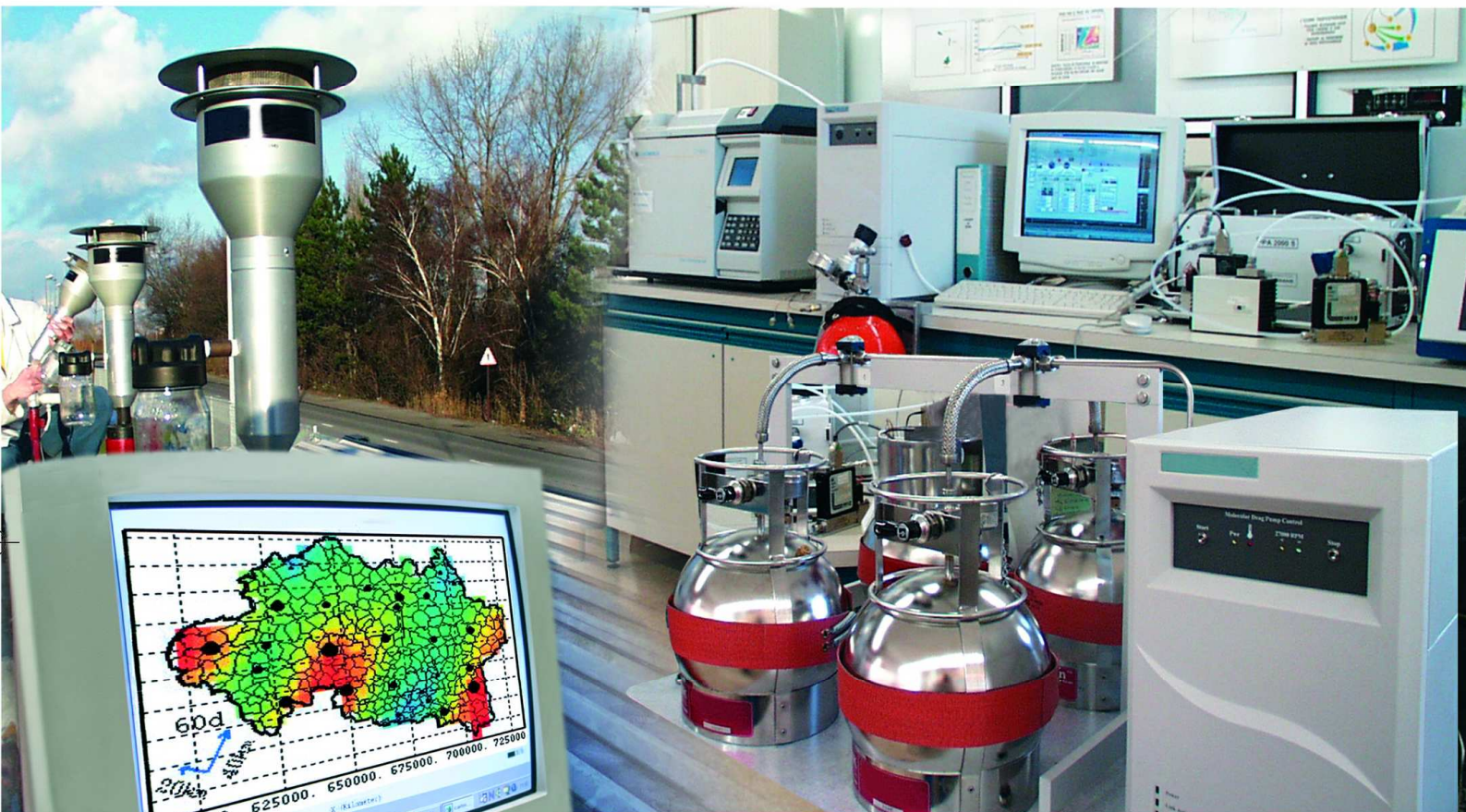




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



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

Caractérisation Chimique des Particules

Veille sur les études de caractérisation des PM

Programme 2011

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'Energie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Ecologie, 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 MEDDTL 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 PM_{10} et $PM_{2.5}$

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

2011

L. CHIAPPINI

Ce document comporte 94 pages (hors couverture et annexes)

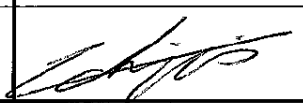
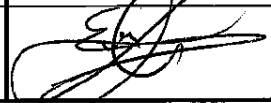
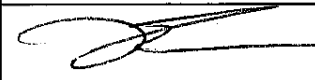
	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	Laura CHIAPPINI	Eva LEOZ-GARZIANDIA	Nicolas ALSAC
Qualité	Ingénieur Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable Unité CIME Direction des Risques Chroniques	Responsable du pôle CARA Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME

1. LISTE DES ABBREVIATIONS ET ACCRONYMES	9
2. INTRODUCTION	12
3. METHODOLOGIE	13
3.1 Recensement des études	13
3.2 Organisation du rapport.....	13
4. ETAT DES LIEUX DES ETUDES SUR LES PM EN FRANCE : TABLEAU DE SYNTHÈSE.....	14
5. LES RESEAUX DE MESURE ET DISPOSITIFS EN LIEN AVEC LA REGLEMENTATION EUROPEENNE	24
5.1 Le réseau EMEP	24
5.1.1 Résumé	24
5.2 projet de recherche ACTRIS	25
5.2.1 Résumé	25
5.3 Spéciation chimique des PM _{2,5} en site rural dans le cadre de la directive européenne	26
5.3.1 Résumé	26
5.3.2 Résultats.....	26
5.3.3 Valorisations	27
6. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE NATIONALE.....	27
6.1 CARA (programme pérenne)	28
6.1.1 Résumé	28
6.1.2 Organisation	29
6.1.3 Prélèvements et mesures	30
6.1.4 Résultats.....	31
6.1.5 Valorisation.....	33
6.1.6 Conclusions	33
6.2 Suivi des traceurs « Chauffage au bois »	34
6.2.1 Résumé	34
6.3 Distribution granulométrique des particules Submicroniques.....	35

6.3.1 Résumé:	35
6.3.2 . Conclusions et perspectives	35
7. LES ETUDES DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION PARTICULAIRE DE PORTEE REGIONALE	37
7.1 Particul’Air	37
7.1.1 Resumé	37
7.1.2 Organisation	37
7.1.3 Prélèvements et mesures	38
7.1.4 Résultats.....	39
7.1.5 Valorisation et état d’avancement.....	41
7.2 Particules en Ile de France.....	42
7.2.1 Résumé	42
7.2.2 Organisation	42
7.2.3 Prélèvements et mesures	43
7.2.4 Résultats.....	43
7.2.5 Conclusions et perspectives	44
7.3 FRANCIPOL.....	45
7.3.1 Résumé	45
7.4 Vallées des Paillons	46
7.4.1 Description générale de l’étude	46
7.4.2 Principe et objectifs :.....	47
7.4.3 Organisation	47
7.4.4 Prélèvements et mesures	48
7.4.5 Résultats.....	48
7.4.6 Conclusions	49
7.4.7 Etat d’avancement et perspectives	50
7.5 Impact des particules brunes (poussières sahariennes) sur la santé respiratoire et cardiovasculaire en Martinique.....	51
7.5.1 Résumé	51
7.6 Station atmosphérique dans la Meuse (Pérenne)	52
7.6.1 Résumé:	52
7.6.2 Etat d’avancement.....	52
7.7 Projet Lanslebourg	53
7.7.1 Description générale de l’étude	53
7.7.2 Principe et objectifs.....	53

7.7.3 Organisation	53
7.7.4 Prélèvements et mesures	53
7.7.5 Résultats.....	54
7.7.6 Conclusions et perspectives	55
7.8 Projet PACTES	56
7.8.1 Résumé :	56
7.8.2 Principe et objectifs :.....	56
7.8.3 Organisation :	56
7.8.4 Prélèvements et mesures	57
7.8.5 Résultats.....	58
7.9 Projet AERA	60
7.9.1 Résumé	60
7.10 Chimie rapide	61
7.10.1 Résumé	61
7.10.2 Résultats	61
8. LES ETUDES PORTANT SUR LA CARACTERISATION DE SOURCES SPECIFIQUES.....	62
8.1 PM_Drive (Etude nouvelle)	62
8.1.1 Description générale de l'étude	62
8.1.2 Principe et objectifs.....	62
8.1.3 Prélèvements et mesures	63
8.1.4 Résultats attendus	65
8.2 EMBRUYE (étude nouvelle).....	66
8.2.1 Description générale de l'étude	66
8.2.2 Principe et objectifs.....	66
8.2.3 Prélèvements et mesures	67
8.2.4 Résultats attendus	67
8.3 NANOFluGas (Etude nouvelle)	68
8.3.1 Description générale de l'étude	68
8.3.2 Principe et objectifs.....	68
8.3.3 Organisation :	69
8.3.4 Prélèvements et mesures	69
8.3.5 Résultats attendus.....	70
8.4 PREQUALIF (Etude nouvelle).....	71
8.4.1 Description générale de l'étude	71

8.4.2 Principe et objectifs.....	71
8.4.3 Organisation	72
8.4.4 Prélèvements et mesures	72
8.4.5 Etat d'avancement.....	73
Ce projet devrait débuter en 2012.....	73
8.5 APICE	74
8.5.1 Description générale de l'étude	74
8.5.2 Principe et objectifs.....	74
8.5.3 Organisation	74
8.5.4 Prélèvements et mesures	75
8.5.5 Résultats / Valorisation	76
8.6 SAM (Etude nouvelle)	79
8.6.1 Description générale de l'étude	79
8.6.2 Principe et objectifs.....	79
8.6.3 Organisation	80
8.6.4 Prélèvements et mesures	81
8.6.5 Résultats.....	81
9. LES PROJETS DE RECHERCHE NATIONAUX ET EUROPEENS	82
9.1 MEGAPOLI	82
9.1.1 Résumé	82
9.2 CHARMEX	83
9.2.1 Résumé	83
9.3 δ C13-HAP (Etude terminée mais nouvelle dans les rapports de veille)	84
9.3.1 Description générale de l'étude,	84
9.3.2 Principe et objectifs.....	84
9.3.3 Organisation	85
9.3.4 Prélèvements et mesures	85
9.3.5 Résultats.....	86
9.3.6 Conclusions et perspectives	86
10. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	87
11. BIBLIOGRAPHIE	91
12. LISTE DES ANNEXES	95

RESUME

La pollution particulaire constitue aujourd'hui 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 afin d'appliquer 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'est 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, ce travail a révélé la multiplicité et la diversité de ces études dont le nombre croissant avait été mis en évidence par le travail de veille de 2010.

Dans la continuité de ce qui a été réalisé en 2009 et 2010, ce travail de veille s'est poursuivi et a permis de mettre en évidence les principaux éléments suivants :

- Le nombre de sites instrumentés pour l'étude des PM est passé d'une trentaine en 2009 à une cinquantaine en 2010 et a peu augmenté en 2011.
- Alors qu'en 2010 la plupart des projets régionaux étaient tournés vers l'attribution des sources locales et plus particulièrement le chauffage au bois, la majorité des nouvelles études et projets de recherche initiés en 2011 s'intéressent plus à la caractérisation d'une source bien spécifique (trafic, marine...) qu'à la caractérisation des particules émises en zone source et ce sous l'impulsion d'appels à projet bien ciblés tels CORTEA ou PRIMEQUAL-ZAPA.
- En 2010, deux projets se destinaient à des applications épidémiologiques (« Brumes de sable » en Martinique paragraphe 7.5 et le site d'observation de la Meuse 8.6) et un à des études de toxicologie (PACTES en région PACA 7.8). En 2011, aucun nouveau projet ne vient renforcer les rangs des études épidémiologiques dont le nombre reste faible.
- De même qu'en 2009 et 2010, le nombre d'études régionales est bien plus important que le nombre d'études menées à l'échelle nationale même si la plupart d'entre elles peuvent apporter des informations extrapolables et généralisables à la problématique des PM sa globalité. Néanmoins, les programmes de recherche nationaux sont peu nombreux. Alors que de multiples études régionales sont venues enrichir celles répertoriées en 2009, aucun nouveau programme de recherche national et interrégionale n'a été initié en 2011 alors que les campagnes MEGAPOLI ont eu lieu, que le programme FORMES est arrivé à son terme et que la campagne intensive CHARMEX, prévue depuis 2009, peine à s'organiser.

Cet état de fait semblerait mettre évidence une plus grande facilité à monter des projets localement, qu'au niveau national en regroupant plusieurs laboratoires et ainsi des compétences multiples et complémentaires, et par conséquent la nécessité de favoriser la mise en place et le financement de ce type de projets par un encadrement national par exemple.

Néanmoins, qu'elles soient un outil des pouvoirs publics, aient pour objectif la caractérisation d'une pollution locale ou la compréhension des phénomènes, toutes ces études participent à la connaissance de la pollution particulaire en France et sont ou seront à l'origine d'une masse importante de données.

A nouveau le besoin de cohérence nationale pour la mise en œuvre de tels projets est clairement identifié afin que les méthodes de mesures soient harmonisées pour une meilleure exploitation des données et que les différents projets soient coordonnés pour apporter les réponses adaptées à la problématique nationale posée par la pollution particulaire (réduction des sources, estimation de l'exposition, application de la Directive).

Dans ce contexte et dans la continuité du travail de veille réalisé depuis 2009, une revue et compilation de l'ensemble de ces données est prévue pour les années à venir par le LCSQA. La vision globale que peut offrir ce travail pourrait permettre de proposer des pistes d'orientation des projets en création ou d'exploitation des données des projets en cours.

1. 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

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)

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
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
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
SP2: Single Particle Soot Photometer
SPAHE: 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

2. 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, PM₁₀, et celles de taille inférieure à 2,5 µm, 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 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 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 PM₁₀ 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, par exemple, les combustions ou les sources naturelles, et d'en estimer l'impact sur la masse totale de PM.

Cependant, chaque espèce pouvant provenir de plusieurs sources, des approches plus complexes sont nécessaires afin d'affiner les 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 ¹⁴C ont été réalisées (rapport LCSQA Chiappini 2009). Dans la continuité de ce qui a également été initié en 2009 et 2010 (Rapport LCSQA 2009; Rapport LCSQA 2010), ce rapport présente le paysage français des différentes études de source de PM.

Ce rapport s'inscrit dans le cahier des charges du programme CARA 2011 rappelé en annexe 1.

3. METHODOLOGIE

3.1 RECENSEMENT DES ÉTUDES

En 2009, un premier tour d'horizon du paysage français des études portant sur les PM avait été réalisé ainsi qu'un premier tableau de synthèse reprenant l'ensemble des études recensées avec leur coordinateur, les partenaires, le principe et les objectifs, les moyens de mesures associés. Les porteurs de ces projets ainsi que les différents acteurs de la thématique PM dans le domaine de la recherche et des AASQA avaient été sollicités en 2010 afin de faire évoluer, compléter ou faire suivre ce tableau en fonction des résultats des études en cours et des nouvelles initiées ou préparées en 2010. C'est à partir de ce tableau que le travail de 2011 a été réalisé, sur le même principe que les années précédentes.

Le mail envoyé et le tableau ayant servi de base à ce travail sont donnés en annexe I du rapport.

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 du séminaire de lancement de l'appel à projet PRIMEQUAL le 20 mai 2010 et de l'International Aerosol Conference organisée en septembre 2010 à Helsinki.

Ainsi, ce travail ne prétend aucunement à l'exhaustivité en particulier en ce qui concerne les études menées par les AASQA.

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.

3.2 ORGANISATION DU RAPPORT

En ce qui concerne les études **nouvellement citées** dans ce rapport, sont donnés :1) un tableau résumé de l'étude, 2) sa description générale, 3) le principe et les objectifs, 4) l'organisation, 5) le prélèvement et les mesures, 6) les résultats si disponibles, 7) la valorisation, 8) les conclusions et perspectives.

Afin d'alléger le présent rapport et d'en faciliter la lecture, lorsque les études ont été décrites dans les rapports de veille précédents et présentent des évolutions et des résultats nouveaux, seul le tableau résumé des points 1 à 6 est donné et les nouveautés sont présentées en détail.

Enfin, pour les études traitées dans le rapport précédent et ne présentant aucune nouveauté en 2011 ne sont pas détaillées à nouveau et seul un tableau résumé est donné. Le lecteur est invité à se reporter au rapport de référence cité pour plus de renseignements.

La liste de l'ensemble des études dans l'ordre alphabétique ainsi que leur résumé associé est donné en annexe 1.

4. 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. La plus grande majorité est basée sur de la spéciation chimique, 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, développer et mettre en œuvre des techniques nouvelles.

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

Elles sont ainsi classées selon cinq thématiques :

- Les réseaux de mesure et dispositifs 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.

Pour chacune des études présentées ici, seront donnés 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.

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 jaunes : 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 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
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources</p> <p>Rapports et données d'EMEP disponibles sur http://www.emep.int/</p>						
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	paolo.laj@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010						
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 Breizh	LCSQA 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						

Les études de caractérisation de la pollution particulaire de portée nationale

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
CARA Pérenne depuis 2008	Documenter origine pics PM10 et situation de fond urbain Améliorer modélisation	Spéciation chimique / modélisation	Anions, cation, EC/OC	13 sites DA80, 24h, PM ₁₀	INERIS, AASQA, LGGE, LCME, LCP-IRA, LSCE....	LCSQA Olivier.favez@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010 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, méthoxyphenol, EC/OC + Espèces ioniques, HULIS (Grenoble)	4 sites, 1 prélèvement tous les 3 jours en hiver, tous les 6 en été, DA80, 24h	INERIS, LCME, LGGE, AASQA...	LCSQA alexandre.albinet@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010						
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 Olivier.favez@ineris.fr Aurelien.ustache@ineris.fr Olivier.lebihan@ineris.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010						

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	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 http://particulair.free.fr/
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010</p> <p>Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p> <p>Etude terminée, en attente du rapport final</p>						
Particules en Ile de France 2009-2010 FINALISEE	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 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources</p> <p>Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p> <p>Rapport final disponible sur http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-particules-110914.pdf</p>						
FRANCIPOL 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 (AIRRMONIA), HNO3 et SO2 (WAD-IC)	AIRPARIF, LSCE, LHVP, LEPI	valerie.gros@lscce.ipsl.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010						

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 2010 Nouvelles mises à jour dans ce rapport 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 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources 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 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen météorologiques	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 2010 Nouvelles mises à jour dans ce rapport						
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 2010 Nouvelles mises à jour dans ce rapport En attente du rapport final						
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, μ fluX),	De Bouc Bel Air, Gardanne, à Trets	ATMO PACA, CEREGE	noack@cerege.fr
Décrit dans le rapport de veille 2010 Nouvelles mises à jour dans ce rapport						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen météorologiques	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, ECO-C Sunset field instrument, Aethalomètre, TEOM- FDMS, ACSM, SMPS, SP2,	LSCE, LMD (SIRTA), INERIS, AIRPARIF	jean.sciare@lscce.ipsl.fr olivier.favez@ineris.fr
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010</p>						
Les études portant sur la caractérisation de sources spécifiques						
PM-DRIVE 2011 - 2014	Emissions particulaires 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 (vieillessement en chambre) à l'échappement automobile, / DA80, AMS, PTR-MS, SMPS	IFSTTAR, LGGE, LCME, LCP, CEREAL + coop. Int. : PSI, JRC	aurelie.charron@ifsttar.fr
<p>Etude nouvellement présentée dans ce rapport</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, NO _x , SO ₂ , CO ₂ , CO, TSP, HAP, PCDD/PCDF et PCB-DL	Campagnes de brûlage de véhicules	INERIS, CITEPA	Serge.collet@ineris.fr
Etude nouvellement présentée dans ce rapport						
NANOFlueGas 2011 - 2013	Caractérisation, réduction des émissions particulières : l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés	Caractérisation des PM ₁₀ et PM _{2.5} et PM ₁ 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
Etude nouvellement présentée 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 PM ₁₀ site trafic, caractérisation PM ₁₀ et PM _{2,5} NO ₂ 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
Etude nouvellement présentée 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
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources</p> <p>Ensemble des informations disponibles sur http://www.apice-project.eu/</p> <p>Nouvelles mises à jour dans ce rapport</p>						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen météorologiques	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
Etude nouvellement présentée dans ce rapport						

Les projets de recherche au niveau national et européen

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 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....	LISA, LSCE, LGGE, LCP-IRA, AIRPARIF, LCME ...	Matthias.Beekmann@lisa.univ-paris12.fr
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources</p> <p>En attente du rapport final</p>						
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
<p>Décrit dans le rapport de veille 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources</p> <p>http://charmex.lsce.ipsl.fr/</p>						

Etude	Objectif	Principe	Espèces mesurées / moyen métrologiques	Type de prélèvement	Partenaires	Contact
Composition isotopique des HAP 2008-2011 FINALISEE	Etude de la composition isotopique moléculaire (DeltaC13) comme traceur de source qualitatif et quantitatif des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques particulières dans l'atmosphère	Spéciation chimique / isotopie moléculaire	HAP	4 campagnes ~2 semaines (Sites trafic, urbain, rural, périurbain)	LPTC, INERIS	h.budzinski@epoc.u-bordeaux1.fr
Etude nouvellement présentée dans ce rapport						
FORMES 2007-2010 FINALISE	Etude des sources primaires et secondaires des particules	Spéciation chimique / méthode statistique modèle - récepteur	Espèces ioniques, HULIS, ¹⁴ C, 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 2010 disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources Rapport disponible en ligne sur http://gsite.univ-provence.fr/gsite/document.php?pagendx=6809&project=lcp-ira						

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

5.1 LE RÉSEAU EMEP

5.1.1 RÉSUMÉ

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

Description	EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) Crée en lien avec la convention sur la pollution transfrontière longue distance (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution LRTAP2) signée en 1979.
Etat d'avancement	Pérenne depuis 1983
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectif	Evaluer l'impact de la pollution transfrontière
Principe	Mesures / Modèle / Emissions
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Concentration PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, EC/OC
Partenaires	37 pays européens, 70 sites de mesure pour les PM, 2 en France
Contact	Nathalie.poisson@ademe.fr , Laurence.rouil@ineris.fr
Liens utiles	http://www.emep.int/
Principaux résultats	<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'augmentent 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.• Campagne été 2012 et hiver 2013 en préparation

¹ EMEP : <http://www.emep.int/>

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

5.2 PROJET DE RECHERCHE ACTRIS

5.2.1 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 keuros par l'Union Européenne (CFP7)
Etat d'avancement	2010 - 2014
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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	paolo.laj@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Liens utiles	

5.3 SPÉCIATION CHIMIQUE DES PM_{2.5} EN SITE RURAL DANS LE CADRE DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE

5.3.1 RESUME

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 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – nouveautés concernant les travaux métrologiques
Objectifs	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 par DA80, 24h, PM _{2.5}
Partenaires	Atmo Champagne Ardenne, LIG'AIR (Centre) et ATMO Auvergne, AIRLOR, ATMO Rhone-Alpes, ORAMIP, Air Breizh
Contact	LCSQA alexandre.albinet@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
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...)

