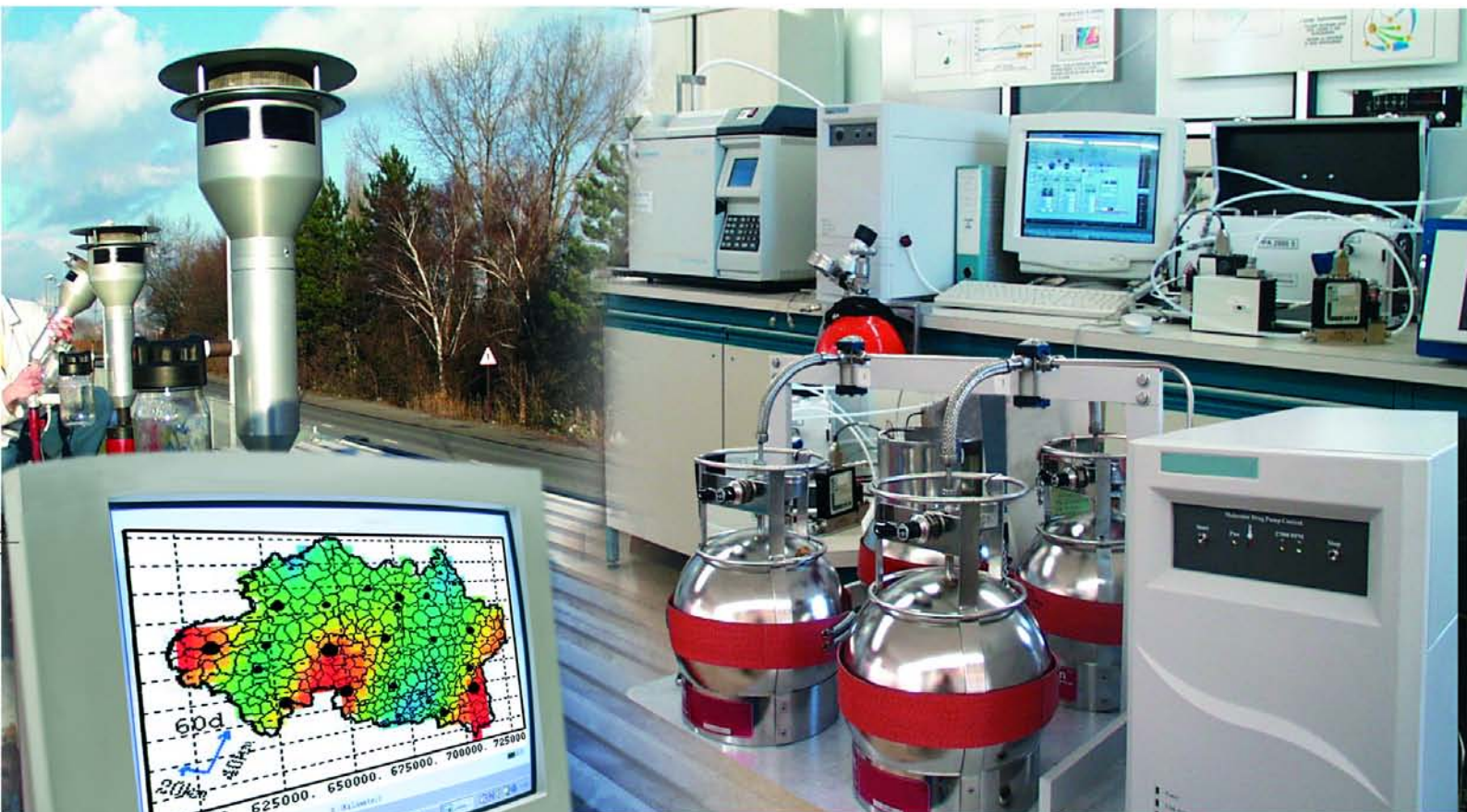




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



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

Caractérisation Chimique des Particules

Veille sur les études de caractérisation des PM

Programme 2012

L. CHIAPPINI





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'École 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, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Ils 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 au MEDDE et 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.



Caractérisation chimique des particules

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Métrologie des particules PM₁₀ et PM_{2.5}

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

2012

L. CHIAPPINI

Ce document comporte 78 pages (hors couverture et annexes)



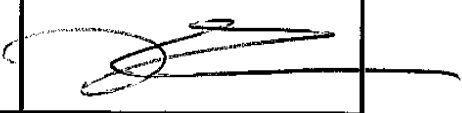
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Laura CHIAPPINI	Eva LEOZ-GARZIANDIA	Nicolas ALSAC
Qualité	Ingénieur Unité Chimie Métrologie Essais Direction des Risques Chroniques	Responsable Unité Chimie Métrologie Essais Direction des Risques Chroniques	Responsable du pôle Caractérisation de l'environnement Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
LISTE DES ABBREVIATIONS ET ACCRONYMES	9
1. INTRODUCTION	12
2. METHODOLOGIE	14
2.1 Recensement des études.....	14
2.2 Organisation du rapport.....	14
3. ETAT DES LIEUX DES ETUDES SUR LES PM EN FRANCE : TABLEAU DE SYNTHÈSE	15
4. LES RESEAUX DE MESURE ET DISPOSITIFS EN LIEN AVEC LA REGLEMENTATION EUROPEENNE	27
4.1 Le réseau EMEP	27
4.1.1 Tableau résumé.....	27
4.1.2 Nouveaux résultats	28
4.2 projet de recherche ACTRIS	32
4.2.1 Tableau résumé.....	32
4.2.2 Organisation	32
4.3 Spéciation chimique des PM _{2.5} en site rural dans le cadre de la directive européenne (programme pérenne)	34
4.3.1 Tableau résumé.....	34
4.3.2 Résultats.....	35
5. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE NATIONALE	37
5.1 CARA (programme perenne)	37
5.1.1 Tableau résumé.....	37
5.1.2 Nouveaux résultats	38
5.2 Suivi des traceurs « Chauffage au bois ».....	42
5.3 Distribution granulométrique des particules Submicroniques.....	43
5.3.1 Tableau résumé.....	43
5.3.2 Nouveaux travaux.....	43
6. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE REGIONALE	45

6.1	Particul’Air	46
6.2	FRANCIPOL.....	47
6.2.1	Tableau résumé.....	47
6.2.2	Résultats.....	47
6.3	Impact des particules brunes (poussières sahariennes) sur la santé respiratoire et cardiovasculaire en Martinique.....	49
6.3.1	Tableau résumé.....	49
6.3.2	Résultats.....	49
6.4	Station atmosphérique dans la Meuse (Pérenne)	50
6.5	Projet Lanslebourg	50
6.6	Projet Lanslebourg II	51
6.7	Projet PACTES	52
6.8	Projet AERA	53
6.9	Chimie rapide	54
6.9.1	Tableau résumé.....	54
6.9.2	Nouveaux résultats.....	54
7.	LES ETUDES PORTANT SUR LA CARACTERISATION DE SOURCES SPECIFIQUES.....	55
7.1	PM_Drive	55
7.2	EMBRUVE	56
7.2.1	Tableau résumé.....	56
7.2.2	Nouveaux résultats.....	56
7.3	PREQUALIF.....	58
7.3.1	Résumé	58
7.4	APICE	59
7.4.1	Tableau résumé.....	59
7.4.2	Résultats nouveaux	59
7.5	SAM	62
7.6	CHAMPROBOIS (Projet nouveau).....	63
7.7	INACS (projet nouveau)	65
7.8	Signature PM	66
8.	LES PROJETS DE RECHERCHE NATIONAUX ET EUROPEENS	67
8.1	MEGAPOLI	68
8.1.1	Tableau résumé.....	68
8.1.2	Nouveaux résultats.....	69

8.2 CHARMEX	70
8.2.1 Tableau résumé.....	70
8.3 $\delta^{13}\text{C}$ -HAP	71
8.3.1 Résumé	71
9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	72
10. BIBLIOGRAPHIE	74
11. LISTE DES ANNEXES	78

RESUME

La pollution particulaire constitue un véritable enjeu à la fois politique sanitaire et réglementaire. Ainsi, un besoin fort est exprimé par les pouvoirs publics de se doter d'outils de compréhension des phénomènes et d'aide à la décision en accord avec la Directive 2008/50/CE et mettre en œuvre des plans de réduction des sources de matière particulaire (PM) en France. C'est pourquoi le programme CARA a été créé au sein du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et que des campagnes de mesures sont menées sur le territoire pour suivre des traceurs spécifiques de certaines sources, caractériser la pollution particulaire dans des zones spécifiques telles les zones rurales, mettre au point des méthodes d'analyse et de traitement des données pour attribuer les sources et comprendre les phénomènes.

En 2009, un premier rapport s'était attaché à faire l'état des lieux des différentes approches existantes pour l'attribution des sources de particules ainsi que des différentes études de source de PM menées en France au niveau national, régional et dans le domaine de la recherche. La poursuite de ce travail, entrepris chaque année, révèle la multiplicité et la diversité de ces études.

En 2012, ce travail de veille s'est poursuivi et a permis de mettre en évidence les principaux éléments suivants :

- .Quatre études nouvelles ont été recensées : « signature PM », CHAMPROBOIS, INACS, Lanslebourg II. **Il est néanmoins important de noter que cette veille ne prétend aucunement à l'exhaustivité,**
- La plupart des études visant à caractériser les sources de PM localement se sont terminées en 2012 (Particul'Air, Particules en IDF, Vallée des Peillons, Chaudières bois en Alsace, Brumes de sable en Martinique, Lanslebourg...);
- En 2010, deux projets se destinaient à des applications épidémiologiques (« Brumes de sable » en Martinique et le site d'observation de la Meuse) et un à des études de toxicologie (PACTES en région PACA). En 2012, aucun nouveau projet ne vient renforcer les rangs des études épidémiologiques ;
- Alors que les études de caractérisation des sources de PM en région initiées entre 2009 et 2010 touchent à leur fin, peu sont initiées en 2012. L'on assiste plutôt à une augmentation depuis 2011 des études focalisées sur la caractérisation d'un polluant et de ses sources par le biais de campagne de terrain comme PREQUALIF qui s'intéresse au « black carbon », de mesures à la source comme NanoFluegas, projet tourné vers les nanomatériaux manufacturés, ou de la caractérisation d'une source comme PM-DRIVE, également intéressé par l'impact de la source trafic ;
- Plusieurs sites français (Revins, SIRTA..) ont participé à la campagne européenne intensive EMEP-ACTRIS.

Cette dernière action s'inscrit dans un contexte de travail européen fort comprenant entre autre :

- La participation au réseau EMEP-ACTRIS comme mentionné ci-dessus ;
- La rédaction de guides pour l'estimation de la part des sources naturelles et de resuspension sur les concentrations en PM ;

- La mise en place d'un réseau de sites de mesure facilitant les échanges entre pays (ACTRIS, transnational access),
- La rédaction d'un protocole technique pour la mise en œuvre des modèles récepteur (Receptor Model Technical Protocol, RMTP).

Les travaux européens s'organisent pour donner un cadre, harmoniser et faciliter l'ensemble des études menées par les Etats Membres afin d'identifier les sources de la pollution particulaire et mieux qualifier et quantifier les épisodes de PM en particulier ceux attribuables à des phénomènes particuliers tels le transport longue distance ou les sources naturelles.

L'impulsion que l'Europe est en train de donner aux travaux relatifs à la connaissance des sources des PM devrait profiter et certainement provoquer des travaux supplémentaires au niveau national. C'est la raison pour laquelle ce travail de veille sera étendu aux travaux européens en 2013.

La plupart des travaux visant à caractériser des activités locales (industrie, trafic...), des habitudes de vie (transport, chauffage...) et l'organisation même des communes sont importants dans un contexte national de mise en œuvre de plans de réduction.

LISTE DES ABBREVIATIONS ET ACCRONYMES

AEI / IEM: Average Exposure Indicateur / Indice d'Exposition Moyen

ACTRIS: Clouds, and Trace Gases Research Infrastructure

AIS: Aerosol Ion Spectrometer

AMS: Aerosol Mass Specrometer

APS: Aerosol Particle Sizer

ATOF-MS: Aerosol Time of Flight Mass Spectrometer

BC: Black Carbon

CEREGE: Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement

CCN: Condensation cloud nuclei (noyau de condensation pour les nuages=

CETIAT: Centre Technique des Industries Aérauliques et Thermiques

CMB: Chemical Mass Balance

CN: Condensation Nuclei (noyau de condensation)

CIRE: Cellule Interrégionale d'épidémiologie

CORTEA : Connaissances, réduction à la source et traitement des émissions dans l'air

DMPS: Differential Mobility Particle Sizer

EARLINET: European Aerosol Research LIdar NETwork

EC/OC: Elemental Carbon / Organic Carbon

EECCA : Eastern Europe, Caucasus and Central Asia (Arménie, Azerbaïjan, Biélorussie, Georgie, Kazakhstan, Kirghizstan, Moldavie, Fédération de Russie, Tadjikistan, Turkménistan, Ukraine, Ouzbékistan)

EMEP: European Monitoring and Evaluation Programme

EUCAARI: European Integrated project on Aerosol Cloud Climate and Air Quality Interactions

EUSAAR: European Supersites for Atmospheric Aerosol Research

HAP: Hydrocarbures aromatiques polycycliques

HOA: Hydrocarbon-like Organic Aerosols

HR-ToF-AMS: High-Resolution Time-of-Flight Aerosol Mass Spectrometer

HTDMA: Hygroscopic Tandem Differential Mobility Analyser

HULIS: HUmic-LIke Substances

IC : Ionic Chromatography

ICP/MS : inductively coupled plasma mass spectrometry

IFSTTAR : Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux

IFT (Leibniz-Institut für Troposphärenforschung)

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

DRC-12-126716-10615A

IRCELyon (Institut de recherche sur la catalyse et l'environnement de Lyon)
LA : Laboratoire d'Aéronomie
LBME: Laboratoire de Biologie Moléculaire Eucaryote
LCME : Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement
LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
LEPI: Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées
LGGE : Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement
LHVP: Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris
LIDAR: Light Detection and Ranging
LISA: Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques
LMGEM Laboratoire Microbiologie Géochimie et Ecologie Marine
LPTC : Laboratoire de physico-toxicochimie des systèmes naturels
LOA : Laboratoire d'Optique Atmosphérique
LOV : Laboratoire d'Océanographie de Villefranche
LSCE : Laboratoire des Sciences du Climat et l'Environnement
MERA : Mesure des Retombées Atmosphériques
MAAP: Multi Angle Absorption Photometer
NAIS: neutral Air Ion spectrometer
OA: organic aerosol
OOA: Oxygenated Organic Aerosols
PSCF : Potential source contribution function
PAS: photoelectric aerosol sensor
pBBOA: primary Biomass Burning Organic Aerosols
PCP: polychlorobiphényles
PILS-IC: Particle into Liquid Sampler-Ion Chromatograph
PILS-TOC: Particle into Liquid Sampler – Total Organic Carbon
PM: Particulate Matter (Matière Particulaire)
PMF: Positive Matrix Factorization
POP: Polluant Organique Persistant
PSM: Particle Size Magnifier
PTR-MS: Réacteur à transfert de protons et spectrométrie de masse
RMTP : Receptor Model Technical Protocol
SP2: Single Particle Soot Photometer
SPAH: Total surface polycyclic aromatic hydrocarbons
SPLAT: Single particle laser ablation time-of-flight mass spectrometer ...
RDI / SRXFR: Rotating Drum Impactor / Synchrotron Radiation x-ray Fluorescence

US EPA: United States Environmental Protection Agency

UOWM : University of West Macedonia

V-DMPS/SMPS: Volatility Differential Mobility Particle Sizer/ Scanning Mobility Particle Sizer

VHTDMA: Volatility-Humidity Tandem Differential Mobility Analyzer

WAD – IC: Wet Annular Denuder - Ion Chromatography

WSOC: Water Soluble Organic Carbon

1. INTRODUCTION

La matière particulaire (PM) présente dans l'atmosphère est considérée depuis quelques années maintenant comme un enjeu environnemental majeur du fait de son impact sur la santé. Ainsi, des valeurs limites annuelles sont fixées par l'Union Européenne pour les particules de taille inférieure à 10 μm , PM_{10} , et celles de taille inférieure à 2,5 μm , $\text{PM}_{2.5}$ (Directive 2008/50/CE, 2008). Le Grenelle de l'environnement a conclu à la nécessité de réduire de 30 % les niveaux en $\text{PM}_{2.5}$ par rapport aux niveaux actuels et le plan particules qui lui succède comprend des mesures dont l'objectif principal est la réduction de la pollution de fond par les PM, de manière quasi-permanente, et non pas la prévention des pics de pollution uniquement (Plan particules, 2010).

Le calcul d'un Indice d'Exposition Moyen (IEM), stipulé par la Directive 2008/50/CE, 2008, déterminé sur la base des mesures de concentrations dans des lieux caractéristiques de pollution de fond urbaine, concerne également les $\text{PM}_{2.5}$. Cet IEM sera à la base d'un Objectif National de Réduction des Expositions à atteindre en 2020. L'atteinte de cet objectif passera inévitablement par la poursuite de politiques de réduction des émissions et par conséquent par une meilleure connaissance des sources de PM.

Le programme CARA a été mis en place suite à l'observation des épisodes de pollution par les PM_{10} du printemps 2007 qui avaient mis en évidence le besoin de compréhension et d'information sur l'origine de ces pics.

Basé sur une approche couplée entre la caractérisation chimique des particules (spéciation) et la modélisation, ce dispositif consiste, en pratique, à effectuer des prélèvements de particules sur quelques sites en France, afin d'en analyser la composition chimique (carbone élémentaire et carbone organique, EC/OC, anions et cations) sur une sélection de ces échantillons (épisodes de forte pollution ou situations de fond d'intérêt), et de confronter les résultats à la modélisation.

Ainsi, cette spéciation chimique des PM permet de relier les composés identifiés à des familles de sources telles que les combustions ou les sources naturelles, et d'en estimer l'impact sur la masse totale de PM.

Et l'estimation des sources est d'autant plus importante que les dépassements des valeurs limites imposées par la Directive Européennes doivent être justifiés et l'influence des sources naturelles peut être estimée afin de les déduire des dépassements. Dans ce contexte, deux guides ont été rédigés par la commission européenne, l'un concernant l'estimation des poussières désertiques et du sel de mer (European Commission, 2011), l'autre l'estimation des PM dues à la remise en suspension liées au salage et au sablage des routes (European Commission, 2011).

Cependant, chaque espèce pouvant provenir de plusieurs sources, des approches plus complexes sont nécessaires afin d'affiner la contribution des différentes sources (ex : combustion du bois, combustion véhiculaire) et d'estimer la contribution de chacune d'entre elles.

En 2009, une description des différentes approches existantes ainsi qu'une bibliographie portant sur l'apport des techniques analytiques émergentes pour l'identification de sources telles les mesures de ^{14}C a été réalisée (rapport LCSQA Chiappini, 2009).

Effectivement, les méthodes sont nombreuses et différemment employées par les pays membres, rendant difficile l'interprétation et la comparaison des résultats d'un pays à l'autre, d'un laboratoire et d'un institut à l'autre. C'est ce dont témoigne l'état des lieux réalisé par le groupe FAIRMODE (Forum for Air Quality Modelling in Europe) Sub-Group 2 (SG2) sur la contribution des sources naturelles et l'estimation des sources (Fragkou, 2011) formé pour répondre au besoin d'harmonisation des pratiques au sein de l'Union européenne.

Cette étude a révélé un manque patent d'uniformité des méthodes et de validation des résultats. Elle a également montré que parmi les 38 représentants des pays interrogés, aussi bien les modèles de dispersion que les modèles récepteurs sont employés mais surtout que de manière générale, aucune estimation des incertitudes sur les sorties de modèle n'est réalisée.

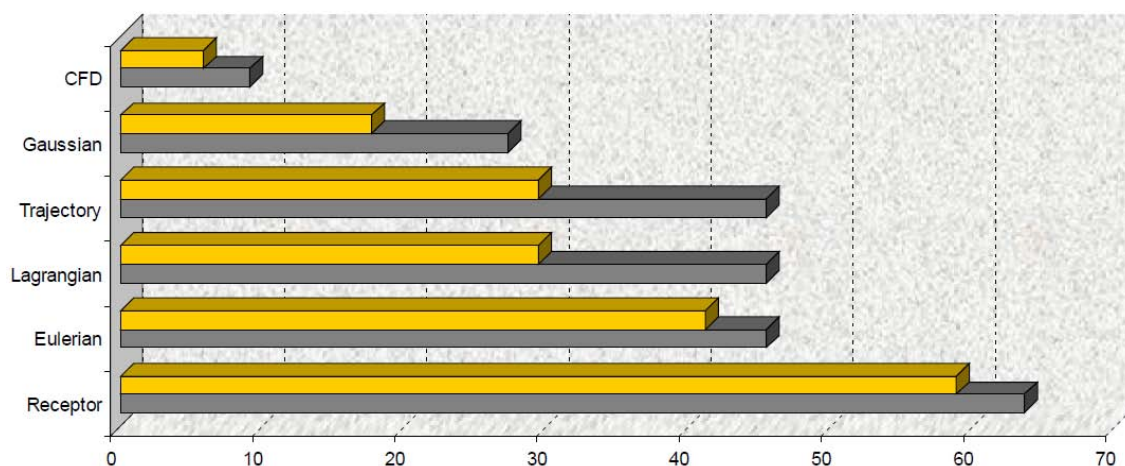


Figure 1 : Différents modèles d'estimation de source utilisés en Europe (en jaune % des pays, en gris % des questionnaires)

Il semblerait néanmoins que les modèles récepteurs soient les plus « populaires » au sein de l'Union européenne puisqu'ils sont nommés dans 59% des questionnaires correspondant à 64% des pays.

Dans ce contexte, un protocole technique pour la mise en œuvre des modèles récepteur (Receptor Model Technical Protocol, RMTP) est en cours de rédaction par un groupe d'expert de FAIRMODE (Belis, 2012) et un premier essai de comparaison interlaboratoire européen sur l'emploi de modèle récepteur a été organisé en 2012 (Karagulian, 2012). Ainsi, un jeu de données provenant de l'analyse de 178 filtres de $PM_{2,5}$ a été distribué à 16 experts et traité par sept modèles récepteurs différents. Les résultats obtenus des différentes méthodes de cet exercice sont en cours d'exploitation mais il semblerait d'ores et déjà qu'ils soient en bon accord (Belis et al., 2012).

Ainsi, les études de source des PM prennent de plus en plus de place dans le paysage européen. Dans la continuité de ce qui a été initié en 2009 (Rapport LCSQA, 2009; Rapport LCSQA, 2010, Rapport LCSQA, 2011), ce rapport poursuit le bilan des études menées et vise à inscrire les études actuellement menées en France dans ce contexte d'harmonisation et une réglementation des pratiques.

2. METHODOLOGIE

2.1 RECENSEMENT DES ÉTUDES

En 2010 et 2011, les porteurs des projets ainsi que les différents acteurs de la thématique PM dans le domaine de la recherche et des AASQA avaient été sollicités afin de recenser les différentes études menées en France et de faire évoluer par la suite un tableau récapitulatif des travaux en cours ou en préparation. C'est à partir de ce tableau que le travail de 2012 s'est poursuivi, sur le même principe que les années précédentes.

Le recensement des études s'est donc déroulé sur la base des réponses de certains des porteurs de projets, des recherches effectuées dans la littérature, des informations recueillies au cours de colloques et congrès en particulier au cours de l'European Aerosol Conference organisée en septembre 2012 à Grenade (Espagne).

