



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

PRIMEQUAL 2
PROGRAMME DE RECHERCHE INTERORGANISME
POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE L'AIR
A L'ECHELLE LOCALE



**SÉMINAIRE DE PROGRAMME
MI-PARCOURS**

10 et 11 JUIN 2004

REIMS CHAMPAGNE CONGRES
12, boulevard Général Leclerc - 51100 REIMS
Amphithéâtre CLOVIS

Avec le soutien de



SECRETARIAT DU PROGRAMME : PASCALÉ EBNER *MEDD / D4E / SRP* 20 avenue de Ségur - 75302 PARIS SP 07
Tél : 01.42.19.17.29 mél : pascale.ebner@environnement.gouv.fr

TAMARA MENARD *INERIS* 9 rue de Rocroy - 75010 PARIS
Tél : 01.55.07.95.00 mél : tamara.menard@ineris.fr

Table des matières

TABLE DES MATIERES.....	2
APPEL A PROPOSITIONS DE RECHERCHE.....	4
PROGRAMME	15
LE PROGRAMME PRIMEQUAL ET SON EVOLUTION : OBJECTIFS DU SEMINAIRE	17
<i>Alain WEILL</i>	
LES FICHES “ RESUMES ”	21
Exposition aux aldéhydes dans l'air : rôle dans l'asthme	22
<i>Frédéric De BLAY</i>	
Etude de l'influence des particules diesel sur l'activation des lymphocytes T chez l'asthmatique allergique.....	25
<i>Antoine MAGNAN</i>	
Mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans les effets des polluants atmosphériques sur les bronches sensibilisées par des allergènes ou exposées à une hypoxie chronique	26
<i>Roger MARTHAN</i>	
Effets des particules diesel sur le développement de la réaction inflammatoire allergique	28
<i>Benoît WALLAERT</i>	
Rôle des interactions particules diesel-fumée de cigarette dans la physiopathologie des remodelages bronchique et alvéolaire des Bronchopneumopathies Chroniques Obstructives (BPCO).....	29
<i>Michel AUBIER</i>	
Rôle des particules atmosphériques fines dans l'induction des pathologies cardiorespiratoires d'origine inflammatoire. Etude <i>in vitro</i> des interactions entre la muqueuse respiratoire et les cellules de l'endothélium pulmonaire.....	31
<i>Francelyne MARANO</i>	
POVA (Pollution des Vallées Alpines).....	32
<i>Jean-Luc JAFFREZO</i>	
BIOPOLLATM : biosphère et pollution atmosphérique en zone rurale et périurbaine ..	35
<i>Pierre CELLIER</i>	
Détermination des mécanismes d'oxydation des hydrocarbures aromatiques polycycliques adsorbés sur des aérosols de nature atmosphérique.....	38
<i>Eric VILLENAVE</i>	
Etude de la contribution de l'aérosol organique en tant que source d'acide nitreux (Acronyme: SHONO)	43
<i>Christian GEORGE</i>	
Etude en laboratoire de la dégradation photochimique de polluants organiques persistants et mesures de leurs constantes de Henry	47
<i>Stéphane LE CALVÉ</i>	
Mesures des particules dans une rue : comparaison des méthodes - Evaluation et bilan des particules émises par le trafic	48
<i>Alexis COPPALLE</i>	
Echantillonnage passif des éthers de glycol dans l'air intérieur	50
<i>Hervé PLAISANCE</i>	
Ozone et environnements intérieurs.....	52
<i>François MAUPETIT</i>	
Métaux à l'échappement des véhicules - quantité - origine	53
<i>Xavier MONTAGNE</i>	

Etude de faisabilité pour la mise au point d'un analyseur en continu du méthyl-mercure dans l'atmosphère.....	54
<i>Christophe FERRARI</i>	
Evaluation de la technique d'amalgamation pour la réalisation d'un capteur passif pour la mesure du Hg atmosphérique	55
<i>Gérard BLANC</i>	
Caractérisation physico-chimique des particules ultra-fines dans l'atmosphère urbaine	56
<i>Paolo LAJ</i>	
Analyse des pesticides, phénols et nitrophénols dans l'atmosphère. Etude de la répartition gaz/particule et de la variabilité des concentrations : cas des dépôts humides (pluies et brouillards).....	57
<i>Maurice MILLET</i>	
Spectromètre de masse Aéroporté MUlti-espèces par réactions ion-molécules (SAMU)	59
<i>Alexandre KUKUI</i>	
Nouvelle méthode de mesure en ligne et en continu de la granulométrie et de la concentration des aérosols Diesel à la sortie d'un moteur de bus	61
<i>Gérard GREHAN</i>	
Pollution atmosphérique multiphasique (PAM).....	63
<i>Bruno SPORTISSE</i>	
Optimisation des Emissions par Modélisation Inverse (OPTEMI).....	66
<i>Laurent MENUJ</i>	
Méthode automatique d'acquisition de données sur les communautés lichéniques épiphytes et d'interprétation biologique de la qualité de l'air à partir d'images numériques.....	68
<i>Chantal VAN HALUWYN</i>	
Elaboration d'un protocole de biosurveillance atmosphérique des pesticides utilisés par pulvérisation	71
<i>Philippe GIRAUDEAU</i>	
Relations entre les COV atmosphériques et les imprégnations humaines	73
<i>Jean Marie HAGUENOER</i>	
Modélisation des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux des bâtiments (calcaire et ciment)	75
<i>Roger LEFEVRE</i>	
Pollution automobile et acceptabilité sociale des mesures de régulation des déplacements urbains. Une approche d'évaluation interdisciplinaire	77
<i>Jean-Pierre ORFEUIL</i>	
L'utilisation des biocides en milieu domestique et la perception des risques liés à cette utilisation dans une population française	79
<i>Guy AUBURTIN</i>	
Impact des facteurs environnementaux extérieurs et des facteurs de susceptibilité individuelle dans la survenue d'affections cardio-respiratoires graves motivant une admission en réanimation	82
<i>Christian DELAFOSSE</i>	
Relations entre facteurs environnementaux, santé respiratoire et statut atopique : mise en place du suivi d'une cohorte de nouveau-nés	84
<i>Isabelle MOMAS</i>	
Distribution de l'exposition de la population urbaine à des polluants particuliers et gazeux génotoxiques et évaluation du risque de cancer -Projet GENOTOX'ER.....	85
<i>Denis ZMIROU NAVIER</i>	
LISTE DES PARTICIPANTS.....	88

PRIMEQUAL 2

PROGRAMME DE RECHERCHE INTERORGANISME POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE LOCALE

Appel à propositions de recherche

CONTEXTE DE L'APPEL A PROPOSITIONS DE RECHERCHE

Après cinq années de soutien aux recherches sur la pollution atmosphérique - de la connaissance des émissions à celles des impacts sur la santé - les instances du programme PRIMEQUAL-PREDIT ont souhaité que les années 2000 et 2001 soient consacrées au bilan des connaissances acquises et à leur valorisation auprès de l'ensemble des acteurs concernés (ministères, collectivités, citoyens...).