5.3.2 RÉSULTATS

Travaux techniques : mise au point de méthodes de mesure harmonisées

Dans le cadre de la spéciation chimique des PM_{2.5} en site rural (voir paragraphe 5.3 de ce rapport), des normes sont en cours de rédaction par le CEN pour l'analyse de ces espèces. Même s'il n'existe pas à ce jour de méthodes normalisées, des laboratoires réalisent déjà ces analyses en France. Pour EC/OC en particulier, certains sont équipés des instruments pressentis pour la méthode normalisée : les instruments thermo-optiques.

Dans la mesure où la spéciation des PM_{2.5} a débuté en 2010, il a semblé nécessaire et pertinent d'évaluer la capacité des laboratoires à réaliser cette spéciation.

En 2010, le LCSQA a organisé un exercice d'intercomparaison afin de tester la capacité des laboratoires à analyser les fractions de carbone organique et élémentaire dans les PM par méthode thermo-optique.

Les résultats de cet exercice sont globalement similaires à ceux obtenus lors de précédents exercices d'intercomparaison d'analyse thermo-optique de EC/OC (bonne maîtrise des appareils et du processus analytique, répétabilité des analyses correcte, bonne reproductibilité des analyses pour l'ensemble des participants, forte différence selon les corrections optiques appliquées...) Schmid 2001; ten Brink 2004; Hitzenberger 2006; JRC-ERLAP 2010.

5.3.3 VALORISATIONS

Les résultats de l'exercice de comparaison interlaboratoire ont fait l'objet d'un rapport (Rapport LCSQA 2011).

L'ensemble des travaux menés sur la mesure de la part de carbone organique et carbone élémentaire dans les PM a fait l'objet d'une présentation orale (Chiappini 2011).

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

Compte tenu des enjeux à la fois sanitaires et réglementaires que représente la gestion de la pollution particulaire, un besoin fort est exprimé par les pouvoirs publics de se doter d'outils de compréhension des phénomènes et d'aide à la décision afin d'appliquer la Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil, du 21 mai 2008 et de mettre en œuvre des plans de réduction des sources de PM en France. C'est pourquoi le dispositif CARA a été créé et que des campagnes de mesures sont menées sur le territoire pour suivre des traceurs spécifiques de certaines pollutions tel le chauffage au bois (étude « chauffage au bois ») et caractériser la pollution particulaire en situation exceptionnelle ou de fond (programme CARA).

6.1 CARA (PROGRAMME PÉRENNE)

6.1.1 RESUME

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

Description	Programme LCSQA : documenter origine pics PM ₁₀ et PM _{2,5} et situation de fond urbain Améliorer modélisation
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2008
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouveautés présentées dans la partie résultats
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 le modèle CHIMERE en comparant les mesures aux sorties de 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), LCP-ira, LCME, LGGE, LSCE
Résumé des travaux 2008 - 2010	<ul style="list-style-type: none">• Détermination du 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 en raison d'une sous-production par chimie gazeuse, des concentrations en matière organique en hiver (combustion de la biomasse), des espèces « autres »• Episode hivernal (janvier 2009) : Evaluer la 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.
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA 2008; Rapport LCSQA 2009; Rapport LCSQA 2009; Colette 2011
Contact	LCSQA olivier.favez@ineris.fr

6.1.2 ORGANISATION

Regroupant initialement six sites urbains sur lesquels étaient réalisés des prélèvements de PM₁₀, le dispositif a évolué en début d'année 2010 pour répondre aux besoins d'amélioration du modèle CHIMERE identifiés sur la base des confrontations « modèle-mesure » des deux années précédentes (rapport LCSQA, Rapport LCSQA 2009).

Il regroupe aujourd'hui treize sites de typologies différentes et basés sur des modes de fonctionnement différents :

- 1- Des analyses des prélèvements réalisés en continu sur une station urbaine, de façon à couvrir environ la moitié de l'année (une semaine sur deux par exemple). Ces prélèvements sont réalisés en PM₁₀ et PM_{2,5} 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 PM_{2,5}.

Site : Air Normand (station: PQV Rouen)

- 2- Un fonctionnement en pseudo continu (les filtres sont prélevés en alternance avec les filtres pour la surveillance des HAP et certains sont choisis pour analyse) sur cinq sites urbains et 2 sites ruraux spécifiques avec analyse des filtres en période de pics ou lors des événements particuliers choisis avec les modélisateurs.

Sites : ASPA (station Mulhouse Nord)

Atmo Rhône Alpes (station: Lyon centre)

Atmo Nord Pas de Calais (Station Lens)

Atmo Auvergne (station: Montferrand)

AirAq (station: Talence)

- 3- Un fonctionnement ponctuel basé sur 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 observé en régions des phénomènes particuliers. L'analyse de traceurs supplémentaires tels les métaux ou le lévoglucosan peut alors être envisagée en fonction des sites et des épisodes.

Sites : MADININAIR (station: station urbaine Bishop)

SPA (station: Strasbourg Sud)

Atmo Rhône Alpes (station: Lyon centre)

Atmo PACA (différentes stations en fonction du déplacement DA80).

Atmo Rhône Alpes (station: Grenoble, récupération des filtres de l'étude lévoglucosan)

Atmo Lorraine Nord (Jonville en Woevre, site rural)

Atmo Champagne Ardenne (Station Jean d'Aulan, Reims)

Deux sites ruraux ont été intégrés au dispositif afin d'améliorer l'évaluation de l'apport des sources naturelles et transfrontières: deux sites ont été choisis, l'un en Corse (Balagne), l'autre sur le site EMEP/MERA d'ATMO Champagne-Ardenne.

L'ensemble des sites est présenté sur la figure ci-dessous :

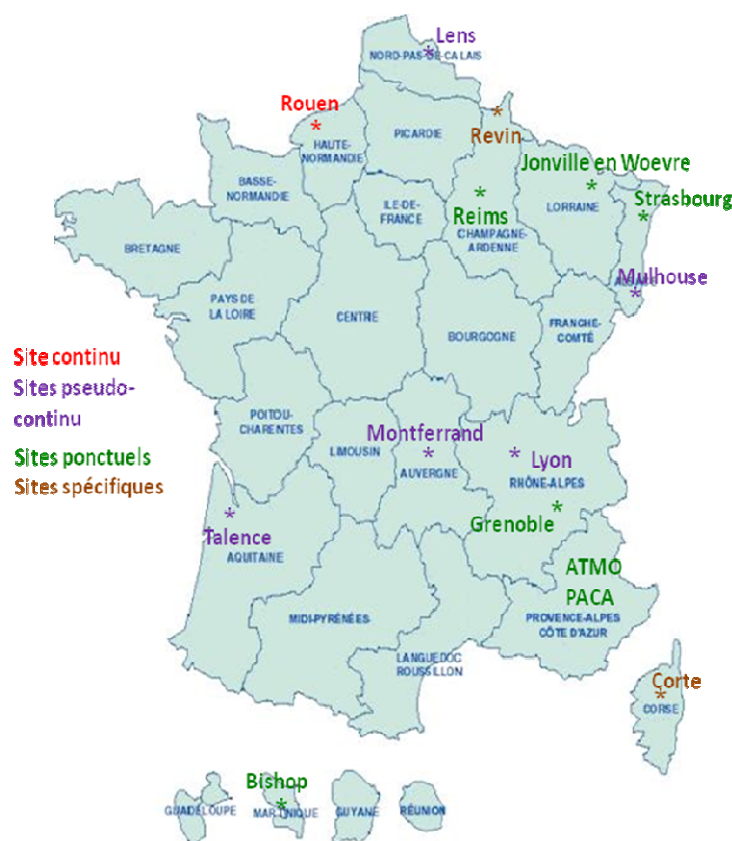


Figure 1 : Répartition des sites intégrés au dispositif CARA

6.1.3 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les prélèvements de PM₁₀ et PM_{2.5} sont réalisés sur des filtres en fibre de quartz par les préleveurs haut-volume DA80 (720 m³) pendant 24 heures utilisés pour la mesure réglementaires des HAP.

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 ainsi que d'autres épisodes d'intérêt, définis en commun avec les modélisateurs (situations pour lesquelles les résultats de la modélisation s'écartent des valeurs mesurées ou questionnements sur les sources).

Sont systématiquement mesurés les espèces ioniques (anions : Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, et cations : Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺), et les fractions de carbone organique OC et élémentaire EC.

Selon les cas, d'autres espèces chimiques, traceurs de source spécifique, peuvent être recherchées (lévoglucosan pour le chauffage au bois, hopanes pour le trafic, métaux pour les sources industrielles...). Par exemple, en 2010, dans le cadre d'un épisode survenu à Atmo Rhône-Alpes au mois de janvier, des mesures de lévoglucosan ont été réalisées alors que des mesures supplémentaires d'aluminium, de fer et de calcium ont été mises en œuvre pour caractériser des épisodes de poussières en Martinique.

6.1.4 RÉSULTATS

Episodes en Martinique

Les épisodes de PM liés au transport de poussières sahariennes sont fréquents en Martinique. Une étude, initiée en 2009 par la CIRE (Cellule Interrégionale d'épidémiologie de Martinique), présentée dans ce rapport au paragraphe 7.5 a pour but d'évaluer l'impact des "brumes de sables" sur la santé respiratoire et cardiovasculaire des populations.

Afin de mieux comprendre ces épisodes mais également d'améliorer leur modélisation (MOCAGE, Boussez 2007), MADININAIR a rejoint le programme CARA en 2010.

Des filtres ont été prélevés lors d'épisodes de poussières sahariennes, entre le 30 mai et le 4 juin 2010 alors que les concentrations en PM₁₀ étaient comprises entre 76 et 126 µg m⁻³.

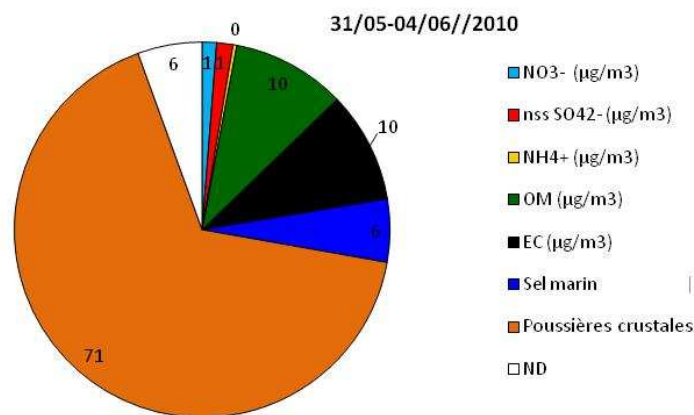


Figure 2 : Composition chimique moyenne lors de l'épisode de PM du mai-juin 2010 en Martinique. Les valeurs numériques indiquent la concentration massique par espèces en moyenne sur la période considérée

Il est ainsi possible de constater que les poussières sahariennes représentent en moyenne 65 % de la masse totale de PM₁₀ sur les cinq jours d'épisodes. Ainsi, si l'on déduit la part de poussières et de sels, les jours de dépassements de la valeur limite passent de cinq à un. Un travail d'évaluation systématique de l'influence des poussières sahariennes sur la qualité de l'air en Martinique (et plus généralement dans la zone Caraïbe) est proposé par MADININAIR et le LCSQA pour 2012.

Episodes de pollution particulaire hivernaux (janvier-mars 2011)

De fortes concentrations de PM, entraînant des dépassements de valeurs limites/cibles, sont fréquemment observées en début d'année (janvier-mars), en raison de la conjonction entre les activités anthropiques (chauffage, transport, agriculture) et la survenue de conditions météorologiques favorables à la formation et à l'accumulation des polluants atmosphériques. En 2011, après trois premières semaines relativement bonnes à l'échelle nationale, la qualité de l'air en France a été significativement altérée lors de différents épisodes subcontinentaux (30/01-02/02 et début mars) ou plus localisés

L'origine des épisodes se s'est révélée différente selon les dates mais également les lieux. Par exemple, le premier, début février, contrairement aux événements plus locaux étudiés en 2008 et 2009, a été marqué par une nette augmentation des concentrations et contributions relatives en sulfates d'ammonium, en particulier dans le Nord et l'Ouest, reflétant l'influence des processus photochimiques lors du transport des masses d'air avant d'atteindre la France (par le Nord), et ce malgré le très faible ensoleillement sur cette période.

Puis, les épisodes ponctuels survenus à partir de la mi-février ont présentés des différences géographiques : le Nord, vraisemblablement été marqué par l'influence des émissions régionales (pouvant être transfrontières : Sud du Royaume-Uni, Bénélux et/ou Ruhr, selon les sites) et la présence de fortes concentrations en sulfate d'ammonium. Dans le Sud les niveaux élevés de particules se sont plutôt caractérisés par leur persistance et une contribution plus importante des émissions locales/régionales (trafic et chauffage bois en particulier) que lors des épisodes de début février et début mars.

Enfin, le dernier épisode au début du mois de mars s'est caractérisé par une augmentation des concentrations en nitrate d'ammonium, en particulier dans l'Ouest de la France. Ce phénomène est à relier à l'ensoleillement relativement important sur toutes les journées de cette période, favorisant les réactions photochimiques conduisant à la formation d'aérosols secondaires.

Episodes à la Réunion

Des dépassements du seuil réglementaire journalier de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ pour les concentrations de PM₁₀ sont régulièrement observés à la station BONSENF à St Pierre, sur l'île de la Réunion. Leur nombre s'élevait à 93 en 2010, ce qui représente près de trois fois le nombre de jours de dépassement autorisés par an (35 jours selon la Directive qualité de l'air). Afin d'identifier l'origine de ces dépassements, des prélèvements sont réalisés sur deux sites proches depuis juillet 2011. Les premiers résultats indiquent une influence très significative des embruns marins sur les niveaux de PM₁₀ mesurés sur cette station.

6.1.5 VALORISATION

Outre les éléments d'amélioration des modèles (rapport LCSQA, Rapport LCSQA and Bessagnet 2009), la réalisation de travaux de veille sur les études de sources, la mise en œuvre de ce dispositif ont déjà fait l'objet de six rapports et notes LCSQA, mais également d'une communication orale à l'International Aerosol Conference (IAC) en septembre 2010 (Chiappini 2010) et d'une communication à l'aamg (Favez 2011). Par ailleurs, les travaux décrits précédemment sur l'évaluation de l'impact des cendres du volcan sur la qualité de l'air en France, ont fait l'objet d'un article (Colette et al. 2011) et de deux communications (Colette 2010; Colette 2010).

Un rapport synthétisant l'ensemble des comparaisons modèle/mesures réalisées en 2010 a été publié en 2011 (Rapport LCSQA 2011).

6.1.6 CONCLUSIONS

Les trois années de mise en œuvre du dispositif ont démontré son intérêt pour l'amélioration des connaissances des épisodes de dépassement d'un point de vue global, au niveau national et l'identification des limites et problèmes des modèles. Entre autres, dans le cadre la situation exceptionnelle générée par l'éruption du volcan **Eyjafjallajokull au cours du mois d'Avril 2010, le dispositif a démontré sa capacité** à jouer son rôle d'outil de gestion des épisodes de pollution en apportant rapidement des éléments de compréhension et permettant d'évaluer l'impact des émissions volcaniques sur la qualité de l'air.

Par ailleurs, la réalisation de cette spéciation chimique participe à la mise au point de méthodes de mesure de la composition chimique des $PM_{2.5}$, homogènes avec la mise en place dans les zones rurales en France, dans le cadre de l'application de la directive européenne (Directive 2008/50/CE 2008).

6.2 SUIVI DES TRACEURS « CHAUFFAGE AU BOIS »

6.2.1 RESUME

Tableau 6 : 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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	HAP et PM ₁₀ (mesure réglementaire), lévoglucosan, méthoxyphénol, EC/OC + Espèces ioniques, HULIS (Grenoble) sur 4 sites, 1 prélèvement tous les 3 jours en hiver, tous les 6 en été, DA80, 24h
Partenaires	INERIS, LCME, LGGE, AASQA...
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 Corrélation entre les concentrations de lévoglucosan et de HAP
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA 2008; Rapport LCSQA 2009; Rapport LCSQA 2009; Colette et al. 2011
Contact	LCSQA alexandre.albinet@ineris.fr

6.3 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DES PARTICULES SUBMICRONIQUES

6.3.1 RESUME

Tableau 7 : Résumé des travaux relatifs au suivi de la distribution granulométrique des particules submicrométriques

Description	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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouveaux travaux engagés en 2011
Objectifs	<p>Compléter le suivi des PM10 et PM2,5 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.</p> <p>Etude de la variabilité des concentrations de ces particules fines et ultrafines dans le temps et dans l'espace</p>
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 INER
Contact	LCSQA : Olivier.favez@ineris.fr , Aurelien.ustache@ineris.fr , Olivier.lebihan@ineris.fr
Résultats 2003-2010	<p>Organisation de 5 campagnes hivernales (2003 à 2007), 3 trois estivales (2005, 2009 et 2010), 1 en zone industrielle</p> <p>Résultats différents selon les typologies de sites</p> <p>influence du chauffage urbain, du trafic, et des conditions météorologiques sur les niveaux de particules ultrafines (</p>
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	<p>Groupe de travail (GT 32) au CEN TC 264 => recommandations sur la mesure de la concentration en nombre et de la granulométrie des aérosols.</p> <p>Réseaux ACTRIS et EMEP => réalisation de mesures de qualité de ces paramètres sur un nombre croissant de sites européens</p>

6.3.2 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le suivi depuis 2003 de la distribution granulométrique des particules sur un site urbain parisien permet 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 est pérenne et se poursuivra dans le cadre des travaux 2011 du LCSQA afin de vérifier l'hypothèse selon laquelle les actions de réduction globale des émissions ne permettent pas uniquement une diminution des concentrations massiques en PM10 et PM2,5 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 proposés.

Pour 2012, des exercices d'inter-comparaison des moyens de mesure de la granulométrie des particules ultrafines mis en œuvre par le LCSQA et quelques AASQA (SMPS et UF3031) seront notamment organisés en partenariat avec le laboratoire IFT (Leibniz-Institut für Troposphärenforschung)

7. 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...).

7.1 PARTICUL'AIR

7.1.1 RESUME

Tableau 8 : 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, en attente du rapport final
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouvelles mises à jour dans ce rapport
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 Comté, Air Breizh, Lig'Air, Atmo Auvergne, Limair, LGGE et le LCMR.
Contact	agnes.hulin@atmo-poitou-charentes.org
Liens, rapports utiles	http://particulair.free.fr/

7.1.2 ORGANISATION

Les sites de prélèvement sont représentés sur la Figure 3. Ils ont été choisis en fonction de l'importance estimée de l'utilisation du bois comme source de chauffage et de leur niveau de ruralité (commune regroupant moins de 7000 habitants).

La nature du parc d'appareil de chauffage au bois sur les sites de prélèvement a été considérée sur la base de données d'enquête spécifique IPSOS. De plus, la consommation annuelle de bois sur les sites étudiés a été estimée à partir de deux méthodes : une enquête spécifique IPSOS et la méthode du Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie (CEREN).

Les inventaires d'émissions en PM₁₀ et PM_{2,5} ont également été considérés.

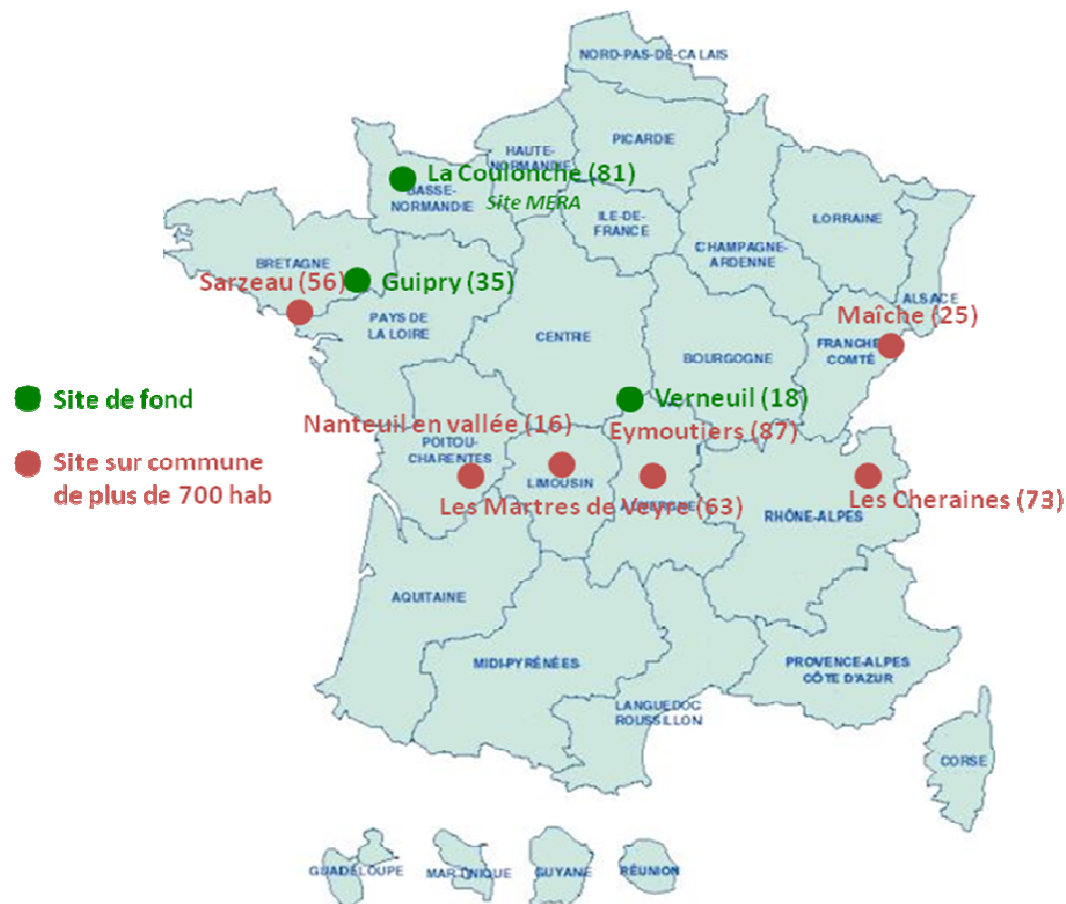


Figure 3 : Sites de prélèvement

7.1.3 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les prélèvements sont organisés sur les neuf sites en simultané pendant neuf fois une semaine (en mars, juillet, Aout, Septembre, octobre, novembre, décembre 2009 et janvier et février 2010) à raison de un prélèvement par jour. Sur ces filtres prélevés par DA80, les concentrations en HAP, EC/OC, lévoglucosan et anions/cations ont été déterminées. Sur certains de ces filtres, une analyse de métaux et d'un plus grand nombre de traceurs organiques a été réalisée.