Ainsi, ce travail ne prétend aucunement à l'exhaustivité et, étant pérenne, les responsables d'études cités dans ce rapport ou toute autre personne portant un projet d'étude des sources de PM est invité à contacter le LCSQA afin de compléter et faire évoluer ce rapport dans les années à venir.

Ce travail s'intéressant aux études à peine terminées ou en cours, les contenus de chaque partie accordée à chaque étude dépendent à la fois des informations disponibles et recueillies et du niveau d'avancement du travail. C'est pourquoi les descriptifs sont peu homogènes d'une étude à l'autre.

2.2 ORGANISATION DU RAPPORT

La plus grande majorité des études recensées est basée sur de la spéciation chimique et l'analyse de traceurs spécifiques nourrissant les modèles. Parmi toutes ces études, certaines sont de portée nationale, servant d'appui aux pouvoirs publics et d'outil d'aide à la décision, d'autres de portée régionale, s'appliquant à caractériser la pollution particulaire localement mais pouvant apporter des informations à l'échelle nationale.

Regroupant un grand nombre de laboratoires de recherche et de moyens humains et matériels, certaines se positionnent beaucoup plus en amont et ont pour vocation de comprendre les phénomènes ou de développer et mettre en œuvre des techniques nouvelles.

Enfin, un type d'approche visant à étudier une source spécifique tel le trafic ou les sels de mer par exemple, prend de l'ampleur depuis 2011.

Elles sont ainsi classées selon cinq thématiques :

- les réseaux de mesure et dispositifs de surveillance en lien avec la réglementation européenne.
- les études de caractérisation de la pollution particulaire de portée nationale.
- les études de caractérisation de la pollution particulaire de portée régionale et interrégionale
- les études portant sur la caractérisation de sources spécifiques et/ou à la source
- les projets de recherche au niveau national et européen.

Dans le chapitre 4, le Tableau 1 recense les études présentées selon le classement proposé ci-dessus. Des renseignements synthétiques sont donnés sur la description générale de l'étude (durée, partenaires, financement...), le principe ainsi que les objectifs, l'organisation, le type de prélèvement et de mesure réalisés, les principaux résultats, les modes de valorisation, l'état d'avancement, les conclusions et les perspectives. En fonction de l'état d'avancement d'une part et de l'importance des informations qui ont pu être récoltées et/ou trouvées, chaque partie ne sera pas également renseignée d'une étude à l'autre.

Un code couleur est également proposé afin de faciliter sa lecture et d'identifier rapidement la situation d'une étude par rapport à la veille (étude déjà présentées dans les rapports précédents, étude nouvelle...) :

- sur fond blanc : les études décrites dans le rapport de veille 2010 et ne présentant aucune nouveauté en 2011,
- sur fond rose : les études décrites dans le rapport de veille 2010 et pour lesquelles les nouveaux résultats sont donnés dans le présent rapport,
- sur fond jaune : les études nouvelles ou nouvellement citées dans le présent rapport,
- sur fond vert les études décrites dans le rapport de veille 2010 et finalisées.

Ainsi, lorsque les études ont été décrites dans les rapports de veille précédents et présentent des évolutions et des résultats nouveaux, le tableau résumé est accompagné d'un paragraphe les présentant.

Enfin, les études traitées dans le rapport précédent et ne présentant aucune nouveauté en 2012 ne sont pas détaillées à nouveau, seul le tableau résumé est donné avec une synthèse des résultats obtenus les années précédentes.

Le lecteur est invité à se reporter au rapport de référence cité pour plus de renseignements.

A ce jour, trois rapports de veille sont disponibles en ligne :

- Rapport 2009 <http://www.lcsqa.org/rapport/2009/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources>
- Rapport 2010 <http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources>
- Rapport 2011 <http://www.lcsqa.org/rapport/2011/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-caracterisation-pm>

3. ETAT DES LIEUX DES ETUDES SUR LES PM EN FRANCE : TABLEAU DE SYNTHESE

Le tableau ci-dessous recense les principales études menées actuellement en France sur la caractérisation chimique des PM et l'évaluation de leurs sources.

En 2012, Quatre études nouvelles ont été recensées : « signature PM », CHAMPROBOIS, INACS, Lanslebourg II. **Il est néanmoins important de noter que cette veille ne prétend aucunement à l'exhaustivité**

Tableau 1 : Résumé des différentes études portant sur la pollution particulaire en France :

Sur fond blanc : les études décrites dans le rapport de veille 2010 et ne présentant aucune nouveauté en 2011,

sur fond rose : les études décrites dans le rapport de veille 2010 et pour lesquelles les nouveaux résultats sont donnés dans le présent rapport,

sur fond jaune : les études nouvelles ou nouvellement citées dans le présent rapport, en vert les études décrites dans le rapport de veille 2010 et finalisées

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
Les réseaux de mesure et dispositifs de surveillance en liens avec la réglementation européenne						
EMEP Pérenne depuis 1983	Evaluer l'impact de la pollution transfrontière	Mesures / Modèle / Emissions	Concentration PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, EC/OC		37 pays européens, 70 sites de mesure pour les PM, 2 en France	http://www.emep.int/ Nathalie.poisson@ademe.fr Laurence.rouil@ineris.fr LCSQA EMD patrice.coddeville@mines-douai.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2009 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport Rapports et données d'EMEP disponibles sur http://www.emep.int/						
ACTRIS 2010-2014	Implémenter les meilleurs pratiques pour la mesure des espèces atmosphériques	Mesure in situ / Télédétection	Composition chimique, propriétés optiques, taille, concentration		28 partenaires européens, 5 stations impliquées en France	Gesolmina.pappalardo@imaa.cnr.it paolo.laj@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport Informations/base de données/demande de transnational accès http://www.actris.net						
Spéciation PM_{2,5} en site rural Pérenne depuis 2010 (Directive 2008/50/CE)	Evaluation des niveaux de pollution de fond – estimation des niveaux dans zones plus polluées – estimation contribution transport longue distance	Spéciation chimique	Anions, cation, EC/OC	6 sites DA80, 24h, PM _{2,5}	Atmo Champagne Ardenne, LIG'AIR (Centre) et ATMO Auvergne, AIRLOR, ATMO Rhone-Alpes, ORAMIP, Air Breihz	LCSQA (INERIS) alexandre.albinet@ineris.fr
CAMERA 2011-2014			Traceurs organiques	Sur deux des six sites ruraux	Atmo Champagne Ardenne, ORAMIP, LGGE	jaffrezo@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport						

Les études de caractérisation de la pollution particulaire de portée nationale

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
Programme CARA Pérenne depuis 2008	Documenter l'origine des pics de PM et situation de fond urbain et améliorer la modélisation	Spéciation chimique / modélisation	Anions, cation, EC/OC	13 sites DA80, 24h, PM ₁₀	INERIS, AASQA, LGGE, LCME, LCP-IRA, LSCE....	LCSQA (INERIS) Olivier.favez@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2009 Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
Chauffage au bois Pérenne depuis 2009	Contribution de la source chauffage au bois aux concentrations en HAP et PM	Spéciation chimique/rapports caractéristiques	HAP et PM ₁₀ (mesure réglementaire), lévoglucosan, méthoxyphénol, EC/OC + Espèces ioniques, HULIS (Grenoble)	1 sites, 1 prélèvement tous les 3 jours en hiver, tous les 6 en été, DA80, 24h	INERIS, LCME, LGGE, AASQA...	LCSQA (INERIS) alexandre.albinet@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2009						
Particules submicroniques Pérenne depuis 2003	Documenter la situation française sur le thème de la pollution par les particules submicroniques, et tout particulièrement ultrafines	Distribution taille – nombre Exploitation statistique des données	Aérosols dans les gammes 10 – 500 nm et 0.5 – 20 µm	SPMS – AMS	AIRFOBEP, AIRPARIF, ATMO PACA, ATMO RHONE-ALPES INERIS	LCSQA (INERIS) Olivier.favez@ineris.fr Aurelien.ustache@ineris.fr
Décrit dans le rapport veille depuis 2009 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen météorologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
<u>Les études de caractérisation de la pollution particulaire de portée régionale et interrégionale</u>						
Particul'Air 2009-2010 <i>FINALISEE</i>	Caractérisation de la pollution particulaire en zone rurale/chauffage au bois	Spéciation chimique - CMB sur certaines campagnes	Espèces ioniques, traceurs moléculaires organiques (HAP, Dioxines, furanes, Métaux, Lévo-glucosan, EC/OC, granulométrie, HULIS)	9 sites, 9 campagnes, 7 filtres journaliers par campagne, PM10/PM2,5 TEOM/TEOM-FDMSD DA80 24h	Atmo Poitou-Charentes, AASQA, LGGE, LCME...	agnes.hulin@atmo-poitou-charentes.org
<p>Décrit dans le rapport de veille depuis 2009 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p> <p>Etude terminée, rapport final disponible sur http://particulair.free.fr/</p>						
Particules en Ile de France 2009-2010 <i>FINALISEE</i>	Estimation de la contribution des sources de PM en Ile de France	Basée sur données météorologiques-étude de sites de typologie différente	Anions, cation, EC/OC, OC soluble, métaux (ICP-MS)	6 sites, 2 filtres par jour HV 24h, PM10/PM2,5	AIRPARIF LSCE	veronique.ghersi@airparif.asso.fr
<p>Décrit dans le rapport de veille depuis 2009</p> <p>Rapport final disponible sur http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-particules-110914.pdf</p>						
FRANCIPOPOL 2010-2012	Estimation de la contribution des émissions COV, NH3, HNO3, SO2 en Ile de France	Mesures continues sur 1 an à la station parisienne du LHVP (Hiver 2010 – Hiver 2011)-		COV (PTR-MS), NH3 (AIRMONIA), HNO3 et SO2 (WAD-IC)	AIRPARIF, LSCE, LHVP, LEPI	valerie.gros@lsce.ipsl.fr
<p>Décrit dans le rapport de veille depuis 2010</p> <p>Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p>						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
Etude Vallée du Peillon 2009-2010 FINALISEE	Origine industrielle des dépassements des VL (remontées air marin, écobuage, cimenterie, trafic routier)?	Spéciation chimique / méthode statistique modèle - récepteur	HAP, lévoglucosan, EC/OC, anions, cations, traceurs organiques, métaux	4 sites (2 cimenteries, site rural, site trafic), 1 campagne été, 1 hiver	ATMO PACA, LGGE, LCP-IRA	benjamin.rocher@atmopaca.org
Décrit dans le rapport de veille depuis 2009 Rapport final disponible sur http://www.atmopaca.org/files/et/110419_Rapport_Particules_Vallees_Paillons.pdf						
Impact chaudières bois en Alsace FINALISEE	Impact de 10 chaufferies au bois sur la qualité de l'air	Mesures à l'émission air ambiant / modélisation	HAP, PM ₁₀	Digitel	ASPA	CPALLARES@atmo-alsace.net
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010 Rapport final disponible sur http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Note_exploratoire_sur_l.pdf						
Brumes de sable 2009-2011	Evaluer l'impact des "brumes de sables" sur la santé en Martinique	Recueil les données médicales via les CHU + modélisation statistique	Données météo, PM _{2,5} , PM ₁₀	TEOM-FDMS	CIRE Antilles Guyane, Météo France – Martinique, CHU de Fort de France, CH du Lamentin, MADININAIR	stephane.gandar@madininair.f
Décrit dans le rapport de veille depuis 2009 Nouvelles mises à jour dans ce rapport						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
Station atmosphérique pérenne Meuse Prévu 2010 ou 2011 En projet	Station atmosphérique ANDRA	Suivi qualité de l'air Suivi gaz à effet de serre Suivi des propriétés des aérosols/poussières	COVs, particules	Granulométrie (distribution en taille) Propriétés optiques (aethalometre, photometre solaire) Spéciation (EC/BC, OC, traceurs),	ANDRA, AIRLOR, LSCE, LGGE, Météo France, INVS, IRSN/OPERA	sebastien.conil@andra.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010						
Projet Lanslebourg 2010-2011 FINALISE	Détermination des sources des PM en vallée Alpine	Spéciation chimique / méthode CMB Chimie détaillée des PM	Chimie détaillée des PM Enquête chauffage chez les particuliers, mesures à la cheminée.	PM10, PM2.5, 13HAP, levo, EC/OC...	AIR APS, LCME, LGGE	gbrulfert@atmo-rhonealpes.org
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010 Rapport disponible sur http://www.google.fr/search?q=lanslebourg+air+aps&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:fr:official&client=firefox-a						
PACTES 2010-2013	Particules dans le bassin minier de Provence	Etude de la part minérale des PM	Minéralogie (RX, IR), chimie globale (ICP- AES, ICP-MS), morphologie et composition chimique (MEB-EDS, µfluX),	De Bouc Bel Air, Gardanne, à Trets	ATMO PACA, CEREGE	noack@cerege.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
AERA 2010-2013	Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air	Modélisation, évaluation de scenarii, identification de secteurs d'activité et de « hot spots »...	Pas de mesures prévues pour le moment, en attente de la phase modélisation		Régions Ligure, Piémont, du val d'Aoste, province de Cuneo, région Rhône- Alpes, Dreal PACA, ATMO PACA	paul.deferaudy@ atmopaca.org
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010 Lien de l'étude http://www.aera-alcotra.eu/fr/index.php</p>						
Chimie rapide- Observatoire de chimie atmosphérique Ile de France Septembre 2011	Mise en place d'un site multi- instrumenté de recherche sur la pollution Atmosphérique en Ile- de-France	Caractérisation des propriétés des aérosols (physiques, chimiques, optiques) de leurs précurseurs gazeux	Aérosols et précurseurs gazeux	PILS-IC, ECOC Sunset field instrument, Aethalomètre, TEOM- FDMS, ACSM, SMPS, SP2,	LSCE, LMD (SIRTA), INERIS, AIRPARIF	jean.sciare@lsce.ipsl.fr olivier.favez@ineris.fr
<p>Décrit dans le rapport de veille depuis 2010/ Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p>						
<u>Les études portant sur la caractérisation de sources spécifiques</u>						
PM-DRIVE 2011 - 2014	Emissions particulières directes et indirectes du trafic routier	Mesures PM et COV à l'échappement et en proximité automobile Modélisations statistiques et déterministes, analyses multivariées	Espèces ioniques, EC/OC, traceurs moléculaires organiques, métaux, granulométrie, comptages + gaz (COV dont aldéhydes, NOx, CO...)	1 campagne (14 j), /Emissions primaires et secondaires (vieillissement en chambre) à l'échappement automobile, / DA80, AMS, PTR-MS, SMPS	IFSTTAR, LGGE, LCME, LCP, CEREAs + coop. Int. : PSI, JRC	aurelie.charron@ifsttar.fr
<p>Etude présentée dans le rapport de veille 2011</p>						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
EMBRUVE 2011 - 2013	Amélioration connaissance des émissions atmosphériques issues du brûlage des véhicules	Spéciation chimique	COV, NOx, SO2, CO2, CO, TSP, HAP, PCDD/PCDF et PCB-DL	Campagnes de brûlage de véhicules	INERIS, CITEPA	Serge.collet@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille en 2011 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
NANOFlueGas 2011 - 2013	Caractérisation, réduction des émissions particulaires : l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés	Caractérisation des PM10 et PM2.5 et PM1 en taille et en nombre	SMPS, ELPI, MEB	Analyse des effluents issus de l'incinération de produits constitués de nano-objets	INERIS, ARMINES, TREDI	Dominique.fleury@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille en 2011 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
PREQUALIF 2011-2013	Evaluer l'impact des mesures prises dans le cadre des ZAPA en Ile de France (IdF) pour réduire les émissions polluantes liées au trafic.	Caractérisation des sources de PM sur sites trafic et urbain, suivi des PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ et BC sur 15 sites		2 campagnes caractérisation PM10 site trafic, caractérisation PM10 et PM10, PM2,5 NO2 et BC sur 15 sites en continu sur un an	LSCE, AIRPARIF, INERIS, INRIA/CEREA, IFSSTAR, INSERM, CETE-IdF, AEROSOL D.O.O.	jean.sciare@lsce.ipsl.fr
Décrit dans le rapport de veille en 2011 / Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
APICE 2011 – 2012	Influence des activités portuaires sur la qualité de l'air de 5 grands ports méditerranéens	Spéciation chimique méthode CMB et PMF :			LCP, AtmoPACA, LGGE/CNRS	nicolas.marchand@univ-provence.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010 / Ensemble des informations disponibles sur http://www.apice-project.eu/ Nouvelles mises à jour dans ce rapport						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
SAM 2012 - 2015	Source d'aérosols marins dans l'atmosphère méditerranéenne	Mesures en atmosphère réelle et en laboratoire	Particules : SMPS, VHTDMA, NAIS/PSM, AMS, Filtres, gaz : PTRMS, tubes...	Continus, sur filtres	IRCELYON, LAMP, LCP-ira, LMGEM	barbara.danna@ircelyon.univ-lyon1.fr
Décrit dans le rapport de veille en 2011 /.Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
CHAMPROBOIS 2012 - 2014	Transformation physico-chimique d'un aérosol de combustion de bois en champ proche de la source	Mesure à l'émission, en champ proche et très proche, en fond Modélisation	PM _{2,5} , Black Carbon, matière semi-volatile et/ou condensable, HAP et leurs dérivés nitrés et oxygénés traceurs gazeux et particulaires de la source « chauffage au bois »	Sur filtres	INERIS, LCME, LSCE	Serge.collet@ineris.fr
Etude nouvelle						
INACS 2012-2014	Isotopie du nitrate d'ammonium : Compréhension des sources	Echantillons représentatifs de : Emissions anthropiques Episodes de dépassement des valeurs limites de PM	NOx et NHx dans PM et gaz,	Mesure isotopique de l'azote et de l'oxygène	INERIS, LGGE	Joel.SAVARINO@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Etude nouvelle						
Signature PM 2012 - 2013	Recherche d'une signature des sources diffuses d'origine industrielle	Mesures en site récepteur, sous les vents des industries, spéciation chimique CMB	PM	Spéciation chimique	Air PACA, LCME	boualem.mesbah@airfobep.org
Etude nouvelle						

Les projets de recherche au niveau national et européen

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen météorologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
AOS issus de l'oxydation des HAP						
Etude nouvelle						
Projet Européen MEGAPOLI 2009-2010 FINALISE	Evaluer impact mégacités sur qualité de l'air, chimie atmosphérique, climat... échelle locale, régionale, globale...	Spéciation chimique /modélisation/métho de statistique modèle - récepteur	COVs, particules,...	2 campagnes intensives 1 mois, été hiver, DA80, SMPS, AMS, PTRMS, PILS-IC, PILS-TOC, Chimie détaillée des COV (continue) Chimie détaillée des PM (12hr), mesures avion	LISA, LSCE, LGGE, LCP-IRA, AIRPARIF, LCME ...	Matthias.Beekmann@lisa.univ-paris12.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources En attente du rapport final / Mise à jour dans ce rapport						
CHARMEX 2009 - ?	Réactivité chimique, formation d'AOS	Spéciation chimique /modélisation/métho de statistique modèle – récepteur	COVs, particules,...	DA80, SMPS, AMS, mesures aéroportées....	LISA, LSCE, LCP-IRA, INERIS...	francois.dulac@cea.fr borbon@lisa.univ-paris12.fr
Décrit dans le rapport de veille depuis 2010 http://charmex.lsce.ipsl.fr/						
Composition isotopique des HAP 2008-2011 FINALISEE	Etude de la composition isotopique moléculaire (DeltaC13) comme traceur de source qualitatif et quantitatif des Hydrocarbures Aromatiques	Spéciation chimique / isotopie moléculaire	HAP	4 campagnes ~2 semaines (Sites trafic, urbain, rural, périurbain)	LPTC, INERIS	h.budzinski@epoc.u-bordeaux1.fr

Polycycliques particuliers
dans l'atmosphère

Etude présentée en 2011

FORMES

2007-2010

FINALISE

Etude des sources
primaires et secondaires
des particules

Spéciation chimique /
méthode statistique /
modèle - récepteur

Espèces ioniques,
HULIS, ¹⁴C, traceurs
organiques sources
primaires,
secondaires,
propriétés physiques

2 campagnes
intensives,
hivernale et
estivale, d'un
mois, DA80 12h
AMS...

LCP-IRA, LGGE, LCME,
LaMP, IRCE Lyon,
ATMO PACA et
ASCOPARG

....

nicolas.marchand@

univ-provence.fr

jaffrezo@lgge.obs.ujf-
grenoble.fr

Décrit dans le rapport de veille depuis 2009

Rapport disponible en ligne sur <http://gsite.univ-provence.fr/gsite/document.php?pagendx=6809&project=lcp-ira>

4. LES RESEAUX DE MESURE ET DISPOSITIFS EN LIEN AVEC LA REGLEMENTATION EUROPEENNE

4.1 LE RÉSEAU EMEP

4.1.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Tableau 2 : résumé des travaux relatifs aux activités du réseau EMEP

Description	EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme ¹) Créé en lien avec la convention sur la pollution transfrontière longue distance (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution LRTAP ²) signée en 1979.
Etat d'avancement	Pérenne depuis 1983
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010 / Nouveaux résultats présentés
Objectif	Evaluer l'impact de la pollution transfrontière
Principe	Mesures / Modèle / Emissions
Espèces mesurées / Métrologie	Concentration PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, EC/OC
Partenaires	37 pays européens, 70 sites ruraux de fond de mesure pour les PM, 2 en France
Liens utiles / rapports	http://www.emep.int/ Rapport 2012 : http://www.nilu.no/projects/ccc/reports/emep4-2012.pdf
Principaux résultats depuis 2009	<ul style="list-style-type: none">• Suivi des PM₁₀ au cours de l'année 2008 : niveaux les plus bas au nord et le nord-est de l'Europe, présence d'un gradient Nord- Sud et concentrations moyennes comprises entre 1 et 5 µg m⁻³ au Nord et 10 à 25 au Sud.• Suivi des PM_{2,5}: sensiblement le même, différence aux niveaux des côtes où les concentrations n'augmentant pas comme celles des PM₁₀ => part importante des sels marins.• Lien entre les concentrations en particules d'une part et la densité de population et les activités anthropiques d'autre part.• Tendance 1998-2010 à la baisse pour les concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} mais de nombreux dépassements des moyennes journalières sur l'ensemble du territoire.• Campagne intensive ACTRIS-EMEP : Campagne été 2012 réalisée et hiver 2013 en préparation.• Amélioration du modèle EMEP – MSC-W en implémentant un module AOS.• Evaluation de l'impact de l'irruption de l'Eyjafjöll en 2010 : 30% PM₁₀ à Ausburg (Allemagne), 39 % à Mace Head (Irlande)...
Contact	Nathalie.poisson@ademe.fr, Laurence.rouil@ineris.fr, patrice.coddeville@mines-douai.fr

¹ EMEP : <http://www.emep.int/>

² LRTAP : <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>

4.1.2 NOUVEAUX RÉSULTATS

Quelques résultats issus du rapport 2012 concernant les mesures de PM en 2010 sont présentées ici.

Concentrations massiques moyennes annuelles PM_{10} , $PM_{2.5}$ et PM_{10}

En Europe, la moyenne annuelle pour les PM_{10} s'élève à $15,5 \mu\text{g m}^{-3}$. Les concentrations les plus faibles sont comme à l'accoutumée mesurées dans les pays nordiques et les sites d'altitude. Les concentrations moyennes mesurées en site urbain de fond sont données sur la Figure 2. Il a également été estimé que 50 % des PM_{10} et 60 % des $PM_{2.5}$ qui y sont mesurées sont attribuables aux niveaux ruraux de fond.