A l'issue de cette période, il est apparu nécessaire de poursuivre cette action de soutien à la recherche et de mettre en place une deuxième phase de ce programme, appelée PRIMEQUAL 2, dont l'objectif est de fournir les bases scientifiques nécessaires à l'évaluation des risques sanitaires et environnementaux de la pollution atmosphérique afin d'aider à la mise en place des dispositifs de gestion adaptés. Ce programme a vocation à être partie prenante du troisième Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres (PREDIT 3).

ENJEUX ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

La dégradation de la qualité de l'air en zone urbaine ou hors agglomération est à la fois due aux sources locales fixes (activités, dispositifs de chauffage) ou mobiles (circulation automobile) mais aussi à la pollution transportée à longue distance. Pour mieux asseoir les politiques d'amélioration de la qualité de l'air dans ces différentes zones, le renforcement des connaissances scientifiques doit tenir compte des évolutions du contexte réglementaire, économique et social qui se traduit notamment par l'évolution de la structure des émissions, l'évolution des

émissions des installations classées, l'évolution des carburants et des motorisations, l'évolution des parcs automobiles et routiers, l'évolution des pratiques agricoles, la modification des sources énergétiques, l'évolution du coût de l'énergie, la diversification des types d'énergie, l'apparition ou la disparition de substances nocives, la découverte de nouveaux impacts sur la santé, le bien-être ou l'environnement, l'évolution de la «représentation» de la pollution par la population, l'apparition de nouvelles questions.

Ainsi, les enjeux scientifiques du programme PRIMEQUAL 2 se posent à deux niveaux pour orienter les décisions politiques :

- **régional et national concernant la santé publique, les ressources, le transport, l'énergie, l'aménagement du territoire et les pratiques agricoles ;**
- **international pour assurer le développement d'une expertise française dans les négociations entre pays.**

La mise en œuvre de la loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie nécessite, d'une part, de continuer à développer des outils pour la mesure de la qualité de l'air, sa cartographie et sa prévision et, d'autre part, d'évaluer les effets sur la santé ou le bien-être et sur les écosystèmes.

Dans une démarche internationale coordonnée, la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière, dite convention de Genève signée en 1979 et ses protocoles en constante évolution, définit, à partir du coût de réduction des émissions de polluants et des objectifs environnementaux en matière d'acidification, d'eutrophisation, de pollution photochimique et d'impact sur la santé, les niveaux d'émissions nationaux que les états signataires s'engagent à respecter. Dans ces enceintes, les états peuvent présenter des recherches effectuées sur ces différentes thématiques, proposer de nouvelles orientations étayées sur des bases scientifiques pertinentes. Ceci implique nécessairement que le programme favorise la mise en œuvre des coopérations entre les laboratoires français et étrangers.

L'union européenne utilise également ces travaux pour l'élaboration des stratégies européennes de réduction des émissions de polluants dans l'air (AUTO-OIL, CAFE). Pour répondre à ces enjeux, les principales

extensions des recherches à soutenir dans cette nouvelle phase du programme sont (i) la prise en compte des échelles régionales et continentales (niveau européen notamment), (ii) celle de la pollution à l'intérieur des locaux à l'exclusion des ambiances professionnelles à caractère spécifique (industrielles...) et (iii) le renforcement des connaissances sur les impacts sur les écosystèmes agricoles et forestiers et sur les matériaux du patrimoine bâti (notamment patrimoine culturel et historique).

PRIMEQUAL 2 a pour objectif de soutenir des recherches finalisées. Les recherches menées plus amont sont effectuées dans le cadre du PNCA (Programme National de Chimie Atmosphérique), du PATOM (Programme Atmosphère et Océan à Moyenne échelle) et du PNEDC (Programme National d'Etude du Climat), programmes pilotés par le CNRS/INSU. Elles ne seront donc pas considérées ici. En revanche, des contacts étroits seront noués avec ces programmes afin d'assurer une bonne complémentarité, voire l'émergence de projets communs.

Les liens avec les autres groupes du PREDIT seront recherchés sur les thématiques transversales (monétarisation des coûts, modèles de trafic,...).

PRESENTATION DE L'APPEL A PROPOSITIONS DE RECHERCHE

Le présent programme est articulé autour de trois axes. Le premier concerne **l'exposition aux polluants atmosphériques et ses déterminants**, le deuxième vise à mieux connaître **les effets de la pollution sur la santé, les écosystèmes, le bâti** et plus largement sur les individus, la société humaine et son environnement et le troisième a pour objectif de contribuer à **la mise en place et à l'évaluation des politiques publiques**.

Les projets de recherche attendus sur l'ensemble de ces axes sont de deux sortes :

- des projets thématiques renforçant les connaissances sur un point précis ;
- des projets transversaux nécessitant une approche coordonnée inter et/ou pluridisciplinaires permettant d'aborder les aspects systémiques de la pollution atmosphérique.

AXE 1 : Les déterminants des expositions : mesure, calcul et modélisation des émissions, concentrations et expositions

Les connaissances concernant les niveaux de contamination rencontrés dans l'environnement doivent être précisées. Mieux caractériser la nature des polluants et le niveau d'exposition des populations, des écosystèmes et des matériaux est une nécessité pour qualifier les dangers et quantifier les risques. Ainsi, les projets s'attacheront, si possible, à montrer leurs coordination et implication dans les problématiques développées dans les deux autres axes de l'appel à proposition.