7.1.4 RÉSULTATS

Le graphique ci-dessous présente les moyennes des concentrations en PM_{10} et B[a]P sur l'ensemble des campagnes.

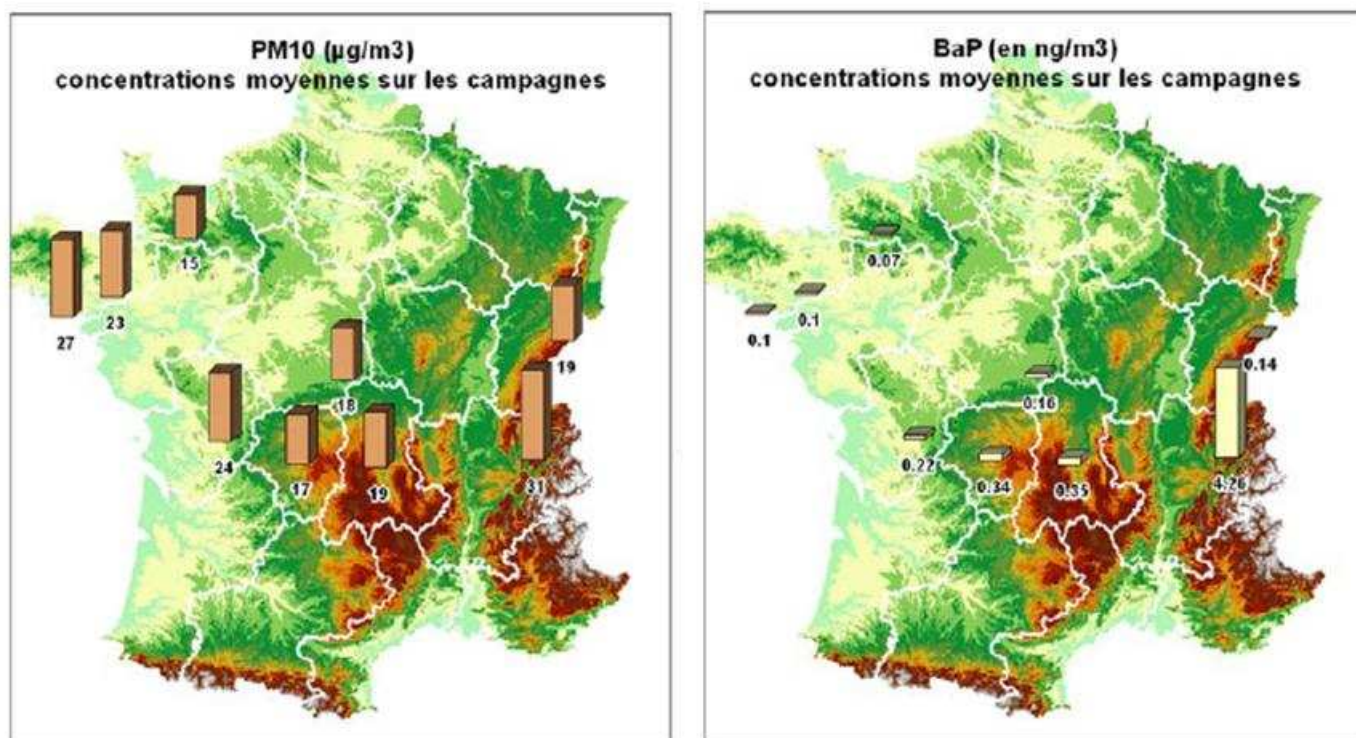


Figure 4 : Concentrations moyennes en PM_{10} ($\mu\text{g m}^{-3}$) et B[a]P (ng m^{-3}) mesurées sur l'ensemble des sites (D'après la présentation d'Alain Gazeau aux 1ères Assises de l'Air en mars 2011, <http://www.assisesdelair.ademe.fr>)

Les concentrations en PM_{10} restent inférieures à la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g m}^{-3}$, et seul un site (Lescheraines, Air APS) dépasse la valeur cible de 1 ng m^{-3} en B[a]P fixée par la Directive 2004/107/CE. C'est également ce site qui présente les concentrations en PM_{10} les plus élevées. Village de fond de vallée où la source combustion du bois a clairement été identifiée, Lescheraines ne présente pas une situation géographique favorisant la dispersion des polluants.

Notons que dans ce contexte de dépassement des valeurs limite en B[a]P et des PM_{10} , le site de Passy d'Air APS est intégré depuis 2011 au programme CARA.

Ces travaux ont pu mettre en évidence des variations saisonnières et spatiales de la composition chimique des PM_{10} tel que le montre la figure ci-dessous.

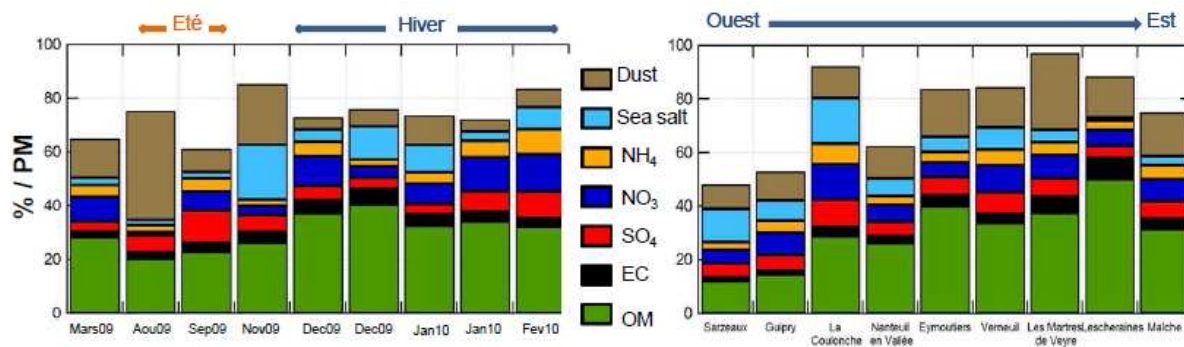


Figure 5 : Evolution saisonnière (à gauche) et spatiale (à droite) de la composition chimique des PM₁₀ (d'après Piot 2011)

L'ensemble des composantes des PM₁₀ présentent des variations en fonction de la période de l'année et des sites.

Ainsi, les concentrations en matière organique sont plus importantes en hiver et à l'est. L'importance de la source chauffage au bois peut expliquer ces variations ainsi que le montre la Figure 6. Cette source compte en effet pour 30 à 65 % de la masse totale des PM₁₀.

En ce qui concerne les espèces inorganiques secondaires, leurs concentrations sont plus importantes en hiver, (particulièrement en ce qui concerne le nitrate d'ammonium, le sulfate présentant des concentrations élevées également en période estivale) et sont relativement stable géographiquement.

Les concentrations en poussières minérales sont plus importantes en été et à l'est alors que la tendance inverse est observée pour les sels marins dont les concentrations sont plus importantes l'été et à l'ouest.

Enfin, globalement, la part de matière indéterminée est plus importante en période estivale, passant de 20 % en hiver à 40 % en été. Cette augmentation de la part d'indéterminée est en accord avec ce qui a déjà pu être observé dans le cadre du programme CARA (Rapport LCSQA 2009) mais également d'autres projets recensés plus loin dans ce rapport (paragraphe 7.7).

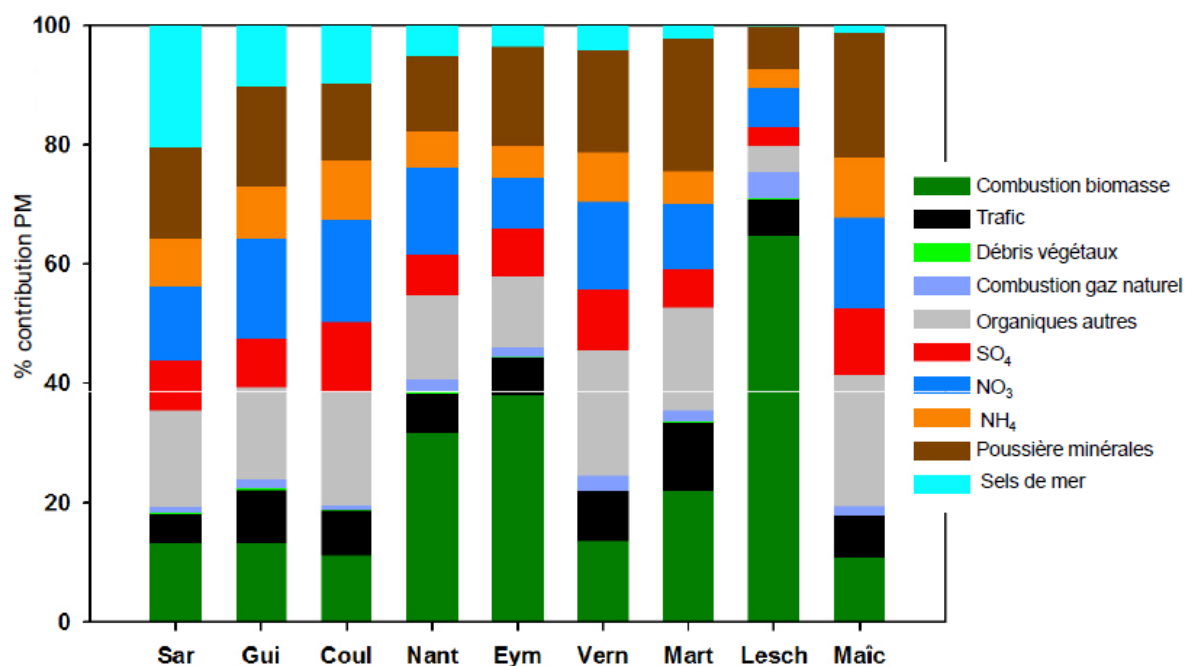


Figure 6 : Modélisation des principales sources primaires des PM₁₀ sur les différents sites de l'étude en période hivernale (45 échantillons par site), d'après Piot 2011.

Notons la part des autres organiques sur ce graphique, pour le période hivernale, d'une vingtaine de pourcents pouvant correspondre à des sources de combustion non prises en compte ou à de l'aérosol organique secondaire. Cette part augmente considérablement en été, pouvant atteindre 70 %, et correspondre à de l'aérosol organique secondaire

7.1.5 VALORISATION ET ÉTAT D'AVANCEMENT

Les campagnes de mesures ont eu lieu de mars 2009 à février 2010. La base de données constituée des mesures réalisées présente une ampleur extrêmement importante, portant sur l'analyse de plus de 900 filtres. Elle est à ce jour l'une des bases Européennes de ce type les plus conséquentes.

Les travaux menés dans le cadre de cette étude sont intégrés à une thèse de doctorat (Piot 2011) et ont fait l'objet d'une communications orale à l'European Aerosol Conference (Piot et al. 2011).

Le rapport final de l'étude est prévu pour 2012. Les évolutions du projet, publications et communications sont disponibles sur le site <http://particulair.free.fr/>

7.2 PARTICULES EN ILE DE FRANCE

7.2.1 RESUME

Tableau 9 : Résumé de l'étude « Particules en Ile de France »

Description	Estimation de la contribution des sources de PM en Ile de France
Etat d'avancement	2009-2010 / Fiancée par DREALE Ile de France / Etude terminée
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouvelles mises à jour dans ce rapport
Objectifs	Améliorer la connaissance des sources sur lesquelles il est possible d'agir
Principe	Méthode Lenschow (Lenschow 2001), basée sur l'hypothèse d'additivité des sources / données météorologiques-sur des sites de typologie différente
Espèces mesurées / moyen météorologiques	Anions, cation, EC/OC, OC soluble, métaux (ICP-MS) sur 6 sites
Partenaires	AIRPARIF LSCE
Contact	veronique.ghersi@airparif.asso.fr
Liens, rapports utiles	http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-particules-110914.pdf

7.2.2 ORGANISATION

Les mesures ont été réalisées sur une année complète afin de documenter l'ensemble des situations météorologiques et saisonnières et d'obtenir des résultats significatifs et représentatifs.

Six sites de mesure, choisis afin de déterminer les contributions de l'import, de la production locale au niveau urbain et périurbain, du trafic local, sont présentés sur la figure ci-dessous.



Figure 7 : Sites de mesures de l'étude Particules en IDF (graphique tiré du rapport de l'étude AIRPARIF 2011)

7.2.3 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Une spéciation chimique des PM_{2,5} et/ou PM₁₀ a été réalisée quotidiennement, par des prélèvements de 24 heures pendant un an.

L'ensemble des mesures réalisées sur chaque site est présenté dans le tableau ci-dessous.

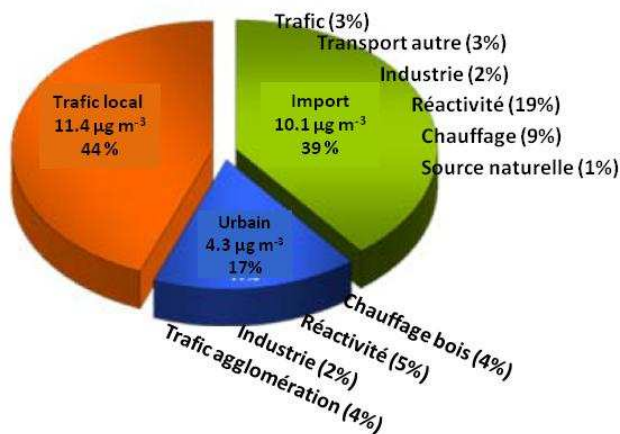
Tableau 10 : Moyens de mesure mis en œuvre sur les six sites instrumentés

Paramètres mesurés	Instrument	Analyse	Auteuil	Paris	Villemomble	Rural NE	Rural NO	Rural Sud
Nombre et concentration massique des particules								
Concentration massique des PM ₁₀	TEOM-FDMS		+	+				
Concentration massique PM _{2,5}	TEOM-FDMS		+	+	+	+	+	+
Concentration massique PM _{2,5}	Leckel µbalance	Gravimétrie	+	+	+	+	+	+
Chimie "off-line" (24h) particulaire								
Sucres	Leckel Filtres	LC/MS	+		+			
Matière carbonée totale (EC/OC) particulaire	Leckel Filtres	Sunset (method thermo-optique)	+		+			
Métaux (Al, Fe, Ca, Ba, Sc...)	Leckel Filtres		+		+			
Anions, cations	Leckel Filtres	IC	+		+			
Polluants réglementés								
NO ₂ , NO, CO, CO ₂ , O ₃	Analyseurs		+	+	+	+	+	+

7.2.4 RÉSULTATS

Les résultats concernant les PM_{2,5} sont résumés sur la figure ci-dessous.

PM_{2.5} site Auteuil (Trafic)



PM_{2.5} site Paris (Fond urbain)

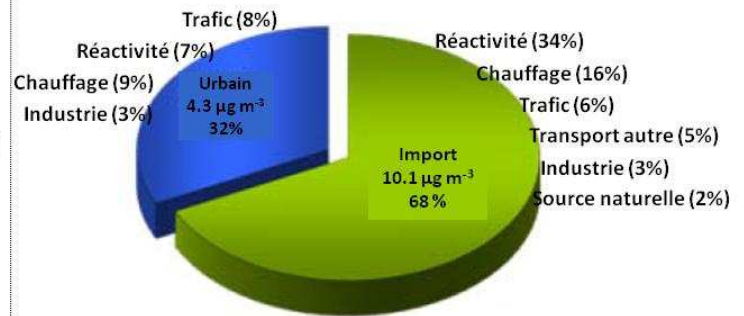


Figure 8 : Origines des PM_{2.5} sur le site trafic et le site de fond urbain (graphique adapté du rapport de l'étude AIRPARIF 2011)

En ce qui concerne les PM₁₀, elles sont composées à 70 % de la fraction fine PM_{2.5} et présentent en grande majorité les mêmes origines. En moyenne annuelle, 50 % des PM₁₀ mesurée sur le site trafic provient de la circulation. Ainsi, la contribution du trafic aux concentrations en PM₁₀ sur ce site est globalement constante sur l'ensemble de l'année et s'élève à 18 µg m⁻³. La contribution du fond aux PM₁₀ s'élève en moyenne à 21 µg m⁻³.

Les dépassements de la valeur limite de 50 µg m⁻³ sont répartis sur l'ensemble de l'année mais présentent des maxima en hiver et au printemps.

7.2.5 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les sources sur lesquelles agir afin de réduire les niveaux de PM_{2.5} en Ile de France sont multiples. Le chauffage au bois, l'agriculture, le trafic routier et l'industrie sont autant de contributions aux niveaux en particules sur lesquelles il faut agir de manière chronique.

En ce qui concerne les jours de dépassement impliquant le trafic, des mesures temporaires pourraient en réduire l'ampleur.

Ce travail a permis la constitution d'une base de données sur la composition chimique des particules en ile de France. Il est déjà couplé à d'autres projets présentés dans ce rapport tels le projet FRANCIPOL qui apportera des informations importantes sur les composés gazeux et par conséquent sur l'origine secondaire des particules (noté « réactivité » sur la Figure 8).

Ces données sont également disponibles pour les équipes de recherche réalisant des mesures de PM afin de comparer et d'enrichir leurs propres jeux de données, pour les modélisateurs mais également les épidémiologistes et toxicologues.

7.3 FRANCIPOL

7.3.1 RESUME

Tableau 11 : 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 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 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.ipsl.fr
Projet connexe	Particules en Ile de France (paragraphe 7.2)

7.4 VALLÉES DES PAILLONS

7.4.1 RÉSUMÉ

Description	Origine industrielle des dépassements des valeurs limites (remontées air marin, écobuage, cimenterie, trafic routier)		
Etat d'avancement	2009 – 2010 : étude terminée		
Situation / veille	Etude évoquée en 2010. Description détaillée et résultats donnés dans ce rapport.		
Objectifs	Identifier les sources de dépassement de seuils en PM dans les vallées des Paillons, la vallée de Contes et la vallée de Peillon		
Principe	Spéciation chimique des PM sur des sites de typologie différente : dans la vallée même, sous influence du trafic routier, à proximité des cimenteries, en milieu rural. Exploitation des résultats des analyses des traceurs et espèces chimiques par Chemical Mass Balance		
Espèces mesurées / moyen métrologiques	HAP, lévoglucosan, EC/OC, anions, cations, traceurs organiques, métaux / 4 sites (2 cimenteries, site rural, site trafic), 1 campagne été, 1 hiver		
Partenaires	ATMO PACA, LGGE, LCP-IRA		
Rapports	Rapport	final	disponible sur http://www.atmopaca.org/files/et/110419_Rapport_Particules_Vallees_Paillons.pdf
Contact	benjamin.rocher@atmopaca.org		

7.4.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Réalisée entre 2009 et 2010 en partenariat entre ATMO PACA, le LGGE et le LCP, cette étude a été financée par la DREALE PACA afin d'améliorer les connaissances sur les sources des PM dans la région et d'identifier les causes des dépassements réguliers des seuils réglementaires en PM₁₀ présentés sur la figure ci-dessous.

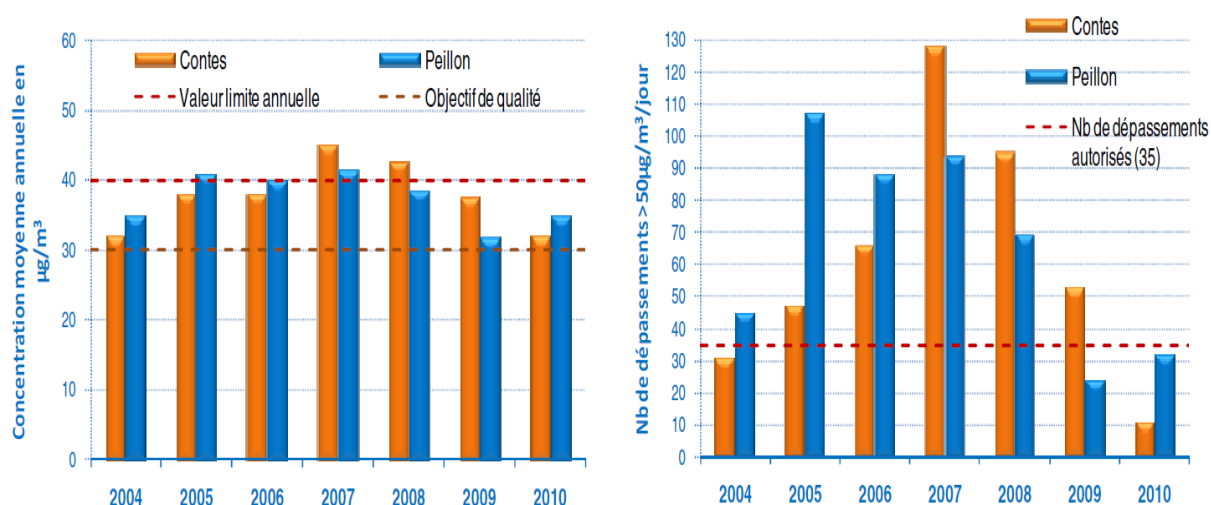


Figure 9 : Graphique de gauche : concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ sur deux sites (d'après le document d'Atmo PACA disponible sur http://www.atmopaca.org/html/etude_paillon_results.php)

Ainsi, en 2009, même si la concentration moyenne annuelle des PM_{10} ne dépasse pas la valeur limite réglementaire de $40 \mu\text{g m}^{-3}$, le nombre de dépassements journaliers de $50 \mu\text{g m}^{-3}$ a excédé les 35 autorisés. En revanche, en 2010, les valeurs réglementaires ont été respectées.

7.4.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS :

Cette étude a pour but d'identifier les sources de dépassement de seuils en PM dans les vallées des Paillons, la vallée de Contes et la vallée de Peillon, situées au nord de l'arrière pays niçois et caractérisées par une forte propension à l'accumulation de polluants atmosphériques (régime de brises de vallée, inversions thermiques, présence de carrières, cimenterie, incinérateur d'ordures ménagères, trafic routier,...). La spéciation chimique des PM est réalisée sur des sites de typologie différente : dans la vallée même, sous influence du trafic routier, à proximité des cimenteries, en milieu rural.

