation du TEOM-FDMS en tant que « méthode équivalente » candidate.

L'objectif est de valider la voie d'une solution instrumentale reconnue pour la surveillance des PM10. Ceci moyennant modification du parc actuel (les modalités, et notamment le nombre de modules, restant à définir), et d'appliquer la procédure d'évaluation à la mesure PM10 mais aussi d'ores et déjà aux PM2,5.

4.1.2 CONTENU DE LA PROCEDURE D'EQUIVALENCE

Les documents pris en référence sont le projet de norme PM2,5 et le projet « Demonstration of equivalence of ambient air monitoring method » (JRC).

Quatre campagnes de mesure doivent être mises en œuvre, un minimum de 40 échantillons 24h devant être validés pour chacune d'entre elles.

Des contraintes très précises sont à respecter, notamment au niveau des procédures de pesée de filtres, des cycles d'approvisionnement, de la température de prélèvement et de stockage des filtres, etc.

4.1.3 LA CAMPAGNE DE BOBIGNY

Une première campagne, sur la base d'une collaboration LCSQA-AIRPARIF-ECOMESURE, a été menée de janvier à avril 2005 au niveau de la station urbaine de fond AIRPARIF de Bobigny.

10 appareils ont été mis en œuvre, à savoir

- 2 TEOM-FDMS PM10 et 2 Partisol Plus PM10
- 2 TEOM-FDMS PM2,5 et 2 Partisol Plus PM2,5
- 2 jauges Beta PM10 (action EMD).

Un rapport spécifique est dédié à cette campagne [O. Le Bihan et H. Marfaing, 2005].

Les résultats obtenus au niveau de la jauge Beta sont présentés dans un rapport spécifique [« Equivalence et représentativité des méthodes de surveillance des particules – Partie 1 : équivalence » Mathé et Herbin, rapport LCSQA-EMD Novembre 2005].

4.2 DEFINITION D'UNE STRATEGIE

Le comité de suivi « particules » de novembre 2004 a été l'occasion d'identifier une stratégie.

Les axes marquants sont les suivants :

1. Engagement de la France dans une procédure visant à obtenir la reconnaissance officielle de techniques automatiques de mesure des PM modifiées (pour le TEOM, le module FDMS ; pour la jauge Beta Environnement SA, le module RST)
2. Souhait d'étendre d'emblée la démonstration au PM2,5 (FDMS),
3. Souhait de poser d'emblée la démonstration à une échelle européenne, en proposant une action commune aux autres membres de la communauté européenne [cf. paragraphe 5.3]. Cette initiative porte sur une mise en commun des campagnes d'essai, ouvrant la voie à une diminution du nombre de campagnes assurées par la France (passage de 4 à 2).

L'obtention de résultats positifs lors de la campagne de Bobigny, nous a permis de valider cette stratégie.

Le comité de suivi « particules » de juin 2005 a permis d'affiner cette stratégie, mais aussi de la compléter par...

4. ... la décision de lancer une action pilote de déploiement de modules FDMS et RST, en station de surveillance.

4.3 ACTION AU NIVEAU EUROPEEN

4.3.1 RECHERCHE DE PARTENAIRES

Un appel à collaboration a été réalisé à deux reprises auprès des laboratoires de référence européens (à travers l'association AQUILA) dès l'automne 2004, mais avec assez peu de succès.

Une annonce a été faite à nouveau en mars 2005, indiquant notamment qu'une campagne était en cours à Bobigny. L'INERIS a également contacté de manière individuelle un certain nombre de personnes, proposées notamment par l'ADEME.

Cette annonce et ces contacts individuels ont permis d'identifier les pays potentiellement les plus moteurs sur ce sujet.

Nous avons alors décidé de lancer une invitation générale pour une présentation des résultats obtenus à Bobigny, et une discussion quant à un travail commun sur le thème de l'équivalence.

7 organismes européens, représentant 5 pays et la commission européenne, ont répondu positivement à l'invitation de l'INERIS :

- Belgique : VMM et ISSeP
- Hollande : RIVM
- Allemagne : LUA-NRW
- Espagne : CSIC
- Suisse : EMPA.
- Centre technique de la communauté européenne : JRC Ispra.

Cette réunion s'est tenue le 7 juillet à Paris.

4.3.2 LANCEMENT D'UN « CLUB PM »

La réunion du 7 juillet 2005 a permis tout d'abord de confirmer et d'évaluer le degré d'avancement des différents acteurs européens, sur le sujet, à savoir :

- Que différents pays mènent des études de comparaison entre le TEOM-FDMS et la méthode de référence ou le TEOM 50°C
- Mais que **seules la France et la Grande-Bretagne** (contactée mais non-représentée) sont engagées dans la **procédure d'équivalence**, en tant que telle.