Pour cet axe, l'ozone, les composés organiques volatiles et les particules fines sont les polluants prioritaires. Un intérêt particulier sera porté à la composition des particules (métaux notamment) ainsi qu'aux précurseurs de ces polluants (particules primaires, oxydes d'azote...). Les projets pourront également s'attacher à caractériser d'autres polluants comme les pesticides et les

contaminants biologiques."

1.1. Caractérisation de la pollution ou de l'exposition à une échelle microlocale ou régionale

L'objectif est de disposer d'une meilleure caractérisation spatiale et temporelle de la contamination atmosphérique **depuis l'échelle micro-locale jusqu'à l'échelle continentale** afin d'apprécier les concentrations de polluants qui entrent en contact avec les matériaux, les écosystèmes et les populations. Ainsi, des projets scientifiques sont plus particulièrement attendus sur les points suivants :

Emissions et métrologie des polluants

- Amélioration de la connaissance des émissions industrielles, et des transports terrestres (notamment particules à l'échappement, mise en suspension de particules, évaporation de COV) et aériens. Amélioration de la connaissance des émissions des écosystèmes naturels, agricoles ou forestiers, plus particulièrement pour des composés tels que l'ammoniac, les pesticides, les COV biogéniques ainsi que les NOx en zone rurale.
- Développement et mise au point de méthodes de saisie de données :
 - * Méthodes innovantes de prélèvement et d'analyse des polluants atmosphériques ;
 - * Amélioration des performances d'appareils tels que les LIDAR, DOAS ou ceux fondés sur des diodes laser.... ;
 - * Développement de méthodes d'utilisation de capteurs satellitaires actuels permettant de détecter des constituants atmosphériques signatures de la pollution (aérosols urbains, ozone troposphérique, oxyde de carbone, oxyde d'azote...) ;
 - * Développement de techniques de mesures (actives ou passives) fiables et acceptables des polluants de l'air dans les microenvironnements, notamment intérieurs (sensibilité élevée, faible niveau sonore, faible encombrement). La priorité sera donnée aux polluants dont l'effet sur la santé est avéré. Cela intègre l'intercomparaison d'équipements de prélèvement disponibles.
- Meilleure caractérisation physico-chimique des particules fines en suspension, afin notamment de permettre une identification de leur origine.
- Modélisation inverse des émissions de polluants dans l'air à partir des concentrations mesurées dans l'air ambiant et de la météorologie (mesures en continu, tubes à diffusion,...).

La réactivité physico-chimique et le transport des polluants

- Etude de la réactivité atmosphérique (phase gazeuse et multiphasique) des polluants prioritaires, visant à déterminer leur persistance et à identifier leurs principaux produits de dégradation dans des conditions simulant le milieu atmosphérique, intérieur ou extérieur.
- Développement de modèles physico-chimiques mettant en jeu les phases gazeuse, liquide et solide de l'aérosol atmosphérique et leurs nombreuses interactions (formation d'aérosols secondaires à partir d'espèces gazeuses, impact des aérosols sur les cycles chimiques et les taux de photolyse...).
- Examen des conséquences des incertitudes liées aux modèles utilisés (statistique, déterministe,...) et/ou aux données d'entrées (émissions, données météorologiques,...) sur les simulations.
- Analyse des processus ou évaluation de modèles de physico-chimie et de transport ou de certains de leurs modules à partir de mesures ou de campagnes de mesures. La priorité sera néanmoins donnée à l'exploitation des campagnes déjà effectuées. L'exploitation de la campagne ESCOMPTE fera l'objet d'un projet fédérateur élaboré ultérieurement.
- Intégration d'échelles, depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle continentale : la qualité de l'air et la nature et la quantité des dépôts secs étant influencées à la fois par les émissions locales et par le transport à longue distance. L'échelle urbaine nécessite un traitement spécifique tenant compte du bâti.
- Développement des techniques de traitement des données, d'assimilation de données ou de systèmes d'information géographiques permettant d'établir des cartographies de la pollution de l'air plus représentatives que les simples interpolations et extrapolations et préciser ainsi les sources géographiques des pollutions, par exemple celles d'origine agricole.
- Impacts du trafic aérien sur la qualité de l'air locale et régionale en lien avec les caractéristiques des inventaires d'émissions qu'il serait nécessaire de mettre en œuvre.

Indicateurs et indices d'exposition ou de pollution

- Utilisation optimisée des données issues des réseaux de surveillance de la qualité de l'air à des fins d'évaluation de l'exposition des personnes, des matériaux et des écosystèmes, notamment dans les

microenvironnements extérieurs tels que des rues canyons... ; l'étude des relations entre les données issues de la surveillance de la qualité de l'air et les expositions mesurées sur différentes échelles de populations et de temps (court ou long terme).

- Analyse des données issues des réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour construction d'indicateurs d'exposition prenant en compte l'hétérogénéité du territoire (sources d'émission, configurations urbaines, bâti...).
- Exploration d'indicateurs alternatifs aux méthodes actuelles de mesure temporelles en proposant d'autres pas de temps pertinents notamment pour appréhender les effets survenant à long terme.
- Mise au point et utilisation des végétaux et bio-indicateurs sentinelles (mousses, lichens, capteurs à cellules humaines...), permettant de mieux évaluer la qualité de l'air et d'appréhender les effets survenant à long terme sur l'environnement, notamment pour les retombées de polluants (composés acides, poussières, métaux, POP, pesticides,...).
- Recherche de paramètres accessibles, voire quantifiables, pour caractériser la gêne ou la perte de bien-être de la population tels que la perte de visibilité, la perte de luminosité, les odeurs (jury de nez,..), les retombées de poussières et les salissures.