Les résultats des analyses des traceurs et espèces chimiques ont été exploités par Chemical Mass Balance afin de déterminer la part des sources de combustion de la biomasse et du gaz naturel, du trafic et des débris végétaux. Les sources industrielles et en particulier la combustion des feux de cimenterie constitue une limite à cette méthode dans la mesure où aucun traceur ni profil de sources ne sont disponibles.

7.4.4 ORGANISATION

Des prélèvements ont été réalisés sur deux sites permanents, les sites industriels de Contes et Peillon, et quatre sites temporaires. L'ensemble des sites est représenté sur la Figure 10. Des campagnes ont été organisées en période estivale et en période hivernale.



Figure 10 : Sites de prélèvements de la vallée des Paillons (symbolisés par un rond bleu)

7.4.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les prélèvements de PM_{10} ont été réalisés à l'aide de préleveurs haut débit (DA80). Au total, 451 ont été prélevés. Parmi ces filtres, un choix a été réalisé sur la base des concentrations horaires mesurées par TEOM/FDMS pour cibler les périodes de dépassement, des périodes présentant des profils caractéristiques des sites étudiés, des journées atypiques.

Ainsi, 151 ont été soumis à des analyses anions/cations et EC/OC, de traceur de la source bois (lévoglucofan) et de carbone organique soluble, WSOC. Parmi eux, 38 ont fait l'objet d'analyses de traceurs organiques (51 au total) et de métaux lourds afin de caractériser plus précisément la part de la matière crustale (21 métaux) et de traitement statistique d'identification des sources de PM par CMB.

Des mesures LIDAR ont également été réalisées par la société Leosphère (programme ADEME) sur les sites permanents de Contes et de Peillon.

7.4.6 RÉSULTATS

Influence des conditions météorologiques

Dans les deux vallées, les concentrations en PM dépendent fortement des conditions météorologiques locales souvent favorables à l'accumulation des polluants (association des régimes et des phénomènes d'inversions thermiques la nuit quelle que soit la saison et en hiver pendant la journée).

Influence du trafic

Bien que peu peuplées, les villes de Contes (9000 habitants) et Peillon (4500 habitants) se caractérisent par des contributions de la source trafic importantes, comprises entre 11 et 19 % par rapport à des villes plus peuplées, Lyon (475 000 habitants) et Rouen (110 000 habitants) ou la part de la source trafic avait été évalué en hiver 2009 à 10 % (Rapport LCSQA 2009).

Influence des activités industrielles

Dans un premier temps, les mesures LIDAR mettent en évidence l'influence des deux cimenteries dans les deux vallées. L'évaluation de la part des poussières crustales confirme ces observations. En effet, communément comprises entre 4 et 28 % en Europe (Putaud 2010), les contributions des poussières crustales s'élèvent à 30 % l'hiver et 50 % l'été.*

La combustion du fuel lourd a également pu être ponctuellement identifiée (sur deux journées) et estimée à 8 et 18 % de la masse totale des PM.

Influence de la combustion de la biomasse

La combustion du bois représente une vingtaine de pourcents de la masse totale des PM dans les deux vallées, proportion plus faible qu'à Rouen, Lyon et Grenoble où elle s'élevait à 32, 35 et 40 % respectivement (Rapport LCSQA and Chiappini 2009), Etude FORMES³).

La combustion de déchets verts a également pu être observée par LIDAR, identifier ponctuellement (sur huit journées) et estimée comme prenant part à la masse totale de PM pour des valeurs allant de 7 à 45 %.

7.4.7 CONCLUSIONS

Ce travail a permis une meilleure compréhension des épisodes de pollution locale dans les vallées du Peillon où la météorologie, les activités industrielles nombreuses et la trafic routier marqué par une part importante des poids lourds, sont autant de conditions propice à l'accumulation de polluants et à la survenue de dépassements des valeurs limites règlementaires.

Ainsi, le trafic routier, les activités des cimenteries, la combustion de la biomasse, de fuel lourd, ont été identifiés comme sources permanentes ou ponctuelles dans la vallée. La contribution de ces sources sur la masse totale de PM est présentée sur le graphique ci-dessous.

³ Disponible sur <http://gsite.univ-provence.fr/gsite/Local/lcp-ira/dir/img%20FORMES/Rapport%20final%20FORMES%20Science.pdf>

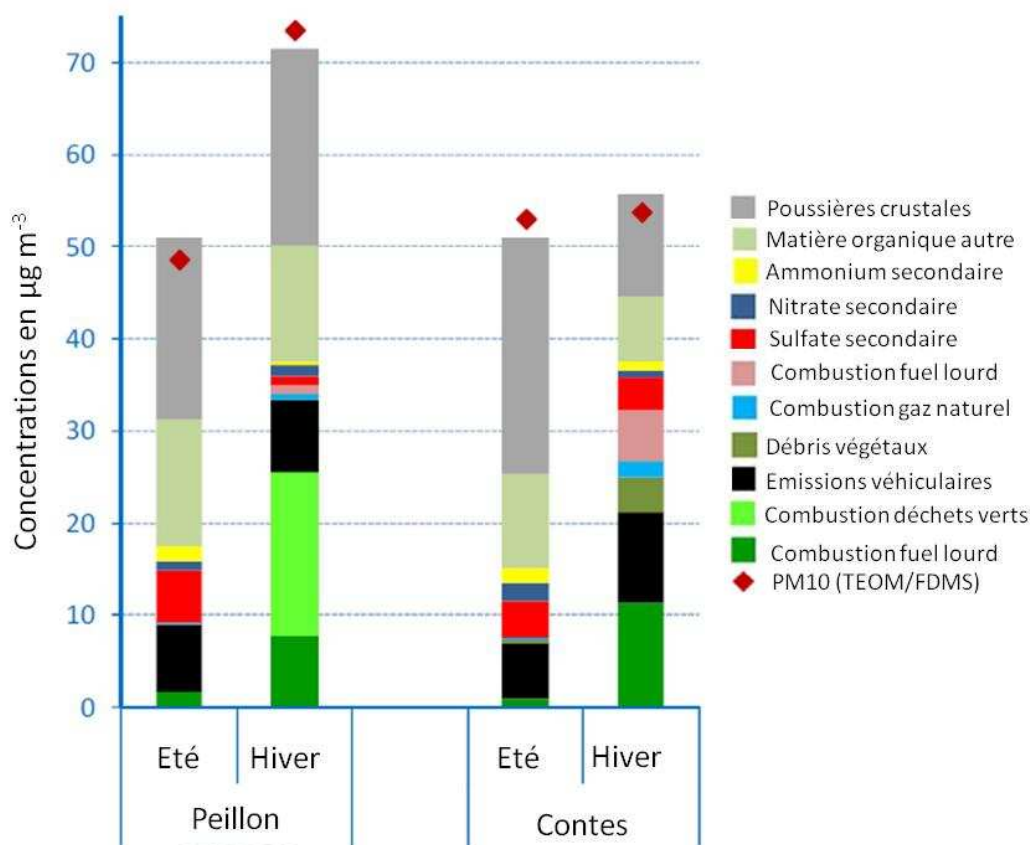


Figure 11 : Contribution des différentes sources à la masse totale de PM10 dans les deux vallées (d'après le document d'Atmo PACA disponible sur http://www.atmopaca.org/html/etude_paillon_results.php)

7.4.8 ETAT D'AVANCEMENT ET PERSPECTIVES

Cette étude est à présent terminée et le rapport final en est disponible sur internet : http://www.atmopaca.org/html/etude_paillon_results.php.

Elle a permis de déterminer les sources de PM majoritaire dans les vallées et par conséquent d'identifier les améliorations à apporter aux niveaux des inventaires d'émission en particulier en ce qui concerne le chauffage au bois, la combustion des déchets verts.

Une autre problématique réside en l'évaluation de la part de PM générée par la remise en suspension des particules particulièrement en ce qui concerne les poussières crustales.

L'ensemble des données issues de cette étude pourront être comparées aux mesures réalisées sur la côte, dans le cadre du projet AERA par exemple.

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

7.5.1 RESUME

Tableau 12 : 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 / En attente des résultats et du rapport final
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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
Contact	stephane.gandar@madininair.f
Résultats	Les niveaux de brume (0 à 3) de sable enregistrés de 2001 à 2006 ont été déterminés par rapport aux concentrations en PM10 (de 30 à 80 µg m ⁻³)

7.6 STATION ATMOSPHÉRIQUE DANS LA MEUSE (PÉRENNE)

7.6.1 RESUME:

Description	Station atmosphérique ANDRA
Etat d'avancement	Pérenne,
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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

7.6.2 ETAT D'AVANCEMENT

Les mesures de concentration massiques PM10 et PM2.5 par TEOM-FDMS ont démarré en mai 2011, en parallèle des mesures de gaz CO, O3, NOx et SO2.

Des mesures de spéciation chimique de filtres PM2.5 ont démarré au cours de l'année 2011 en collaboration avec le LGGE.

Les mesures de propriétés optiques et granulométriques seront intégrées au premier semestre 2012.

7.7 PROJET LANSLEBOURG

7.7.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Ce projet financé par l'ADEME a pour but la détermination des sources de PM en vallée Alpine. Il a débuté en février 2010 et s'est terminée en juin 2011. Il implique AIR APS, le LCME et le LGGE.

7.7.2 PRINCIPE ET OBJECTIFS

La commune de Lanslebourg étant particulièrement touchée par des épisodes de pollution liée à des de fortes concentrations en particules et en HAP, ce travail a pour but de mieux comprendre ces épisodes, d'évaluer l'impact du chauffage au bois sur la qualité e l'air. Les figures ci-dessous représentant les émissions des PM en 2008 montrent l'importance du secteur résidentiel sur les concentrations en PM₁₀ s'expliquant à 72 % par cette source et plus spécifiquement par la combustion du bois représentant quasiment 67 % des ces émissions de PM₁₀.

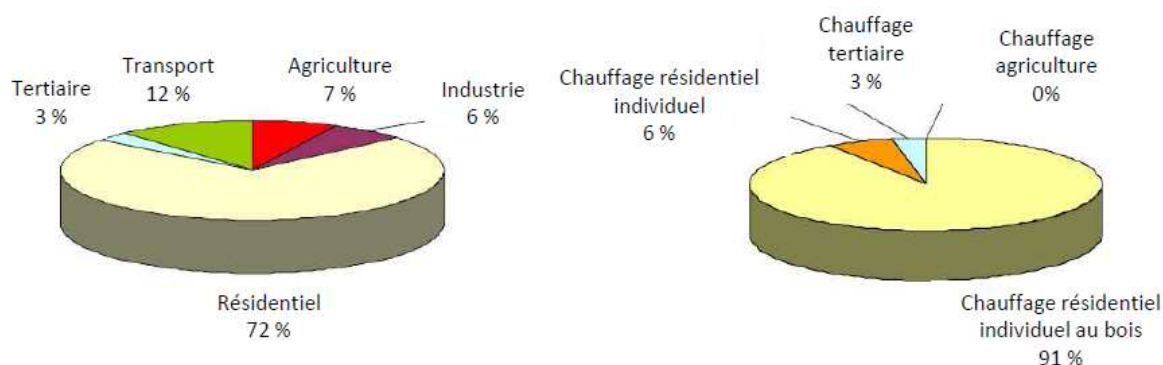


Figure 12 : Répartition des émissions de PM₁₀ (à gauche) et des PM₁₀ issues du chauffage (à droite) à Lanslebourg, rapport APS 2011).

Alors que la moyenne annuelle de $27 \mu\text{g m}^{-3}$ ne dépasse pas la valeur limite de $40 \mu\text{g m}^{-3}$ imposée par la Directive Européenne, le nombre de moyennes journalières supérieures à $50 \mu\text{g m}^{-3}$ dépasse les trente cinq fois autorisées par an, les dépassements survenant en période hivernale. De même, la moyenne annuelle pour le benzo[a]pyrène dépasse la valeur cible de 1 ng m^{-3} imposée par la Directive ; les dépassements étant observés durant les périodes automnales et hivernales.

7.7.3 ORGANISATION

Des prélèvements sont réalisés en air ambiant mais également à l'émission chez des particuliers volontaires se chauffant au bois

Ces prélèvements ont été réalisés par le CETIAT. Des enquêtes sur les habitudes de chauffage des particuliers ont également été menées.

La méthode CMB a été appliquée aux données de spéciation chimique détaillée des PM afin d'en attribuer les sources.

7.7.4 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

15 jours de prélèvement ont été réalisés à chaque saison, sur un site situé en plein cœur de la commune de Lanslebourg.

Des analyse des PM₁₀ et PM_{2.5} ont été menées avec en particulier l'étude de 13 HAP, du lévoglucosan, EC/OC...

7.7.5 RÉSULTATS

Les résultats d'analyse des traceurs organique ont été statistiquement exploités par une approche CMB. Le graphique ci-dessous montre l'importance de la combustion de la biomasse sur la masse de PM₁₀ (57 %), du même ordre de grandeur que ce qui peut être observé sur les autres sites de vallée alpine (58 % à Lescheraines voir étude PARTICUL'AIR, 42 % à Grenoble, voir étude FORMES). En revanche, la contribution du trafic, s'élevant à 31 %, dépasse celles observées sur ces mêmes sites (6 % à Lescheraines, 10 % à Grenoble).

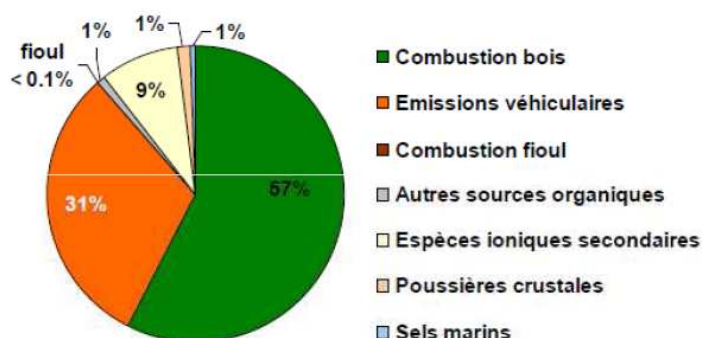


Figure 13 : Contributions moyennes des principales sources primaires des PM₁₀ en %

Par ailleurs le rapport lévoglucosan/mannosan est caractéristique de l'emploi de bois tendre, contrairement à ce qui est observé sur les sites de Grenoble et Lescheraines. Cette observation trouve une explication dans les résultats de l'enquête de l'ASDER rapportant des pratiques d'affouage (récupération de bois en forêt) sur la commune de Lanslebourg.

Il est également intéressant de noter les différences de composition des PM en fonction des saisons en particulier en ce qui concerne la part de matière indéterminée, largement plus importante en été. Cette observation est concordante avec les résultats de l'étude PARTICUL'AIR ayant également conclu à une part de matière indéterminée de 43 % en été pour le site de Lescheraines contre 16 % en hiver.

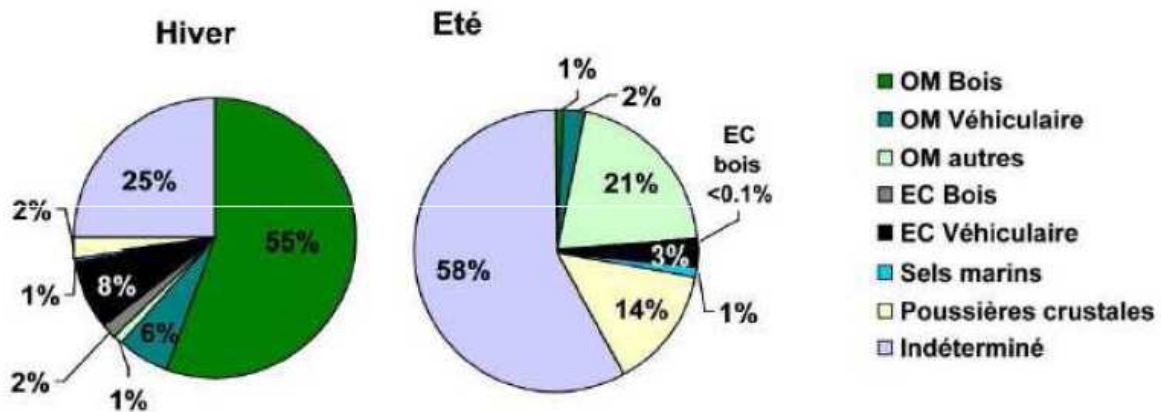


Figure 14 : Contributions moyennes des principales sources de PM10 déterminées par une approche mono-traceur.

7.7.6 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Un état des lieux de la qualité de l'air sur la commune de Lanslebourg a pu être établi et la part de la source combustion de la biomasse évaluée.

Ce travail a fait l'objet d'un rapport non encore disponible (APS 2011).

7.8 PROJET PACTES

7.8.1 RESUME :

Description	PACTES, Particules atmosphériques dans le bassin minier de Provence : Caractérisation, Toxicité, Evaluation par la Société, financé par l'ANSES Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air
Etat d'avancement	2010-2013
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 1ers résultats présentés dans ce rapport
Objectifs	
Principe	Etude de la part minérale des PM
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
Partenaires	ATMO PACA, CEREGE
Contact	noack@cerege.fr

7.8.2 PRINCIPE ET OBJECTIFS :

Ce projet est localisé entre Marseille et Aix en Provence, sur le bassin minier des Bouches-du-Rhône où se mêlent pollution industrielle (cimenterie, production d'alumine, centrale électrique et thermique au charbon), urbaines, trafic routier, le tout à proximité de nombreuses zones d'habitation.

Il se décline sous trois aspects différents :

- La 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.

Ces résultats permettront de mieux connaître l'exposition des populations et d'apporter les éléments nécessaires aux débats et discussions qui animent fréquemment les industriels, les collectivités et les populations.

7.8.3 ORGANISATION :

Les prélèvements de PM₁₀ et PM_{2.5} ont été réalisés en zone urbaine, au plus près des principaux sites émetteurs :

- 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).

Le positionnement exact des préleveurs sur les sites sera défini après une modélisation (effectuée par AtmoPaca) de la dispersion des émissions au voisinage de chaque source.

Sur chaque site, deux campagnes de mesure, l'une estivale en 2010, l'autre hivernale en 2011, d'une durée d'un mois, ont été effectuées afin de prendre en compte les éventuelles variations saisonnières de la composition des émissions. Ainsi, la campagne estivale s'est déroulée du 2 juin au 30 août 2010 et la campagne hivernale du 3 janvier au 1^{er} février 2011.

Le pas de temps de prélèvement a été fixé à 48h. Ces prélèvements serviront à la quantification des concentrations et à la caractérisation physico-chimique de la fraction minérale.

Pour la fraction PM_{2,5}, des prélèvements spécifiques ont été réalisés, sur une période plus courte, d'une part pour la caractérisation de la fraction organique (préleveur bas débit) et d'autre part pour les études toxicologiques (préleveur haut-débit).

Les dépôts ont également été étudiés.

7.8.4 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

1^{er} aspect : caractérisation physico-chimique des PM

Les particules sont caractérisées par des études minéralogiques (diffraction des rayons X, spectrométrie infrarouge, ..) et chimiques globales (ICP-AES et ICP-MS), par des études de morphologie (Microscopies électroniques) et de composition chimique mono-particule (MEB-EDS, micro-fluorescence X).

Les métaux dans les dépôts ont également été étudiés.

Chaque fraction fait également l'objet d'une étude de disponibilité pour l'environnement de ces composants par des expériences d'extractions chimiques.

Pour chaque source, il sera recherché un paramètre ou une combinaison de paramètres pouvant servir de traceur spécifique.

2^{ème} aspect : caractérisation des cyto- et géno- toxicités (globales et par composants) des particules

A partir des prélèvements spécifiques de PM_{2,5}, différentes extractions adaptées aux différentes fractions constituant les PM des particules seront réalisées afin d'en tester la cyto et géno toxicité.

A partir des fractions hydrosolubles des fractions extractibles par solvants (FES) une étude de cytogénotoxicité sera réalisée *in vitro*. Les études de cytotoxicité et les tests de mutagenèse sur cultures cellulaires seront également menés.

3^{ème} aspect : perception des pollutions aux PM par les populations concernées et confrontation avec la réalité de la mesure

L'objectif de cet axe du projet est d'identifier les perceptions des populations résidant dans les cinq sites en matière de pollution en général et plus spécifiquement de pollution de l'air en évaluant d'où provient chacune des perceptions, comment elle évolue, comment elle se traduit dans les comportements et les attitudes individuelles et collectives.

Ce travail devrait se dérouler en trois étapes :

1 - Une enquête documentaire à travers la presse quotidienne régionale afin d'apprécier sur environ cinq ans les discours sur la qualité de l'air et les représentations et perceptions des populations en résultant.

2 - Une enquête qualitative par entretiens auprès de personnes vivant sur les sites d'études

3 - Des enquêtes par questionnaires auprès d'un échantillon de personnes sélectionnées en fonction de leur proximité avec les moyens de prélèvement afin de confronter les données objectives issues des mesures mesurées aux données subjectives issues des perceptions des individus.

7.8.5 RÉSULTATS

Les deux campagnes de mesure ont été réalisées. Sont à ce jour disponibles les concentrations en métaux dans les dépôts ainsi que les concentrations massiques en PM_{10} et $PM_{2,5}$ et leurs teneurs en métaux.

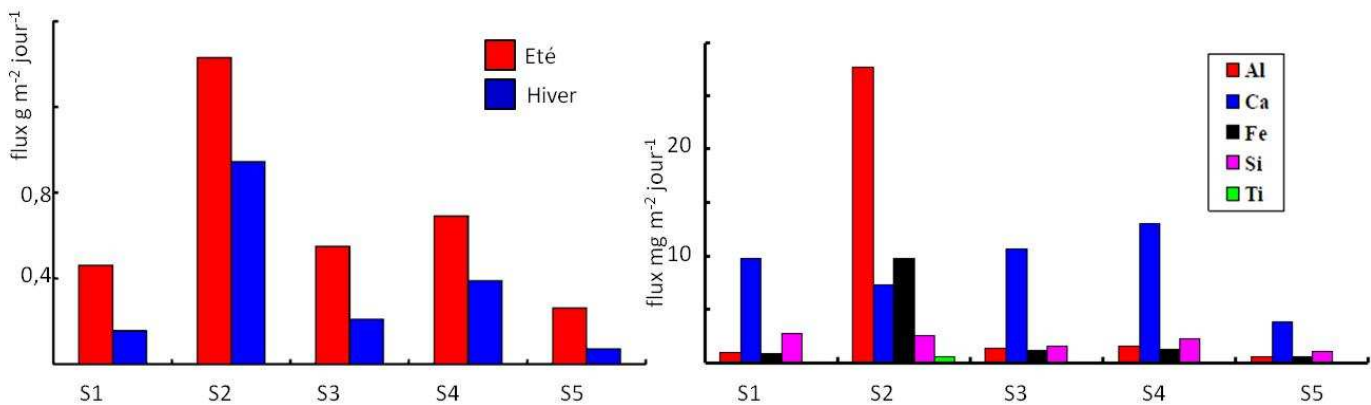


Figure 15 : Dépôts totaux et concentrations en métaux sur 5 des six sites instrumentés (d'après Noack 2011)

Les dépôts sont plus importants en période estivale et l'on peut constater la part importante de l'aluminium à proximité du site 2 sous l'influence de l'usine d'alumine.