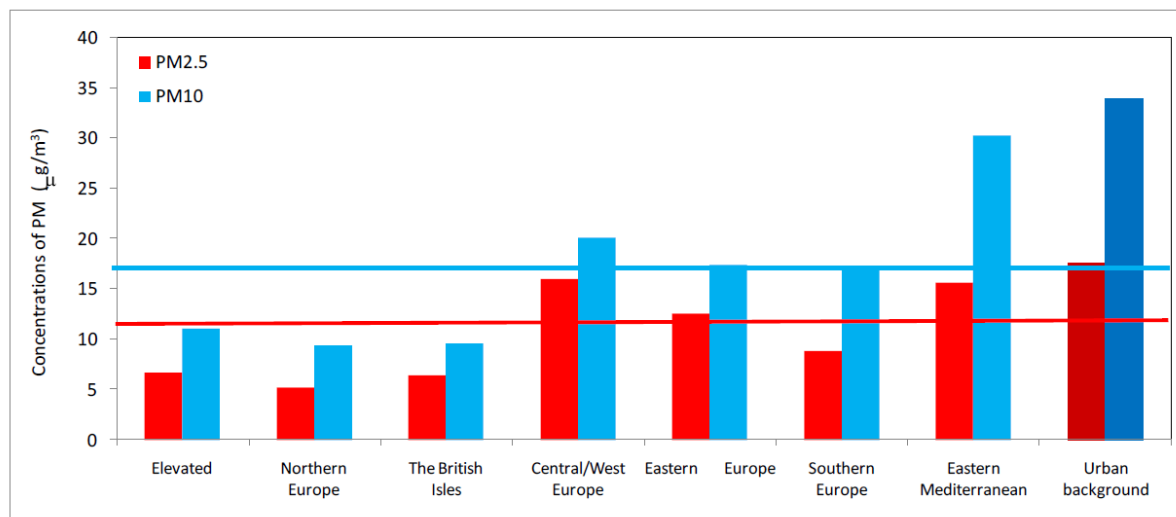


Figure 2 : Concentrations moyennes annuelles en $PM_{2.5}$ et PM_{10} mesurées dans les différentes régions du réseau EMEP en 2010. Les lignes bleue et rouge représentent les moyennes des concentrations sur l'ensemble des sites. Les moyennes des concentrations sur les sites urbains de fond sont données pour comparaison (d'après le rapport EMEP 2012)

Les plus élevées sont mesurées à Chypre, au Pays Bas, en Hongrie et en Italie pour les PM_{10} , en Autriche, Allemagne, France et Italie pour les $PM_{2.5}$.

Les répartitions spatiales sont néanmoins similaires pour les deux granulométries comme le montre la figure ci-dessous.

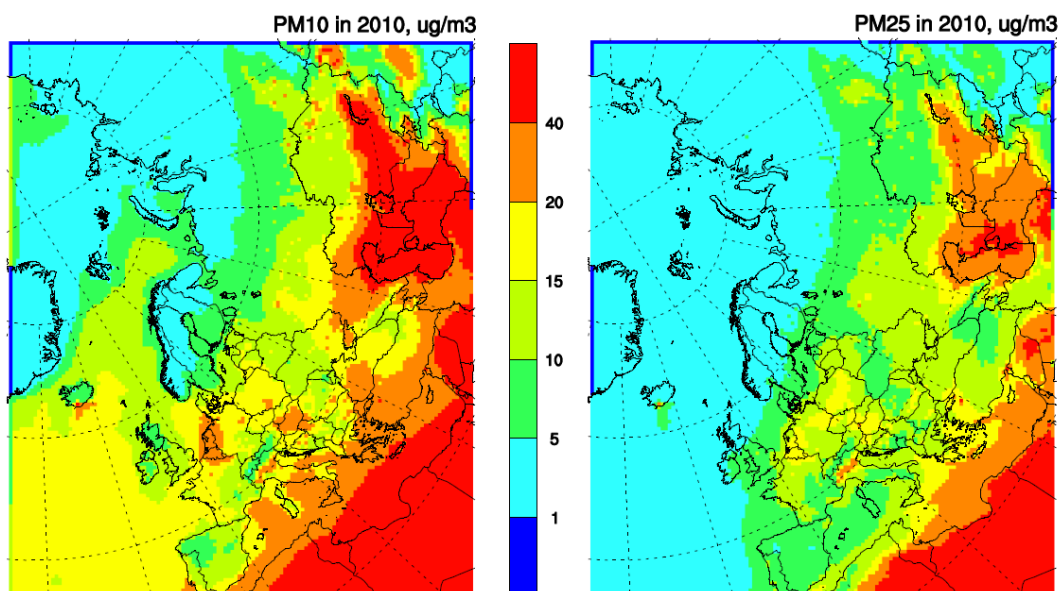


Figure 3 : Concentrations annuelles moyennes en PM_{10} à gauche et $PM_{2,5}$ à droite, basées les sorties du modèle EMEP/MSC-W et des mesures.

Un habituel gradient Nord-Sud peut y être observé, les résultats étant identiques à 2008 : niveaux les plus bas au nord et le nord-est de l'Europe, concentrations moyennes comprises entre 1 et $5 \mu\text{g m}^{-3}$ au Nord et 10 à $25 \mu\text{g m}^{-3}$ au Sud.

Localement, des zones intensivement urbanisées, industrialisées ou agricoles présentent des concentrations plus élevées.

Le rapport EMEP de 2012 s'attache également à comparer les niveaux mesurés en 2010 à ceux de 2009. Il s'avère que 50 % de sites EMEP ont vu leurs niveaux de PM_{10} diminuer en 2010. En revanche des variations très importantes peuvent être remarquées sur certains sites. Ainsi, un site en Moldavie est marqué par une baisse de $15,6$ à $4,7 \mu\text{g m}^{-3}$ alors qu'un site chypriote enregistre une augmentation de 23 % ($23,4$ à $30,3 \mu\text{g m}^{-3}$).

Pour les $PM_{2,5}$ en revanche, les concentrations ont augmenté en moyenne sur l'ensemble des sites de 4 %.

Sont également présentées les variations saisonnières des PM_{10} et $PM_{2,5}$ sur l'ensemble de l'Europe, variations marquées par les maximales mesurées dans le centre de l'Europe (Allemagne, Autriche, Suisse, République Tchèque, Pays-Bas, France...) pour les mois de janvier et février au cours desquels de faibles températures et vents ont pu être mesurés. L'examen des rétro trajectoires au cours de cette période indique des transports fréquents de l'est vers le sud-est.

En Espagne, des pics attribués aux poussières minérales, sont mesurés principalement en mars, juin et juillet.

Evolutions temporelles depuis 1998 des $PM_{2,5}$ et PM_{10}

Les évolutions temporelles depuis 1998 sont présentées sur les figures ci-dessous.

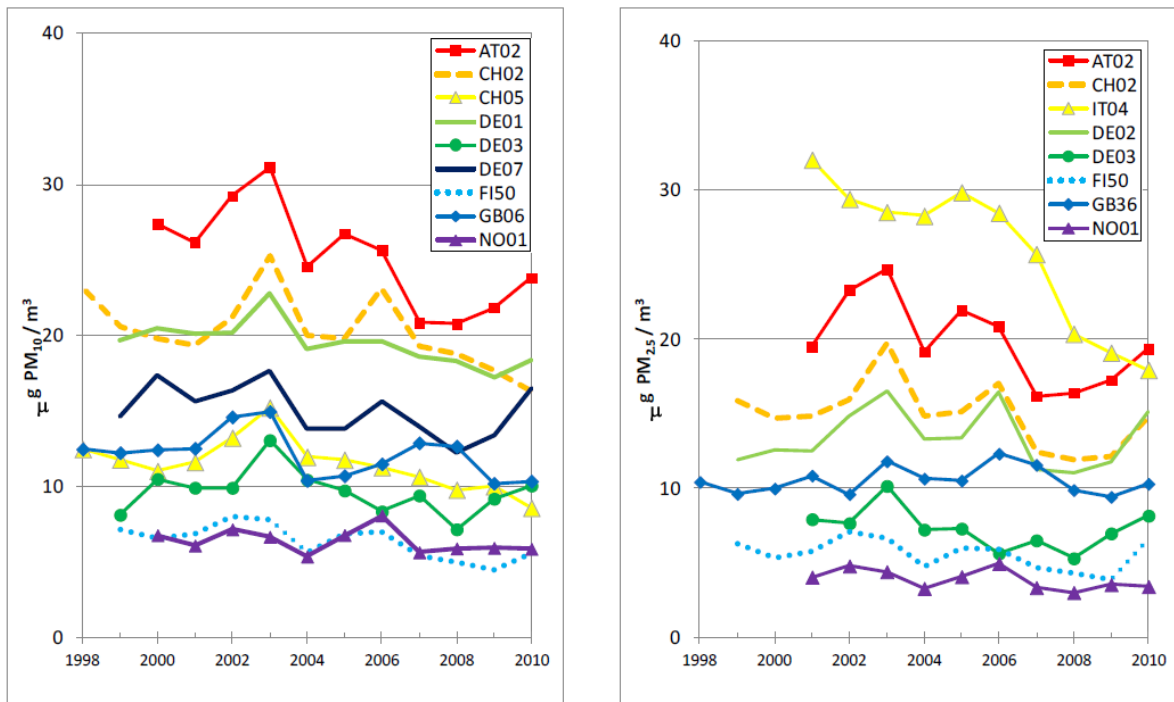


Figure 4 : Evolutions temporelles de 1998 à 2010 des PM_{10} (à gauche) et $PM_{2,5}$ (à droite) sur des sites EMEP sélectionnés. AT : Autriche, CH : Suisse, DE : Allemagne, FI : Finlande, GB : Grande Bretagne, NO : Norvege

Malgré des variations importantes au cours des dix dernières années en particulier en 2003, la tendance générale est à la baisse aussi bien pour les PM_{10} que pour les $PM_{2,5}$ avec une moyenne de $0,3 \mu\text{g m}^{-3}$ par an attribuable à une réduction des émissions des sources primaires et précurseurs secondaires (Barnpadimos, 2012).

Malgré ces réductions et une concentration moyenne annuelle en PM_{10} inférieure à la valeur limite imposée par la Directive Européenne, les valeurs limites journalières sont toujours régulièrement dépassées sur l'ensemble du territoire européen.

Dépassement des valeurs limite

Alors que la Directive Européenne 2088/50/CE fixe à 35 le nombre de dépassements autorisé par an, il n'est que de trois pour le WHO. La figure ci-dessous présente le nombre de dépassements de la moyenne journalière de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les PM_{10} et de 25 pour les $PM_{2,5}$.

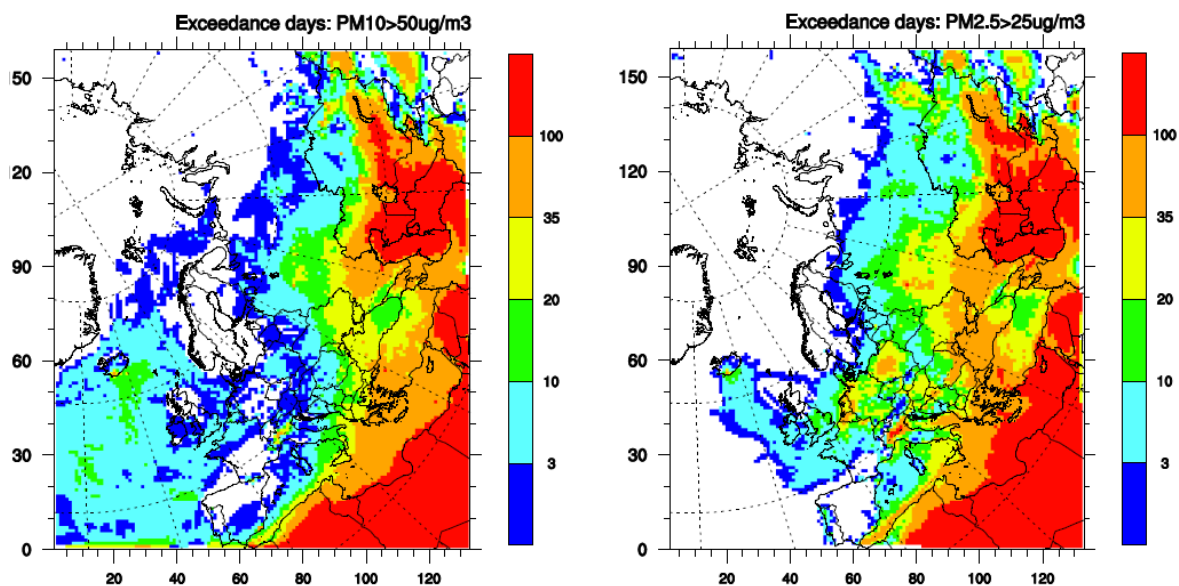


Figure 5 : Nombre de dépassement des valeurs guide de qualité de l'air du WHO en 2010 : $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les PM₁₀ et 25 pour les PM_{2.5}.

Et pour illustrer l'importance la part de PM d'origine anthropique sur les dépassements présentés en Figure 5, les dépassements attribuables aux sources naturelles ont été retranchés et le résultat est présenté sur la figure ci-dessous.

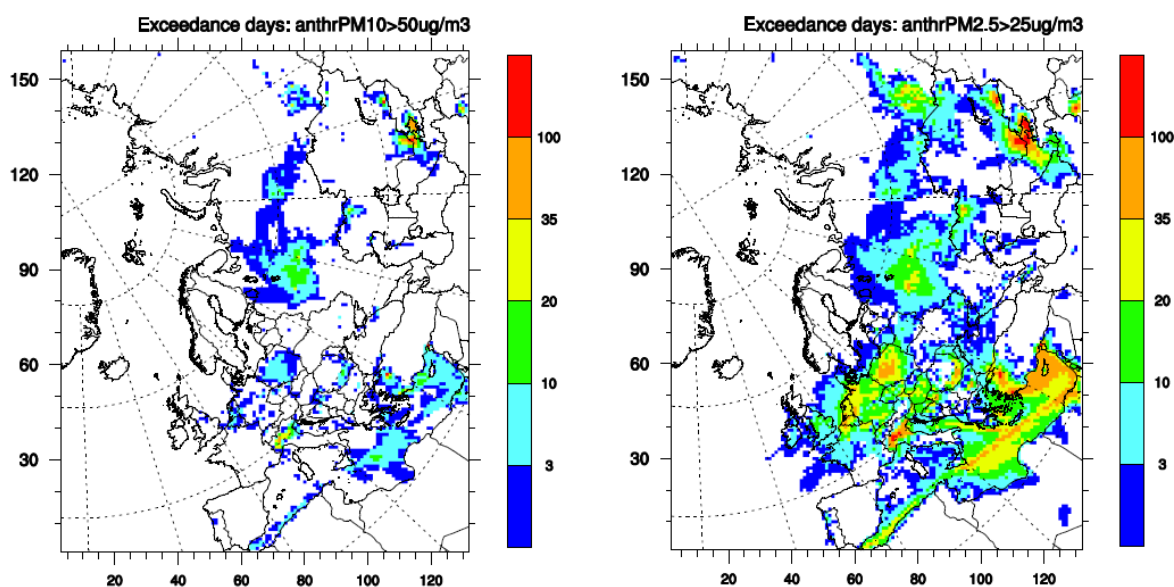


Figure 6 : Nombre de dépassement des valeurs guide de qualité de l'air du WHO en 2010 : $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les PM₁₀ et pour les PM_{2.5} d'origine anthropique

Globalement, sur l'ensemble de l'Europe, exception faite de la Grèce, Malte, la Turquie et les pays de l'EECCA, les moyennes journalières de PM₁₀ ne dépassent pas les 35 jours imposés par la Directive Européenne sur les sites ruraux de fond.

Il est important de noter que même si le modèle prédit des dépassements sur les sites où ils sont mesurés, il a néanmoins tendance à en sous-estimer le nombre.

En ce qui concerne la spéciation chimique des PM, l'accent est mis sur l'amélioration de l'harmonisation des méthodes de mesure de la part de carbone organique et élémentaire, la méthode thermo-optique EUSAAR-2 étant utilisée sur 10 des 12 sites réalisant cette spéciation.

La part de la matière carbonée varie de plus d'un ordre de grandeur au sein du territoire, les concentrations les plus importantes étant mesurées au nord de l'Italie et en Europe de l'est. Sur la plupart des sites, les concentrations en EC augmentent en hiver en raison de l'augmentation des émissions du chauffage alors qu'une augmentation des concentrations en OC est observée en été sur la plupart des sites présentant des concentrations faibles et moyennes en PM. La formation d'aérosol secondaire d'origine aussi bien biotique qu'anthropique peut expliquer ces variations.

4.2 PROJET DE RECHERCHE ACTRIS

4.2.1 TABLEAU RESUME

Tableau 3 : Résumé des travaux relatifs aux activités du réseau ACTRIS

Description	ACTRIS Aerosols, Clouds, and Trace gases Research Infrastructure Network Suite de EARLINET (European Aerosol Research Lidar NETwork) /EUSAAR (European Supersites for Atmospheric Aerosol Research). Financé à hauteur de 7 à 8 M euros par l'Union Européenne (CFP7)
Etat d'avancement	2010 - 2015
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010 / Mise à jour de l'organisation
Objectifs	Implémenter les meilleurs pratiques pour la mesure des espèces atmosphériques Intégrer les stations européennes basées au sol et équipées de moyens de télédétections pour l'étude des aérosols, des nuages et des espèces gazeuses à temps de vie court.
Principe	Mesure in situ / Télédétection
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Composition chimique, propriétés optiques, taille, concentration
Partenaires	28 partenaires européens, 5 stations impliquées en France
Contact	Gesolmina.pappalardo@imaa.cnr.it paolo.laj@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Liens utiles	http://www.actris.net/

4.2.2 ORGANISATION

ACTRIS étant un réseau regroupant plusieurs réseaux dont le réseau EMEP décrit au paragraphe précédent, il met à disposition une large **base de données** regroupant des mesures in-situ d'aérosols et de gaz, des observations de nuages, des mesures de télédétection...).

Il est aisé d'y accéder, de la consulter et l'alimenter en s'inscrivant sur le site via le lien suivant : <http://actris.nilu.no/Data/Policy/>.

De plus, ACTRIS a mis en place un système d'accès trans-national aux sites multi instrumentés du réseau, permettant aux chercheurs de bénéficier des moyens de mesure et de l'expertise de l'ensemble des sites intégrés à ACTRIS. Il est possible de soumettre un projet en ligne via le lien suivant : <http://www.actris.net/TransNationalAccess/tabid/4628/language/en-GB/Default.aspx>

La figure ci-dessous présente la répartition des différents sites en 2012.

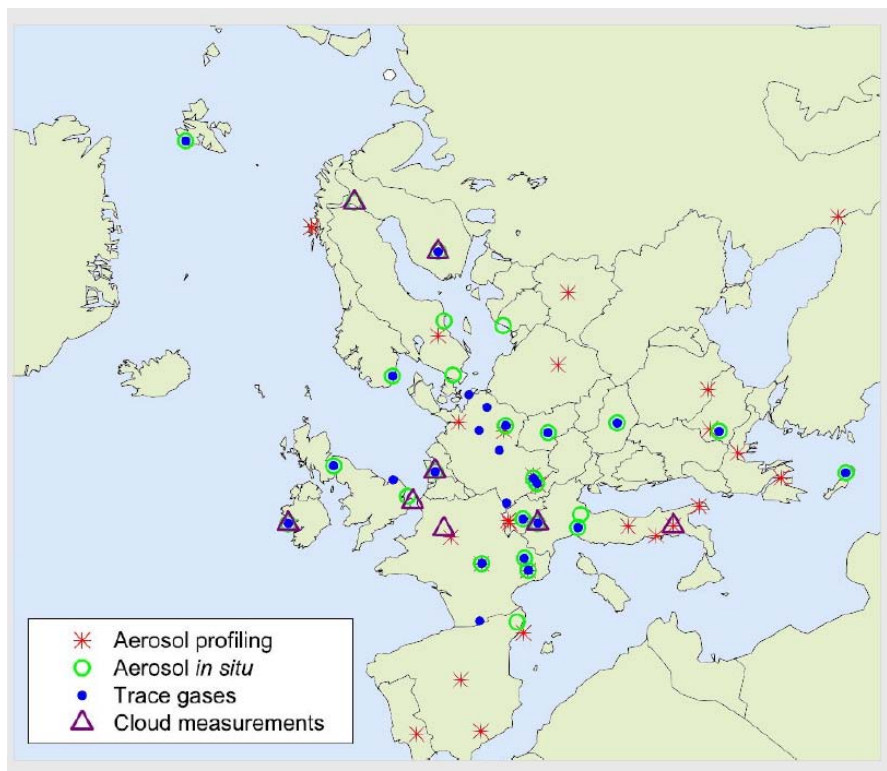


Figure 7 : Répartition des sites ACTRIS (Pappalardo, 2012). Notons que le site en Ile de France compte depuis 2012 des mesures in situ de la composition chimique des aérosols.

4.3 SPÉCIATION CHIMIQUE DES PM_{2.5} EN SITE RURAL DANS LE CADRE DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE (PROGRAMME PÉRENNE)

4.3.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Tableau 4 : Résumé des travaux relatifs à la spéciation chimique des PM_{2.5} en site rural dans le cadre de la Directive Européenne

Description	Evaluation des niveaux de pollution de fond – estimation des niveaux dans zones plus polluées – estimation contribution transport longue distance
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2010 (Directive 2008/50/CE)
Situation / veille	Etude traitée en 2010 – nouveautés concernant les travaux métrologiques
Objectifs	Exigence de la Directive 2008/50/CE Mise à disposition d'informations nécessaires à l'évaluation des niveaux de pollution de fond => compréhension des niveaux de pollution dans des zones plus polluées (zones urbaines, industrielles...), estimation d'éventuelles contributions transfrontalières...
Principe	Spéciation chimique
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Anions, cation, EC/OC sur 6 sites ruraux nationaux par DA80, 24h, PM _{2.5}
Partenaires	Atmo Champagne Ardenne, LIG'AIR (Centre) et ATMO Auvergne, AIRLOR, ATMO Rhone-Alpes, ORAMIP, Air Breihz
Contact	LCSQA alexandre.albinet@ineris.fr , olivier.favez@ineris.fr
Liens, rapports utiles	Rapports techniques du CEN disponibles sur demande à l'AFNOR CEN/TR 16243 : EC/OC CEN/TR 16269 : anions/cations
Valorisation	Essais d'intercomparaison EC/OC et optimisation méthode thermooptique (Chiappini, 2011; Chiappini, 2012) Annexe de la NOTE DU LCSQA - Métrologie des particules : Synthèse des travaux 2011 du programme CARA
Etude associée	CAMERA (Caractérisation chimique des PM _{2.5} sur deux sites du réseau MERA, Revins et Peyrusse Vieille) piloté par le LGGE Initiée en janvier 2011 Objectif : déterminer la contribution de différentes sources d'émission des PM sur la base d'analyse de traceurs plus complète (lévoglucosan, hopanes, stéranes...) Avancement : rapport rédigé en cours de validation par l'ADEME

4.3.2 RÉSULTATS

Le graphique ci-dessous présente les moyennes annuelles pour 2011 des espèces chimiques majeures, sulfates, nitrates, ammonium, carbone élémentaire et matière organique sur les cinq sites ruraux.