1.2. Caractérisation des microenvironnements

Pour disposer de relations doses-effets encore plus fiables, un préalable est d'acquérir une meilleure connaissance de l'exposition individuelle. A cette fin, il est nécessaire, d'une part, de prendre en compte les bilans espace/temps/activité et d'autre part de caractériser les niveaux de pollution rencontrés dans les différents micro-environnements extérieurs (rues canyon,...), intermédiaires (halls de gare, transports,..) et intérieurs (logement, travail,..). Cet axe permet également d'approcher plus finement les concentrations de polluants entrant en contact avec les matériaux du bâti. Ainsi, des projets scientifiques sont plus particulièrement attendus sur les points suivants :

- Identification et quantification des sources d'émission liées aux occupants et à leurs activités ainsi qu'au bâtiment et à leur aménagement.
- Etablissement des relations entre pollution extérieure et pollution intérieure pour différents types de lieux de vie (domiciles privés et lieux publics fermés, musées, églises, bibliothèques, archives...) et

habitacles (véhicules individuels, camions, transports collectifs...). Le rôle des habitudes de ventilation, des systèmes de ventilation et de climatisation dans ces relations pourra être exploré.

- Compréhension des mouvements d'air à l'échelle micro-locale en relation avec la prise en compte notamment des hétérogénéités spatiales intérieures, de la réactivité des polluants, des phénomènes de sorption afin de contribuer à la simulation de l'exposition humaine dans différents environnements.

1.3 Caractérisation de l'exposition individuelle

L'objectif est d'accroître les connaissances sur les niveaux d'exposition individuelle afin d'envisager des études épidémiologiques ou d'évaluation du risque plus précises. Ainsi, des projets scientifiques sont plus particulièrement attendus sur les points suivants :

- Amélioration des dispositifs portatifs individuels. Des méthodes d'inter-comparaison entre capteurs fixes et mobiles doivent être mises au point sur des bases solides.
- Mesure simultanée de l'exposition à plusieurs polluants afin de pouvoir ensuite mieux appréhender les interactions en termes de conséquence sanitaire.
- Exposition individuelle de segments identifiés de la population tels que les enfants, les asthmatiques, les insuffisants cardiovasculaires, les femmes enceintes,...
- Recherche de marqueurs biologiques traduisant une exposition aux polluants atmosphériques.
- Développement de méthodes de reconstruction des expositions passées : les effets survenant après des temps de latence prolongés nécessitent d'avoir accès à cette information.
- Développement d'outils et de méthodes pour mieux apprécier l'exposition cutanée aux polluants atmosphériques

AXE 2 : Les effets de la pollution atmosphérique et ses dommages sur la santé, les écosystèmes et le bâti

L'évaluation des impacts de la pollution atmosphérique doit naturellement s'intéresser à plusieurs dimensions, selon la nature des cibles et les échelles de temps et d'espace considérées. Sans prétendre englober artificiellement en un seul projet l'ensemble de ces facettes, des propositions visant à éclairer les relations entre les écosystèmes, les hommes et les environnements bâtis sont attendues.

2.1. Impact sur la santé humaine

Les projets relatifs à la santé s'intéresseront particulièrement aux effets d'expositions prolongées, même modestes, à des polluants spécifiques ou à des indicateurs de mélanges complexes partageant des sources communes. Si les approches épidémiologiques sont tout à fait pertinentes pour étudier les conséquences d'expositions chroniques, elles ne suffisent pas et doivent être confrontées à des approches cliniques et expérimentales in vitro ou in vivo, plus à même d'identifier les mécanismes causals. Dans ce contexte d'expositions prolongées ou répétées, une approche intégrée de l'exposition à la pollution atmosphérique est nécessaire afin de mieux caractériser les risques. Pour mettre en œuvre cette approche, les milieux intérieurs (travail, logement,...), extérieurs (espaces complètement ouverts) et intermédiaires (moyens de transport, halls de gare,...) seront également examinés.

D'une manière générale, les recherches à promouvoir sont destinées à produire des connaissances utiles à l'évaluation des risques liés à la pollution atmosphérique. Deux grands axes sont à cet égard particulièrement pertinents : la construction de fonctions dose-réponse pour certains polluants ou indicateurs de pollution, et l'identification de populations «sensibles», que ce soit du fait de facteurs personnels (âge, état de santé ou immunitaire,...) ou du fait d'interactions avec d'autres facteurs d'exposition concomitants.

Ainsi, plusieurs questions scientifiques sont à élucider en priorité :

- Analyse des effets sanitaires et biologiques des particules fines et ultrafines, si possible en fonction de leur composition (HAP, métaux toxiques,...). Une attention particulière sera portée aux effluents des moteurs de nouvelle technologie et aux émissions industrielles sans négliger les autres sources.
- Travaux concernant le rôle de la pollution

atmosphérique sur le développement de maladies allergiques de l'arbre respiratoire, et sur les relations entre pollution atmosphérique chimique et bio-allergènes induisant des états allergiques rémanents ; travaux sur les effets des polluants sur d'autres appareils, en particulier, l'appareil cardiovasculaire et l'appareil reproducteur.

- Effets in vivo et/ou in vitro des polluants et des mélanges de polluants en fonction de pathologies associées, comme les broncho-pneumopathies chroniques obstructives, les infections... L'utilisation de modèles animaux pertinents pourrait se révéler très utile pour réaliser ces études.

- Etudes des effets biologiques et des risques à court ou à long terme (notamment cancers) liés à la présence de polluants (contaminants chimiques, allergènes, contaminants biologiques,...) et des risques liés à l'exposition simultanée à plusieurs polluants à l'intérieur ou à l'extérieur (polysensibilité aux substances chimiques,...) ; les effets des composés organiques volatils méconnus et des biocides seront particulièrement étudiés.

- Mieux appréhender les relations doses-effets, conforter et faciliter la généralisation de résultats déjà acquis ; à cette fin, des approches méthodologiques originales en matière d'évaluation des risques pour la santé ou pour la ré-analyse par de nouvelles méthodes statistiques des résultats des grandes enquêtes épidémiologiques, sont bienvenues.

2.2. Impact sur les écosystèmes

L'impact de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes dépend des quantités de polluants absorbées par les plantes et de la réaction des différences espèces. Les recherches proposées pourront donc concerner à la fois les mécanismes d'absorption, les effets sur le métabolisme des plantes et le fonctionnement des écosystèmes à différentes échelles.

- Mécanismes et voies d'absorption des polluants par les plantes ; quels en sont les déterminants et les facteurs limitants (physiques, chimiques ou biologiques) ?