Les concentrations en PM_{10} sont globalement constantes selon les sites et les saisons alors que les concentrations en $PM_{2,5}$ sont plus importantes en hiver.

La composition des PM_{10} semble peu différente d'un site à l'autre excepté pour le site 2 qui présente une part plus importante de sodium par rapport aux autres sites.

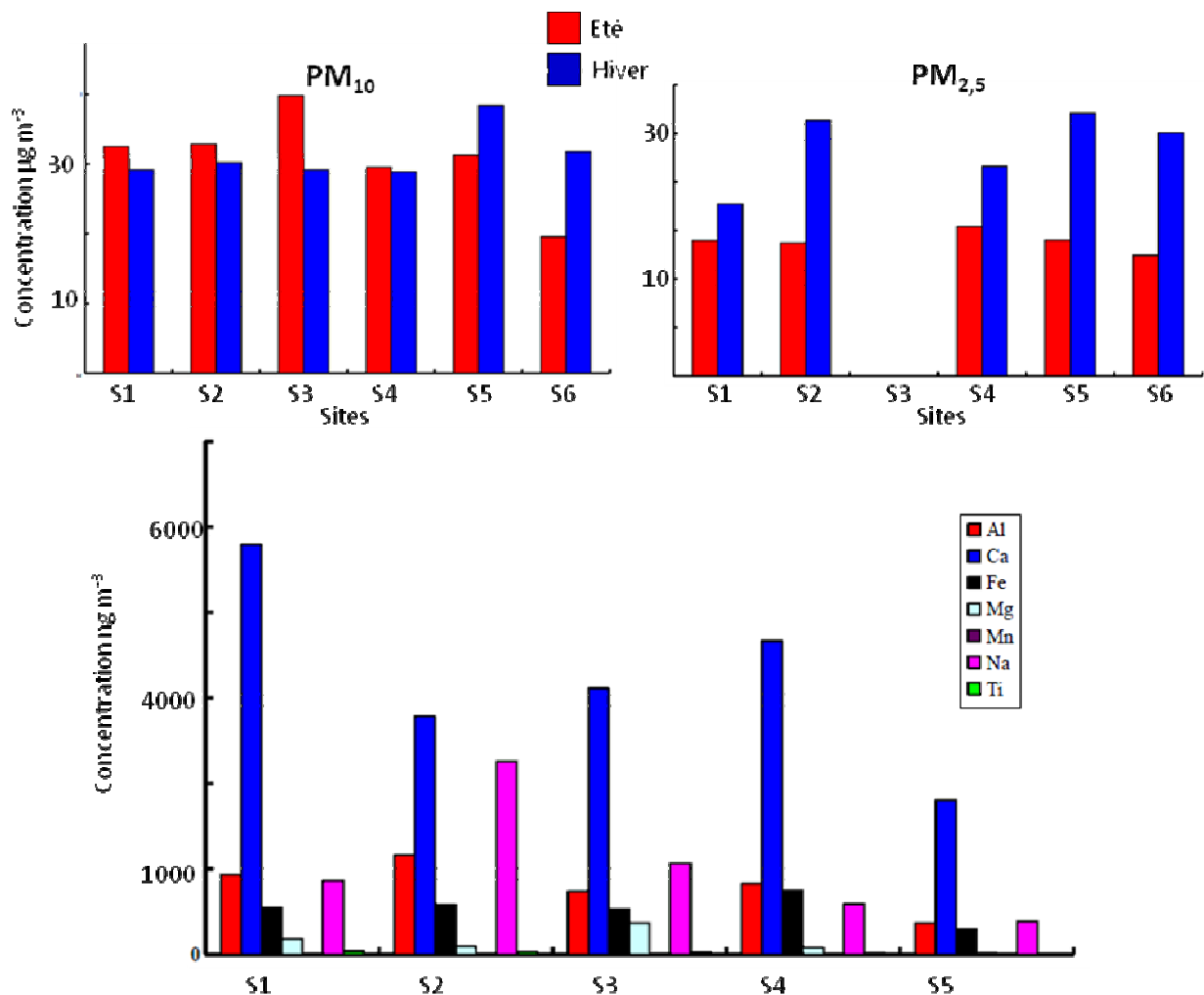


Figure 16 : Concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} hivernales et estivales et concentrations en métaux dans es PM₁₀ sur les six sites d'étude. (d'après Noack 2011)

Des enquêtes menées auprès des riverains et le traitement de certaines par un logiciel (ALCESTE) font ressortir les perceptions suivantes :

- Analyse qualitative des enquêtes : la pollution est fortement ressentie. Elle est considérée comme ayant une origine extérieure et est associées 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.
- Analyse ALCESTE : Cette analyse met en évidence l'importance des perceptions, la nécessité de mesures pour réduire la pollution, le rôle de l'information et des acteurs (états, industriels)

Les résultats présentés ici ne sont que parcellaires. Les analyses chimiques des filtres sont encore à réaliser et un grand nombre de données restent à traiter.

7.9 PROJET AERA

7.9.1 RESUME

Description	Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air
Etat d'avancement	2010-2013
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Fournir aux régions et organismes du territoire Alcotra des moyens pour améliorer et harmoniser leurs connaissances et les méthodologies relatives aux processus de planification et d'évaluation de la qualité de l'air• Déterminer des stratégies communes de représentation et d'action dans l'espace transfrontalier
Principe	Modélisation, évaluation de scénarii, identification de secteurs d'activité et de « hot «spots »...
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Pas de mesures prévues pour le moment, en attente de la phase modélisation
Partenaires	Régions Ligure, Piémont, du val d'Aoste, province de Cuneo, région Rhône-Alpes, Dreal PACA, ATMO PACA, CEREGE, le LBME; le DESMIDE et ATMO
Contact	paul.deferaudy@atmopaca.org
Etude connexe	Vallées des Paillons (paragraphe 7.4)

Le projet AERA (AIR ENVIRONNEMENT REGIONS ALCOTRA) s'inscrit dans le programme Alcotra 2007-2013⁴, plan de coopération transfrontalière le long de la frontière continentale franco-italienne, doté d'une contribution financière FEDER. Il regroupe les partenaires suivants : les régions Ligure, Piémont, du Val d'Aoste, la Province de Cuneo, la région Rhône-Alpes, la DREAL PACA ainsi qu'AtmoPACA.

Ce programme, planifié sur trois ans, traite de la qualité de l'air et des politiques de protection de l'air dans son ensemble. Il comporte un volet spécifique relatif aux particules fines.

⁴ <http://www.interreg-alcotra.org/pages.asp?lang=fr&p=18>

7.10 CHIMIE RAPIDE

7.10.1 RESUME

Description	Chimie rapide- Observatoire de chimie atmosphérique Ile de France
Etat d'avancement	Pérenne, initié en 2011-
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 1ers résultats AMS présentés dans ce rapport
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 métrologiques	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

7.10.2 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).

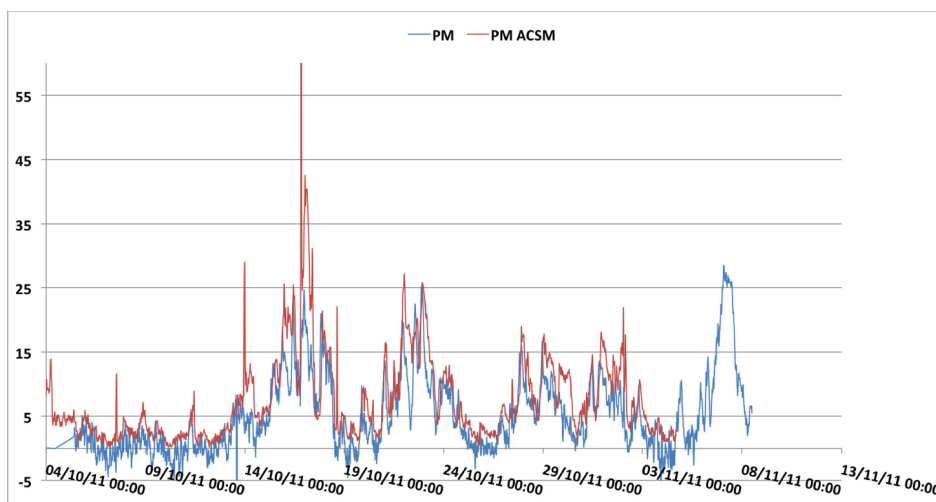


Figure 17 : Suivi des concentrations en PM données par l'ACSM et le TEOM/FDMS

8. LES ETUDES PORTANT SUR LA CARACTERISATION DE SOURCES SPECIFIQUES

8.1 PM_DRIVE (ETUDE NOUVELLE)

8.1.1 RÉSUMÉ

Description	Emissions particulaires directes et indirectes du trafic routier – Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
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
Partenaires	IFSTTAR, LGGE, LCME, LCP, CEREAS + coop. Int. : PSI, JRC
Contact	aurelie.charron@ifsttar.fr

8.1.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Cette étude, financée par l'ADEME dans le cadre de l'appel à projets CORTEA-2011 vise à caractériser les émissions particulaires directes et indirectes du trafic routier. Pilotée par l'INRETS, elle regroupe trois autres partenaires, le LCP-IRA, le LCME, et le CEREAS, et a débuté en septembre 2011 pour trente mois.

8.1.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

En associant mesures et caractérisation chimique de gaz et de particules in situ en proximité automobile et en fond urbain, mesures sur bancs à rouleau, étude de vieillissement en chambre, et interprétations des données couplant analyses de données multivariées et modélisation déterministe, ce projet a pour objectif d'améliorer les connaissances sur les émissions particulaires et nanoparticulaires des véhicules motorisés en s'intéressant plus particulièrement à la différenciation des émissions des échappements et hors-échappement, des particules primaires des particules secondaires et en investiguant les processus qui mènent à la formation de ces particules en sortie de pot d'échappements.

La caractérisation des phases gazeuse et particulaire comprend trois phases distinctes et complémentaires :

- Tache 1 : des mesures sur banc à rouleau
- Tache 2 : des mesures sur banc à rouleau associé à une chambre de simulation
- Tache 3 : des mesures in-situ en champs proches

L'un des points clef de ce travail réside en la réalisation des mesures et des prélèvements des échappements dans des conditions représentatives des conditions atmosphériques. En effet, à l'émission, la fraction organique semi-volatile, en équilibre entre les phases gazeuse et particulaire, se volatilise rapidement de la phase particulaire en raison des phénomènes de dilution, et y retournerait quelques heures après son émission par réaction en phase gazeuse (Donahue , 2011).

Enfin, une phase de modélisation permettra de confronter les connaissances actuelles des processus menant à la formation de particules en sortie de pots d'échappements avec des mesures de masse, nombre, granulométrie et composition chimique de ces particules en conditions les plus réelles possible. Ce travail permettra d'améliorer la modélisation de la formation et de l'évolution des particules après l'échappement et par conséquent de la qualité de l'air en proximité de route.

8.1.4 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

- Tache 1 : des mesures sur banc à rouleau

Au cours de cette première tache, les émissions gazeuses et particulaires de quatre véhicules légers (diesel et essence) représentatifs du parc roulant, seront caractérisées.

Ce travail permettra de quantifier les émissions primaires à l'échappement, de caractériser, en continu, et en conditions contrôlées les paramètres physico-chimiques des particules fines et ultrafines.

Les gaz et particules émis seront prélevés ou mesurés (mesures on-line) dans des conditions de dilution les plus proches des conditions atmosphériques.

- Tache 2 : des mesures sur banc à rouleau associé à une chambre de simulation

Cette deuxième tache a pour but d'évaluer l'importance et la vitesse des processus de recondensation des composés semi volatils émis par le trafic dans des conditions représentatives des milieux urbains et de calculer des facteurs d'émissions globaux correspondant en incluant la fraction secondaire. Elle vise également à étudier la vitesse de dégradation des marqueurs organiques du trafic tels les hopanes, les HAP et les n-alcane.

Ces travaux, réalisés en collaboration avec l'Institute for Environment et Sustainability (IES, EC- JRC, Ispra, Italie) et le PSI (Paul Scherrer Institute, Villigen, Suisse), consisteront en l'organisation de campagnes de mesure sur un banc à rouleaux, dimensionné pour l'accueil des poids lourds et associé à un tunnel de dilution (CVS, dilution jusqu'à 1/20) permettant l'injection des effluents dans la chambre de simulation atmosphérique mobile du PSI.

L'évolution des particules et des gaz introduits et formés dans la chambre de simulation sera caractérisée à l'aide de trois HR-ToF-AMS, l'un fonctionnant en mode classique pour l'étude de la composition chimique de la fraction non réfractaire de l'aérosol submicronique, le deuxième équipé d'un module de thermo désorption donnant accès à la composition de la fraction non-volatile de l'aérosol et enfin le troisième couplé au module (SP2) pour l'étude de la composition chimique de l'aérosol associé au black carbon.

- Tache 3 : des mesures in-situ en champs proches

Des mesures et prélèvements de gaz, particules et nanoparticules seront réalisées simultanément en proximité automobile (environ 15 m) et en fond urbain afin de faire le lien entre les mesures d'émissions réalisées sur les bancs et les concentrations effectivement mesurées en champs proche, d'évaluer les évolutions physico-chimiques dans les deux phases sur de courtes distances après émission. D'un point de vue identification de sources, ce travail devrait permettre de quantifier la contribution des émissions hors échappement aux concentrations mesurées, d'identifier la contribution des véhicules lourds et enfin, de déterminer la contribution des émissions véhiculaires aux concentrations atmosphériques mesurées en proximité automobile et en fond urbain.

Une campagne de mesure sera pour ce faire organisée sur le bord de la rocade Sud de Grenoble. Les résultats de caractérisation physico-chimique des phases gazeuse et particulaire seront couplés aux mesures du trafic et de polluants atmosphériques réalisés dans le cadre du programme MOCOPO (Programme soutenu par le Prédit, coordinatrice Christine Buisson, LICIT, IFSTTAR-ENTPE).

Deux sites seront instrumentés, l'un en bord de rocade (environ 15 mètres, site commun à MOCOPO) et l'autre en fond urbain (site des Fresnes de l'ASCOPARG).

Tableau 13 : Moyens de mesure mis en œuvre pour la réalisation des tâches 1 à 3

Paramètres mesurés	Instrument	Analyse	Tache 1	Tache 2	Tache 3
Nombre et concentration massique des particules					
Distribution en Taille (< micron)	SMPS		+	+	+
Concentration massique des PM ₁₀	TEOM-FDMS				+
Concentration massique PM _{2.5}	TEOM-FDMS				+
Chimie rapide (<1h)					
Spéciation chimique des PM ₁	AMS		+	3	
Spéciation chimique des gaz	PTR-ToF-MS		+	1	
Carbone suie	Aethalometre				+
Chimie "off-line" (1h-24h) particulaire					
Composés organiques (HAP, hopanes, stéranes, sucres...)	Filtres	GC/MS	+		+
Matière carbonée totale (EC/OC) particulaire	Filtres	Sunset (method thermo-optique)	+		+
Métaux (Al, Fe, Ca, Ba, Sc...)	Filtres		+		+
Anions, cations	Filtres	IC	+		+
Coefficient d'absorption (BC)	MAAP		+	+	+
Chimie "off-line" (1h-24h) gazeuse					
COV (alcanes, alcènes, aldéhydes, cétones)	Tubes	GC/MS			+
Polluants réglementés					
NO ₂ , NO, CO, CO ₂ , O ₃	Analyseurs		+	+	+

8.1.5 RÉSULTATS ATTENDUS

Outre une amélioration des connaissances des processus de formation et d'évolution des gaz et particules en sortie de pot d'échappement, ce travail aboutira à la mise au point d'un modèle représentant la formation des particules à l'échappement et utile à la simulation de la formation et de l'évolution des particules issues du trafic routier en proximité de route.

8.2 EMBRUVE (ETUDE NOUVELLE)

8.2.1 RÉSUMÉ

Description	Emissions particulières directes et indirectes du trafic routier – Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
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 identifié 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

8.2.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

L'étude EMBRUVE (Emissions lors du BRUlage des VEhicules, facteurs d'émission en particules fines, PCB, HAP, POP), financée par l'ADEME via l'appel à projet CORTEA (Connaissances, réduction à la source et traitement des émissions dans l'air), regroupe, pour une durée de 24 mois de 2011 à 2012, l'INERIS, et le CITEPA,

Dans un contexte d'augmentation du nombre d'incendies criminels de véhicules, et d'absence de données sur la caractérisation des émissions issues de leur brûlage, il a pour but d'en évaluer les facteurs d'émissions des polluants organiques persistants et de particules.

8.2.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

Cette étude a pour principal objectif de caractériser les émissions de polluants (flux, facteurs d'émissions) liés au brûlage à l'air libre de véhicules. Elle comprend quatre volets consistant à :

- Identifier les matériaux entrant dans la composition des véhicules afin de choisir ceux qui seront testés par la suite.
- Brûler individuellement chacun des matériaux identifié lors de l'étape précédente et de déterminer ainsi les facteurs d'émission liés à leur brûlage à l'air libre et d'identifier les matériaux les plus polluants.
- Brûler deux véhicules, l'un récent, l'autre plus ancien.

- Identifier la part des émissions polluantes attribuables à chaque matériau testé.

8.2.4 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les composés visés par ce travail sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : Moyens de mesure mis en œuvre

Paramètre recherché	Outil de prélèvement	Equipement de mesurage
COV	Canisters	GC/MS
NO_x, SO₂, CO₂, CO, COVNM	Analyseurs	
TSP	Filtre	Gravimétrie
PM10 et PM2.5	Impacteur	Gravimétrie
Métaux lourds	Filtre	ICP/MS
HAP	Filtre	HPLC-UV
PCDD/PCDF et PCB-DL	Filtre	LC-MS

8.2.5 RÉSULTATS ATTENDUS

Des essais de brûlage de véhicules et les mesures associées ont été réalisés de manière anticipée à l'été 2011. L'organisation du projet tel que présenté ci-dessus va être revu en fonction des résultats.

8.3 NANOFLUGAS (ETUDE NOUVELLE)

8.3.1 RÉSUMÉ

Description	Caractérisation et réduction des émissions particulaires issues de l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Caractérisation, réduction des émissions particulaires : l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés
Principe	1) caractériser les émissions de nanomatériaux dans les effluents issus de la combustion et de l'incinération de déchets constitués de nanomatériaux manufacturés. 2) Etat de l'art des procédés d'incinération et de traitement des effluents actuels. 3) Evaluer l'efficacité de ces procédés vis-à-vis des nanomatériaux. 4) Identifier les voies d'amélioration de ces procédés
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Caractérisation des PM10 et PM2.5 et PM1 en taille et en nombre / SMPS, ELPI, MEB
Partenaires	INERIS, ARMINES, TREDI
Contact	Dominique.fleury@ineris.fr

8.3.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Cette étude, financée par l'ADEME via l'appel à projet CORTEA (Connaissances, réduction à la source et traitement des émissions dans l'air), regroupe, pour une durée de 30 mois, l'INERIS, ARMINES, et TREDI, filiale du groupe Séché environnement,

Il s'inscrit dans un contexte d'essor considérable de l'emploi des nanoparticules apportant de nouvelles fonctionnalités et propriétés aux matériaux (2000 catégories de nanoparticules sont à ce jour commercialisées), alors qu'il n'existe pas de filière spécialisée pour la gestion des déchets contenant ce type de matériaux et que l'efficacité des procédés de traitement n'a pas été prouvée.

Ainsi, ce projet se propose de contribuer à l'évaluation de l'efficacité des procédés d'incinération pour le traitement des déchets contenant des nanomatériaux.

8.3.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

Afin d'identifier d'éventuels problèmes sanitaires posés par le traitement de déchets constitués de nanoparticules par les procédés de traitement d'incinération actuels et potentiellement inadaptés, ce projet a pour principaux objectifs :

- 1) La caractérisation des émissions de nanomatériaux dans les effluents issus de la combustion et de l'incinération de déchets constitués de nanomatériaux manufacturés.
- 2) La réalisation d'un état de l'art des procédés d'incinération et de traitement des effluents actuels.

- 3) L'évaluation de l'efficacité de ces procédés vis-à-vis des nanomatériaux.
- 4) L'identification de voies d'amélioration de ces procédés afin de minimiser les risques associés et de guider les déchets nanostructurés vers des filières adaptées et économiquement viables.