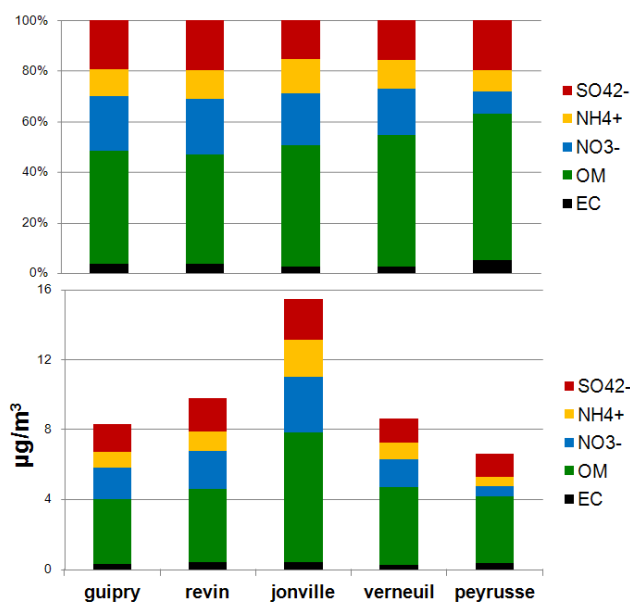


Figure 8 : Concentrations (graphique du bas) et pourcentages (graphique du haut) des nitrates, sulfates, ammonium, carbone élémentaire et matière organique sur les 5 sites ruraux

Il est ainsi possible de constater que la matière organique représente la part la plus importante des PM_{2.5} à plus de 40 % alors que le carbone élémentaire est faible, de l'ordre de quelques pourcents. Les concentrations sont maximales durant les mois d'hiver (décembre, janvier et février) et minimales durant les mois d'été (juin, juillet et août).

Les variations saisonnières ont été étudiées sur deux sites différents (Peyrusse et Jonville) ainsi que le montre la figure ci-dessous. Les variations sont similaires sur les deux sites même si Jonville présente des niveaux plus élevés.

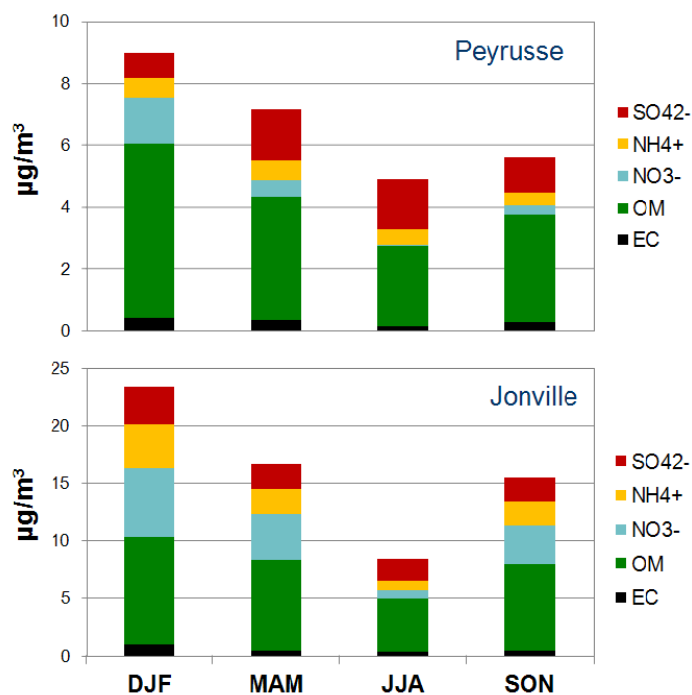


Figure 9 : Evolution saisonnière des concentrations ($\mu\text{g m}^{-3}$) des nitrates, sulfates, ammonium, carbone élémentaire et matière organique sur les sites de Peyrusse et Jonville.

Des exercices de fermeture chimique ont été effectués sur l'ensemble de l'année et des sites. La comparaison du bilan de la somme des espèces majeures (espèces minérales secondaires, carbone élémentaire et matière organique) avec les concentrations massiques données par le TEOM-FDMS présentent de bonnes corrélations avec des pentes proches de 1.

En complément, des recommandations ont ainsi été faites aux AASQA sur la base des travaux des groupes CEN pour les mesures des anions et cations d'une part et EC/OC d'autre part, sur la gestion des blancs.

5. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE NATIONALE

5.1 CARA (PROGRAMME PERENNE)

5.1.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Tableau 5 : Résumé du principe, objectif et contexte du programme CARA

Description	Programme LCSQA : documenter l'origine des pics de PM ₁₀ et PM _{2,5} et en situation de fond urbain, améliorer la modélisation
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2008
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009 / Nouveau résultats présentés
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les principales sources de PM en « situation normale » et lors des épisodes de pollution et d'éventuels évènements exceptionnels • Améliorer CHIMERE (comparaison mesures /modèles)
Principe	Spéciation chimique
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Anions, cation, EC/OC, traceurs organiques par DA80, 24h, PM ₁₀ et PM _{2,5}
Partenaires	AASQA (Voir paragraphe organisation), LCME, LGGE, LSCE
Résumé des travaux 2008 - 2011	<ul style="list-style-type: none"> • Profil chimique des dépassements du seuil de 50 µg m⁻³ caractérisés par une contribution forte de la matière carbonée (1/3 des PM₁₀) et des espèces inorganiques secondaires (nitrate, sulfate et ammonium). • Identification de points d'amélioration de CHIMERE : sous-estimation des concentrations en sulfates l'été (sous-production par chimie gazeuse), des concentrations en matière organique en hiver (combustion de la biomasse), de la fraction grossière • Episode hivernal (2009) : contribution des sources de combustion de la biomasse : 30 et 35 % des PM₁₀ sur deux sites présentant des concentrations en PM₁₀ de 130 à 170 µg m⁻³. Grande homogénéité des contributions relatives spatiales => importance des conditions de dispersion favorisant l'accumulation d'un ensemble des sources. • L'épisode lié à l'éruption du volcan islandais Eyjafjallajökull d'avril 2010 : Combinaison modélisation, mesures LIDAR et caractérisation chimique des PM => estimation de la part des poussières volcanique sur la masse totale de PM. • Dust en Martinique : 65 % de la masse totale de PM₁₀ sur un épisode • Episodes hivernaux (2011) : origines différentes selon les épisodes et les régions (origine secondaire et transport avec l'augmentation du sulfate d'ammonium, origine locale avec augmentation du la part du chauffage au bois...)
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA, 2008; Rapport LCSQA, 2009; Rapport LCSQA, 2009; Colette, 2011; Rapport LCSQA, 2012, Note LCSQA, 2011; Note LCSQA, 2011
Valorisation	<p>Communications : Chiappini, 2010, Favez, 2011.</p> <p>Evaluation de l'impact des cendres du volcan sur la qualité de l'air en France (article, Colette et al., 2011) trois communications Colette, 2010; Colette, 2010, Wurzler, 2012)</p>
Contact	LCSQA olivier.favez@ineris.fr

5.1.2 NOUVEAUX RÉSULTATS

Impact des embruns marins à la Réunion

Depuis 2007, l'Observatoire Réunionnais de l'Air (ORA) observe des dépassements systématiques des valeurs limites de PM_{10} fixées par la Directive européenne 2008/50/CE dans la ville de Saint-Pierre.

Deux stations urbaines de surveillance de la qualité de l'air situées respectivement dans l'enceinte de la crèche de « *Bons Enfants* » (désignée BON ci-après) et de l'école élémentaire « *Luther King* » (désignée LUT ci-après) sont équipées depuis cette date d'un analyseur automatique de PM_{10} de type TEOM-FDMS.

Les dépassements sont observés sur la station BON, à l'inverse de la station LUT (alors que ces deux stations de fond urbain ne sont distantes que d'environ 1km).

Après avoir vérifié les aspects météorologiques en fin d'année 2007, l'ORA a recherché les facteurs environnementaux susceptibles d'influencer de manière distincte ces deux stations. Il s'avère que la station BON est située plus près du littoral que la station LUT, et en aval d'une barrière de corail. Sur la base d'observations *in situ* et d'analyses chimiques ponctuelles, l'ORA a mis en avant dès 2008 le rôle probablement majeur joué par les embruns marins dans la survenue des dépassements de valeurs limites à BON. Ces arguments ont été fournis à la Commission Européenne, mais cette dernière les a jugés insuffisants. C'est dans ce contexte que le ministère en charge de l'environnement a sollicité le LCSQA/INERIS en 2011. Ce travail a fait l'objet d'un rapport 2012 (Rapport LCSQA, 2012).

Ainsi, des prélèvements journaliers de PM_{10} ont été réalisés et une spéciation chimique réalisée en 2011 et 2012. Les dépassements du seuil journalier de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ en PM_{10} étudiés entre fin juillet 2011 et début juin 2012 sur la station BON (soit 32 dépassements sur 45 durant cette période) ont pu être attribués, sans ambiguïté, aux embruns marins.

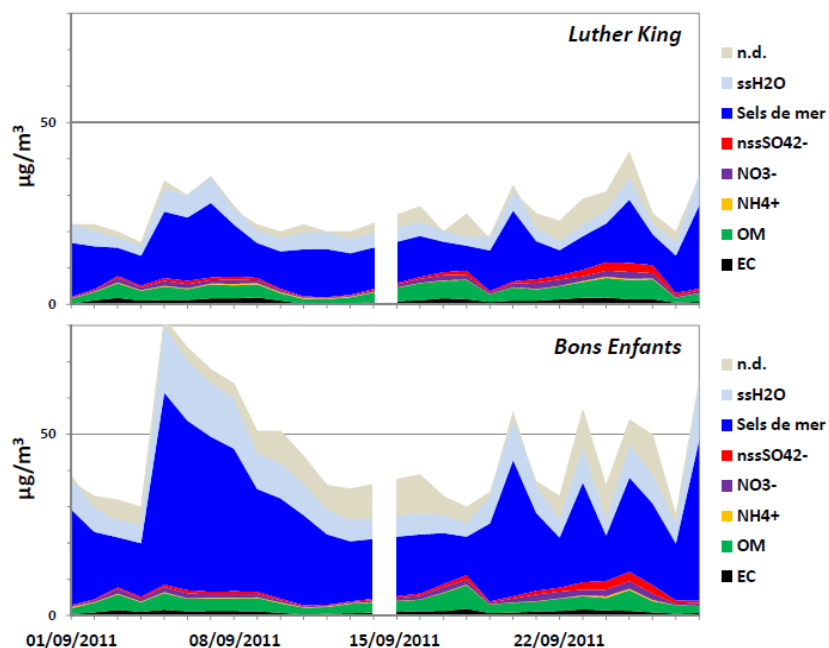


Figure 10 : Concentrations journalières des principales espèces chimiques constituant la fraction PM_{10} (dont l'eau pouvant être associée aux sels de mer) sur les stations Luther King et Bons Enfants au cours du mois de septembre 2011

L'ensemble des résultats présentés ci-dessus permet de réaliser une « fermeture chimique quotidienne » quasi-exhaustive des concentrations en PM₁₀ mesurées sur les deux sites d'étude au cours du mois de septembre 2011. Il apparaît notamment que la contribution des sels de mer est maximale lors des jours correspondant à des dépassements du seuil de 50 µg m⁻³ à BON.

Par ailleurs, les résultats obtenus mettent en évidence une bonne homogénéité des niveaux de particules d'origine anthropique entre les stations BON et LUT, ainsi que le rôle majeur joué par les sels de mer sur la différence des concentrations de PM₁₀ enregistrés sur ces deux stations. Sur cette base, une méthode empirique simple de « rétro-estimation » de la contribution des embruns marins à BON a pu être proposée. L'application de cette méthodologie à l'ensemble de la période 2008-2011 suggère la conformité de la station BON vis-à-vis des valeurs limites définies par la Directive 2008/50/CE au cours de ces quatre dernières années, après retranchement d'une contribution minimale de la source marine lors des dépassements du seuil journalier.

Tableau 6 : Conformité de la station BON vis-à-vis des valeurs limites une fois la contribution minimale des sels de mer retranchées

Particules en suspension (PM ₁₀)				
Conformité aux valeurs limites fixées par la Directive 2008/50/CE				
ANNEE	2008	2009	2010	2011
Nombre maximal de dépassements du seuil journalier sur la station BON après retranchement de la contribution minimale des embruns marins par estimation objective				
Bons Enfants	≤ 15	≤ 30	≤ 28	≤ 5
Moyenne annuelle maximale estimée pour la station BON après retranchement de la contribution minimale des embruns marins (µg/m ³) par estimation objective				
Bons Enfants	≤ 36	≤ 40	≤ 38	≤ 29

Travail de synthèse sur les épisodes de pollution aux PM₁₀ hivernaux : caractéristiques et origines

Ce travail de synthèse, publié dans le numéro spécial de la revue Pollution Atmosphérique (Favez, 2012), dresse une analyse non exhaustive des dépassements du seuil réglementaire journalier de 50 µg m⁻³ pour les PM₁₀ au cours des quatre dernières années. Près des ¾ de ces dépassements étant observés entre fin novembre et début avril, les épisodes hivernaux ont de ce fait l'objet d'une étude particulière.

En effet, une première analyse de ces travaux montre que plus de 70% des dépassements du seuil journalier de 50 µg m⁻³ interviennent entre la fin de l'automne et le début du printemps. Cette période hivernale (élargie) se caractérise par le développement de conditions météorologiques propices à l'accumulation d'émissions anthropiques accrues dans une couche de mélange de plus faible épaisseur qu'en été, ainsi qu'à la formation et/ou la condensation en phase particulaire d'espèces semi-volatiles ainsi que le montre la figure ci-dessous.

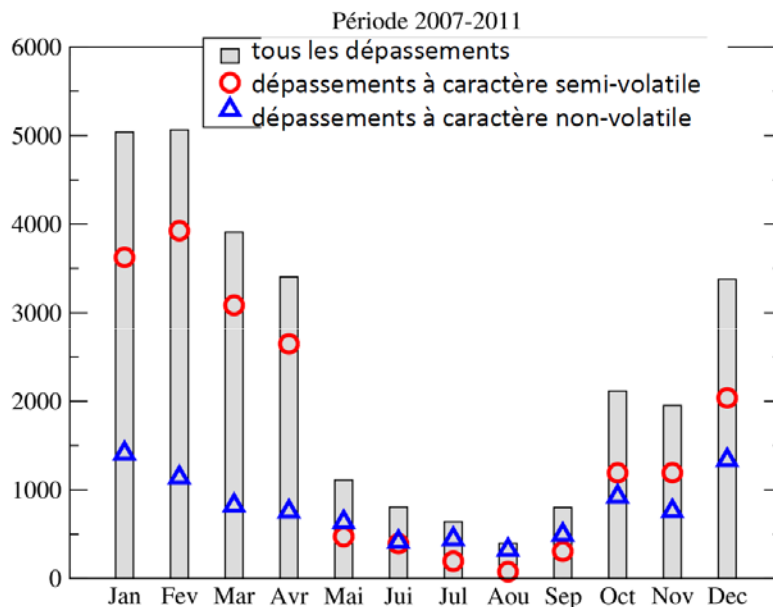


Figure 11 : Répartition mensuelle du nombre de dépassements du seuil journalier de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ au cours de la période 2007-2011 (d'après Favez, 2012)

Le LCSQA travaille à caractériser ces dépassements et à en identifier l'origine en particulier en analysant la composition chimique des PM.

Par exemple, la Figure 12 présente les concentrations journalières des espèces chimiques majeures sur les sites de fond urbain de Petit-Quevilly (oct. 2010-Oct.2011) et de Lens (mars 2010-mars 2011). L'hiver 2011 y apparaît globalement marqué par de fortes concentrations en matière organique (provenant notamment de la combustion de biomasse) en début d'hiver, puis par le nitrate d'ammonium en mars-avril, correspondant à la reprise des épandages agricoles (et à des conditions météorologiques relativement clémentes à cette période en 2011).

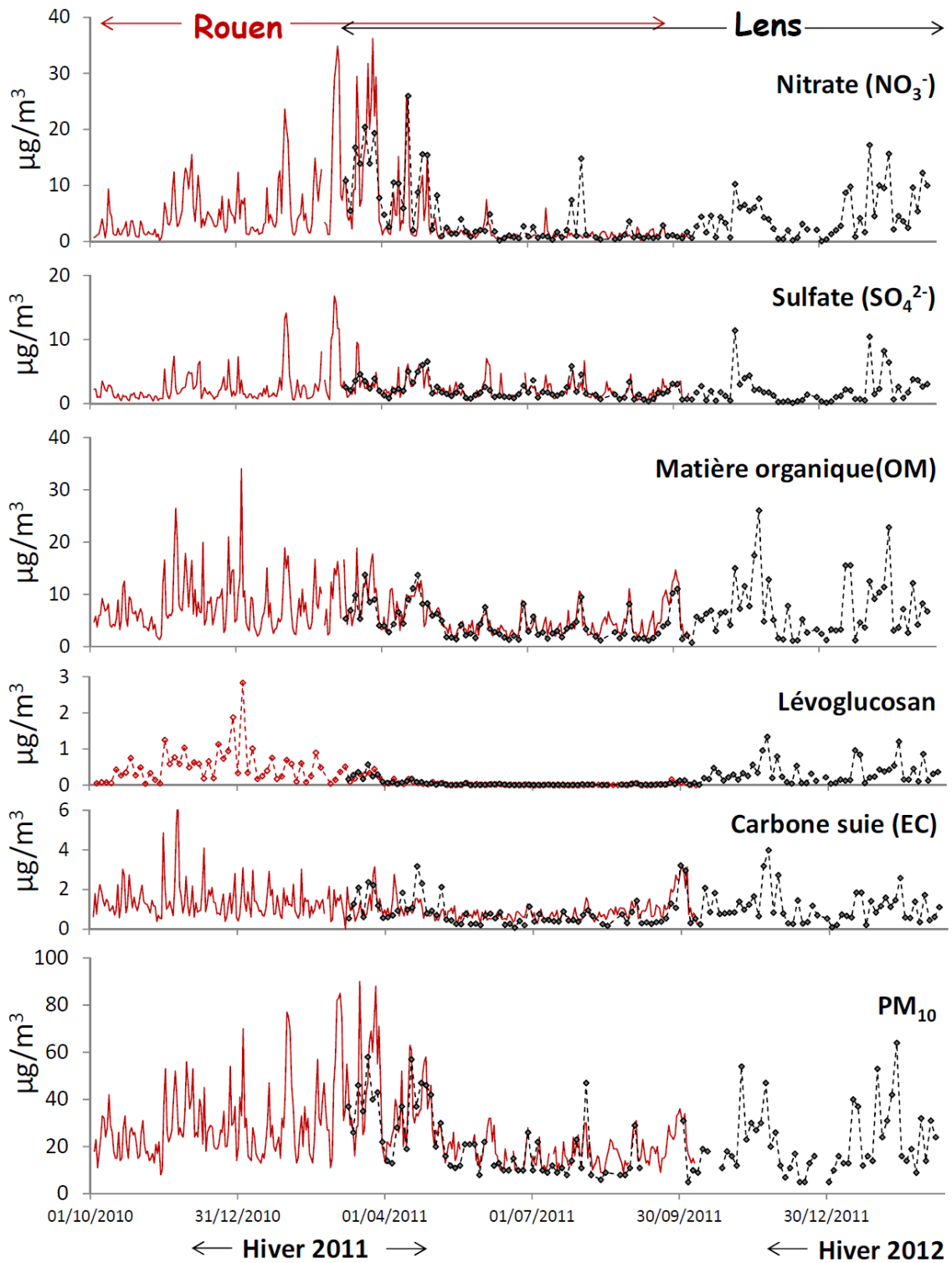


Figure 12 : Suivi de la composition chimique des PM_{10} à Lens et Rouen entre 2011 et 2012 (d'après Favez et al., 2012)

Cependant, alors que les différentes contributions des sources anthropiques de particules primaires sont relativement bien identifiées aujourd'hui à l'aide des cadastres d'émission et du suivi de traceurs spécifiques (c'est le cas du chauffage au bois par exemple), le degré de vieillissement de ces émissions primaires et la formation d'espèces secondaires à partir de précurseurs gazeux restent mal connus.

Se pose alors la question de l'importance des mécanismes de transformation physico-chimique lors du transport des masses d'air par rapport aux émissions locales primaires. Des outils statistiques tels la PSCF (« potential source contribution function ») par exemple, permettent de relier les mesures physico-chimiques réalisées en un point aux caractéristiques des masses d'air l'influençant et ainsi évaluer une probabilité d'origine géographique du polluant considéré.

Néanmoins, l'estimation de la contribution des apports transfrontaliers nécessite également l'utilisation de modèles de chimie-transport robustes, en « éteignant » les émissions nationales et/ou en utilisant des modules de d'estimation de contribution des sources.

Ainsi, depuis 2011, le LCSQA travaille à l'amélioration du modèle Chimere au sein duquel le carbone primaire provenant de la combustion de la biomasse est différencié de celui provenant du trafic routier et d'autres sources de combustion. Les sorties de modèle sont alors comparées aux résultats d'exploitation des mesures par Chemical Mass Balance (Debry, 2012).

5.2 SUIVI DES TRACEURS « CHAUFFAGE AU BOIS »

Tableau 7 : Résumé des travaux relatifs au suivi de traceurs spécifiques du chauffage au bois.

Description	Programme LCSQA : Contribution de la source chauffage au bois aux concentrations en HAP et PM
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2009
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009, pas de nouveauté en 2012
Objectifs	Surveiller à long terme des traceurs spécifiques du chauffage au bois afin d'évaluer l'effet de la mise en place des programmes du type bois énergie, éventuellement observer les effets de la mise en place des systèmes de réduction des émissions liées à l'utilisation du chauffage au bois en France.
Principe	Spéciation chimique/rapports caractéristiques
Espèces mesurées / moyen météorologiques	HAP et PM ₁₀ (mesure réglementaire), lévoglucosan, methoxyphenol, EC/OC + Espèces ioniques, HULIS (Grenoble) sur 1 sites, 1 prélèvement tous les 3 jours en hiver, tous les 6 en été, DA80, 24h
Partenaires	INERIS, LCME, LGGE, Air Rhône-alpes
Résumé des travaux 2008 - 2010	Estimation de l'impact de la combustion du bois sur la qualité de l'air ambiant des villes de Grenoble, Gennevilliers, Lille et Gelspolsheim pendant l'hiver 2006/2007. Poursuite des travaux sur Grenoble exclusivement. Corrélation entre les concentrations de lévoglucosan et de HAP
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA, 2008; Rapport LCSQA, 2009; Rapport LCSQA, 2009; Colette et al., 2011; Note LCSQA, 2011
Contact	LCSQA alexandre.albinet@ineris.fr

5.3 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DES PARTICULES SUBMICRONIQUES

5.3.1 TABLEAU RESUME

Tableau 8 : Résumé des travaux relatifs au suivi de la distribution granulométrique des particules submicrométriques

Description	Programme LCSQA : documenter la situation française sur le thème de la pollution par les particules submicroniques, et tout particulièrement ultrafines
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2003
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009 – Nouveaux travaux présentés
Objectifs	Compléter le suivi des PM ₁₀ et PM _{2,5} par une démarche spécifique pour les particules dont la taille est inférieure au micron, celles dont l'impact sur la santé est le plus important. Etude de la variabilité des concentrations de ces particules fines et ultrafines dans le temps et dans l'espace
Principe	Distribution taille – nombre / Exploitation statistique des données
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Aérosols dans les gammes 10 – 500 nm et 0.5 – 20 µm par SPMS – AMS
Partenaires	AIRFOBEP, AIRPARIF, ATMO PACA, ATMO RHONE-ALPES
Résultats 2003-2011	Organisation de 5 campagnes hivernales (2003 à 2007), 3 trois estivales (2005, 2009 et 2010), 1 en zone industrielle Résultats différents selon les typologies de sites influence du chauffage urbain, du trafic, et des conditions météorologiques sur les niveaux de particules ultrafines (
Rapports, présentations	Rapports : Rapport LCSQA, 2004; Rapport LCSQA, 2005; Rapport LCSQA, 2006; Rapport LCSQA, 2008, Présentations Le Bihan, 2004; Le Bihan, 2006; Malherbe, 2009,
Travaux connexes	Groupe de travail (GT 32) au CEN TC 264 => recommandations sur la mesure de la concentration en nombre et de la granulométrie des aérosols. Réseaux ACTRIS et EMEP =>réalisation de mesures de qualité de ces paramètres sur un nombre croissant de sites européens
Contact	LCSQA : Olivier.favez@ineris.fr , Aurelien.ustache@ineris.fr ,

5.3.2 NOUVEAUX TRAVAUX

Le suivi depuis 2003 de la distribution granulométrique des particules sur un site urbain parisien a permis non seulement de constituer une base de données sur les niveaux des particules de petite taille, mais également de tester et valider de nouvelles techniques en vue d'une éventuelle surveillance plus systématique.