- Modalités d'impact des principaux polluants (O₃, NO₂, NH₃, particules) sur les plantes, de l'échelle cellulaire à celle de la plante entière. Impact des polluants atmosphériques sur le fonctionnement des plantes à court (heure) et moyen terme (année) : photosynthèse, respiration, fonctionnement stomatique, consommation en eau, rendement, ...

- Impact de la pollution atmosphérique sur le fonctionnement des écosystèmes naturels, forestiers et urbains à long terme (modification du milieu, évolution de la composition floristique, ...) ; détermination de charges critiques.
- Interactions possibles entre l'impact de la pollution atmosphérique et d'autres pressions environnementales.
- Recherche des effets synergiques ou antagonistes des mélanges de polluants.

2.3 Impact sur les matériaux du patrimoine bâti

L'implication de la communauté scientifique française dans ce domaine de recherche devrait être notablement augmentée et structurée, à la mesure des enjeux économiques (entretien, conservation, restauration des bâtiments, tourisme de masse) et de la qualité du cadre de vie des citoyens.

Les travaux attendus pour évaluer l'impact de la pollution atmosphérique sur les matériaux du patrimoine bâti, y compris le patrimoine culturel et historique, sont :

- identification et étude des mécanismes d'action des polluants gazeux et particulaires, secs et humides (pluies), qui sont actifs sur les matériaux (pierre, ciments, bétons, enduits, verre et vitraux, peintures et fresques, métaux, polymères...);
- établissement des fonctions dose-réponse et des seuils et charges critiques ou acceptables, par des expériences de simulation en site réel et/ou en chambre climatique ;
- développement de cartographies des risques à différentes échelles pertinentes (continentale, nationale, régionale, urbaine).

2.4 Impact économique

Lors de l'élaboration des politiques de réduction des émissions, la prise en compte des critères de coûts impliqués par une action et des bénéfices que l'on peut en retirer est importante pour évaluer l'impact d'une décision. Cette information est d'autant plus souhaitée que le coût marginal assumé pour éviter une unité de polluant peut être élevé. Cependant, les incertitudes concernant l'estimation des dommages liés à la pollution restent importantes. La quantification des bénéfices susceptibles d'être obtenus repose sur l'appréciation que peuvent en porter les bénéficiaires. Un effort de recherche pour améliorer la détermination de ces paramètres est donc nécessaire pour éclairer la décision, en contribuant au trois sujets suivants :

Externalités et coûts de la dépollution

- Evaluation des coûts externes, dans toutes leurs dimensions notamment pertes économiques, coût de dépollution et de remédiation, de la pollution de l'air (intérieure et extérieure), si possible en fonction de la source.
- Développement de la modélisation des relations complexes entre effets physiques et économiques, et de bases de données opérationnelles afin de mieux apprécier les coûts liés à l'exposition des personnes aux polluants atmosphériques et notamment les particules fines, à la dégradation des matériaux sensibles des bâtiments exposés à différents gaz, aux dommages aux cultures agricoles ainsi qu'aux forêts par les composés photochimiques, ou encore les coûts de la contribution au réchauffement climatique.
- Evaluation des coûts des dommages sur le patrimoine architectural historique.
- Détermination des coûts des mesures qui permettent de réduire l'incidence négative de la pollution de l'air sur l'environnement ou la santé humaine.
- Amélioration de la prise en compte de différents horizons temporels et du recours à l'actualisation.

Analyse coûts-bénéfices

- Développement d'analyses comparant les coûts de dépollution aux coûts des dommages évités : il s'agit de pouvoir recourir à des méthodes d'optimisation afin d'améliorer l'efficacité de l'usage des ressources mises en œuvre.

Internalisation et "Principe du Pollueur-Payeur"

- Recherche de voies possibles pour l'internalisation des coûts des dommages liés à la pollution atmosphérique (meilleure tarification des énergies, du transport, etc...dans le but d'aboutir à un meilleur prix "vérité") ;
- Etude des politiques fiscales environnementales menées dans différents domaines (qualité des eaux, déchets,...) en France et à l'étranger applicables au domaine de la qualité de l'air et débouchant sur une tarification plus juste ou incitative ainsi que sur le développement d'instruments de marché (permis, etc) ;
- Estimation de l'impact indirect de l'internalisation des coûts externes et des coûts de dépollution en termes d'effets sur la compétitivité, les activités économiques ainsi que sur l'équité sociale.

Certaines actions pourront faire l'objet de partenariats avec d'autres branches du PREDIT (bruit,...)

Axe 3 : Outils d'évaluations des politiques publiques

Cet axe a en particulier pour objectif d'encourager les approches socio-économiques de la pollution atmosphérique afin notamment de renforcer et compléter les axes 1 et 2. Il convient ainsi d'encourager des recherches complémentaires à l'évaluation du risque lié à la pollution de l'air en insistant sur la perception de ce risque, son acceptabilité au niveau individuel mais aussi sur une dimension plus collective et politique de cette question.

3-1 Evaluation des comportements individuel et collectif

Les textes législatifs et les discours publics s'appuient sur des principes qui rencontrent globalement l'adhésion des citoyens mais ces principes ne se traduisent pas par des modifications de comportement. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les mécanismes de perception ou de représentation de la pollution atmosphérique pour apprécier la part de différents facteurs (économique, sanitaire,...). Lorsque cela est possible, les approches étudiées pourraient utilement être mises en relation avec des mesures de pollution objectives. Aussi des travaux sont particulièrement attendus sur les points suivants :

- Perception d'une ambiance polluée : en milieu clos (habitat, lieu de travail), en milieu ouvert et/ou dans divers types d'environnements urbains, tels que, par exemple, le bâti horizontal ou vertical, la salubrité de l'habitat ou encore en fonction des conditions atmosphériques, etc. La pollution est-elle identifiée à une exposition à des polluants précis (tabagisme passif) ou intégrée dans la notion globalisante de confort ? Est-elle identifiée à des facteurs olfactifs, visuels ?
- Place des risques sanitaires pour soi ou pour les autres (enfants notamment) dans les représentations de la pollution atmosphérique. On tiendra compte du type d'effet (court terme, long terme), d'habitat (individuel / immeuble / lieu de travail / lieu collectif), d'environnement (urbain / rural).
- Développement d'outils innovants pour la reconstitution de bilan espace / temps / activités selon les âges, les pays, les différents lieux de résidences..., tant pour mener des études d'exposition que pour dégager des enseignements psycho-

sociologiques notamment sur la mobilité des personnes en croisant les données recueillies avec d'autres outils comme les enquêtes ménages en lien avec le PREDIT.