8.3.4 ORGANISATION :

Le projet s'articule autour de trois tâches tel que le présente l'organigramme sur la figure ci-dessous :

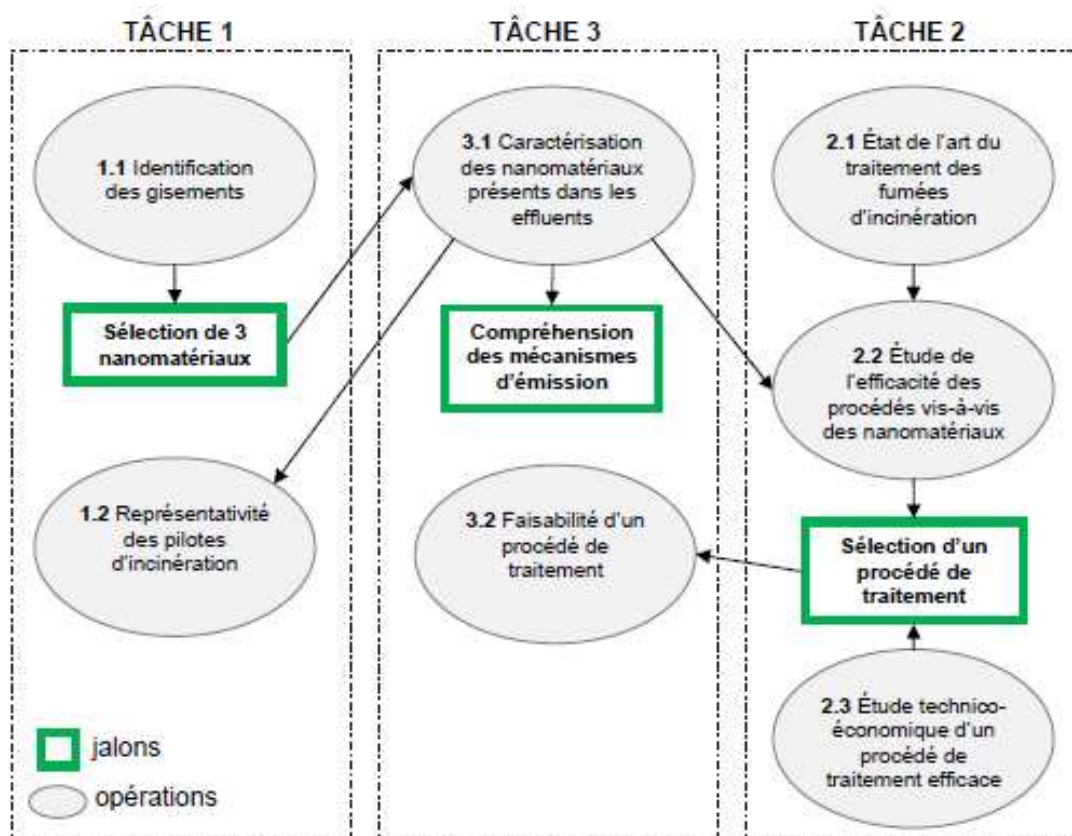


Figure 18 : Organigramme technique présentant l'organisation des différentes tâches du projet

Après avoir sélectionné trois nanomatériaux et identifié les pilotes d'incinération les plus représentatifs, en particulier grâce aux mesures de caractérisation des nanomatériaux, une étude sur les procédés de traitement des effluents sera menée. Cette étude comprendra dans un premier temps un bilan sur les techniques existantes puis une évaluation de l'efficacité de ces moyens de traitement nécessitant à nouveau la mise en œuvre de mesures de caractérisation des nanomatériaux. Ce travail se conclura par la sélection d'un procédé de traitement et l'évaluation de sa faisabilité.

8.3.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

L'opération 3-1, « caractérisation des nanomatériaux présents dans les effluents » va impliquer l'analyse des effluents issus de l'incinération de produits constitués de nano-objets à l'aide des moyens présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 15 : Techniques de mesure et de prélèvement pour la caractérisation des nanomatériaux dans les effluents

Paramètre recherché	Outil de prélèvement	Equipement de mesurage
Concentration massique PM ₁₀ ; PM _{2,5} ; PM ₁	Prototype confidentiel INERIS	Microbalance TEOM 50°C
Concentration en nombre	Diluteur FPS Dekati	Compteur de noyau de condensation (CPC butanol TSI ou Grimm)
Granulométrie en nombre 7 nm – 10 µm	Diluteur FPS Dekati	Granulomètre ELPI (7 nm – 10 µm), SMPS (10 nm – 500)
Morphologie, composition chimique, diamètre physique	ELPI ou préleveur sur grille poreuse	Microscope électronique à effet tunnel

8.3.6 RÉSULTATS ATTENDUS

Le projet a démarré en septembre 2011. Bien que non exhaustif, il devrait apporter les informations préliminaires essentielles à l'évaluation de l'efficacité des procédés actuels d'incinération et de traitement des effluents dans le cas de déchets contenant des nanomatériaux. Ainsi, les procédés les plus adaptés, les bonnes pratiques à suivre et les axes d'amélioration afin de réduire les émissions de nano-objets dans les effluents d'incinération pourront être identifiés.

Ce travail devrait permettre de mieux comprendre les mécanismes de génération des nanoparticules dans les fumées d'incinération, d'évaluer le risque associé à cette génération, les efficacités des lignes de traitement des fumées existantes vis-à-vis de nanomatériaux, de proposer des technologies plus efficaces.

8.4 PREQUALIF (ETUDE NOUVELLE)

8.4.1 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
Situation / veille	Etude nouvelle
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 15 sites
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
Partenaires	LSCE, AIRPARIF, INERIS, INRIA/CEREA, INSERM, CETE-IdF, AEROSOL D.O.O.
Contact	jean.sciare@lsce.ipsl.fr

8.4.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Le projet PREQUALIF (Programme pluridisciplinaire de REcherche sur la QUALité de l'air et ses Impacts en île de France) est financé par l'ADEME et le MEDDDTL dans le cadre de l'appel à projet PRIMEQUAL – ZAPA (Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air), instaurée par la loi Grenelle.

Cette dernière offre la possibilité aux agglomérations de plus de 100000 habitants d'expérimenter, pour trois ans, à partir 2013, la mise en place de zones de restriction de la circulation aux véhicules les plus polluants ou Zones d'Actions Prioritaires pour l'Air (ZAPA).

Ce projet, porté par le LSCE regroupant un grand nombre de partenaires (INERIS, INRIA/CEREA, CETE-IdF) et sous-traitant AIRPARIF et AEROSOL D.O.O, a pour objectif de mettre en place une stratégie afin d'évaluer l'impact des mesures prises en Ile de France (IdF) pour réduire les émissions polluantes liées au trafic.

8.4.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

Les deux objectifs principaux de ce travail sont de réaliser un « point de référence » avant que les expérimentations de ZAPA ne soient mises en œuvre en Ile de France, et de 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.

Leur atteinte se base sur une stratégie en trois volets :

- Des mesures de polluants atmosphériques dont la constitution d'un réseau de mesure du BC, afin de mieux quantifier l'impact sur la qualité de l'air des

mesures prises pour réduire les émissions liées au trafic dans les deux ZAPA d'île de France (Ville de Paris et Plaine Commune).

- De l'attribution de sources (source apportement)
- La modélisation et l'assimilation de ces données pour spatialiser et par conséquent mieux quantifier l'impact des expérimentations ZAPA sur le trafic, les émissions et la qualité de l'air en Ile de France.

8.4.4 ORGANISATION

Ce travail comporte deux volets, un volet mesure, et une modélisation, afin d'identifier l'influence du trafic sur deux polluants majeurs : les particules et le NO₂.

Volet expérimentation

En complément de plusieurs études dont l'étude « Particules en Ile de France » décrite au paragraphe 7.2 de ce rapport, les projets de recherche MEGAPOLI (paragraphe 9.1) ou FRANCIPOL (paragraphe 7.3), mais également sur la caractérisation chimique en temps réel des PM_{2,5} dans le cadre du projet chimie rapide décrit au paragraphe 7.10 sur l'IdF et une caractérisation chimique exhaustive des PM₁₀ sur un site de fond parisien afin d'identifier et de quantifier les sources des PM₁₀ et PM_{2,5} en Ile de France.

De plus, aux mesures de PM_{2,5}, PM₁₀ et NO₂ réalisées sur 15 sites d'AIRFARIF, des mesures de Black Carbon seront ajoutées.

Enfin, le dernier aspect de ce volet mesure comprend un point de référence sur la fraction particulaire PM₁₀ émise en « site trafic ».

Deux campagnes d'un mois chacune seront organisées afin de mieux caractériser les PM₁₀ émises par le trafic lui-même mais également la resuspension et la contribution de sources spécifiques tels les pneus ou les freins.

Volet modélisation

Cette partie du projet vise à cartographier finement les niveaux de polluants liés au trafic routier à l'échelle de la future ZAPA francilienne, en s'appuyant sur deux types d'outils :

- Les outils de modélisation haute résolution de la qualité de l'air, alimentés par des données de trafic et d'émissions issues du système HEAVEN en place à Airparif.
- Les mesures de polluants NO₂, PM et BC

Ce travail sera réalisé une année, avant l'application des mesures ZAPA, et une seconde année, après l'application des mesures.

Ce travail devrait ainsi permettre d'évaluer au mieux l'impact des mesures prises dans le cadre des ZAPA.

Afin d'alimenter les outils de modélisation déterministe en données d'émissions, ce travail de cartographie sera complété par une amélioration de la connaissance du trafic en lui-même : flux de véhicules dans et aux abords de la ZAPA, conditions de circulation, congestion, la composition détaillée du parc automobile selon les lieux (et en particulier intra et hors ZAPA), les facteurs d'émissions selon les polluants.

8.4.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les moyens mis en œuvre dans le cadre de ce projet sont résumés dans le tableau ci-dessous. Ne sont pas rappelés les techniques de mesure utilisées pour le projet « chimie rapide ».

Tableau 16 : Moyens de mesure mis en œuvre pour la réalisation des taches 1 à 3

Paramètres mesurés	Instrument	Analyse	Site urbain	Site trafic	15 sites AIRPARIF
Nombre et concentration massique des particules					
Concentration massique des PM ₁₀	TEOM-FDMS		+	+	+
Concentration massique PM _{2.5}	TEOM-FDMS				+
Chimie rapide (<1h)					
Carbone suie (BC)	Aethalometre				+
Chimie "off-line" (1h-24h) particulaire					
Composés organiques (HAP, hopanes, stéranes, sucres...)	Filtres	GC/MS	+	+	
Matière carbonée totale (EC/OC) particulaire	Filtres	Sunset (method thermo-optique)	+	+	
Métaux (Al, Fe, Ca, Ba, Sc...)	Filtres		+	+	
Anions, cations	Filtres	IC	+	+	
Coefficient d'absorption (BC)	MAAP				+
Polluants réglementés					
NO ₂	Analyseurs		+	+	+

8.4.6 ETAT D'AVANCEMENT

Ce projet devrait débuter en 2012.

8.5 APICE

8.5.1 RÉSUMÉ

Description	Influence des activités portuaires sur la qualité de l'air de 5 grands ports méditerranéens – Programme MED financé par l'Union Européenne
Etat d'avancement	2011-2012
Situation / veille	Etude présentée dans le rapport de veille 2010 1ers résultats présentés dans ce rapport
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
Partenaires	LCP, AtmoPACA, LGGE/CNRS
Lien utile	Ensemble des informations disponibles sur http://www.apice-project.eu/
Contact	nicolas.marchand@univ-provence.fr

8.5.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Visant à évaluer l'influence des activités portuaires sur la qualité de l'air de cinq grands ports méditerranéens (Marseille, Barcelone, Gènes, Venise et Thessalonique), cette étude s'intègre dans le programme transnational de coopération territoriale européenne, MED, financé par l'Union européenne dans le cadre de sa politique régionale, et s'inscrivant dans la continuité des programmes de coopération européens (anciennement appelés Interreg), au sein de l'objectif «Coopération territoriale européenne» de la période de programmation 2007-2013. Doté de plus de 250 M€, le programme MED couvre les régions côtières et méditerranéennes de neuf états membres de l'Union européenne. Dans ce contexte, le laboratoire LCPira de l'Université de Marseille travaillera en collaboration avec l'ARPAV - Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement de la Région de Veneto (Italie), l'université de Gènes, le Port autonome de Marseille Provence-Alpes-Côte d'Azur, l'université de Thessalonique en Grèce, l'université de Macédoine Occidentale, le Conseil Espagnol pour la Recherche – Institut de Evaluation de l'Environnement et Recherche Hydrique (IDAEA), l' EUCC - Centre Méditerrané (catalogne, Espagne).

8.5.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

Les ports représentant un potentiel significatif pour le développement économique des zones côtières, ils ont souvent un impact environnemental fort, parfois plus important qu'un parc industriel de taille moyenne. Des études préliminaires montrent en effet que les activités portuaires pourraient compter pour 20 à 30 % des PM d'origine anthropiques. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des pollutions portuaires sur la qualité de l'air.

ORGANISATION

Le projet APICE, réalisé dans cinq grandes cité-ports, s'organise en trois phases :

- Des campagnes de mesure, comparaison et modélisation pour quantifier l'impact des sources spécifiques des polluants sur la qualité de l'air dans chaque ville.
- L'identification de facteurs de risques et l'évaluation de vulnérabilité afin d'établir des scénarii d'intervention et des stratégies pour réduire les effets de pollution de l'air.
- L'intégration au cadre local de stratégies jointes pour améliorer les capacités de gouvernance dans les zones côtières du projet et promouvoir des interventions efficaces pour anticiper/faciliter la mise en œuvre des Directives Européennes.

8.5.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Une spéciation chimique des PM et une analyse des données par CMB et PMF est prévue sur deux sites (Marseille / Fos). Les mesures s'étaleront sur un an (2011-2012). Des prélèvements journaliers seront réalisés. Les filtres seront analysés par paquets de 7 (1 analyse par semaine) et un par un pour l'analyse de EC/OC.

Par ailleurs, une campagne d'intercomparaison métrologique mais également des différentes méthodes d'attribution des sources (CMB, PMF...) sur le site de Marseille sera a été organisée en début d'année 2011⁵. Elle a eu lieu de janvier à début mars. Enfin, des mesures des rejets des bateaux sont prévues courant de l'automne prochain.

Tableau 17 : Moyens de mesure mis en œuvre lors de la campagne de comparaison interlaboratoire.

Paramètres mesurés	Instrument	Analyse	CMB	PMF
Nombre et concentration massique des particules				
Distribution en Taille (< micron)	SMPS / continuous particle sizing monitor, Dual Wavelength Nephelometer			+
Concentration massique des PM ₁₀	TEOM-FDMS/GRIMM			
Concentration massique PM _{2.5}	TEOM-FDMS / continuous particle sizing monitor, Dual Wavelength Nephelometer/GRIMM			+
Chimie rapide (<1h)				
Carbone suie	Aethalometre / MAAP		+	+
SPAH (surface HAP)	Photoelectric Aerosol Sensor EcoChem (10-1000 nm)		+	
PM1	HR-TOFAMS			
COV (BTEX, isoprene....)	PTRMS			
Chimie "off-line particulaire"				

⁵ Informations disponibles sur le site <https://sites.google.com/a/univ-provence.fr/apice/home>

Composés organiques (HAP, hopanes, stéranes, sucres...)	Filtres	GC/MS	+	+	+
PM masse	Filtres	Gravimétrie	+		
Matière carbonée totale (EC/OC) particulaire	Filtres	Sunset (method thermo-optique)	+		
Métaux (Al, Fe, Ca, Ba, Sc...)	Filtres	ICP/MS	+	+	+
Anions, cations	Filtres	IC	+	+	+
Elements trace, métaux	RDI,	synchrotron-radiation induced X-ray fluorescence			
Isotopie du carbone	Filtres				

8.5.6 RÉSULTATS / VALORISATION

Un rapport intermédiaire est dors et déjà disponible sur le site internet du projet APICE⁶.

La composition moyennes des PM₁ telle que mesurée par AMS et aethalomètre ou MAAP est présentée ci-dessous :

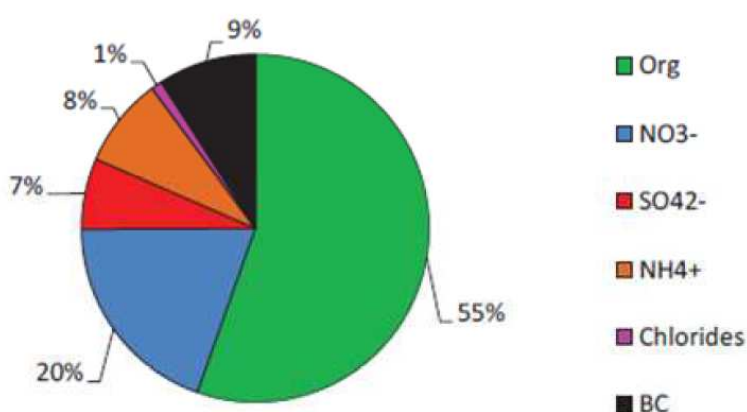


Figure 19 : Composition chimique moyenne des PM₁ (mesures AMS et aethalomètre ou MAAP pour BC) au cours de l'exercice de comparaison interlaboratoire (d'après le rapport intermédiaire, Detournay 2011)

La composition chimique des PM₁ est très majoritairement dominée par la matière organique contant pour 55 % de la masse totale et suggérant ainsi une part importante des sources de combustion ou secondaires.

⁶ <https://sites.google.com/a/univ-provence.fr/apice/home>

Ce rapport intermédiaire présente également les résultats des comparaisons interlaboratoire pour la mesure des concentrations massique en PM_{10} et $PM_{2.5}$ ainsi que de leur composition chimique (anions, cations et EC/OC).

Ainsi, en ce qui concerne la mesure de concentration en PM_{10} et $PM_{2.5}$, des méthodes gravimétrique sur filtre prélevés à l'aide de préleveurs haut et bas débit, des mesures optiques (GRIMM) et par TEOM-FDMS, sont comparées.

Tableau 18 : Mesures des concentrations en PM_{10} et $PM_{2.5}$ par chaque méthode mise en œuvre au cours de l'exercice de comparaison interlaboratoire (HVS : high volume sampler, OPC : optic method), d'après le rapport intermédiaire (Detournay et al. 2011)

Méthode/Laboratoire	$PM_{2.5}$ ($\mu\text{g m}^{-3}$)	PM_{10} ($\mu\text{g m}^{-3}$)
HVS Barcelone	32.5	40.3
OPC Barcelone	18.7	26.6
OPC Gênes	25	31.4
TEOM-FDMS	24.3	36.8

En ce qui concerne la comparaison des mesures de composés chimiques, EC/OC et anions et cations, les analyses de OC, potassium (K et K^+) et sulfates sont comparables entre les quatre laboratoires participants ainsi que le montrent les graphiques ci-dessous :

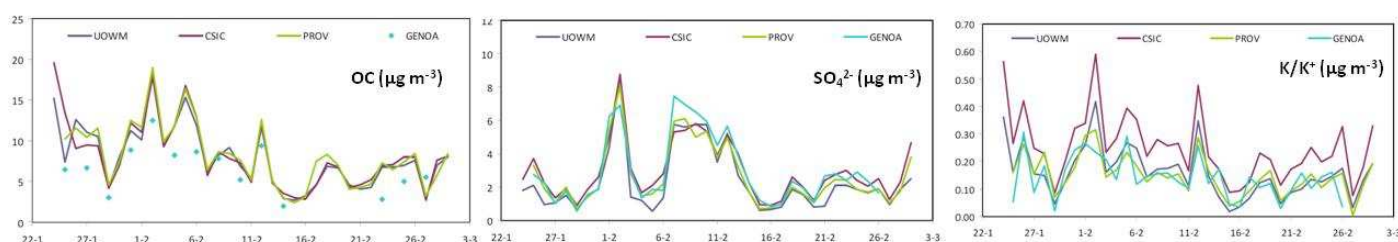


Figure 20 : Comparaison entre les mesures de OC, sulfates et potassium réalisées par l'UOWM, le CSIC, l'Université de Provence (LCPira) et l'Université de Gênes. D'après le rapport intermédiaire Detournay et al. 2011

En revanche, des composés comme le chlore ou le carbone élémentaire présentent des divergences entre les laboratoires et nécessitent des travaux supplémentaires.

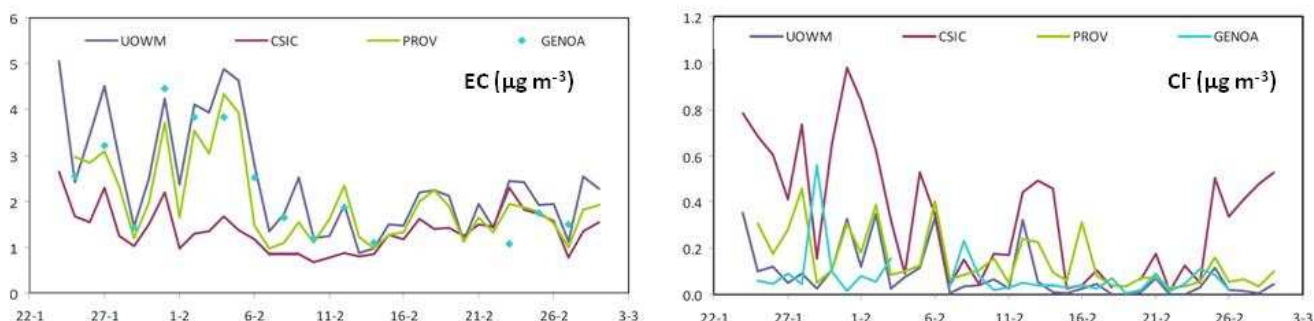


Figure 21 : Comparaison entre les mesures de EC, et ions chlorures, réalisées par l'UOWM, le CSIC, l'Université de Provence (LCPira) et l'Université de Gênes. D'après le rapport intermédiaire Detournay et al. 2011

Les résultats de comparaison des méthodes d'attribution de sources feront l'objet d'un rapport en février 2012.

Les principaux résultats attendus sont la mise à jour des inventaires régionaux et l'élaboration de cinq feuilles de route globales basées sur les évaluations environnementales afin de supporter d'importants investissements portuaires et urbains.

Les résultats de cette étude pourraient également favoriser des accords au niveau local et international entre les décideurs, les opérateurs portuaires et navals afin de mettre en place des technologies et politiques d'incitations de réduction d'émissions (pavillon bleu, permis d'émission négociables).

L'ensemble des données et informations concernant ce projet sont consultables sur le site <http://www.apice-project.eu/>

8.6 SAM

8.6.1 RÉSUMÉ

Description	SAM (Sources d'aérosols marins dans l'atmosphère méditerranéenne) Financement ANR blanc
Etat d'avancement	2012-2015
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Caractériser la composition chimique, les sources, les processus de formation ainsi que les paramètres les influençant, de l'aérosol marin.
Principe	Mesures en atmosphère réelle et en laboratoire:
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Particules : SMPS, VHTDMA, NAIS/PSM, AMS, Filtres, gaz : PTRMS, tubes...
Partenaires	IRCELYON, LAMP, LCP-ira, LMGEM
Contact	barbara.danna@ircelyon.univ-lyon1.fr

8.6.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Le projet SAM (Sources d'aérosols marins dans l'atmosphère méditerranéenne) est financé par le programme blanc de l'ANR pour une durée de 36 mois. Débutant en janvier 2012, il regroupe l'IRCELYon, coordinateur du projet, le LAMP, le LCP-ira et le LMGEM.

Les océans couvrant 70 % de la planète, l'aérosol marin joue un rôle non négligeable sur le bilan radiatif terrestre, sur les cycles bio et géochimiques, mais également localement en influant sur les écosystèmes et la qualité de l'air. Ces effets dépendent de la composition chimique des aérosols marins. C'est pourquoi ce projet se propose de mieux comprendre la production et de caractériser l'aérosol marin dans le bassin méditerranéen, lieu soumis à de fortes pollutions en COVs anthropiques venant de toute l'Europe, en ozone, et à une photochimie intense une grande partie de l'année.

8.6.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

Le but de ce travail est d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes :

- 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 ?