Les résultats de Bobigny, favorables aux modules FDMS et RST, et la démarche technique du LCSQA, ont convaincus, permettant d'aborder de manière concrète la définition d'un travail commun.

L'INERIS a proposé le mode de fonctionnement suivant :

- principe du club : mise en commun de données, permettant à chaque pays de revendiquer l'utilisation des modules sur la base de données en partie « étrangères »
- adhésion : contribution à la base de données commune
- base de données : en accès réservé, sur le site du LCSQA.

Ce mode de fonctionnement a obtenu l'ensemble des suffrages, et un programme expérimental a été constitué, détaillé dans le tableau 5.1, et commenté dans le chapitre 6.

4.3.3 RESULTATS

L'association AQUILA a invité le LCSQA à présenter les résultats obtenus (Bobigny), ainsi que les objectifs et le mode de fonctionnement du « Club PM » : ceci a été fait le 17 novembre 2005.

Outre le fait de disposer d'ores et déjà d'un programme d'action au niveau européen nous permettant d'atteindre nos objectifs nationaux, cette présentation a permis :

- de recueillir l'assentiment de l'ensemble de la communauté, 1 an après un premier accueil, réservé
- d'entériner de la part d'AQUILA une demande d'information quant aux déroulement des travaux (accordé), mais aussi une demande d'accès aux données ; demande refusée par le club dans la mesure où le principe d'accès est de contribuer à l'enrichissement des données.

Nous pouvons donc considérer,

- que le positionnement choisi par la France de privilégier la recherche d'une solution instrumentale est d'ores et déjà accepté à un niveau européen,
- que la France assure désormais un rôle de leader sur la question de la reconnaissance des techniques de mesure automatiques.

		contact	LCSQA (INERIS/ EMD)	VMM	ISSeP	EMPA	NRW	CSIC, RIVM
Type of site			urban			suburban	traffic	
Gravimetric reference	digitel	Luisa					X	
	Partisol 2025	JRC Ispra	X					
	leckel							
Minimum information		RIVM						
Campaign	FDMS PM10	Olivier Le Bihan INERIS	Bobigny jan05 Marseille jan06	Belgium 2006		Duebendorf 2005 (1 an)	Duisburg 2005	A définir
	FDMS PM2.5	Olivier Le Bihan INERIS	Bobigny jan05 Marseille jan06					
	Beta env.sa	Francois Mathé EMD	Bobigny jan05 Marseille jan06		Belgium 2006			
	Beta thermo	Christophe Hueglin EMPA		Belgium 2006		Duebendorf 2005 (1 an)		RIVM 2006
	COP					Grimm? 2006		

Tableau 5.1 : ébauche du programme d'action du « Club PM ».

5. TRAVAUX EN COURS

5.1 PROGRAMME DE TRAVAIL DU « CLUB PM »

Le programme de travail comprend (cf. tableau 5.1) :

- Un axe principal : campagnes de mesure, notamment
 - en Allemagne (site trafic, 6 mois, FDMS PM10)
 - en Suisse (1 an, FDMS PM10 et jauge Beta TEI)
 - en Belgique (2006)
- Deux axes secondaires :
 - La définition d'un format minimum d'informations à fournir pour chaque campagne (action RIVM),
 - Une réflexion sur l'automatisation des méthodes de référence (« séquentielles ») et la reconnaissance officielle de préleveurs séquentiels comme le Partisol ou le Digitel (données techniques nombreuses et positives, mais démarche « réglementaire » à mener).

5.2 CAMPAGNE DE MARSEILLE

Une seconde campagne de mesure est en cours de lancement à Marseille, en partenariat avec AIRMARAIX.

Le choix d'un tel site est lié à la nécessité de disposer, au sein de la base de données, d'informations concernant le sud de l'Europe ; en effet, les campagnes réalisées ou en cours sont exclusivement basées, à ce jour, en Europe du Nord.

5.2.1 SPECIFICITES

Le format de cette campagne est identique à celle de Bobigny.

Nous retrouvons les mêmes partenaires, AIRPARIF assurant un passage de relais en terme technique à destination d'AIMARAIX (aménagement, rapatriement des données, contrôle à distance journalier).

Il est prévu que la production de données démarre début janvier, et se poursuive jusqu'en mars.