- Perception de la pollution atmosphérique en fonction de l'échelle locale régionale ou internationale.
- Recensement des déterminants de la relation pollution atmosphérique / sensation de bien-être / gêne (odeurs, retombées de poussières, salissures, noircissement des bâtiments, effets supposés ou réels sur la santé, effets supposés ou réels sur l'environnement,...).
- Consentement à payer des citoyens pour moins de pollution atmosphérique en fonction des caractéristiques socio-économiques des ménages.
- Place de la responsabilité individuelle et collective : cette analyse devrait faire intervenir les attributions des causes de la pollution atmosphérique et des responsabilités supposées. Il serait souhaitable que de telles approches puissent aboutir à une modélisation intégrant les connaissances et l'information disponible, les caractéristiques environnementales, l'attribution causale, la responsabilité, la nocivité perçue, et les comportements palliatifs individuels ou collectifs souhaitables.
- Modification volontaire ou obligée du comportement face à un risque supposé ou réel et l'acceptabilité qui en résulte. Cette approche pourrait également permettre une modélisation des réactions possibles à une augmentation de la pollution atmosphérique.

3-2 Approches systémiques

Evaluation des systèmes de production ou de services (systèmes de transport, énergétique, habitat) par une analyse de type cycle de vie mais en termes d'émissions et, si possible, d'impacts. Ces approches doivent s'intégrer dans la dimension prospective conférée à cet appel à propositions de recherche de manière à encourager des perspectives globales permettant d'éviter des effets pervers ou des transferts de pollution.

3-3 Evaluation de l'information et de l'éducation des personnes à l'environnement

En matière de risque environnemental, les "affaires" récentes ont montré combien, en dernier ressort, l'opinion publique a un poids important lors de la prise de décision. Savoirs "profanes" et savoirs scientifiques doivent s'entrecroiser. Dans cette perspective, il convient de distinguer les outils d'information (diffusion des données sur la qualité de l'air, ses effets sur la santé et l'environnement) et

les outils de communication qui doivent s'interroger sur les mécanismes de la diffusion large d'une culture de la pollution atmosphérique. Ainsi des travaux sont plus particulièrement attendus sur les points suivants :

- Peur et responsabilité utilisées comme "levier" de médiatisation de la question de la pollution atmosphérique et de sensibilisation de l'opinion. Les messages s'appuyant sur la peur concernent-ils surtout le court terme et les alertes ou bien voit-on émerger des peurs millénaristes liées aux effets de la pollution atmosphérique à long terme ou aux pollutions de manières générales ? Quels sont les messages qui peuvent s'appuyer sur la responsabilité des individus à long terme ?
- l'adaptation de l'information et de l'éducation en fonction des différents types de population.
- Pertinence des indicateurs de pollutions dans **un processus de prise de conscience** et d'information / éducation de la population à la pollution atmosphérique, à partir des exemples français et étrangers.

3-4 Evaluation des dispositifs de gestion

L'objectif poursuivi est de proposer des outils pour évaluer la mise en place et l'acceptation des dispositifs de planification mis en œuvre, notamment dans le cadre de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Plans régionaux pour la qualité de l'air, Plans de déplacements urbains). En effet, il est encore trop tôt pour que l'évaluation porte sur les résultats acquis grâce à ces dispositifs. Des approches comparées régionales et internationales seraient les bienvenues. Ainsi des travaux sont particulièrement attendus sur les points suivants :

- Mise en perspective historique des politiques mises en œuvre pour la gestion des risques sanitaires liés à la qualité de l'air : contamination chimique (ex : plomb, intoxications au monoxyde de carbone), microbiologique (ex : légionelle) ou physique (ex : radon, amiante).
- Etude des déterminants météorologiques, démographiques, socio-économiques des émissions sur le long terme, ainsi que des expositions ;
- Analyse du rôle des acteurs dans les commissions ad hoc mises en place. Notamment, la place occupée par l'expertise scientifique sur les impacts sanitaires et environnementaux mais aussi la place accordée aux "savoirs profanes" et aux associations ;
- Traduction juridique et problèmes soulevés par le recours au principe de précaution dans le domaine de la qualité de l'air.
- Bases juridiques permettant de cibler les responsabilités individuelles ou collectives en matière de pollution atmosphérique. Les bases juridiques des outils de planification instaurés (compatibilité, cohérence, aspects réglementaires...) devront aussi être examinées.

MODALITES DE REPONSE ET SELECTION DES PROJETS

1- Deux types de projets de recherche peuvent être soumis :

Des propositions de recherche complètes

Elles devront présenter un état des connaissances détaillé sur le sujet proposé, acquis par les travaux antérieurs menés tant en France qu'à l'étranger ; elles devront clairement mettre en évidence les connaissances nouvelles qu'elles visent à acquérir et l'aspect innovant espéré.

Une grande attention sera portée aux aspects méthodologiques. Chaque proposition mentionnera les protocoles mis en place et les expérimentations projetées ainsi que les types de résultats escomptés.

Les instances du programme souhaitent favoriser des recherches à caractère transversal nécessitant notamment des collaborations entre disciplines et entre laboratoires. Elles s'attacheront à ce qu'une partie des financements leur soit dévolue.

Ces projets ne devront pas excéder une durée de 24 mois (pour des recherches plus longues, un découpage pourra être envisagé).

Des propositions sur les modes de valorisation des résultats de la recherche sont particulièrement attendues.

Des projets de définition

Il s'agit de propositions de protocoles visant à aider les chercheurs à développer de nouveaux champs d'investigations. Ces projets de définition (d'une durée de quelques mois et d'un montant inférieur à 15 keuros) ont pour but d'encourager les chercheurs à aborder des thèmes encore peu explorés et à soutenir un travail préparatoire (montage, définition,...) à l'élaboration de projets complets susceptibles d'être proposés pour financement en réponse à un prochain appel à propositions de recherche. Il peut s'agir, par exemple, d'études de faisabilité, de validation de modèles expérimentaux, de mise au point de procédures de collaboration, etc...