Pour répondre à ces questions, des essais de laboratoire et de terrain, s'intéressant aussi bien à la composition des aérosols que des eaux de surface, seront menés afin d'apporter des éléments d'information quantitatifs et qualitatifs sur :

- La caractérisation chimie et biologique des eaux de surface et identification d'évolution saisonnières ou spatiales (campagne de terrain)
- Le 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)
- Les émissions d'aérosols organiques primaires leur vieillissement et la formation de secondaires (campagne de terrain en mésocosmes)

8.6.4 ORGANISATION

L'étude comprend trois taches principales tel que l'illustre le schéma ci-dessous.

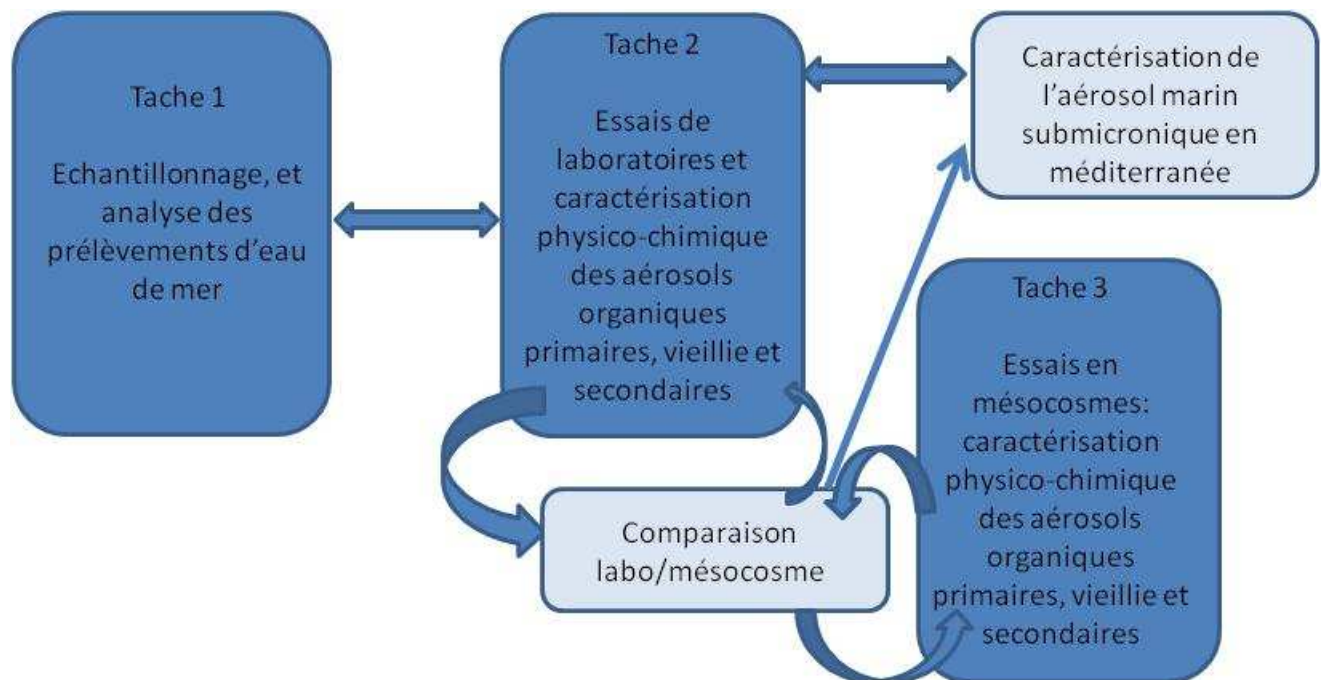


Figure 22 : Organisation du projet

8.6.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Les techniques d'analyse des échantillons atmosphériques sont rappelées ici.

Tableau 19 : Moyens de mesure mis en œuvre pour la réalisation des tâches 2 et 3.

Paramètres mesurés	Instrument	Analyse
Propriété physique des aérosols		
Distribution en Taille (< micron)	SMPS, ELPI	
Volatilité, hygroscopicité	VHTDMA	
Noyaux de condensation	CCN	
Clusters de nucléation	NAIS/PSM	
Chimie rapide des aerosols		
Spéciation chimique des PM ₁	HR-TOF-AMS / C-TOF-AMS	
Chimie "off-line" des aérosols		
Composition chimique	Filtres	APCI-MS/MS
Chimie rapide des gaz		
COV	PTR-ToF-MS	
Chimie "off-line" (1h-24h) des gaz		
COV	Tubes	GC/MS
Polluants réglementés		
O ₃	Analyseurs	

8.6.6 RÉSULTATS

L'étude devrait débuter en janvier 2012, aucun résultat n'est disponible pour le moment.

9. 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 » (paragraphe 7.10) ou APICE (paragraphe 8.5) 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.

9.1 MEGAPOLI

9.1.1 RESUME

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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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...
Contact	Matthias.Beekmann@lisa.univ-paris12.fr
Lien utile	http://megapoli.info/
Présentations	Beekmann 2009; Gros 2009, Sciare 2010, Sciare 2010, Poulain 2010, Jurányi 2010
Résultats	- 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.
 - Apport régional des espèces ioniques secondaires
 - Niveaux de PM2.5 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 ?).

9.2 CHARMEX

9.2.1 RESUME

Description	CHARMEX (Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment)
Etat d'avancement	2009- ? 1ère campagne prévue pour l'été 2012
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectifs	Réactivité chimique, formation d'AOS dans le bassin méditerranéen
Principe	Spéciation chimique /modélisation/méthode statistique modèle - récepteur
Espèces mesurées / moyen métrologiques	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/

9.3 $\delta^{13}\text{C}$ -HAP (ETUDE TERMINEE MAIS NOUVELLE DANS LES RAPPORTS DE VEILLE)

9.3.1 RESUME

Description	Etude de la composition isotopique des HAP Financement PRIMEQUAL 2
Etat d'avancement	2008-2011 - Finalisé
Situation / veille	Etude nouvellement traitée dans ce rapport
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)
Partenaires	LPTC, INERIS
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

9.3.2 DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE,

Ce projet, financé par PRIMEQUAL 2 « Pollution de proximité : entre traceurs et indicateurs » est porté par le Laboratoire de Physico- et Toxicochimie de l'environnement (ISM/LPTC - UMR 5255) de l'Université de Bordeaux, en partenariat avec l'INERIS. Focalisé sur une famille de composants de la matière particulaire, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), il s'est intéressé à l'emploi de la composition isotopique moléculaire ($\delta^{13}\text{C}$) comme traceur de source qualitatif et quantitatif de leurs sources dans l'atmosphère.

Formés en grande majorité par la combustion incomplète de la matière organique, 90 % des HAP qui y sont présents sont d'origine anthropique (transport, industrie, chauffage résidentiel...). Du fait de leur haut poids moléculaire, ils sont en équilibre entre les phases gazeuse et particulaire (Ho 2009), sont ainsi associés à des particules de petite taille pouvant pénétrer en profondeur dans l'appareil respiratoire et avoir des effets néfastes sur la santé du fait de leur pouvoir mutagène et/ou cancérigène (Lu 2008). Il est donc nécessaire d'identifier et de quantifier les sources de ces composés dans l'atmosphère afin de les réduire et de ce fait de limiter l'exposition des populations.

9.3.3 PRINCIPE ET OBJECTIFS

L'objectif de ce projet est d'identifier les sources des HAP en phase particulaire en évaluant la capacité de l'approche isotopique moléculaire et en particulier du rapport $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ à identifier et quantifier les sources des HAP.

L'approche basée sur l'utilisation de rapports de concentrations moléculaires caractéristiques de sources d'émissions souffre des limites liées aux conditions de formation des composés (température, conditions environnementales...) et aux processus d'oxydation par l'ozone ou les radicaux OH, de photodégradation ou de transport des HAP pouvant entraîner des variations de composition et par conséquent, des rapports de concentrations.

L'étude des rapports isotopiques peut apporter des informations complémentaires à l'étude de la composition moléculaire et aider à la quantification des sources des HAP.

En effet, chaque HAP est émis avec un rapport isotopique $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ qui lui est propre, dépendant de la source et de sa voie de formation (McRae 1999). Ainsi, à partir de la composition isotopique moléculaire et de l'abondance relative de diverses origines de HAP particulières prélevés sur des sites caractéristiques, il semble possible de déterminer la contribution de chacune d'elles.

Cependant, les HAP pouvant subir des dégradations physico-chimiques une fois émis dans l'atmosphère, il est nécessaire d'évaluer l'influence de ces processus sur la composition isotopique.

9.3.4 ORGANISATION

Afin de répondre aux problématiques posées ci-dessus, les travaux se sont organisés selon les trois phases suivantes :

- Développement de la méthode d'analyse isotopique moléculaire ;
- Etude de la variation de la composition isotopique moléculaire en fonction des phénomènes d'oxydation et de la photodégradation ;

Globalement, ces travaux ont montré que pour l'ensemble des HAP étudiés, l'ozonolyse, l'exposition aux radicaux OH et au NO_2 , ne modifieraient pas le rapport isotopique. En ce qui concerne la photo-oxydation, il est difficile de conclure à une influence sur le rapport isotopique compte tenu des incertitudes. Au vu de l'ensemble de ces résultats, il a été décidé d'appliquer la méthode à des échantillons réels.

- Application de la méthode d'analyse isotopique moléculaire à des sites typiques de sources ciblées : site trafic été (source véhiculaire), site rural hiver (chauffage bois), site périurbain hiver, site périurbain été.

9.3.5 PRÉLÈVEMENTS ET MESURES

Quatre campagnes de prélèvement représentatives de différentes situations saisonnières, hivernales et estivales, mais également de sources d'émission, trafic, chauffage au bois, ont été organisées sur les sites suivants :

Site urbain: Un site urbain, instrumenté l'été, a permis d'étudier l'influence des contributions véhiculaires ainsi que des processus d'oxydation tout en s'affranchissant de la source chauffage urbain. La campagne s'est déroulée à Marseille pendant deux semaines (30 juin-14 juillet 2008), simultanément et conjointement avec le programme FORMES.

Site périurbain: Un site périurbain, instrumenté en hiver, a permis d'étudier les contributions des sources véhiculaires et du chauffage urbain dont le chauffage au bois, identifiées individuellement lors des campagnes « trafic » et « rural »

respectivement. De même que pour le site précédent, la campagne s'est déroulée à Marseille, simultanément et conjointement avec le programme FORMES, du 15 au 29 janvier 2009.

Site trafic: Ce type de site instrumenté en période chaude (été) permet de s'affranchir de la contribution du chauffage urbain et d'obtenir la signature isotopique de la source véhiculaire. De plus, sur un site proche des sources, l'hypothèse selon laquelle les réactions atmosphériques d'oxydation sont négligeables en raison des temps de séjour trop court, peut être faite. Il a été installé au bord de la rocade de Bordeaux du 2 au 10 septembre 2009.

Site rural: Ce type de site instrumenté l'hiver permet d'obtenir la signature isotopique de la source « chauffage au bois ». Un site rural en milieu montagneux a été privilégié afin de minimiser au maximum la contribution de la source véhiculaire ainsi que celle des autres types de chauffage. Il a été installé à Méaudre en partenariat avec l'ASCOPARG du 8 au 19 février 2010.

Des prélèvements de PM_{2,5} de 12 heures (dans un souci de comparabilité avec les prélèvements réalisés dans le cadre de FORMES) ont été réalisés avec un appareil de prélèvement haut débit DA80.

La composition en carbone organique et carbone élémentaire, les anions et cations, les HAPS ainsi que leur composition isotopique ont été analysés sur l'ensemble des filtres prélevés.

9.3.6 RÉSULTATS

Ce travail, basé sur l'analyse de la composition moléculaire des HAP en phase particulaire et des rapports moléculaires caractéristiques, a mis en évidence la capacité de cette méthode à aider à l'identification des sources des HAPs dans les PM. En effet, l'utilisation des 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. Les ratios moléculaires de certains HAP comme le indéno(1,2,3-cd)pyrène et le benzo(ghi)pérylène (IP/(IP+B[ghi]P)) ou le Pyrene et le benzo[a]pyrène (PY/B[a]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 ¹³C/¹²C selon les sources pour le fluoranthène et le benzo(ghi)pérylène par exemple.

Ainsi, l'étude de la composition isotopique pourrait constituer un outil intéressant pour l'attribution des sources des HAPs. Cette méthode seule ne permet pas de différencier les sources du fait de leur multiplicité, cependant, son association à d'autres types de mesures et/ou de méthodes statistiques « modèle-récepteur » peut permettre d'approfondir les études de sources de PM.

9.3.7 CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce travail a été intégré à la thèse de Mlle Amélie Guillon (financement CNRS-Région Aquitaine) soutenue à la mi-décembre 2011.

La discrimination des sources de HAP via leur composition en isotopes stables du carbone sera utilement confrontée à la vision apportée par les analyses CMB et AMS / PMF pour les deux campagnes, estivales et hivernales du programme FORMES.

10. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Afin de visualiser l'évolution du paysage français concernant les études en cours sur les PM, une première figure représentant la répartition sur l'ensemble du territoire des sites de mesure intégrés dans les études répertoriées en 2009 (Rapport LCSQA, Chiappini 2009) avait été réalisée en 2009 et est rappelée ici.



Figure 23 : Etat des lieux de la répartition des sites d'étude de la pollution particulaire en France en octobre 2009.

Il était alors possible de remarquer qu'en France, au même moment, une trentaine de sites était instrumentée pour la caractérisation des particules et que simultanément étaient organisés des campagnes à l'échelle régionale et à l'échelle nationale.

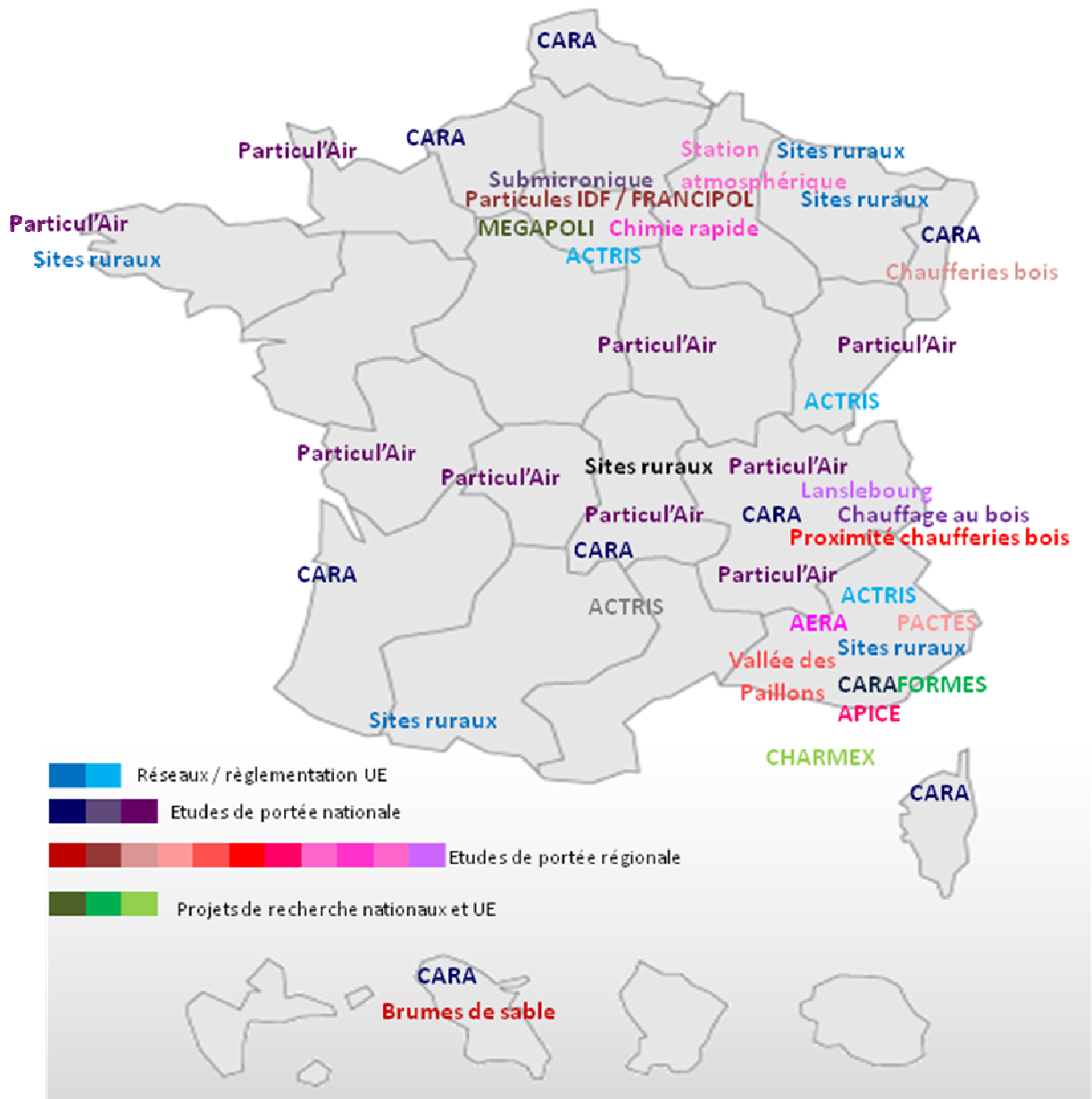


Figure 24 : Etat des lieux de la répartition des sites d'étude de la pollution particulaire en France en Décembre 2010

En 2010, le nombre de sites instrumentés pour l'étude des PM avait augmenté pour atteindre une cinquantaine (Figure 24).

Une grande majorité des projets régionaux étaient tournés vers l'attribution des sources locales et plus particulièrement le chauffage au bois, très peu s'intéressant spécifiquement aux apports transfrontaliers (projets AERA 7.8 et PACTES 8.5.2 en partenariat avec l'Italie) et aux sources naturelles.

La figure ci-dessous présente le paysage des études en fin d'années 2011.

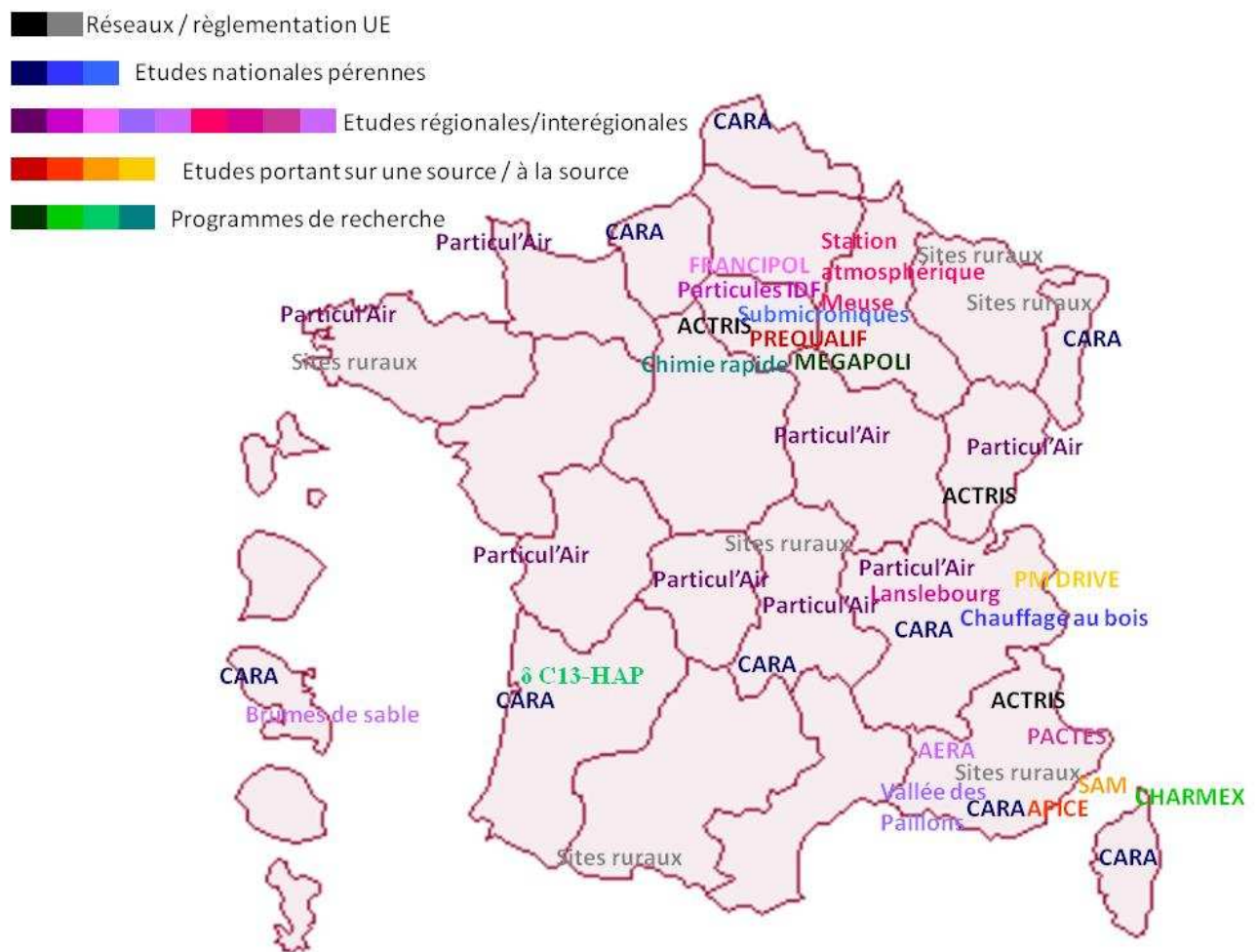


Figure 25 : Etat des lieux de la répartition des sites d'étude de la pollution particulaire en France en Décembre 2011

Les études visant à caractériser les sources de PM localement sont toujours nombreuses mais restent les mêmes que celles répertoriées en 2010.

L'on voit 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.

Ainsi, à PREQUALIF et PM-drive pour l'étude de la source « trafic » viennent s'ajouter EMBRUE qui s'intéresse spécifiquement à la combustion des véhicules, NanoFluGas aux nanoparticules émises par les procédés d'incinération et SAM aux aérosols marins.

En 2010, deux projets se destinaient à des applications épidémiologiques (« Brumes de sable » en Martinique paragraphe 7.5 et le site d'observation de la Meuse 8.6) et un à des études de toxicologie (PACTES en région PACA 7.8). En 2011, aucun nouveau projet ne vient renforcer les rangs des études épidémiologiques

De même qu'en 2009 et 2010, le nombre d'études régionales est bien plus important que le nombre d'études menées à l'échelle nationale même si la plupart d'entre elles peuvent apporter des informations extrapolables et généralisables à la problématique des PM sa globalité. Néanmoins, les programmes de recherche nationaux sont peu nombreux. Aucun programme de recherche nouveau n'a été initié en 2011 alors que les campagnes MEGAPOLI ont eu lieu, que le programme FORMES est arrivé à son terme en 2010 et que la campagne intensive CHARME, prévue depuis 2009, peine à s'organiser.