Cette étude a pour objectif de vérifier l'hypothèse selon laquelle les actions de réduction globale des émissions ne permettent pas uniquement une diminution des concentrations massiques en PM_{10} et $PM_{2,5}$ mais également un abaissement des concentrations en nombre de particules (ultra-)fines dans l'air ambiant. Dans cette optique, des travaux destinés à mieux appréhender la contribution spécifique du trafic en suivant l'impact des réductions des émissions sur le nombre de particules ultrafines sont réalisés.

Trois AASQA étant équipées de granulomètre TSI 3031 en 2012, des exercices de comparaison interlaboratoires des moyens de mesure de la granulométrie des particules ultrafines mis en œuvre par le LCSQA et quelques AASQA (SMPS et UF3031) ont été organisés, l'un en partenariat avec le laboratoire IFT (Leibniz-Institut für Troposphärenforschung), l'autre dans la station d'Atmo Picardie, à Creil.

Cet instrument présente l'intérêt de ne pas utiliser de source radioactive ni de butanol contrairement à la plupart des granulomètres de type SMPS proposés sur le marché. Afin de garantir la qualité des données fournies par cet instrument, il a été demandé par Air Rhône Alpes à la société TSI de comparer le 3031 avec un SMPS conçu par l'IFT Leipzig spécialement pour la mesure en air ambiant. Un protocole de comparaison interlaboratoire a été établi par Air Rhones-Alpes et le LCSQA/INERIS. Ce protocole a été approuvé par TSI. Cette campagne a eu lieu en janvier 2012 à Leipzig.

De plus, afin d'évaluer les instruments d'AIRAQ et d'Air Rhône-Alpes simultanément et en conditions réelles, le LCSQA/INERIS a organisé une comparaison interlaboratoires dans la station de Creil du 26 juin 2012 au 9 juillet 2012. Un SMPS TSI a été mis en œuvre et sert de référence. Les premiers résultats laissent apparaître une sous-estimation des 3031 ainsi que le montrent les figures ci-dessous.

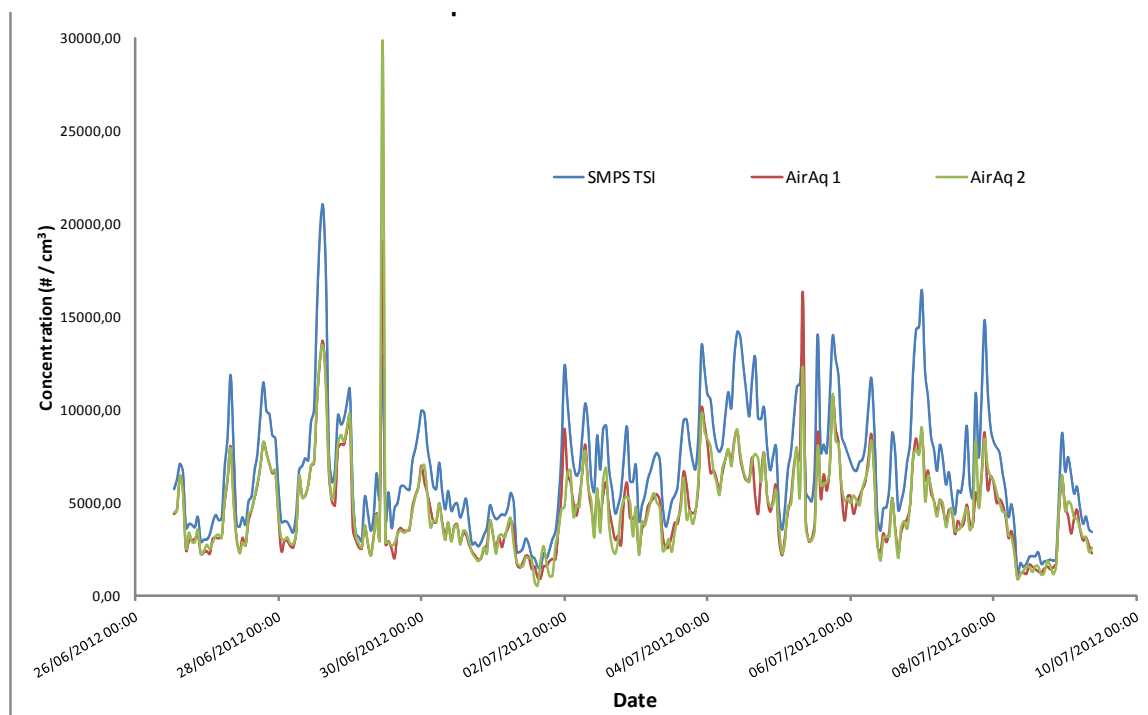


Figure 13 : Concentrations en particules cm^{-3} mesurées par le SMPS de TSI et les 3031 d'AirAq au cours de l'essai d'intercomparaison de juin 2012.

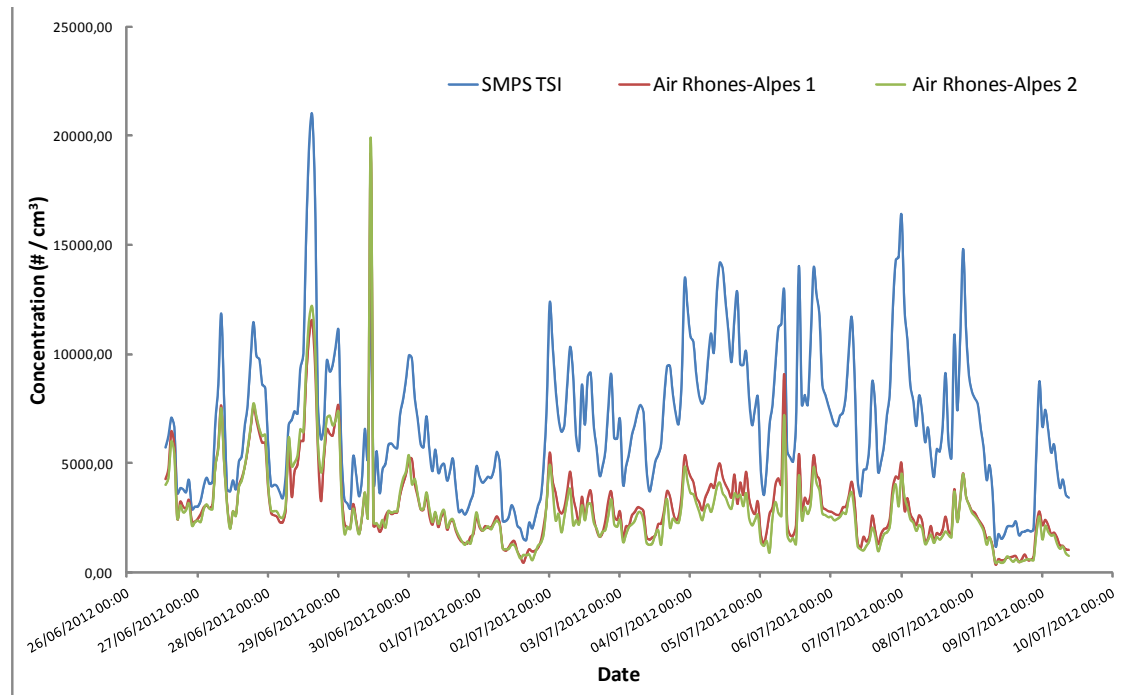


Figure 14 Concentrations en particules cm^{-3} mesurées par le SMPS de TSI et les 3031 d'Air Rhône-Alpes au cours de l'essai d'intercomparaison de juin 2012.

Un deuxième essai de comparaison interlaboratoire sera organisé au mois d'octobre 2012, selon le même protocole, à l'IFT.

6. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE REGIONALE

Parallèlement à ces études destinées à caractériser la pollution particulaire d'un point de vue global, de nombreuses études sont en cours pour caractériser les particules localement, au niveau régional, et estimer par exemple l'apport des activités locales (industrie, trafic, combustion de la biomasse...).

6.1 PARTICUL'AIR

Tableau 9 : Résumé de l'étude Particul'Air

Description	Caractérisation de la pollution particulaire en zone rurale/chauffage au bois / Coordination ADEME
Etat d'avancement	2009-2010 / Etude terminée, rapport final sur le site de l'étude
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010 2011, pas de nouveautés
Objectifs	Caractérisation de la pollution particulaire en zone rurale, focus chauffage au bois en travaillant sur : <ul style="list-style-type: none">- Les émissions locales- Les sources de PM₁₀
Principe	Spéciation chimique - CMB sur certaines campagnes
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Espèces ioniques, traceurs moléculaires organiques (HAP, Dioxines, furanes, Métaux, Lévo-glucosan, EC/OC, granulométrie, HULIS) sur 9 sites
Partenaires	Atmo Poitou-Charentes, Air Com, Air APS, Atmo Franche Conté, Air Breizh, Lig'Air, Atmo Auvergne, Limair, LGGE et le LCME.
Résumé résultats	<ul style="list-style-type: none">• Concentrations en PM₁₀ < à la valeur limite annuelle de 40 µg m⁻³• 1 site (Lescheraines, Air APS) dépasse la valeur cible de 1 ng m⁻³ en B[a]P et présente concentrations en PM₁₀ les plus élevées• Variations saisonnières et spatiales de la composition chimique des PM₁₀• Concentrations en matière organique > en hiver et à l'est (chauffage au bois comptant pour 30 à 65 % de la masse totale des PM₁₀)• Espèces inorganiques secondaires > en hiver, stables géographiquement• Poussières minérales > en été et à l'est• Sels marins > l'été et à l'ouest.• Part de matière indéterminée plus importante en période estivale, passant de 20 % en hiver à 40 % en été
Contact	agnes.hulin@atmo-poitou-charentes.org
Publications	thèse de doctorat (Piot, 2011) Communications orale l'European Aerosol Conference (Piot, 2011).
Liens, rapports utiles	http://particulair.free.fr/

6.2 FRANCIPOL

6.2.1 TABLEAU RESUME

Tableau 10 : Résumé de l'étude FRANCIPOL

Description	Estimation de la contribution des émissions COV, NH ₃ , HNO ₃ , SO ₂ en Ile de France
Etat d'avancement	2010-2012 / Financé par PRIMEQUAL pollution transfrontière 2010 / rendu des résultats prévus pour 2012
Situation / veille	Etude traitée en 2010, nouvelles mises à jour dans ce rapport
Objectifs	Mise en place d'une instrumentation innovante afin d'évaluer en « temps réel » les niveaux de précurseurs gazeux organiques (COV) et inorganiques (SO ₂ , HNO ₃ , NH ₃) des PM _{2.5} et d'en identifier et quantifier les sources.
Principe	Mesures continues sur 1 an à la station parisienne du LHVP (Hiver 2010 – Hiver 2011)-
Espèces mesurées / moyen métrologiques	COV (PTR-MS), NH ₃ (AIRRMONIA), HNO ₃ et SO ₂ (WAD-IC)
Partenaires	AIRPARIF, LSCE, LHVP, LEPI
Contact	valerie.gros@lsce.jpsl.fr
Projet connexe	Particules en Ile de France

6.2.2 RÉSULTATS

Des mesures de COVs et de gaz inorganiques (SO₂, HNO₃, NH₃) ont été réalisées une année durant (Mars 2010 à Mars 2011) sur un site de fond urbain à Paris à l'aide d'analyseurs en continu (PTR-MS, AiRmonia, WAD-IC).

Quelques résultats préliminaires sont présentés ici. La Figure 14 présente les évolutions journalières des concentrations en BC, ammoniac et acide nitrique.

La saisonnalité des concentrations en acide nitrique, produit par réaction d'hydrolyse de N₂O₅ et par l'oxydation des NOx par les radicaux OH, est fortement dépendante des conditions photochimiques. En effet, les maximales de concentration sont mesurées au printemps et en été.

Les concentrations en ammoniac quant à elles sont liées pour partie aux activités agricoles. Des niveaux plus élevés sont donc attendues au printemps. Les mesures réalisées semblent confirmer cette tendance bien que des données soient manquantes.

Les variations journalières des concentrations en ammoniac peuvent également être liées au trafic ainsi que le montre la corrélation avec les concentrations en BC. Notons que ces corrélations sont pour le moins inattendues et constituent des résultats innovant méritant d'être confirmés.

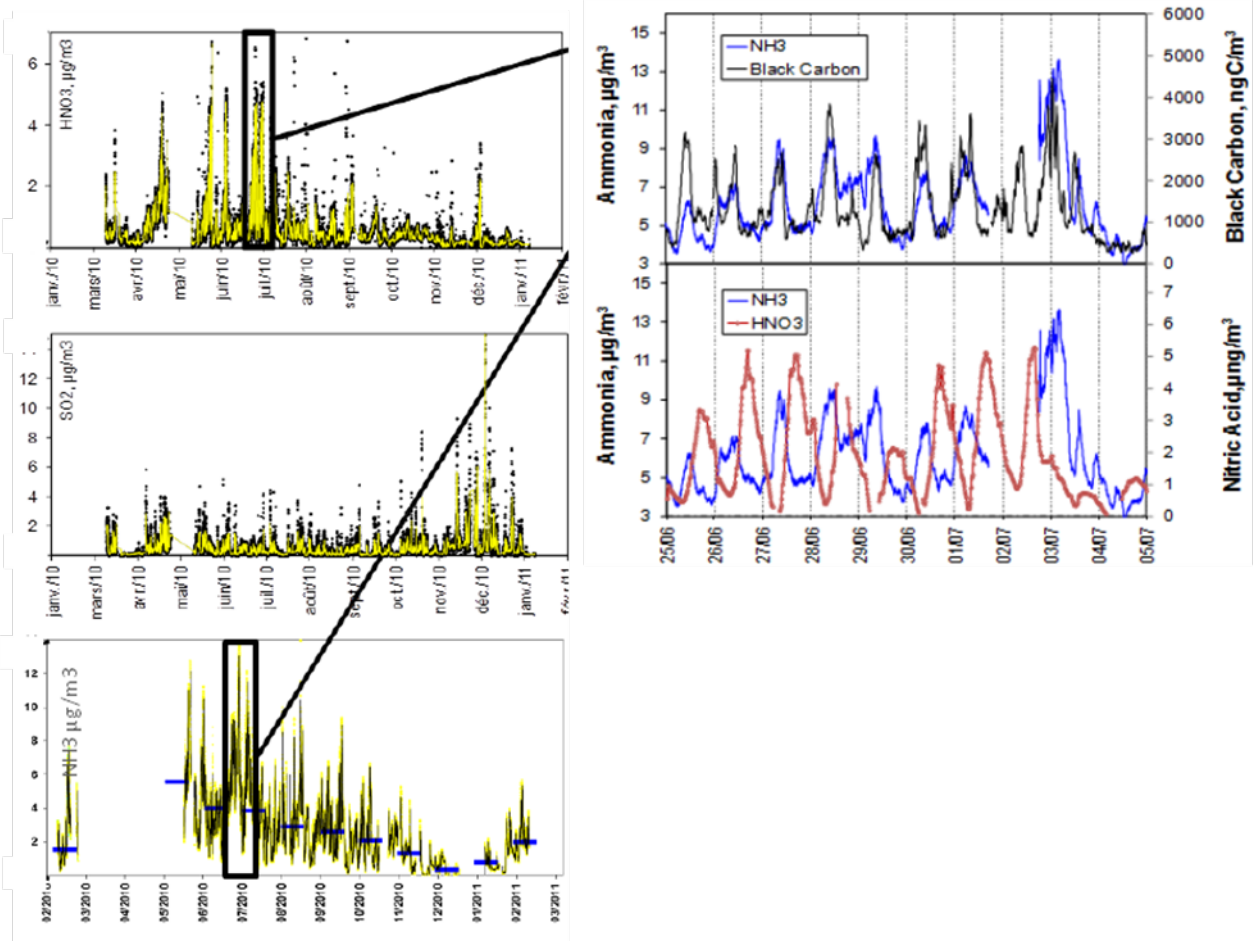


Figure 15 : Evolution saisonnière (à gauche) et journalières (à droite) des concentrations ($\mu\text{g m}^{-3}$) en Black carbon, ammoniac et acide nitrique du 25 juin au 05 juillet 2011 (d'après Gros, 2012)

6.3 IMPACT DES PARTICULES BRUNES (POUSSIÈRES SAHARIENNES) SUR LA SANTÉ RESPIRATOIRE ET CARDIOVASCULAIRE EN MARTINIQUE

6.3.1 TABLEAU RESUME

Tableau 11 : Résumé de l'étude d'impact des particules brunes sur la santé respiratoire et cardiovasculaire en Martinique

Description	Evaluer l'impact des "brumes de sables" sur la santé en Martinique
Etat d'avancement	2009-2011 / Bulletin de veille sanitaire disponible
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009– Nouveaux résultats présentés
Objectifs	Faire le lien entre les épisodes de « brumes de sable » et les manifestations cliniques
Principe	Recueil les données médicales via les CHU + modélisation statistique
Espèces mesurées / moyen météorologiques	Données météo, PM _{2,5} , PM ₁₀ / TEOM-FDMS
Partenaires	CIRE Antilles Guyane, Météo France – Martinique, CHU de Fort de France, CH du Lamentin, MADININAIR
Résultats	Les niveaux de brume (0 à 3) de sable enregistrés de 2001 à 2006 ont été déterminés par rapport aux concentrations en PM ₁₀ (de 30 à 80 µg m ⁻³)
Lien	Bulletin de veille sanitaire disponible sur http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/Bulletin-de-veille-sanitaire/Tous-les-numeros/Antilles-Guyane/Bulletin-de-veille-sanitaire-Antilles-Guyane.-n-3-Mars-2012
Contact	stephane.gandar@madininair.f

6.3.2 RÉSULTATS

Pour rappel, les concentrations en ozone, PM₁₀ et PM_{2,5} ont été choisies comme indicateur d'exposition pour cette étude.

Il apparaît que l'impact sanitaire à court terme de l'ozone est négligeable, ce qui est en accord avec les faibles valeurs enregistrées pendant la période de l'étude. L'impact des PM₁₀ s'avère plus important et peut être quantifié : le nombre de décès anticipés toutes causes, tous âges, attribuables à la pollution atmosphérique peut être estimé à 61 [30 – 88] de 2003 à 2008 sur la zone de Fort de France Lamentin Schoelcher.

Une diminution de 5% des niveaux annuels moyens aurait permis d'éviter 20 décès [10 – 28] sur la période.

L'impact des PM_{2,5} est moindre et l'impact des PM₁₀ ci-dessus peut être considéré comme une approche du nombre global de décès attribuables à la pollution atmosphérique dans l'agglomération de Fort de France.

6.4 STATION ATMOSPHÉRIQUE DANS LA MEUSE (PÉRENNE)

Description	Station atmosphérique ANDRA
Etat d'avancement	Pérenne
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010, pas de nouveauté en 2012
Objectifs	Suivi qualité de l'air / Suivi gaz à effet de serre / Suivi des propriétés des aérosols/poussières
Principe	Recueil les données médicales via les CHU + modélisation statistique
Espèces mesurées / moyen météorologiques	COVs, particules Granulométrie (distribution en taille) / Propriétés optiques (Aethalomètre, photomètre solaire) / Spéciation (EC/BC, OC, traceurs),
Partenaires	ANDRA, AIRLOR, LSCE, LGGE, Météo France, INVS, IRSN/OPERA
Contact	sebastien.conil@andra.fr

6.5 PROJET LANSLEBOURG

Description	Détermination des sources de PM en vallée Alpine / Coordination ADEME
Partenaires	AIR Rhône-Alpes, le LCME et le LGGE
Etat d'avancement	2010-2011 / Etude terminée, rapport final sur le site de l'étude Cette étude se poursuit avec un projet LANSLEBOURG II
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010
Objectifs	Comprendre les épisodes de fortes concentrations en PM et HAP sur la commune de Lanslebourg Evaluation de l'impact du chauffage au bois
Principe	Prélèvements en air ambiant Prélèvements à l'émission chez des particuliers volontaires se chauffant au bois Enquêtes sur les habitudes de chauffage des particuliers Spéciation chimique - CMB sur certaines campagnes
Espèces mesurées / moyen météorologiques	HAP, Lévo-glucosan, EC/OC
Résumé des résultats	Origine masse des PM10 : Combustion de la biomasse 57 % (similaire étude PARTICUL'Air et FORMES) Trafic 31 % (>PARTICUL'Air et FORMES) Lévo-glucosan/mannosan caractéristique de l'emploi de bois tendre (≠PARTICUL'Air et FORMES) en accord avec les résultats de l'enquête (pratiques d'affouage) Part de matière indéterminée, largement plus importante en été
Contact	agnes.hulin@atmo-poitou-charentes.org
Liens, rapports utiles	Rapport téléchargeable sur http://www.google.fr/search?q=lanslebourg+air+aps&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:fr:official&client=firefox-a

6.6 PROJET LANSLEBOURG II

Description	Détermination des sources de PM en vallée Alpine / Coordination ADEME
Partenaires	AIR Rhône-Alpes, le LCME et le LGGE
Etat d'avancement	2012
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Comprendre les épisodes de fortes concentrations en PM et HAP sur la commune de Lanslebourg Evaluation de l'impact du chauffage au bois
Principe	Prélèvements en air ambiant Prélèvements à l'émission chez des particuliers volontaires se chauffant au bois Enquêtes sur les habitudes de chauffage des particuliers Spéciation chimique - CMB sur certaines campagnes
Espèces mesurées / moyen métrologiques	HAP, Lévo-glucosan, EC/OC, Aethalomètre 7 λ
Contact	<i>Jean-Luc.Besombes@univ-savoie.fr</i>
Liens, rapports utiles	

6.7 PROJET PACTES

Description	<p>PACTES, Particules atmosphériques dans le bassin minier de Provence : Caractérisation, Toxicité, Evaluation par la Société, financé par l'ANSES</p> <p>Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air</p>
Partenaires	ATMO PACA, CEREGE
Etat d'avancement	2010-2013 / rapport final prévu pour 2013
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010 – Pas de nouveauté 2012
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">- Caractérisation physico-chimique des principales sources d'émissions.- La caractérisation des cyto- et géno- toxicités (globales et par composants) des particules.- La perception de ces pollutions par les populations concernées et la confrontation avec la réalité de la mesure.
Principe	<p>Etude de la part minérale dans les dépôts et les PM10 et PM2.5 prélevés sur les principaux sites émetteurs :</p> <ul style="list-style-type: none">- La cimenterie (Bouc Bel-Air).- L'usine d'alumine (Gardanne).- La centrale thermique (Meyreuil).- Un site de trafic routier dense (Fuveau).- Un site urbain témoin (Trets). <p>Une campagne estivale en 2010 et une hivernale en 2011</p>
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Minéralogie (RX, IR), chimie globale (ICP-AES, ICP-MS), morphologie et composition chimique (MEB-EDS, μ fluoX), De Bouc Bel Air, Gardanne, à Trets
Résumé des résultats préliminaires	<p>1rs résultats de mesures :</p> <ul style="list-style-type: none">• Dépôts plus importants en période estivale• Part importante de l'aluminium à proximité du site sous l'influence de l'usine d'alumine.• Concentrations en PM₁₀ globalement constantes selon les sites et les saisons alors que les concentrations en PM_{2,5} sont plus importantes en hiver.• Composition des PM₁₀ peu différente d'un site à l'autre excepté pour le site 2 sous l'influence de l'usine d'alumine (concentrations Na⁺ plus importantes) <p>Résultat des enquêtes menées auprès des riverains</p> <ul style="list-style-type: none">• Pollution fortement ressentie, considérée comme ayant une origine extérieure et associée aux odeurs.• Le rôle du trafic est sous-estimé alors que l'importance des conditions climatiques est soulignée de même que les effets sur la santé.• Mise en évidence de l'importance des perceptions, la nécessité de mesures pour réduire la pollution, le rôle de l'information et des acteurs (états, industriels)
Contact	noack@cerege.fr

6.8 PROJET AERA

Description	Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air Programme Alcotra 2007-2013,
Partenaires	Régions Ligure, Piémont, du val d'Aoste, province de Cuneo, région Rhône-Alpes, Dreal PACA, ATMO PACA
Etat d'avancement	2010-2013 / Rapport prévu pour fin 2012
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010– pas de nouveauté en 2012
Objectifs	Modélisation, évaluation de scénarii, identification de secteurs d'activité et de « hot «spots »...
Principe	Pas de mesures prévues pour le moment, en attente de la phase modélisation
Espèces mesurées / moyen métrologiques	COVs, particules Granulométrie (distribution en taille) / Propriétés optiques (aethalometre, photometre solaire) / Spéciation (EC/BC, OC, traceurs),
Contact	paul.deferaudy@atmopaca.org s

³ <http://www.interreg-alcotra.org/pages.asp?lang=fr&p=18>

6.9 CHIMIE RAPIDE

6.9.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Description	Chimie rapide- Observatoire de chimie atmosphérique Ile de France
Etat d'avancement	Pérenne, initié en 2011-
Situation / veille	Etude traitée depuis 2010 -Nouveautés présentées
Objectifs	Mise en place d'un site multi-instrumenté de recherche sur la pollution Atmosphérique en Ile-de-France
Principe	Caractérisation des propriétés des aérosols (physiques, chimiques, optiques) de leurs précurseurs gazeux
Espèces mesurées / moyen météorologiques	Aérosols et précurseurs gazeux / PILS-IC, ECOC Sunset field instrument, Aethalomètre, TEOM-FDMS, ACSM, SMPS, SP2,
Partenaires	LSCE, LMD (SIRTA), INERIS, AIRPARIF
Contact	jean.sciare@lsce.ipsl.fr / olivier.favez@ineris.fr

6.9.2 NOUVEAUX RÉSULTATS

Ce projet est en cours de mise en place. Une thèse dont le principal objectif sera de traiter les données qui en ressortiront a débuté en septembre 2011.