2- Les propositions seront analysées par les deux instances du programme :

le Conseil scientifique examinera et évaluera leur qualité scientifique et leur caractère structurant et innovant, en fonction de leur adéquation aux termes de l'appel à propositions de recherche ;

le Comité d'orientation sélectionnera les projets en fonction de l'expertise du CS et des priorités de recherche établies.

3- Un dossier de réponse à l'appel à propositions de recherche doit comprendre :

- La proposition de recherche détaillée (recto-verso, sans couverture cartonnée ou plastique) présentée selon la fiche jointe
- Les pièces administrative et financière seront transmises aux proposant retenus dès acceptation de leur projet. Elles devront être renvoyées à l'organisme financeur dans un délai de 4 à 6 semaines.

Ces dossiers doivent parvenir en **30 exemplaires avant le 28 septembre 2001** à

Tamara Ménard
INERIS
9 rue de Rocroy
75010 PARIS

et une version électronique à : pascale.ebner@environnement.gouv.fr

4- Organisation du programme PRIMEQUAL 2 (2001-2005)

Le Comité d'orientation rassemble les représentants des directions concernées du ministère et de ses établissements publics, d'autres ministères et organismes impliqués ainsi que des utilisateurs des produits de la recherche. Il a pour mission de définir les orientations du programme, de déterminer les projets prioritaires à partir de la sélection réalisée par le Conseil scientifique et de mettre en place les actions d'animation, d'évaluation et de valorisation du programme.

Le Conseil scientifique, composé d'experts des différentes disciplines concernées, est présidé par Alain Weill, directeur de recherche au CNRS. Il a pour mission de formaliser les orientations en termes scientifiques pour aboutir à un appel à propositions de recherche, d'expertiser les projets proposés ainsi que les rapports finaux et de proposer des actions d'animation, d'évaluation et de valorisation du programme.

Le programme prévoit un budget annuel pour le soutien à des recherches, soit sur la base d'un appel à propositions de recherche ouvert, soit sur la base d'un appel à propositions de recherche restreint, soit encore sous la forme de projets fédérateurs.

APR PRIMEQUAL 2

- MODELE DE PRESENTATION D'UN PROJET DE RECHERCHE -

A - RECAPITULATIF DU PROJET

(2 pages sur papier à en-tête du pétitionnaire, rappeler en titre "réponse à l'APR PRIMEQUAL 2")

Titre du projet :

Mots-clés (5 à 10)

Thème(s) de l'APR concerné(s)

Résumé du projet de recherche et résultats attendus en terme de gestion (15 lignes environ)

Responsable scientifique : Nom, Prénom, Titre, Fonction, Organisme, Adresse, Tél., Fax, mél.

Organisme gestionnaire des crédits

Organismes partenaires

Budget prévisionnel total (TTC en euro)

Participation demandée à PRIMEQUAL 2 (TTC en euro)

Cofinancements assurés et/ou prévus (TTC en euro)

Durée (24 mois maximum)

B - DESCRIPTIF DU PROJET (15 pages maximum)

Justifications du projet de recherche

Situation actuelle du sujet

Etude bibliographique commentée

Articulation avec les programmes régionaux, nationaux et européens

Plan de recherche détaillé

Objectif général, résultats attendus et aspects innovants

Sites et cas retenus

Programme de travail : hypothèses, méthodes, outils et protocoles envisagés, calendrier prévisionnel

Composition et responsabilité de chaque partenaire (leur signature est souhaitée)

Expérience et moyens des équipes dans le domaine considéré (publications, réalisations)

Valorisation envisagée : résultats et produits attendus pour la gestion, transferts aux utilisateurs, généralisation...

C - ANNEXE ADMINISTRATIVE ET ANNEXE FINANCIERE

Etant propres à chaque organisme financeur, elles seront transmises aux proposant retenus dès acceptation de leur projet et devront être renvoyées dans un délai de 4 à 6 semaines.

Programme

Jeudi 10 juin 2004 - matin

Président de séance : Walter HECQ

jusqu'à 10 h 00

Accueil et café

- 10 h 00 - 10 h 20** Ouverture du séminaire. "Intérêt et attentes opérationnelles vis-à-vis du programme PRIMEQUAL" **Christian Elichegaray** - ADEME et **Patrick Flammarion** - MEDD/D4E
- 10 h 20 - 10 h 30** Objectifs du séminaire - **Alain Weill**, président du Conseil Scientifique.
- 10 h 30 - 10 h 50** Exposition aux aldéhydes dans l'air : rôle dans l'asthme - **Frédéric De Blay** et **Stéphane Le Calvé**
- 10 h 50 - 11 h 05** Étude de l'influence des particules diesel sur l'activation des lymphocytes T chez l'asthmatique allergique - **Antoine Magnan**
- 11 h 05 - 11 h 25** Mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans les effets des polluants atmosphériques sur les bronches sensibilisées par des allergènes ou exposées à une hypoxie chronique - **Roger Marthan**
- 11 h 25 - 11 h 45** Effet des particules diesel sur le développement de la réaction inflammatoire allergique - **Benoît Wallaert/Patricia de Nadai**
- 11 h 45 - 12 h 05** Rôle des interactions particules diesel-fumée de cigarette dans la physiopathologie des remodelages bronchique et alvéolaire des Bronchopneumopathies Chroniques Obstructives (BPCO)- **Michel Aubier**
- 12 h 05 - 12 h 25** Rôle des particules atmosphériques fines dans l'induction des pathologies cardiorespiratoires d'origine inflammatoire. Étude *in vitro* des interactions entre la muqueuse respiratoire et les cellules de l'endothélium vasculaire - **Francelyne Marano**
- 12 h 25 - 14 h 00** Déjeuner sur place