La salle de pesée de l'INERIS, constitue un outil fondamental du programme. Si son emplacement (Verneuil-en-Halatte, département de l'Oise) constituait un atout pour la campagne de Bobigny (transport de filtres en une heure), la logistique est beaucoup plus délicate dans le cadre de ce nouveau projet :

- un écart de 10 jours maximum est à respecter entre la fin de la procédure de pré-pesée, et l'utilisation des filtres,
- après prélèvement, les filtres doivent être conservés strictement au dessous de la température de prélèvement et/ou de 23°C ; par ailleurs, nous ne souhaitons pas avoir recours à des températures trop basses par rapport à la température de stockage en station, ceci afin d'éviter des phénomènes de condensation.

Des solutions sont à l'étude pour respecter ces deux obligations.

5.2.2 JRC ISPRA

Le Centre commun de Recherche JRC (Ispra) a participé à la réunion de lancement de la campagne de Marseille.

A cette occasion, il a émis le souhait de participer, à travers la mise en œuvre sur site de préleveurs (notamment dans le cadre de l'action « gravimetric reference » du Club PM).

5.3 PROGRAMME DE DEPLOIEMENT « PILOTE » DU MODULE FDMS

Le Comité de Suivi « particules » de novembre 2005 a été l'occasion de discuter du contenu du programme pilote « FDMS et RST ».

Cette discussion a bénéficié des premières réponses de la part de 13 AASQA (11 réponses + 1 commune à deux AASQA) à l'appel à participation « FDMS et RST ».

5.3.1 OBJECTIFS

La procédure d'équivalence est en cours ; les résultats obtenus jusque là sont, comme nous l'avons vu, positifs : ceci suggère de se tourner d'ores et déjà vers la suite.

En l'occurrence, les besoins portent, d'une part, sur l'évaluation des qualités opérationnelles de ces modules au sein des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, et d'autre part, sur la faisabilité d'un équipement a priori partiel du parc TEOM et jauge.

Les **possibilités d'investissement**, et leur calendrier, joueront un rôle majeur dans le calendrier et la portée de ce programme de **déploiement pilote**.

5.3.2 REPRESENTATIVITE GEOGRAPHIQUE ET TYPOLOGIQUE

Cet axe de travail a pour objectif d'évaluer dans une zone donnée la capacité d'un point de mesure FDMS à répercuter une information correcte à d'autres points non-équipés du module FDMS.

En d'autres termes, il s'agit de savoir si pour être reconnu un point de mesure doit être absolument équipé d'un module, ou s'il peut être simplement corrigé à partir de la concentration en volatils mesurée par un site voisin.

Une première suggestion concerne l'aspect typologie : il s'agirait dans ce cas de considérer dans une même zone un site de proximité, un site de fond urbain, et enfin un site rural.

Une seconde suggestion concerne l'aspect géographique : il s'agirait d'équiper un point fixe et un point mobile, ce dernier permettant de prendre en compte plusieurs sites, si possible de manière saisonnière (hiver, été).

Il est à noter que d'un point de vue « qualité de la mesure », des essais de répétabilité ont été suggérés en préalable au déploiement du matériel sur le terrain.

Deux AASQA pourraient être associées en 2006, une sur chaque volet (« typologie » et « géographie »).

5.3.3 CAPACITES OPERATIONNELLES

L'objectif de cet axe de travail est de s'assurer que les modules sont réellement opérationnels dans le cadre d'une surveillance quotidienne et long terme.

Il s'agit donc d'évaluer la convivialité de ce matériel (utilisation, logiciel, niveau de formation, facilité de contrôle à distance), mais aussi sa fiabilité, les coûts associés en terme de mise en place et de maintenance, etc.

Les travaux préliminaires menés depuis 2003 nous incitent à l'optimisme, ceci devant cependant être impérativement confirmé.

6. CONCLUSION

Les efforts menés au niveau français, depuis plusieurs années, sont récompensés avec l'identification de solutions métrologiques à destination des méthodes automatiques (TEOM et jauge Beta).

La reconnaissance officielle de ces techniques automatiques est très bien engagée. Pour ce faire, des efforts conséquents sont faits par la communauté française :

- campagnes « équivalence » au niveau français ;
- animation d'une action concertée au niveau européen.

Par ailleurs, afin de permettre une mise en conformité la plus rapide possible du parc français au regard des exigences réglementaires, une première action de déploiement de matériel sur le terrain, a été organisée.

Ces efforts conséquents tant au niveau national qu'Européen, font que l'activité française occupe désormais une position de pointe sur ce sujet.