L'ACSM produit des données depuis le mois de juin 2011, et semble être en très bonne concordance temporelle vis-à-vis des mesures issues du TEOM FDMS installé au SIRTA (super-site de mesure, Ecole Polytechnique).

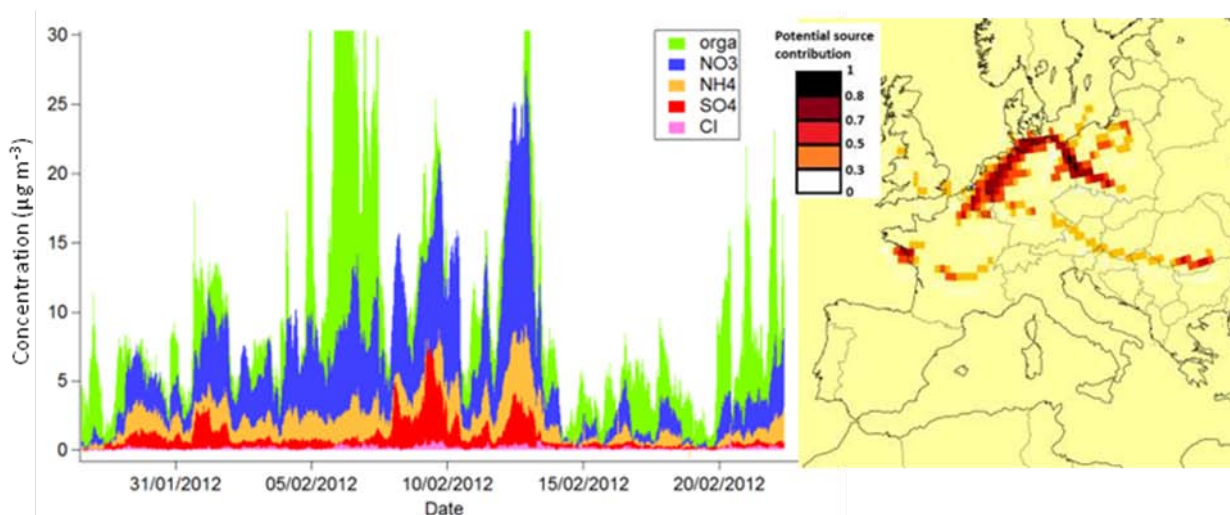


Figure 16 : Suivi de la composition chimique des PM telle que mesurée par l'ACSM pour les mois de janvier à mars 2012 (gauche) et analyse PSCF pour les concentrations en sulfate du 1^{er} janvier au 22 février 2012 (droite), d'après (Petit, 2012)

Les premiers résultats de suivi de la composition chimique sur le site du SIRTA mettent en évidence le rôle joué par la matière organique et l'ammonium en particulier lors d'épisodes de pollution.

L'outil statistique PSCF (« potential source contribution function ») décrit au paragraphe 6.1 et permettant d'évaluer une probabilité d'origine géographique du polluant considéré a été appliqué à ce jeu de données. Il montre une forte influence des apports continentaux pour les espèces secondaires et en particulier le sulfate.

Ces premiers résultats ont fait l'objet d'une présentation à l'EAC (Petit et al., 2012).

7. LES ETUDES PORTANT SUR LA CARACTERISATION DE SOURCES SPECIFIQUES

7.1 PM_DRIVE

Description	Emissions particulaires directes et indirectes du trafic routier – Financement ADEME
Partenaires	IFSTTAR, LGGE, LCME, LCP, CEREAS + coop. Int. : PSI, JRC
Etat d'avancement	2011-2013 Campagne de terrain et mesures sur banc effectuées Résultats en cours de traitement
Situation / veille	Etude présentée depuis 2011 – Pas de nouveautés 2012
Objectifs	Améliorer les connaissances sur les émissions particulaires et nanoparticulaires des véhicules motorisés Différencier les émissions des échappements et hors-échappement, les particules primaires des particules secondaires Identifier les processus qui mènent à la formation de ces particules en sortie de pot d'échappements
Principe	Association de 1) mesures et caractérisation chimique de gaz et de particules in situ en proximité automobile et en fond urbain, 2) mesures sur bancs à rouleau, étude de vieillissement en chambre 3) interprétations des données couplant analyses de données multivariées et modélisation déterministe
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Espèces ioniques, EC/OC, traceurs moléculaires organiques, métaux, granulométrie, comptages + gaz (COV dont aldéhydes, NOx, CO...) 1 campagne (14 j), /Emissions primaires et secondaires (vieillissement en chambre) à l'échappement automobile, / DA80, AMS, PTR-MS, SMPS
Contact	aurelie.charron@ifsttar.fr

7.2 EMBRUVE

7.2.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Description	EMBRUVE (Emissions lors du BRULage des VÉhicules, facteurs d'émission en particules fines, PCB, HAP, POP), Emissions particulières directes et indirectes du trafic routier – Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude présentée en 2011 – Nouveaux résultats présentés
Objectifs	Caractériser les émissions de polluants (flux, facteurs d'émissions) liés au brûlage à l'air libre de véhicules
Principe	1) Identifier les matériaux entrant dans la composition des véhicules 2) Brûler individuellement chacun des matériaux identifiés 3) Déterminer les facteurs d'émission liés à leur brûlage à l'air libre et les matériaux les plus polluants 4) Brûler deux véhicules, l'un récent, l'autre plus ancien. 5) Identifier la part des émissions polluantes attribuables à chaque matériau testé
Espèces mesurées / moyen métrologiques	COV, NOx, SO2, CO2, CO, TSP, HAP, PCDD/PCDF et PCB-DL Campagnes de brûlage de véhicules
Partenaires	INERIS, CITEPA
Contact	Serge.collet@ineris.fr

7.2.2 NOUVEAUX RÉSULTATS

Les deux véhicules étudiés ont été enflammés dans le tunnel de la galerie incendie présentée ci-dessous, l'un dont le réservoir était rempli à 30% de carburant (gazole) , l'autre à 50 %.



Figure 17 : Photographie de la galerie incendie

L'exploitation des premiers résultats comparés à des données de la littérature portant sur un véhicule X sans carburant ni batterie montre que :

- Ramenées à la masse de matériaux combustibles brûlée, les émissions de CO₂ sont relativement homogènes allant de 2400 à 2434 g/kg perdu,
- Les émissions de CO évoluent de 53 à 63 g/kg perdu, les émissions les plus fortes étant obtenues avec le véhicule X,
- Les émissions de COVt sont très peu dispersées pour les voitures A et B, 10,7 et 11,0 g/kg perdu (véhicule X : 37 g/kg perdu),
- L'HCl est le principal gaz acide émis avec des facteurs d'émission de 6,9 et 8,5 g/kg perdu. Les émissions de HF sont probablement liées à la présence de gaz fluorés réfrigérants dans le système de climatisation des véhicules,
- Les émissions de particules évoluent de 57,2 à 82,7 g/kg perdu. Ces valeurs sont proches des facteurs d'émission correspondants aux brûlages de pneus (119 g/kg Lemieux et al. 1993 - 83,3 g/kg INERIS 2011).
- Les répartitions en éléments métalliques sont relativement homogènes d'un véhicule à l'autre. Le Zn est le principal élément émis : 78 à 92% des émissions.
- En ce qui concerne les HAP, les facteurs d'émission déterminés sont relativement homogènes (804 et 737 mg/kg perdu pour les 16 HAP dosés) Les principaux composés présents sont le naphtalène, l'acénaphthylène, le phénanthrène et le fluoranthène.
- Les émissions de dioxines et furanes sont très homogènes : 94,0 et 100,5 ng I.TEQ/kg perdu.
- La part des PCB dans les émissions exprimées en équivalent toxique (I.TEQ) est extrêmement faible, de l'ordre de 0,1%,
- Les émissions de PCBz sont relativement homogènes et évoluent dans le même sens que les dioxines et furanes. Les composés les plus légers, à 2 et 3 atomes de chlore sont les plus abondants
- Les retardateurs de flamme bromés recherchés : PBDE 17 à 209, TBBPA et HBCD sont très proches des seuils de quantification analytique ou des valeurs des blancs de site.

7.3 PREQUALIF

7.3.1 RÉSUMÉ

Description	Programme pluridisciplinaire de REcherche sur la QUALité de l'air et ses Impacts en île de France Financement ADEME - MEDDDTL dans le cadre de l'appel à projet PRIMEQUAL – ZAPA
Etat d'avancement	2011-2013 Mesures initiée en avril 2012
Situation / veille	Etude présentée en 2011 – Début des campagnes présentés
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Réaliser un « point de référence » avant les expérimentations de ZAPA• Développer des outils permettant de mieux évaluer les facteurs de réussite de ces expérimentations ainsi que leurs impacts sur la qualité de l'air et la santé
Principe	Caractérisation des sources de PM sur sites trafic et urbain, suivi des PM10, PM2,5, NO2 et BC sur 11 sites
Espèces mesurées / moyen métrologiques	2 campagnes caractérisation PM10 site trafic, caractérisation PM10 et PM10, PM2,5 NO2 et BC sur 15 sites en continu sur un an
Partenaires	LSCE, AIRPARIF, INERIS, INRIA/CEREA, INSERM, CETE-IdF, AEROSOL D.O.O.
Contact	jean.sciare@lsce.ipsl.fr

Les mesures de BC ainsi que les prélèvements sur filtre ont démarré en avril 2012.

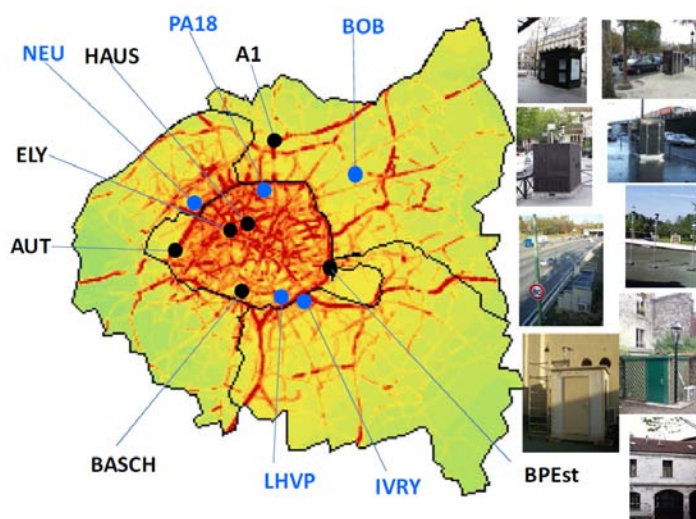


Figure 18 : Cartographie des 15 sites de mesure de BC (Bleus : mesure aethalomètre, noir mesure MAP)

Sur l'un des sites (Auteuil, AUT), des prélèvements journaliers sont réalisés et ce une année durant. Des analyses de métaux y seront effectuées un jour sur trois afin de renseigner l'impact de la resuspension. Egalement, des analyses des poussières remises en suspension seront effectuées. Enfin, des mesures sont en cours dans un tunnel afin de caractériser au mieux les émissions véhiculaires.

7.4 APICE

7.4.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Description	Influence des activités portuaires sur la qualité de l'air de 5 grands ports méditerranéens – Programme MED financé par l'Union Européenne
Partenaires	LCP, AtmoPACA, LGGE/CNRS
Etat d'avancement	2011-2012
Situation / veille	Etude présentée depuis 2010 – Nouveaux résultats présentés
Objectifs	Evaluer l'impact des pollutions portuaires sur la qualité de l'air.
Principe	Spéciation chimique méthode CMB et PMF :
Espèces mesurées / moyen météorologiques	2 campagnes caractérisation PM10 site trafic, caractérisation PM10 et PM10, PM2,5 NO2 et BC sur 15 sites en continu sur un an
Résumé des résultats 2011	<ul style="list-style-type: none">• Composition chimique des PM1 très majoritairement dominée par la matière organique (55 % de la masse totale) => part importante des sources de combustion ou secondaires.• Comparaisons interlaboratoire pour la mesure des concentrations massique en PM10 et PM2.5: gravimétrie > méthode optique et TEOM/FDMS• Et pour composition chimique (anions, cations et EC/OC) : analyses de OC, potassium (K et K+) et sulfates sont comparables entre les quatre laboratoires• le chlore ou le carbone élémentaire présentent des divergences entre les laboratoires et nécessitent des travaux supplémentaires.
Rapport et publications	Rapport final comparaison interlaboratoire (Detournay, 2012) Communications orales (Detournay et al., 2012; Salameh, 2012)
Lien utile	Ensemble des informations disponibles sur http://www.apice-project.eu/
Contact	nicolas.marchand@univ-provence.fr

7.4.2 RÉSULTATS NOUVEAUX

Comparaison interlaboratoire de méthode d'estimation des sources de PM

Les méthodes d'estimation des sources de PM utilisées par chaque partenaire ont été comparées sur la base des résultats d'analyse de six semaines de campagne de prélèvements journaliers de PM_{2,5} et PM₁₀ réalisés par chaque partenaires en hiver 2011.

OC/EC, les métaux, les traceurs organiques tels les hopanes, le levoglucosan, les HAP, les alcanes, les acides gras ont ainsi été analysés.

Ainsi, les différentes méthodes testées ont été :

- CMB à partir des traceurs organiques et des métaux
- PMF avec les métaux et les principales composantes des PM (OC/EC, anions et cations),

- PMF avec les métaux, les principales composantes des PM (OC/EC, anions et cations) et les traceurs organiques,
- AMS/PMF.

Une combinaison PMF/CMB (les facteurs issus de l'analyse PMF ont été utilisés dans les profils de source CMB).

L'utilisation des différentes méthodes s'est soldée par d'importantes différences de résultats et a permis d'énoncer des recommandations pour chaque partenaire afin que les résultats des campagnes de terrain soient comparables :

- Utilisation de la même méthode d'estimation des sources. Le choix s'est porté sur la PMF.
- Utilisation des mêmes traceurs
- Interprétation commune des différents facteurs observés dans la zone de mesure.

Ce travail a fait l'objet d'une présentation à l'EAC (Detournay, 2012) et un rapport est disponible sur le site de l'étude (Detournay et al., 2012)

Impact des activités industrielles et portuaires sur les particules ultrafines à Marseille

Une campagne de mesure intensive a été menée en juin 2011 sur la zone industrielle de Fos-Berre afin d'évaluer l'impact des activités industrielles et portuaires sur la qualité de l'air à Marseille et en particulier sur les particules ultrafines.

Des augmentations du nombre de particules de petite taille (diamètre inférieur à 50 nm) atteignant des valeurs de $140\,000\text{ cm}^{-3}$ et corrélées à une augmentation des concentrations en SO_2 ont pu être observées au cours de cette période de mesure.

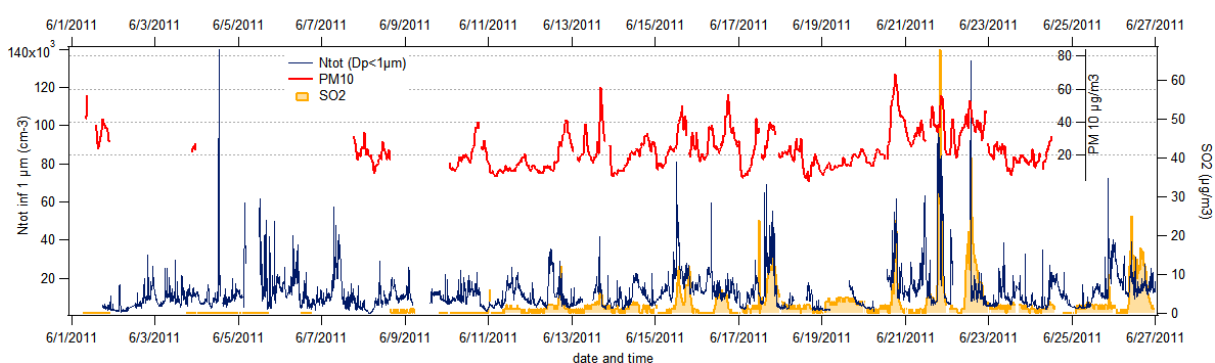


Figure 19 : Evolution des concentrations en SO_2 , PM_{10} ($\mu\text{g m}^{-3}$) et du nombre de particules inférieures à $1\ \mu\text{m}$ (particules cm^{-3}) sur la zone industriel de Fos-Berre en juin 2011 (d'après Salameh et al., 2012)

Egalement, des pics intenses, jusqu'à $200\ \mu\text{g m}^{-3}$, de particules ultrafines ont pu être observés par l'AMS et sont principalement composés de matière organique ainsi que le montre la figure ci-dessous.

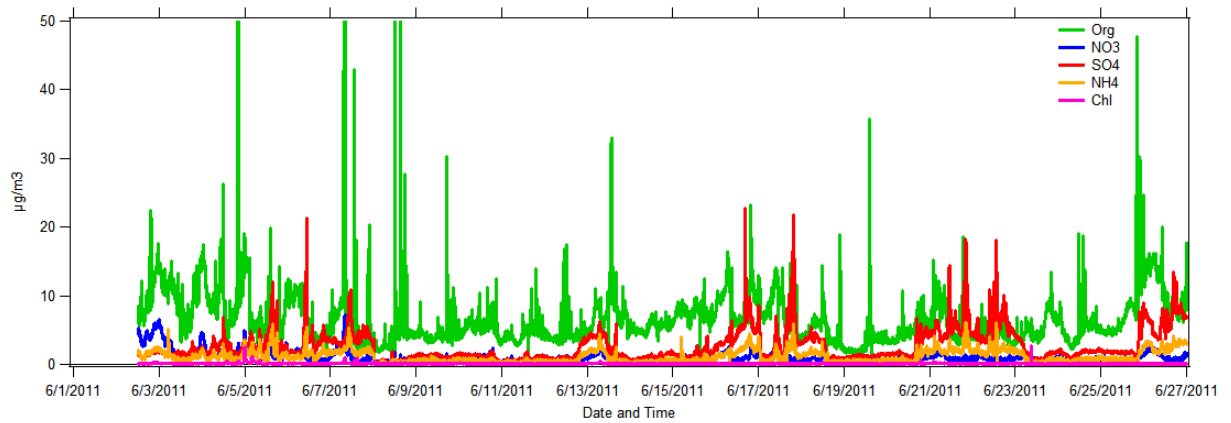


Figure 20 : Composition chimique des particules ultrafines telles que mesurées par AMS sur la zone industriel de Fos-Berre en juin 2011 (Salameh et al., 2012)

Ces évènements peuvent être corrélés à des augmentations du nombre de particules de 300 à 400 nm présentés sur la figure ci-dessous.

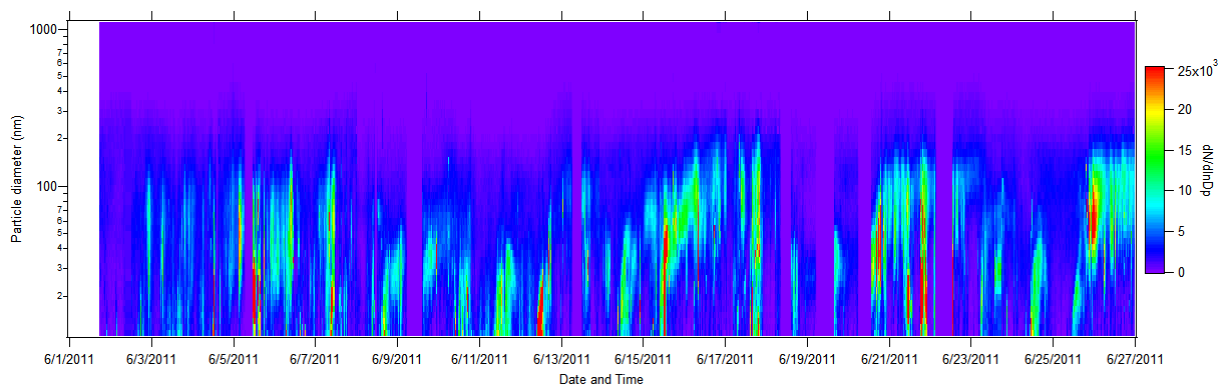


Figure 21 : Distribution en taille et nombre des particules sur la zone industriel de Fos-Berre en juin 2011 (Salameh et al., 2012)

Ainsi, l'impact des émissions industrielles semble se traduire par une augmentation des particules de quelques centaines de nanomètres et par une augmentation importante de la part de matière organique.