Cet état de fait semblerait mettre évidence une plus grande facilité à monter des projets localement qu'au niveau national en regroupant comme l'ont fait MEGAPOLI et FORMES, un grand nombre de partenaires et donc de compétences, et par conséquent la nécessité de favoriser la mise en place et le financement de ce type de projets par un encadrement national par exemple. Il semble également pertinent de souligner à propos de ce type de projet, la masse importante de données générée à traiter et exploiter par la suite. Notons dans ce contexte la constitution d'une base de données au niveau européen s'organisant sous l'impulsion du JRC (Projet AirMon Tech, AAMG Conference 2010, AAMG Conference 2011)

Néanmoins, qu'elles soient un outil des pouvoirs publics, aient pour objectif l'identification d'une pollution locale, la caractérisation d'une source spécifique ou la compréhension des phénomènes, toutes ces études participent à la connaissance de la pollution particulaire en France et sont ou seront à l'origine d'une masse importante de données.

A nouveau le besoin de cohérence nationale pour la mise en œuvre de tels projets est clairement identifié afin que les méthodes de mesures soient harmonisées pour une meilleure exploitation des données et que les différents projets soient coordonnés pour apporter les réponses adaptées à la problématique nationale posée par la pollution particulaire : réduction des sources, estimation de l'exposition, application de la Directive. De plus, il semble indispensable de veiller à ce que les résultats des études régionales et particulièrement celles portant sur l'impact de politiques de réduction d'émissions, soient valorisées au niveau national.

Dans ce contexte et dans la continuité du travail de veille réalisé depuis 2009, une revue et compilation de l'ensemble de ces données dans le cadre de la fiche CARA est prévue pour les années à venir par le LCSQA. La vision globale que peut offrir ce travail pourrait permettre de proposer des pistes d'orientation des projets en création, et d'exploitation des données des projets en cours...

11. BIBLIOGRAPHIE

- AAMG Conference (2010). "Current & Future Air Quality Monitoring Workshop and Conference with Posters and Exhibition" Tuesday 14th & Wednesday 15th December 2010
The Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London <http://rsc-aamg.org/Documents/Programmes/MAA2010.pdf>.
- AAMG Conference (2011). "Towards the 2013 Revision of the Ambient Air Quality Directive - Issues and solutions." Monday 12th & Thursday 14th December 2011
The Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London <http://rsc-aamg.org/Pages/Presentations/Sensors2011.htm>.
- AIRPARIF, L. (2011). "Etude de la contribution des sources de particules en Ile de France." Rapport disponible sur
<http://www.airparif.asso.fr/pdf/publications/rapport-particules-110914.pdf>.
- APS, A. (2011). "Etat des lieux de la qualité de l'air et impact du brulage du bois sur la commune de Lanslebourg Mont-Cenis."
- 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.
- Bousserez, N., J. L. Attié, et al. (2007). "Evaluation of the MOCAGE chemistry transport model during the ICARTT/ITOP experiment." J. Geophys. Res. 112(D10): D10S42.
- 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.
- 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.

- Detournay, A., J. Pey, et al. (2011). "Intercomparison campaign, (WP3.4), First Progress Report." Disponible sur <http://gsite.univ-provence.fr/gsite/document.php?pagendx=10859&project=lcp-ira>.
- 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."
- Donahue, N. M., S. A. Epstein, et al. "A two-dimensional volatility basis set: 1. organic-aerosol mixing thermodynamics." Atmospheric Chemistry and Physics **11**(7): 3303-3318.
- Favez, O., B. D'Anna, et al. (2011). "Source Apportionment of Carbonaceous Aerosols: Receptor Model Intercomparisons at Various Urban Sites." aamg conference London, UK.
- 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.
- Hitzenberger, R., A. Petzold, et al. (2006). "Intercomparison of Thermal and Optical Measurement Methods for Elemental Carbon and Black Carbon at an Urban Location." Environmental Science & Technology **40**(20): 6377-6383.
- Ho, K. F., Ho Hang Sai S., et al. (2009). "Emissions of gas- and particle- phase polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the Shing Mun Tunnel, Hong Kong." Atmospheric Environment **40**: 6343-6351.
- JRC-ERLAP (2010). "Results of the first EC/OC comparison exercise for National Air Quality Reference Laboratory - Draft Report (en cours de publication)."
- 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.
- 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.
- Lenschow, P., H. J. Abraham, et al. (2001). "Some ideas about the sources of PM10." Atmospheric Environment **35**: S23-S33.
- Lu, S., Z. Yao, et al. (2008). "The relationship between physicochemical characterization and the potential toxicity of fine particulates (PM 2.5) in Shanghai atmosphere." Atmospheric Environment **42**: 7205-7214.
- 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.
- McRae, C., C.-G. Sun, et al. (1999). "Delta 13C values of coal-derived PAHs from different processes and their application to source apportionment. Organic Geochemistry." **30**: 881-889.

- Noack, Y. (2011). "Particules Atmosphériques dans le Bassin Minier de Provence : Caractérisation, Toxicité et Evaluation Sociétale." Séminaire OHM BMP.
- 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.
- Putaud, J. P., R. Van Dingenen, et al. (2010). "A European aerosol phenomenology - 3: Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, urban, and kerbside sites across Europe." Atmospheric Environment **44**(10): 1308-1320.
- 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: Comparaison Modèle/Mesure."

Rapport LCSQA (2011). "Essai de comparaison interlaboratoires sur l'analyse du carbone élémentaire et organique " Rapport LCSQA **Disponible** sur <http://www.lcsqa.org/thematique/metrologie/caracterisation-chimique-des-particules>.

Rapport LCSQA and B. Bessagnet (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 and L. Chiappini (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>.

Schmid, H., L. Laskus, et al. (2001). "Results of the "carbon conference" international aerosol carbon round robin test stage I." Atmospheric Environment **35**(12): 2111-2121.

Sciare, J., R. Sarda-Esteve, et al. (2010). "Hourly-resolved mass closure of fine aerosols (PM_{2.5}) 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, .

ten Brink, H., W. Maenhaut, et al. (2004). "INTERCOMP2000: the comparability of methods in use in Europe for measuring the carbon content of aerosol." Atmospheric Environment **38**(38): 6507-6519.

12. LISTE DES ANNEXES

Référence	Désignation	Nombre de pages
Annexe I	Liste des études traitées dans ce rapport et résumé associé	28
Annexe III	Fiche CARA LCSQA 2011	5

Annexe 1 : Liste des études par ordre alphabétique et résumé associé

ACTRIS

AERA

APICE

CARA

CHARMEX

Chimie rapide

Distribution granulométrique des particules Submicroniques

EMBRUVE

EMEP

FRANCIPOL

Impact des particules brunes (poussières sahariennes) sur la santé respiratoire et cardiovasculaire en Martinique

Lanslebourg

MEGAPOLI

NANOFluGas

PACTES

Particul’Air

Particules en Ile de France

PM_Drive

PREQUALIF

SAM

Spéciation chimique des PM2.5 en site rural dans le cadre de la directive européenne

Station atmosphérique dans la Meuse (Pérenne)

Suivi des traceurs « Chauffage au bois »

Vallées des Paillons

δC13-HAP

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 keuros par l'Union Européenne (CFP7)
Etat d'avancement	2010 - 2014
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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	paolo.laj@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
Liens utiles	

AERA

Description	Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air
Etat d'avancement	2010-2013
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Fournir aux régions et organismes du territoire Alcotra des moyens pour améliorer et harmoniser leurs connaissances et les méthodologies relatives aux processus de planification et d'évaluation de la qualité de l'air• Déterminer des stratégies communes de représentation et d'action dans l'espace transfrontalier
Principe	Modélisation, évaluation de scenarii, identification de secteurs d'activité et de « hot «spots »...
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Pas de mesures prévues pour le moment, en attente de la phase modélisation
Partenaires	Régions Ligure, Piémont, du val d'Aoste, province de Cuneo, région Rhône-Alpes, Dreal PACA, ATMO PACA, CEREGE, le LBME; le DESMIDE et ATMO
Contact	paul.deferaudy@atmopaca.org s
Etude connexe	Vallées des Paillons (paragraphe 7.4)

APICE

Description	Influence des activités portuaires sur la qualité de l'air de 5 grands ports méditerranéens – Programme MED financé par l'Union Européenne
Etat d'avancement	2011-2012
Situation / veille	Etude présentée dans le rapport de veille 2010 1ers résultats présentés dans ce rapport
Objectifs	Evaluer l'impact des pollutions portuaires sur la qualité de l'air.
Principe	Spéciation chimique méthode CMB et PMF :
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	LCP, AtmoPACA, LGGE/CNRS
Lien utile	Ensemble des informations disponibles sur http://www.apice-project.eu/
Contact	nicolas.marchand@univ-provence.fr

CARA

Description	Programme LCSQA : documenter origine pics PM ₁₀ et PM _{2,5} et situation de fond urbain Améliorer modélisation
Etat d'avancement	Pérenne depuis 2008
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouveautés présentées dans la partie résultats
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 le modèle CHIMERE en comparant les mesures aux sorties de 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), LCP-ira, LCME, LGGE, LSCE
Résumé des travaux 2008 - 2010	<ul style="list-style-type: none">• Détermination du 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 en raison d'une sous-production par chimie gazeuse, des concentrations en matière organique en hiver (combustion de la biomasse), des espèces « autres »• Episode hivernal (janvier 2009) : Evaluer la 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 Eyjafjallajokull 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.• Résultats 2011 voir rapport
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA 2008; Rapport LCSQA 2009; Rapport LCSQA 2009; Colette et al. 2011
Contact	LCSQA olivier.favez@ineris.fr

CHARMEX

Description	CHARMEX (Chemistry-Aerosol MEditerranean Experiment)
Etat d'avancement	2009- ? 1ère campagne prévue pour l'été 2012
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectifs	Réactivité chimique, formation d'AOS dans le bassin méditerranéen
Principe	Spéciation chimique /modélisation/méthode statistique modèle - récepteur
Espèces mesurées / moyen métrologiques	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/

Chimie rapide

Description	Chimie rapide- Observatoire de chimie atmosphérique Ile de France
Etat d'avancement	Pérenne, initié en 2011-
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 1ers résultats AMS présentés dans ce rapport
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 métrologiques	Aérosols et précurseurs gazeux / PILS-IC, ECO-C Sunset field instrument, Aethalomètre, TEOM-FDMS, ACSM, SMPS, SP2,
Partenaires	LSCE, LMD (SIRTA), INERIS, AIRPARIF
Contact	jean.sciare@lsce.jpsl.fr / olivier.favez@ineris.fr

Distribution granulométrique des particules Submicroniques

Description	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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouveaux travaux engagés en 2011
Objectifs	<p>Compléter le suivi des PM10 et PM2,5 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.</p> <p>Etude de la variabilité des concentrations de ces particules fines et ultrafines dans le temps et dans l'espace</p>
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 INER
Contact	LCSQA : Olivier.favez@ineris.fr , Aurelien.ustache@ineris.fr , Olivier.lebihan@ineris.fr
Résultats 2003-2010	<p>Organisation de 5 campagnes hivernales (2003 à 2007), 3 trois estivales (2005, 2009 et 2010), 1 en zone industrielle</p> <p>Résultats différents selon les typologies de sites</p> <p>influence du chauffage urbain, du trafic, et des conditions météorologiques sur les niveaux de particules ultrafines (</p>
Rapports, présentations	Rapports : Rapport LCSQA 2004; Rapport LCSQA 2005; Rapport LCSQA 2006; Rapport LCSQA 2008, Présentations Le Bihan et al. 2004; Le Bihan et al. 2006; Malherbe et al. 2009
Travaux connexes	<p>Groupe de travail (GT 32) au CEN TC 264 => recommandations sur la mesure de la concentration en nombre et de la granulométrie des aérosols.</p> <p>Réseaux ACTRIS et EMEP =>réalisation de mesures de qualité de ces paramètres sur un nombre croissant de sites européens</p>

EMBRUVE

Description	Emissions particulaires directes et indirectes du trafic routier – Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
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 identifié 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 météorologiques	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

EMEP

Description	EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme ⁷) Crée en lien avec la convention sur la pollution transfrontière longue distance (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution LRTAP ⁸) signée en 1979.
Etat d'avancement	Pérenne depuis 1983
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
Objectif	Evaluer l'impact de la pollution transfrontière
Principe	Mesures / Modèle / Emissions
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Concentration PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, EC/OC
Partenaires	37 pays européens, 70 sites de mesure pour les PM, 2 en France
Contact	Nathalie.poisson@ademe.fr , Laurence.rouil@ineris.fr
Liens utiles	http://www.emep.int/
Principaux résultats	<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.• Campagne été 2012 et hiver 2013 en préparation

⁷ EMEP : <http://www.emep.int/>

⁸ LRTAP : <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>

FRANCIPOL

Description	Estimation de la contribution des émissions COV, NH3, HNO3, SO2 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 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 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 (SO2, HNO3, NH3) 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), NH3 (AIRRMONIA), HNO3 et SO2 (WAD-IC)
Partenaires	AIRPARIF, LSCE, LHVP, LEPI
Contact	valerie.gros@lsce.ipsl.fr
Projet connexe	Particules en Ile de France (paragraphe 7.2)

Impact des particules brunes (poussières sahariennes) 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 / En attente des résultats et du rapport final
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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
Contact	stephane.gandar@madininair.f
Résultats	Les niveaux de brume (0 à 3) de sable enregistrés de 2001 à 2006 ont été déterminés par rapport aux concentrations en PM10 (de 30 à 80 µg m ⁻³)

Lanslebourg

Description	Détermination des sources des PM en vallée Alpine, financement ADEME
Etat d'avancement	2010-2011, étude finalisée
Situation / veille	Etude évoquée en 2010. Présentation détaillée de l'étude et de ses résultats dans ce rapport
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Compréhension des épisodes de pollution liée à des de fortes concentrations en particules et en HAP,• Evaluation de l'impact du chauffage au bois sur la qualité e l'air.
Principe	Spéciation chimique / méthode CMB, Chimie détaillée des PM / Enquête chauffage chez les particuliers, mesures à la cheminée.
Espèces mesurées / moyen métrologiques	PM10, PM2.5, 13HAP, levo, EC/OC...
Partenaires	AIR APS, LCME, LGGE
Contact	gbrulfert@atmo-rhonealpes.org

MEGAPOLI

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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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...
Contact	Matthias.Beekmann@lisa.univ-paris12.fr
Lien utile	http://megapoli.info/
Présentations	Beekmann et al. 2009; Gros et al. 2009, Sciare et al. 2010, Sciare et al. 2010, Poulain et al. 2010, Jurányi et al. 2010
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 a 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.- Apport régional des espèces ioniques secondaires- Niveaux de PM2.5 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 ?).

NANOFluGas

Description	Caractérisation et réduction des émissions particulières issues de l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Caractérisation, réduction des émissions particulières : l'incinération des déchets contenant des nanomatériaux manufacturés
Principe	1) caractériser les émissions de nanomatériaux dans les effluents issus de la combustion et de l'incinération de déchets constitués de nanomatériaux manufacturés. 2) Etat de l'art des procédés d'incinération et de traitement des effluents actuels. 3) Evaluer l'efficacité de ces procédés vis-à-vis des nanomatériaux. 4) Identifier les voies d'amélioration de ces procédés
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Caractérisation des PM10 et PM2.5 et PM1 en taille et en nombre / SMPS, ELPI, MEB
Partenaires	INERIS, ARMINES, TREDI
Contact	Dominique.fleury@ineris.fr

PACTES

Description	PACTES, Particules atmosphériques dans le bassin minier de Provence : Caractérisation, Toxicité, Evaluation par la Société, financé par l'ANSES Projet air environnement région : harmoniser et améliorer les connaissances et les méthodologies des processus de planification de la qualité de l'air
Etat d'avancement	2010-2013
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – 1ers résultats présentés dans ce rapport
Objectifs	
Principe	Etude de la part minérale des PM
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
Partenaires	ATMO PACA, CEREGE
Contact	noack@cerege.fr

Particul'Air

Description	Caractérisation de la pollution particulaire en zone rurale/chauffage au bois / Coordination ADEME
Etat d'avancement	2009-2010 / Etude terminée, en attente du rapport final
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouvelles mises à jour dans ce rapport
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, Lévoglucosan, 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 LCMR.
Résultats	Voir rapport
Contact	agnes.hulin@atmo-poitou-charentes.org
Liens, rapports utiles	http://particulair.free.fr/

Particules en Ile de France

Description	Estimation de la contribution des sources de PM en Ile de France
Etat d'avancement	2009-2010 / Fiancée par DREALE Ile de France / Etude terminée
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – Nouvelles mises à jour dans ce rapport
Objectifs	Améliorer la connaissance des sources sur lesquelles il est possible d'agir
Principe	Méthode Lenschow (Lenschow et al. 2001), basée sur l'hypothèse d'additivité des sources / données météorologiques sur des sites de typologie différente
Espèces mesurées / moyen météorologiques	Anions, cation, EC/OC, OC soluble, métaux (ICP-MS) sur 6 sites
Partenaires	AIRPARIF LSCE
Résultats	Voir rapport
Contact	veronique.ghersi@airparif.asso.fr
Liens, rapports utiles	http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/rapport-particules-110914.pdf

PM_Drive

Description	Amélioration connaissance des émissions atmosphériques issues du brûlage des véhicules – Financement ADEME
Etat d'avancement	2011-2013
Situation / veille	Etude nouvelle
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
Partenaires	IFSTTAR, LGGE, LCME, LCP, CEREAS + coop. Int. : PSI, JRC
Contact	aurelie.charron@ifsttar.fr

PREQUALIF

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
Situation / veille	Etude nouvelle
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 PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ et BC sur 15 sites
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
Partenaires	LSCE, AIRPARIF, INERIS, INRIA/CEREA, INSERM, CETE-IdF, AEROSOL D.O.O.
Résultats	Voir rapport
Contact	jean.sciare@lsce.ipsl.fr

SAM

Description	SAM (Sources d'aérosols marins dans l'atmosphère méditerranéenne) Financement ANR blanc
Etat d'avancement	2012-2015
Situation / veille	Etude nouvelle
Objectifs	Caractériser la composition chimique, les sources, les processus de formation ainsi que les paramètres les influençant, de l'aérosol marin.
Principe	Mesures en atmosphère réelle et en laboratoire:
Espèces mesurées / moyen métrologiques	Particules : SMPS, VHTDMA, NAIS/PSM, AMS, Filtres, gaz : PTRMS, tubes...
Partenaires	IRCELYON, LAMP, LCP-ira, LMGEM
Contact	barbara.danna@ircelyon.univ-lyon1.fr

Spéciation chimique des PM2.5 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 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – nouveautés concernant les travaux métrologiques
Objectifs	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 par DA80, 24h, PM _{2.5}
Partenaires	Atmo Champagne Ardenne, LIG'AIR (Centre) et ATMO Auvergne, AIRLOR, ATMO Rhone-Alpes, ORAMIP, Air Breizh
Contact	LCSQA alexandre.albinet@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
Etude associée	CAMERA (Caractérisation chimique des PM2.5 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...)

Station atmosphérique dans la Meuse (Pérenne)

Description	Station atmosphérique ANDRA
Etat d'avancement	Pérenne,
Situation / veille	Etude traitée en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	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

Suivi des traceurs « 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 en 2010 (rapport disponible sur http://www.lcsqa.org/rapport/2010/ineris/caracterisation-chimique-particules-veille-etudes-sources) – pas de nouveauté en 2011
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 métrologiques	HAP et PM ₁₀ (mesure réglementaire), lévoglucosan, methoxyphenol, EC/OC + Espèces ioniques, HULIS (Grenoble) sur 4 sites, 1 prélèvement tous les 3 jours en hiver, tous les 6 en été, DA80, 24h
Partenaires	INERIS, LCME, LGGE, AASQA...
Résumé des travaux 2008 - 2010	<ul style="list-style-type: none">• 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• Corrélation entre les concentrations moyennes en HAP particulaires et les concentrations en lévoglucosan
Rapports	Rapports : Rapport LCSQA 2008; Rapport LCSQA 2009; Rapport LCSQA 2009; Colette et al. 2011
Contact	LCSQA alexandre.albinet@ineris.fr

Vallées des Paillons

Description	Origine industrielle des dépassements des valeurs limites (remontées air marin, écobuage, cimenterie, trafic routier)
Etat d'avancement	2009 – 2010 : étude terminée
Situation veille	/ Etude évoquée en 2010. Description détaillée et résultats donnés dans ce rapport.
Objectifs	Identifier les sources de dépassement de seuils en PM dans les vallées des Paillons, la vallée de Contes et la vallée de Peillon
Principe	Spéciation chimique des PM sur des sites de typologie différente : dans la vallée même, sous influence du trafic routier, à proximité des cimenteries, en milieu rural. Exploitation des résultats des analyses des traceurs et espèces chimiques par Chemical Mass Balance
Espèces mesurées moyen métrologiques	/ HAP, lévoglucosan, EC/OC, anions, cations, traceurs organiques, métaux / 4 sites (2 cimenteries, site rural, site trafic), 1 campagne été, 1 hiver
Partenaires	ATMO PACA, LGGE, LCP-IRA
Résultats	Voir rapport
Rapports	Rapport final disponible sur http://www.atmopaca.org/files/et/110419_Rapport_Particules_Vallees_Paillons.pdf
Contact	benjamin.rocher@atmopaca.org

δC13-HAP

Description	Etude de la composition isotopique des HAP Financement PRIMEQUAL 2
Etat d'avancement	2008-2011 - Finalisé
Situation / veille	Etude nouvellement traitée dans ce rapport
Objectifs	Etude de la composition isotopique moléculaire (DeltaC13) comme traceur de source qualitatif et quantitatif des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques particulières dans l'atmosphère
Principe	Spéciation chimique / isotopie moléculaire
Espèces mesurées / moyen métrologiques	HAP / 4 campagnes ~2 semaines (Sites trafic, urbain, rural, périurbain)
Partenaires	LPTC, INERIS
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

Annexe II

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 :

- □ **3 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 PM_{2,5} 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 PM_{2,5}.

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 PM_{2,5} déjà mis en place sur ces sites dans le cadre de la spéciation des PM_{2,5} 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 PM2.5 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			