7.5 SAM

Description	SAM (Sources d'aérosols marins dans l'atmosphère méditerranéenne) Financement ANR blanc
Partenaires	IRCELYON, LAMP, LCP-ira, LMGEM
Etat d'avancement	2012-2015
Situation / veille	Présentée en 2011 – Pas de nouveauté 2012
Objectifs	<p>Caractériser la composition chimique, les sources, les processus de formation ainsi que les paramètres les influençant, de l'aérosol marin et répondre aux questions :</p> <ul style="list-style-type: none">- La matière organique participe-t-elle à la production d'aérosol marin ?- Cette production se caractérise-t-elle par une dépendance saisonnière ou spatiale ?- La fraction organique mesurée dans les aérosols organiques primaires marins est-elle d'origine anthropique ou biotique ?- Quels sont les sources des matières organiques solubles et insolubles ?- Quel est l'effet de la photochimie sur le vieillissement des aérosols marins ?- Les processus de photo-oxydation à la surface mènent-ils à la formation d'AOS ?
Principe	<p>Mesures en atmosphère réelle</p> <ul style="list-style-type: none">- Caractérisation chimique et biologique des eaux de surface et identification d'évolution saisonnières ou spatiales- Etude des émissions d'aérosols organiques primaires, de leur vieillissement et de la formation de secondaires (campagne de terrain en mésocosmes) <p>Mesures en laboratoire:</p> <ul style="list-style-type: none">- Vieillissement de l'aérosol organique primaire émis par le « sea bursting » (essais en laboratoire)- La formation d'aérosol organique secondaire à partir de vieillissement photochimique des eux de surface (essais en laboratoires)
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Particules : SMPS, VHTDMA, NAIS/PSM, AMS, Filtres, gaz : PTRMS, tubes...
Contact	barbara.danna@ircelyon.univ-lyon1.fr

7.6 CHAMPROBOIS (PROJET NOUVEAU)

Description	CHAMPROBOIS :Transformation physico-chimique d'un aérosol de combustion de bois en champ proche de la source
Partenaires	INERIS, LCME, LSCE
Etat d'avancement	2012-2014
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Caractérisation à proximité de la source, et en temps réel, des propriétés physico-chimiques de l'aérosol émis par un appareil de chauffage au bois individuel.• Etude, en conditions réelles, de l'évolution de ces propriétés physico-chimiques entre le point d'émission et le champ proche• Amélioration de la détermination des concentrations de PM_{2,5}, des flux de polluants émis et des facteurs d'émission associés à ce type de source• Mise à disposition de données exploitables pour la validation des modèles de chimie-transport en champ proche.
Principe	<ul style="list-style-type: none">• Mesurages à l'émission• Mesurages dans l'air ambiant• Modélisation• Analyse chimique des composés organiques prélevés en phases gazeuse et particulaire• Caractérisation physico-chimique en temps réel de l'aérosol en champ proche
Espèces mesurées / moyen métrologiques	PM _{2,5} , Black Carbon, la matière semi-volatile et/ou condensable, les HAP et leurs dérivés nitrés et oxygénés et divers traceurs gazeux et particulaires de la source « chauffage au bois »
Contact	Serge.collet@ineris.univ-lyon1.fr

Afin de répondre aux objectifs décrits ci-dessus, le projet de recherche présenté ici s'appuiera sur le mesurage, en conditions réelles à l'émission, en champ très proche et en champ proche, des propriétés physico-chimiques des émissions particulaires et condensables d'un appareil de chauffage au bois.

Le foyer est disposé en amont du point d'échantillonnage correspondant au champ proche (Figure 22).

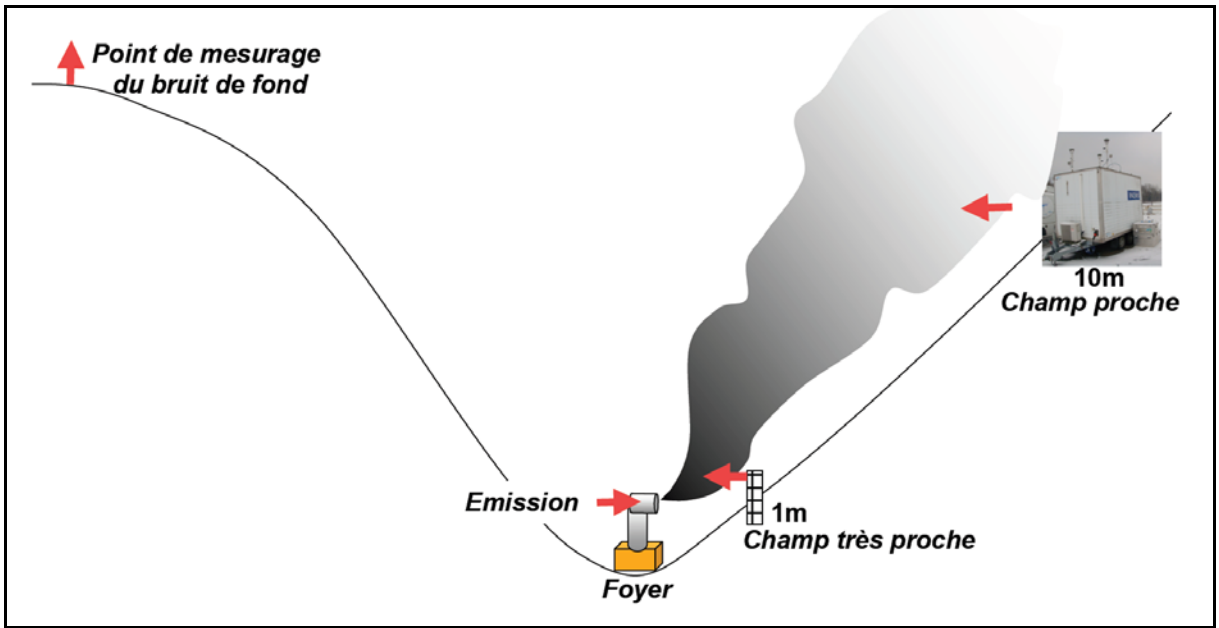


Figure 22: schéma du site d'essais (les points de mesure sont indiqués par les flèches)

7.7 INACS (PROJET NOUVEAU)

Description	INACS :Isotopie du nitrate d'ammonium : Compréhension des sources
Partenaires	INERIS, LGGE, INRA
Etat d'avancement	2012-2014
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Caractériser l'origine des espèces secondaires nitrate et ammonium dans les particules atmosphériques lors des épisodes de dépassement des seuils réglementaires en:
Principe	<ul style="list-style-type: none">• Obtenir des rapports isotopiques (N et O) dans les gaz et les particules et des profils chimiques (PM) pour des émissions spécifiques (véhiculaire, combustions de la biomasse, épandage d'engrais)• Comparer ces profils isotopiques et chimiques à des profils obtenus aux cours d'épisodes de dépassement à grande échelle• Evaluer la faisabilité d'une déconvolution des sources des ions secondaires nitrate et ammonium pour ces épisodes
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Isotopie O et N
Contact	Joel.SAVARINO@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

7.8 SIGNATURE PM

Description	Signature PM : Recherche d'une signature des sources diffuses d'origine industrielle Financé par la DREAL PACA
Partenaires	Air Paca, LCME
Etat d'avancement	2012-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">- Réaliser des mesures de la pollution particulaire issue de différentes sources industrielles présentes dans le golfe de Fos.- Caractérisation chimique de la pollution particulaire issue des sources industrielles du golfe de Fos.- Définir une méthodologie et l'appliquer pour déterminer les signatures chimiques des sources industrielles investiguées.- Documenter les signatures chimiques et granulométriques de la pollution particulaire pour différentes sources, notamment industrielles.- Définir une méthodologie et l'appliquer pour quantifier la contribution des sources industrielles investiguées à la pollution particulaire dans la zone de l'étang de Berre.
Principe	<ul style="list-style-type: none">- Réaliser des mesures en site récepteur une année durant et également sous les vents (préleveur asservi)- CMB
Espèces mesurées / moyen métrologiques	PM, spéciation chimique OC/EC Ions majeurs (NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NH ₄ ⁺ , Na ⁺ , Cl ⁻ , Ca ²⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺ , oxalate) 53 Métaux/éléments (Ni, Cu, Zn, Mo, V, Pb, Cr, La ...) par ICP MS Spéciation organique (~ 50-60 composés incluant HAP, levoglucosan et sucres anhydres, méthoxy phenol, phthates, acides gras, alcanes linéaires -C18-C36-, hopanes).
Contact	boualem.mesbah@airfobep.org

8. LES PROJETS DE RECHERCHE NATIONAUX ET EUROPEENS

En amont de ces projets nationaux et régionaux, des programmes de recherche sont élaborés afin d'améliorer les connaissances sur la formation, l'évolution, la composition chimique des aérosols, la réactivité au sein des particules, leur implication sur la chimie de l'atmosphère, le climat d'un point de vue local et global, la santé. Ces programmes permettent le développement et la valorisation de nouvelles techniques de mesures, l'amélioration de modèles, la mise au point de méthodologies d'étude des particules en général, des attributions des sources en particulier. Notons que d'autres projets décrits dans ce rapport tels que « Chimie rapide » ou APICE auraient pu être traités dans cette partie sur les projets de recherche. Il a cependant été décidé de dédier ce paragraphe aux projets s'inscrivant dans une démarche de recherche globale regroupant de nombreux laboratoires et partenaires et de ce fait une grande diversité de compétences afin de répondre à des problématiques de fond d'intérêt national voir européen.

8.1 MEGAPOLI

8.1.1 TABLEAU RÉSUMÉ

Description	Projet Européen MEGAPOLI (Megacities: Emissions, urban, regional and Global Atmospheric POLLution and climate effects, and Integrated tools for assessment and mitigation) / Financé par le THEME FP7-ENV-2007.1.1.2.1
Etat d'avancement	2009-2011 Projet finalisé ; en attente du rapport final
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009 – nouveaux résultats
Objectifs	Evaluer impact mégacités sur qualité de l'air, chimie atmosphérique, climat... échelle locale, régionale, globale...
Principe	Spéciation chimique /modélisation/méthode statistique modèle - récepteur
Espèces mesurées / moyen météorologiques	COVs, particules,.../ 2 campagnes intensives d'un mois, hivernale et estivale, DA80, SMPs, AMS, PTRMS, PILS-IC, PILS-TOC, Chimie détaillée des COV (continue) Chimie détaillée des PM (12hr), mesures aéroportées...
Partenaires	LISA, LSCE, LGGE, LCP-IRA, AIRPARIF, LCME...
Lien utile	http://megapoli.info/
Présentations	Beekmann, 2009; Gros, 2009, Sciare, 2010, Sciare, 2010, Poulain, 2010, Jurányi, 2010, Crippa, 2012
Résultats	<ul style="list-style-type: none">- 11 vols réalisés en été, 3 trois en hiver dans le panache. Mesure polluants primaires => bonne caractérisation du panache à 100 km de Paris => un cadre propice à l'étude de la formation d'aérosols secondaires dans le panache.- Nucléation mise en évidence en région parisienne durant les périodes de faible pollution particulaire- Période estivale : mesures urbaines et périurbaines par AMS => une part importante d'OOA (primaire oxydé et secondaire) dans l'aérosol organique (OA) et une part plus faible d'aérosol organique non oxydé (HOA) d'origine primaire.<ul style="list-style-type: none">- Apport régional des espèces ioniques secondaires- Niveaux de PM_{2.5} sur Paris et sa banlieue très proches, même pour les émissions primaires (trafic, chauffage bois) => homogénéité régionale des niveaux de ces polluants.- En période hivernale, les niveaux de PM plus importantes qu'en été => sources locales (combustion du bois) et continentales (espèce semi-volatile ; nitrate d'ammonium).- Mesures estivales de nitrates par PILS=> associée aux sels de mer.- Mesures de BC (Aethalomètre, MAAP, ATOFMS) => BC trafic présente une granulométrie plus fine que BC émis par le chauffage bois. Ces deux sources sont largement en mélange externe.- BC en mélange interne (avec sulfate d'ammonium et nitrate d'ammonium) pour des tailles de particules supérieures à 0.4 µm (apport transfrontière de suie ?).
Contact	Matthias.Beekmann@lisa.univ-paris12.fr

8.1.2 NOUVEAUX RÉSULTATS

La figure ci-dessous présente les résultats de l'exploitation des données AMS de l'été 2009 par PFM.

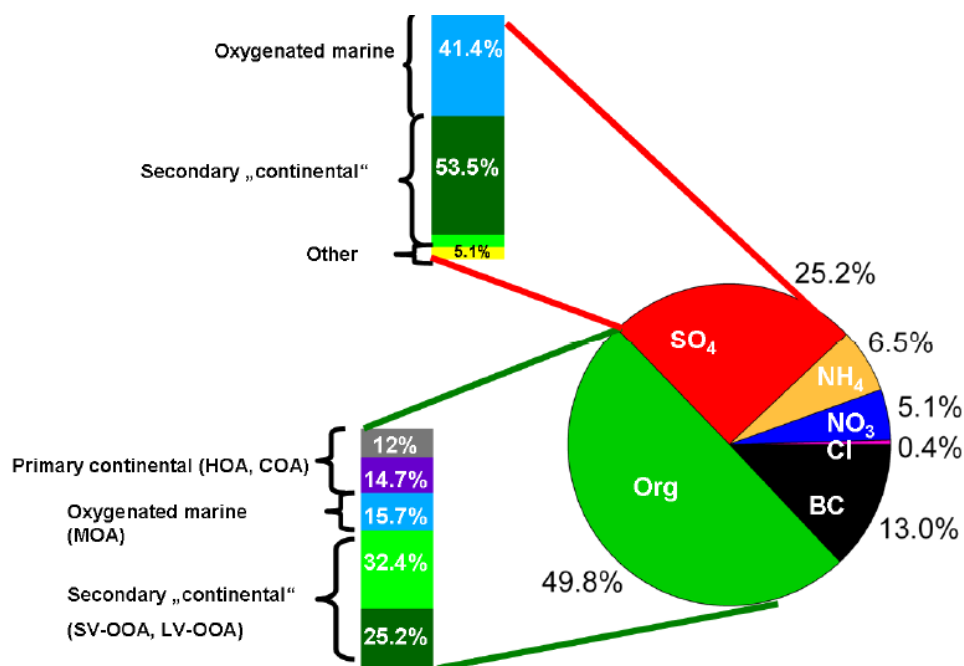


Figure 23 : Composition chimique des PM1 au cours de la campagne estivale MEGAPOLI (d'après Crippa et al., 2012)

Le trafic défini sur la Figure 22 comme « hydrocarbon-like OA » (HOA) et les émissions de cuisine (cooking emissions, COA) ont été identifiés comme les composantes primaires majoritaires des PM comptant pour 12% et 14.7%, respectivement.

Cependant, la majeure partie des aérosols peut être attribuée à la matière organique, faiblement volatile (low-volatility oxidized OA, LV-OOA) comptant pour 25.2% et semi-volatile (semi-volatile oxidized OA) comptant pour 32.4%

Il est intéressant de noter la contribution marine (marine organic aerosol, MOA), corrélée avec l'acide méthanesulfonique semblant dominé par l'aérosol organique secondaire provenant de précurseurs marins, inattendue pour une ville comme Paris.

Cette contribution s'élèverait à 15.7% de la matière organique.

Un numéro spécial MEGAPOLI est prévu dans « Journal Atmospheric Chemistry and Physics. »

8.2 CHARMEX

8.2.1 TABLEAU RESUME

Description	CHARMEX (Chemistry-Aerosol MEditerranean Experiment)
Etat d'avancement	2009- Campagne intensive prévue pour juillet-août 2012
Situation / veille	Etude traitée depuis 2009 – Nouvelles perspectives présentées
Objectifs	Réactivité chimique, formation d'AOS dans le bassin méditerranéen
Principe	Spéciation chimique /modélisation/méthode statistique modèle - récepteur
Espèces mesurées / moyen météorologiques	COVs, particules,.../ DA80, SMPS, AMS, mesures aéroportées....
Partenaires	LISA, LSCE, LCP-IRA, INERIS...
Contact	francois.dulac@cea.fr / borbon@lisa.univ-paris12.fr
Lien utile	http://charmex.lsce.ipsl.fr/



Figure 24 : Station ChArMEx en Corse à Ersa, Cap Corse (42.97°N, 9.38°E, alt. 533 m).

8.3 $\delta^{13}\text{C}$ -HAP

8.3.1 RESUME

Description	Etude de la composition isotopique des HAP Financement PRIMEQUAL 2
Partenaires	LPTC, INERIS
Etat d'avancement	2008-2011 - Finalisé
Situation / veille	Etude présentée en 2011
Objectifs	Etude de la composition isotopique moléculaire ($\Delta^{13}\text{C}$) comme traceur de source qualitatif et quantitatif des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques particuliers dans l'atmosphère
Principe	Spéciation chimique / isotopie moléculaire
Espèces mesurées / moyen métrologiques	HAP / 4 campagnes ~2 semaines (Sites trafic, urbain, rural, périurbain)
Résultats	<ul style="list-style-type: none">• Concentrations en benzo(a)anthracène et chrysène d'une part et la contribution du benzo(ghi)pérylène d'autre part peuvent permettre la différenciation la source combustion de bois de la source trafic véhiculaire• Ratios moléculaires de certains HAP comme le indéno(1,2,3-cd)pyrène et le benzo(ghi)pérylène ($\text{IP}/(\text{IP}+\text{B}[\text{ghi}]\text{P})$) ou le Pyrene et le benzo[a]pyrène ($\text{PY}/\text{B}[\text{a}]\text{P}$) apportent une information qualitative sur les origines des HAP.• L'analyse de la composition isotopique appliquée aux échantillons semble montrer des divergences de rapports $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ selon les sources pour le fluoranthène et le benzo(ghi)pérylène par exemple.• Cette approche associée à d'autres types de mesures et/ou de méthodes statistiques « modèle-récepteur » peut permettre d'approfondir les études de sources de PM.
Contact	h.budzinski@epoc.u-bordeaux1.fr
Lien utile	Rapport d'étude final disponible sur http://bfs.drimm.u-bordeaux1.fr/files/5e4f371ede18be44f17b8f9395348c2b/Rapport_final_Primequal_13C_BUDZINSKI.doc

9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le paysage des études en cours sur les PM a peu changé depuis 2011 et seules quatre études nouvelles ont été recensées ici (CHAMPROBOIS, INACS, Lanslebourg II et « signature PM »).

La figure représentant le paysage des études en fin d'années 2011 a été complétée avec l'étude « signature PM ».

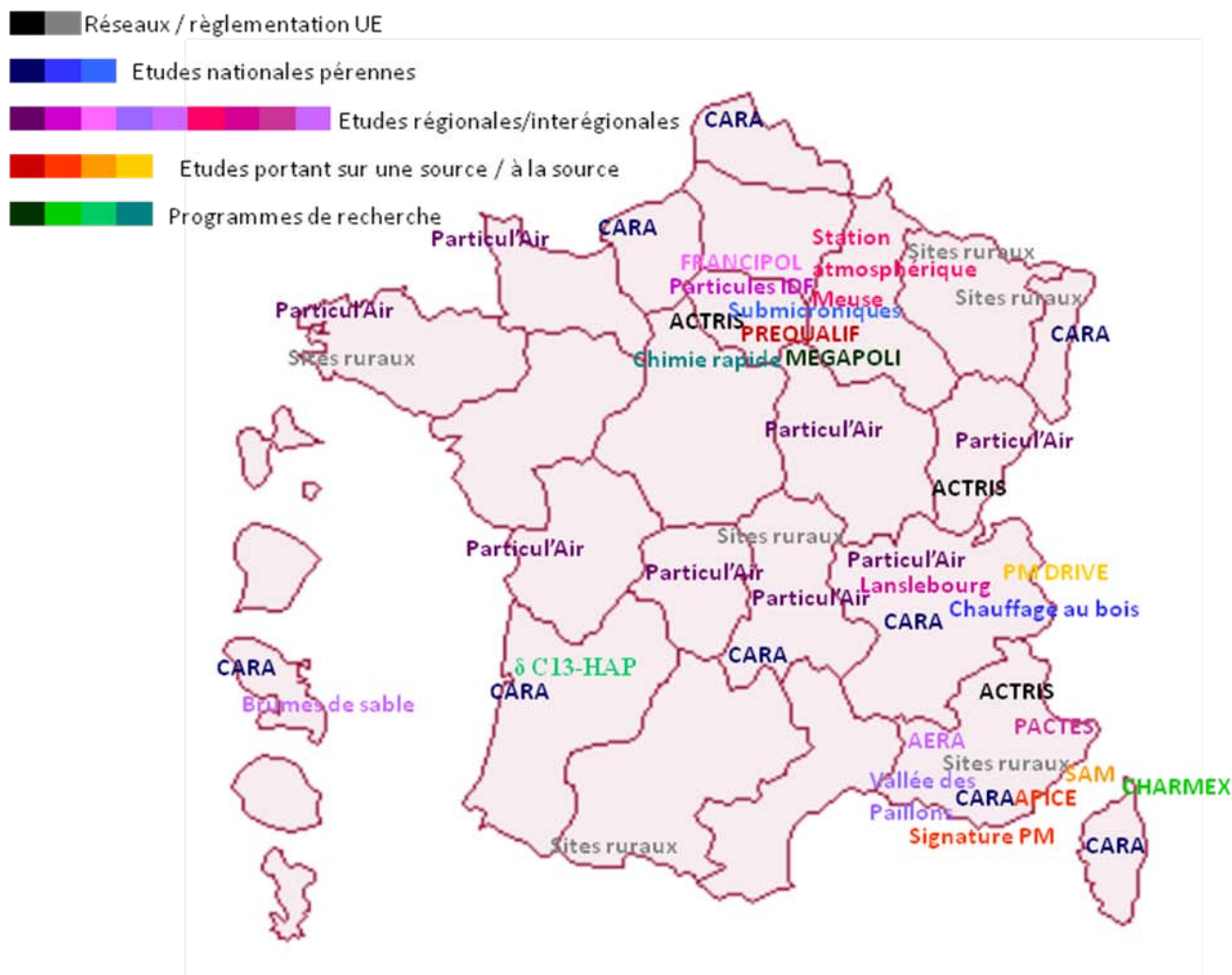


Figure 25 : Etat des lieux de la répartition des sites d'étude de la pollution particulaire en France en Octobre 2012

La plupart des études visant à caractériser les sources de PM localement sont terminées 2012 (Particul'Air, Particules en IDF, Vallée des Peillons...).

En 2010, deux projets se destinaient à des applications épidémiologiques (« Brumes de sable » en Martinique et le site d'observation de la Meuse) et un à des études de toxicologie (PACTES en région PACA 7.6). En 2012, aucun nouveau projet ne vient renforcer les rangs des études épidémiologiques

L'on a en revanche vu augmenter en 2011 des études focalisées sur la caractérisation d'une seule et même source par le biais de campagne de terrain comme PREQUALIF qui s'intéresse au trafic, de mesures à la source comme NanoFluegas, projet tourné vers les nanomatériaux manufacturés, ou les deux comme PM-DRIVE, également intéressé par l'impact de la source trafic.

La croissance du nombre d'études de ce type est catalysée par les appels à projets bien ciblés tels PRIMEQUAL-ZAPA ou ADEME-CORTEA, plus axés sur la caractérisation de sources spécifiques que sur la caractérisation des particules mesurées en un point donné.

Cette croissance s'inscrit tout naturellement dans la dynamique d'essor de l'emploi des méthodes d'estimation des sources et de modèles récepteur, puisqu'elles sont indispensables pour les alimenter et caractériser les facteurs d'émission.

Seulement, ces méthodes sont nombreuses et appellent, à l'instar des moyens métrologiques, des efforts d'harmonisation en cours au niveau de l'Union Européenne et auxquels la France participe activement.

Ainsi, après les guides d'estimation des sources naturelles et de la mise en resuspension liée au salage et sablage des routes, un protocole technique pour la mise en œuvre des modèle récepteur (Receptor Model Technical Protocol, RMTP) est en cours de rédaction par un groupe d'expert de FAIRMODE (Belis et al., 2012).

Que ce soit au travers de la rédaction de ces guides, l'organisation de campagnes intensives comme la campagne estivale 2012 EMEP-ACTRIS (voir paragraphe 32), la mise en place d'un réseau de sites de mesure facilitant les échanges entre pays (ACTRIS, transnational access), les travaux européens s'organisent pour donner un cadre, harmoniser et faciliter l'ensemble des étude menées par les Etats Membres pour identifier les sources de la pollution particulaire et mieux qualifier et quantifier les épisodes de PM en particulier ceux attribuables à des phénomènes particuliers tels le transport longue distance ou les sources naturelles.

Dans ce contexte, ce travail de veille sera élargi pour 2013 à l'ensemble des travaux menés sur l'identification des sources de PM en Europe.

Enfin, il est important de rappeler qu'au-delà du transport longue distance et des sources naturelles, les problématiques de pollution sont intimement liées aux activités locales (trafic, industrie...), aux habitudes de vie (transport, chauffage...) et à l'organisation même des communes. Des études tels PREQUALIF ou INACS visant à caractériser l'impact du trafic sont indispensables et doivent compléter les études réalisées au niveau régional.

10. BIBLIOGRAPHIE

- Barmpadimos, I., J. Keller, et al. (2012). "One decade of parallel fine (PM_{2.5}) and coarse (PM₁₀–PM_{2.5}) particulate matter measurements in Europe: trends and variability." Atmospheric Chemistry and Physics **12**: 3189–3203.
- Beekmann, M., U. Baltensperger, et al. (2009). "The MEGAPOLI Paris campaign for urban aerosol characterisation -first results." Abstracts of the 9th European Meteorological Society (EMS-2009) Annual Meeting, 28 Sep - 2 Oct 2009, Toulouse, France; Vol 6, EMS2009-433.
- Belis, C. A., F. Karagulian, et al. (2012). "Towards a European Common Protocol for Receptor Modelling." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.
- Chiappini, L. (2009). "Caractérisation chimique des particules: Veille sur les études de source." Rapport LCSQA Disponible sur <http://www.lcsqa.org/rapport/2009/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources>.
- Chiappini, L., B. Bessagnet, et al. (2010). "The French network organisation for PM episodes comprehension: chemical speciation, CHIMERE modelling and source apportionment." International Aerosol Conference (IAC), Helsinki, Finland, 29 aout - 3 septembre 2010.
- Chiappini, L., O. Favez, et al. (2011). "Intercomparison of thermal-optical protocols currently used in France and Europe for the assessment of ambient air organic and elemental carbon within PM." aamg conference London, UK.
- Chiappini, L., S. Verlhac, et al. (2012). "Intercomparison of thermal-optical protocols currently used in France for the assessment of ambient air organic and elemental carbon within PM " Soumis à AMTD.
- Colette, A., O. Favez, et al. (2010). "Assessing in near real time the impact of the April 2010 Eyjafjallajökull ash plume on air quality." EGU Conference, May 2010, Vienna.
- Colette, A., O. Favez, et al. (2010). "Assessing in near real time the impact of the April 2010 Eyjafjallajökull ash plume on air quality." International Aerosol Conference (IAC), Helsinki, Finland, 29 aout - 3 septembre 2010.
- Colette, A., O. Favez, et al. (2011). "Assessing in near real time the impact of the April 2010 Eyjafjallajökull ash plume on air quality." Atmospheric Environment In Press, Accepted Manuscript.
- Crippa, M., I. El Haddad, et al. (2012). "Identification of continental and marine aerosol sources in Paris using high resolution aerosol mass spectrometry."
- Debry, E., L. Létinois, et al. (2012). "Source apportionment modeling of the 2008/2009 particle pollution event in France with the chemical transport model Chimere." 19th International Transport and Air Pollution Conference Thessalonica, Greece.
- Detournay, A., J. Pey, et al. (2012). "Intercomparison campaign (WP3.4): final Report." Disponible sur http://www.apice-project.eu/img_web/pagine/files/Final%20report%20Intercomparison%20campaign%20final%20version.pdf.
- Detournay, A., D. Salameh, et al. (2012). "Intercomparison of source apportionment approaches within the EU-MED APICE project." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.

- Directive 2008/50/CE (2008). "Directive 2008/50/CE du Parlement Européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe."
- European Commission (2011). "Establishing guidelines for demonstration and subtraction of exceedances attributable to natural sources under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe." SEC(2011) 208 final **Disponible sur <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/11/st06/st06771.en11.pdf>**.
- European Commission (2011). "Establishing guidelines for determination of contributions from the re-suspension of particulates following winter sanding or salting of roads under the Directive 2008/50/EC on ambient air quality and cleaner air for Europe." Disponible sur <http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/11/st06/st06775.en11.pdf>.
- Favez, O., B. Bessagnet, et al. (2012). "Caractéristiques et origines principales des épisodes de pollution aux PM10 hivernaux." Pollution Atmosphérique.
- Favez, O., B. D'Anna, et al. (2011). "Source Apportionment of Carbonaceous Aerosols: Receptor Model Intercomparisons at Various Urban Sites." aamg conference London, UK.
- Favez, O., J. E. Petit, et al. (2012). "Caractéristiques et origines principales des épisodes de pollution hivernaux aux PM10 en France." Pollution Atmosphérique.
- Fragkou, E., J. Douros, et al. (2011). "The use and evaluation of multi-pollutant source apportionment methodology by EU authorities and research groups." 14th Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes - 2-6 October 2011, Kos, Greece.
- Gros, V., N. Marchand, et al. (2009). "Atmospheric VOCs variability and sources in Paris: results from the AEROCOV campaign (May-June 2007) and preliminary results from the MEGAPOLI campaign." Invited oral communication, Workshop Multiphase reactivity of atmospheric VOCs and its impact on climate, Health and material, Paris, Oct 6-8, 2009.
- Gros, V., J. Sciare, et al. (2012). "One year of gas-phase aerosol precursors in downtown Paris: respective impact from local and continental sources." Planet under pressure, London (England).
- Jurányi, Z., M. Gysel, et al. (2010). "Deriving the hygroscopic mixing state from cloud condensation nuclei measurements during the MEGAPOLI campaign in Paris." IAC, Helsinki, Finland,.
- Karagulian, F., C. A. Belis, et al. (2012). "European Intercomparison for Receptor Models: Preliminary Results." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.
- Le Bihan, O., S. Geoffroy, et al. (2006). "Size distribution and number concentration of the 10 nm-20µm aerosol at an urban background site, Gennevilliers, Paris area." congrès IUAPPA Lille, septembre 06.
- Le Bihan, O., P. Godard, et al. (2004). "Size distribution and number concentration of the 10-500 nm aerosol at an urban background site, Gennevilliers, Paris Area
" European Aerosol Conference Budapest, September 2004.
- Malherbe, L., O. Le Bihan, et al. (2009). "Determination of the main sources and influence factors of submicronic particles pollution. Study of a French urban site." European Federation of Clean Air and Environmental Protection

Associations (EFCA) International Symposium Brussels, Belgium, May 19 and 20, 2009.

- Note LCSQA (2011). "Métrologie des particules, Suivi de la composition chimique journalière des PM_{2.5} et PM₁₀ sur la station Petit Quevilly (agglomération de Rouen) d'Air Normand entre octobre 2010 et octobre 2011."
- Note LCSQA (2011). "Métrologie des particules, Synthèse des travaux 2011 du programme CARA."
- Pappalardo, G. and P. Laj (2012). "ACTRIS research infrastructure for coordinated long-term observation of aerosols, cloud-aerosols interactions, and trace gases in Europe." European Aerosol Conference Granada, Spain.
- Petit, J.-E., R. Sarda-Estève, et al. (2012). "Long-term observation of time-resolved submicron aerosol chemical composition in the region of Paris (France)." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.
- Piot, C. (2011). "Polluants atmosphériques organiques en Rhône-Alpes: caractérisation chimique et sources d'émissions." Thèse de doctorat; Université de Grenoble **Disponible sur https://docs.google.com/leaf?id=0B5VvA140hDRYZmJkNTU3ZDEtODgwNS00YmI0LWE2YTQtMzcyZGFmZTdkZDYy&hl=en_US**.
- Piot, C., M. F. D. Giannini, et al. (2011). "Comparison of qualitative and quantitative approaches for source apportionment of PM at urban and rural alpine sites." European Aerosol Conference Manchester, United Kingdom, September 2011.
- Plan particules (2010). "Direction générale de l'Énergie et du Climat, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat, Le plan particules
Des mesures nationales et locales
pour améliorer la qualité de l'air." Disponible sur http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/plan_particules_complet.pdf.
- Poulain, L., K. Kamilli, et al. (2010). "Particle characterization using two on-line instruments (PILS and AMS) during MEGAPOLI intensive campaigns in Paris." IAC, Helsinki, Finland, September 2010.
- Rapport LCSQA (2004). "Surveillance des particules ultrafines submicroniques " Rapport LCSQA **disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/surveillance-des-particules-ultrafines-submicroniques>.**
- Rapport LCSQA (2005). "Surveillance des particules ultrafines submicroniques " Rapport LCSQA **disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/surveillance-des-particules-submicroniques>.**
- Rapport LCSQA (2006). "Connaissance de la pollution par les particules submicroniques " Rapport LCSQA **disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/connaissance-de-la-pollution-par-les-particules-submicroniques>.**
- Rapport LCSQA (2008). "Caractérisation chimique des particules " Rapport LCSQA **Disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/caracterisation-chimique-des-particules>.**

- Rapport LCSQA (2008). "Connaissance de la pollution par les particules submicroniques " Rapport LCSQA disponible sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/connaissance-de-la-pollution-par-les-particules-submicroniques-3> .
- Rapport LCSQA (2009). "Caractérisation chimique des particules : Bilan des campagnes de janvier 2008 à janvier 2009." Rapport LCSQA disponible sur: <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/caracterisation-chimique-des-particules-bilan-des-campagnes-de-janvier-2008-ja>.
- Rapport LCSQA (2009). "Caractérisation chimique des particules: Veille sur les études de source." Rapport LCSQA Disponible sur <http://www.lcsqa.org/rapport/2009/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources>.
- Rapport LCSQA (2009). "Etude des épisodes de pollution 2008 – 2009 dans le cadre du dispositif CARA." Rapport LCSQA Disponible sur: <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/etude-des-episodes-de-pollution-2008-2009-dans-le-cadre-du-dispositif-cara-ver>.
- Rapport LCSQA (2010). "Caractérisation chimique des particules: Veille sur les études de source." Rapport LCSQA Disponible sur <http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources-version-projet>.
- Rapport LCSQA (2011). "Caractérisation Chimique des Particules Veille sur les études de caractérisation des PM." Disponible sur <http://www.lcsqa.org/rapport/2011/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-caracterisation-pm>.
- Rapport LCSQA (2012). "Evaluation de la contribution des embruns marins aux dépassements des valeurs limites fixées pour les PM10 à Saint-Pierre de La Réunion." DRC-12-126716-08887A.
- Salameh, D., A. Detournay, et al. (2012). "Impacts of industrial and harbor activities on fine particles over Marseille." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.
- Sciare, J., R. Sarda-Esteve, et al. (2010). "Hourly-resolved mass closure of fine aerosols (PM2.5) in Paris (France) during summertime: First results of the EU-FP7-MEGAPOLI program." Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-7069, EGU General Assembly, Vienna, Austria, May 2010.
- Sciare, J., R. Sarda-Esteve, et al. (2010). "Time-resolved characterization of organic aerosols in Paris (France) during summertime: First results from the EU-FP7- MEGAPOLI project." IAC, Helsinki, Finland .
- Wurzler, S., P. Bruckmann, et al. (2012). "Observations in Germany, France, and Great Britain during eruptions of the Eyjafjallajökull volcano in 2010." EAC, 3-7 september, Granada, Spain.

11. LISTE DES ANNEXES

Référence	Désignation	Nombre de pages
Annexe I	Fiche CARA LCSQA 2011	5

ANNEXE I

Fiche CARA programme LCSQA 2011

THEME 3 METROLOGIE DES PARTICULES PM10 ET PM2.5

ETUDE N 3.3 Dispositif CARA - Caractérisation chimique des particules

Institut responsable de l'étude: INERIS

Contexte et objectif

Le dispositif CARA a été mis en place suite à l'observation des épisodes de pollution par les PM10 du printemps 2007 qui avaient mis en évidence le besoin de compréhension et d'information sur l'origine de ces pics.

Basée sur une approche couplée entre la caractérisation chimique des particules (spéciation) et la modélisation, ce dispositif consiste à effectuer des prélèvements de particules sur quelques sites en France afin d'en réaliser une spéciation chimique sur une sélection de ces échantillons (épisodes de forte pollution ou situations de fond d'intérêt), et de confronter les résultats à la modélisation.

Ce dispositif permet également de répondre aux besoins énoncés par la nouvelle directive européenne qui prévoit la mesure de la composition chimique des PM sur plusieurs sites ruraux en France. Dans cette optique, il est nécessaire de se doter d'une méthodologie complète, en cohérence avec la spéciation réalisée en sites urbains dans le cadre de CARA, et plus généralement avec les méthodes développées à l'échelle européenne. Un travail normatif a débuté en début d'année 2009.

En fonctionnement depuis maintenant 2 ans, il a montré sa capacité à apporter des éléments de réponse à la problématique des origines de PM et à la compréhension des pics de particules survenant en France. Il se doit aujourd'hui d'évoluer en accord avec les orientations définies par la nouvelle directive européenne (2008/50/CE), en matière de surveillance des particules. Différentes voies d'évolution ont proposées et discutées lors du séminaire CARA du 20 novembre 2009.

Dans un souci de cohérence, le dispositif mis en place dans les grandes agglomérations françaises pour le suivi du lévoglucosan afin d'évaluer les politiques de réduction concernant le «chauffage au bois, fait désormais parti intégrante de cette fiche.

Par ailleurs, même si la spéciation chimique des PM permet de relier les composés identifiés à des familles de sources telles que, par exemple, les combustions, et d'en estimer l'impact sur la masse totale de PM, chaque espèce pouvant provenir de plusieurs sources, des approches plus complexes sont nécessaires afin d'estimer la contribution de chacune d'entre elles. Il est donc proposé, en complément du dispositif CARA, de suivre les projets de recherche visant à définir l'origine des particules, notamment en milieu urbain, qui doivent se dérouler dans les prochaines années en France.

Travaux antérieurs

En cours d'année 2007, la commission de suivi "Surveillance des particules en suspension " a demandé à ce qu'une action soit engagée pour permettre l'étude des épisodes de concentrations importantes de particules. Le LCSQA a donc développé un dispositif de prélèvement de PM10 sur filtres, en a organisé la collecte et l'analyse (composants majeurs des aérosols tels que décrit dans la nouvelle directive européenne pour la spéciation des PM2.5 en zone rurale), et exploité ces résultats, notamment par le biais de la modélisation. L'ensemble de ces actions a été finalisé à la fin de l'année 2007, et le dispositif est entré en fonction au 1er janvier 2008. Le choix des sites, devant être revu chaque année, a été validé à la suite de discussions entre les représentants des AASQA au CPT, le Ministère, l'ADEME et le LCSQA.

L'organisation retenue pour 2008 et conservée en 2009, était la suivante :

- **6 sites « continus » : Lyon, Mulhouse, Rouen**, sur lesquels des prélèvements sont réalisés tout au long de l'année.
- **6 sites « non continus » : Bordeaux, Lens, Marseille, Clermont-Ferrand**, sur lesquels des prélèvements sont réalisés selon les possibilités et besoins des AASQA.

En pratique, le LCSQA met à disposition les filtres nécessaires et prend en charge le rapatriement (tous les trois mois environ, au maximum) et l'analyse des échantillons. Concernant la sélection des échantillons à analyser, le choix est opéré par le LCSQA sur les filtres non utilisés par l'AASQA pour ses propres besoins d'analyses de HAP. Les situations privilégiées pour effectuer les analyses sont en priorité les épisodes de pic de pollution (compte tenu de l'hétérogénéité des amplitudes et durées des épisodes, il n'est pas possible de définir un seuil de concentration à partir duquel les analyses seraient systématiques) ainsi que d'autres épisodes d'intérêt, définis en commun avec les modélisateurs (87 échantillons étudiés en 2008), par exemple, les situations pour lesquelles les résultats de la modélisation ne sont pas en accord avec les valeurs mesurées et autres situations où des questions peuvent se poser sur les sources.

La mise en œuvre de ce dispositif s'est poursuivie en 2009, dans les mêmes configurations. Une première série de filtres correspondant à la période janvier – avril 2009 a été analysée. Deux séries restent à venir, mai - septembre et octobre – décembre. L'influence de la température d'échantillonnage et de transport et stockage des échantillons a également été testée. Enfin, une veille sur les études de sources menées en France en général et sur les méthodes basées sur la mesure du ¹⁴C en particulier, a été réalisée. Dans ce contexte, des études de source plus poussées, basées sur la mesure de traceurs spécifiques tels le lévoglucosan pour l'identification de la source combustion du bois ont été réalisées en collaboration avec le LCME (Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement, Université de Savoie, Chambéry) et le LCP-IRA (Laboratoire de Provence, Marseille), lors des épisodes de janvier 2009.

En fin d'année 2009, un séminaire a été organisé par le LCSQA afin de présenter les travaux menés jusqu'à cette date, de faire un bilan du dispositif en mettant en exergue les principales conclusions des confrontations modèles-mesures, en faisant un état des lieux des études menées en France sur la caractérisation chimique des PM et l'étude de sources. Les discussions ont portées, entre autre, sur les orientations du dispositif CARA pour 2010 et ont alimenté les réflexions pour proposer les travaux suivants:

Travaux proposés pour 2010

Les travaux proposés en 2010 visent à pérenniser le dispositif « CARA » actuel, tout en assurant son évolution en préparation de la future révision de la directive en 2013.

I. Améliorer la compréhension des niveaux de PM observés. Dans la continuité de la mise en œuvre du dispositif en 2008 pour apporter des informations sur l'origine des PM, en situation de fortes concentrations ou d'autres situations d'intérêts, il est cependant proposé une organisation un peu différente de celle des années précédentes.

Ainsi, quatre types de fonctionnement sont proposés:

1- Des analyses des prélèvements seraient réalisées en continu sur une station urbaine, de façon à couvrir environ la moitié de l'année (une semaine sur deux par exemple). Ces prélèvements seraient réalisés en PM10 et PM2,5 en simultané afin de répondre aux questionnements de la modélisation concernant la matière non déterminée de la masse des PM10, susceptible de provenir de grosses particules anthropiques qui ne seraient pas prélevées sur du PM2,5.

2- Des analyses de prélèvements organisés sur deux sites et réalisées en "pseudo continu" sur le même modèle que les années précédentes (analyse des filtres en période de pics ou lors des événements particuliers choisis avec les modélisateurs).

3- Des prélèvements réalisés de façon exceptionnelle, en fonction de l'observation et de la prévision de pics de PM par PREV'AIR ou de la sollicitation d'AASQA qui auraient observées en régions des phénomènes particuliers. La mesure de traceurs supplémentaires tels les métaux ou le lévoglucosan pourraient alors être envisagées en fonction des sites et des épisodes. Il est important de noter que ces analyses seront réalisées dans la limite du budget alloué pour l'étude.

4- Des prélèvements sur des sites spécifiques afin d'évaluer l'apport des sources naturelles et transfrontières : deux sites seraient intéressants, l'un dans le centre de la France, l'autre en Corse ou en région PACA. Cette action serait réalisée en complément des actions en cours sur le réseau MERA et/ou sur les stations rurales mises en œuvre au titre des directives. Dans les deux cas, des prélèvements PM10 viendraient compléter les prélèvements PM2,5 déjà mis en place sur ces sites dans le cadre de la spéciation des PM2,5 en sites ruraux demandée par la Directive.

II. Contribuer à évaluer l'impact des actions de réduction des sources de PM sur les niveaux mesurés : Cette action démarrée en 2006 était habituellement présentée dans la fiche HAP, mais a été déplacée dans un souci de cohérence vis-à-vis de la caractérisation des particules. L'objectif de cette action est, en établissant un suivi pérenne de l'évolution de traceurs de la combustion de biomasse comme le lévoglucosan, ainsi que d'EC/OC, effectuer un suivi long terme, en milieu urbain, afin d'appréhender l'effet de la mise en place des politiques de réduction des émissions liées au chauffage domestique au bois.

Cette action pourrait être élargie à d'autres sources dans le cas où la spéciation chimique à réaliser sur les particules comprendrait des traceurs d'autres sources comme par exemple le trafic. En ce qui concerne le suivi des traceurs de la circulation automobile, il est proposé, dans un premier temps de mener une réflexion d'ensemble sur les sites trafic en étudiant les conclusions de la fiche LCSQA sur la représentativité des sites de ce type.

III. Poursuivre les travaux de veille bibliographie et technique. Ainsi, il est proposé de maintenir le suivi et la veille des études de source menées en France et éventuellement de les coupler au dispositif CARA afin de disposer de données plus précises en particulier en ce qui concerne la spéciation chimique, l'identification de traceurs et la mise en œuvre de méthodes statistiques robustes telle l'approche CMB présentée dans le rapport CARA 2009. Par ailleurs, un travail de veille sur les méthodes de détermination plus quantitatives des sources de PM et d'optimisation de la méthodologie est envisagé.

Points techniques: Outre la participation aux groupes 34 (anions et cations) et 35 (EC/OC) du CEN et aux campagnes de validation de ces méthodes qui auront lieu dans ce cadre (la description de la participation du LCSQA aux groupes de normalisation ainsi qu'aux campagnes de mesure spécifiques est donnée dans la fiche normalisation et cité ici pour rappeller), les travaux techniques suivants sont proposés :

- Amélioration de l'analyse des anions et cations : évaluation et optimisation de l'efficacité d'extraction, reproductibilité, niveaux de blanc...
- Suivi de la température intra DA en envoyant des sondes de température à différentes AASQA
- Problématique des artefacts positifs et négatifs liés au prélèvement : un travail bibliographique est proposé dans un premier temps.
- **Un exercice de comparaison des quatre laboratoires français réalisant des analyses EC/OC.** L'INERIS pourrait pour ce faire réaliser des prélèvements sur DA 80 et envoyer plusieurs poinçons d'un même filtre aux différents laboratoires.

IV. Améliorer les modèles et les facteurs d'émission, en confrontant les résultats de spéciation chimique menée au cours de l'épisode de janvier 2009 avec la modélisation et d'ajuster, lorsque les résultats divergent, les facteurs d'émission ainsi que l'ont fait Simpson et al. 2007 dans le cadre des campagnes CARBOSOL et EMEP en ajustant les émissions de combustion du bois à partir des mesures de lévoglucosan (en collaboration avec le LCP-IRA).

V. Contribuer à la réflexion nationale sur la mise en place de la spéciation chimique des PM_{2.5} sur les sites ruraux. L'ensemble des données ainsi obtenues sera mis à disposition afin de par exemple évaluer l'impact sanitaire des PM.

Renseignements synthétiques

Titre de l'étude		Caractérisation chimique des particules	
Personne responsable de l'étude		L. CHIAPPINI	
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	Oui		
Heures d'ingénieur	EMD : -	INERIS : 860	LNE : -
Heures de technicien	EMD : -	INERIS : 970	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 + PST		