Jeudi 10 juin 2004 - après-midi

Président de séance : Alain HENRIET

- 14 h 00 - 14 h 20** POVA : Pollution des Vallées Alpines - **Jean-Luc Jaffrezo**
- 14 h 20 - 14 h 40** BIOPOLLATM : biosphère et pollution atmosphérique en zone rurale et périurbaine - **Pierre Cellier**
- 14 h 40 - 15 h 00** Détermination des mécanismes d'oxydation des hydrocarbures aromatiques polycycliques adsorbés sur des aérosols de nature atmosphérique - **Éric Villenave**
- 15 h 00 - 15 h 20** Étude de la contribution de l'aérosol organique en tant que source d'acide nitreux (Acronyme : SHONO) - **Christian George**
- 15 h 20 - 15 h 35** Étude en laboratoire de la dégradation photochimique de polluants organiques persistants et mesures de leurs constantes de Henry - **Stéphane Le Calvé**
- 15 h 35 - 15 h 55** Mesures des particules dans une rue : comparaisons des méthodes - Évaluation et bilan des particules émises par le trafic - **Alexis Coppalle/Martine Talbaut**
- 15 h 55 - 16 h 30** Pause café Président de séance : Georges LEBRAS
- 16 h 15 - 16 h 35** Échantillonnage passif des éthers de glycol dans l'air intérieur - **Hervé Plaisance / Nadine Locoge**
- 16 h 30 - 16 h 50** Ozone et environnement intérieur - **François Maupetit**
- 16 h 50 - 17 h 05** Métaux à l'échappement des véhicules - quantité - origine - **Xavier Montagne/Laurent Forti**
- 17 h 05 - 17 h 20** Étude de la faisabilité de la mise au point d'un analyseur en continu du méthylmercure dans l'atmosphère - **Christophe Ferrari**
- 17 h 20 - 17 h 40** Evaluation de la technique d'amalgamation pour la réalisation d'un capteur passif pour la mesure du Hg atmosphérique - **Gérard Blanc/Eric Maneux**
- 17 h 40 - 18 h 00** Clôture de la journée : conclusions + avis pratiques.
- 20 h 00** Dîner du séminaire

Vendredi 11 juin 2004 – matin

Président de séance : Pierre CELLIER

- 09 h 00 - 09 h 20 Caractérisation physico-chimique des particules ultrafines en atmosphère urbaine - **Paolo Laj**
- 09 h 20 - 09 h 40 Analyse des pesticides, phénols et nitrophénols dans l'atmosphère. Etude de la répartition gaz/particule et de la variabilité des concentrations : cas des dépôts humides (pluies et brouillards) - **Maurice Millet**
- 09 h 40 - 10 h 00 Spectromètre de masse Aéroporté MUlti-espèces par réaction ion-molécules (SAMU) - **Alexandre Kukui**
- 10 h 00 - 10 h 20 Nouvelle méthode de mesure en ligne et en continu de la granulométrie et de la concentration des aérosols Diesel à la sortie d'un moteur de bus-
Gérard Gréhan/Kuan Fang Ren
- 10 h 20 - 10 h 50 **Pause café** **Président de séance : Pierre DIZENGREMEL**
- 10 h 50 - 11 h 10 Pollution atmosphérique multiphasique (PAM) - **Bruno Sportisse**
- 11 h 10 - 11 h 30 OPTEMI : Optimisation des Emissions par Modélisation Inverse - **Laurent Menut**
- 11 h 30 - 11 h 50 Méthode automatique d'acquisition de données sur les communautés lichéniques épiphytes et d'interprétation biologique de la qualité de l'air à partir d'images numériques - **Chantal Van Halluwyn**
- 11 h 50 - 12 h 05 Élaboration d'un protocole de biosurveillance des pesticides utilisés par pulvérisation - **Philippe Giraudeau**
- 12 h 05 - 12 h 20 Relations entre les COV atmosphériques et les imprégnations humaines -
Jean-Marie Haguenoer/Fabrice Cazier
- 12 h 30 - 14 h 00 **Déjeuner sur place**

Vendredi 11 juin 2004 - après-midi

Président de séance : Michel ROSSI

- 14 h 00 - 15 h 00 Discussion / réflexion sur l'interdisciplinarité
- 15 h 00 - 15 h 20 Modélisation des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux des bâtiments (calcaire et ciment) - **Roger Lefèvre**
- 15 h 20 - 15 h 40 Pollution automobile et acceptabilité sociale des mesures de régulation des déplacements urbains. Une approche d'évaluation interdisciplinaire -
Jean-Pierre Orfeuil/Guillaume Faburel
- 15 h 40 - 16 h 00 L'utilisation des biocides en milieu domestique et la perception des risques liés à cette utilisation dans une population française - **Guy Auburtin/James Lecomte**
- 15 h 20 - 15 h 40 Impacts des facteurs environnementaux extérieurs et des facteurs de susceptibilité individuelle dans la survenue d'affections cardio-respiratoires graves motivant une admission en réanimation -
Christian Delafosse/Claire Ségala
- 16 h 15 - 16 h 30 Relations entre facteurs environnementaux, santé respiratoire et statut atopique : mise en place du suivi d'une cohorte de nouveau-nés - **Isabelle Momas**
- 16 h 30 - 16 h 50 Distribution de l'exposition de la population urbaine à des polluants particulaires et gazeux génotoxiques et évaluation du risque de cancer (GENOTOX'ER) –
Denis Zmirou/Eléna Nerrière
- 16 h 50 - 17 h 00 Conclusions et fin du séminaire **Eric Vindimian** Président du CO PRIMEQUAL2-PREDIT et chef du SRP

Le programme PRIMEQUAL et son évolution : objectifs du séminaire

Alain WEILL

Ce séminaire à mi-parcours a un double objectif.

Il a d'abord pour vocation de faire un point sur les projets retenus par le programme PRIMEQUAL qu'ils soient projets complets ou projets dits de faisabilité. Certains de ces projets viennent tout juste d'être financés, d'autres sont en cours d'achèvement. Il nous a paru cependant essentiel de suivre leur évolution pour les aider en cas de difficultés. Ces difficultés ont pu être exprimées par les responsables de projets, comme nous l'avions demandé, dans les fiches de suivi ou peuvent apparaître au cours des exposés. Une modification des objectifs au cours du projet en est un exemple.

Ce séminaire à mi-parcours a également comme objectif important de permettre une première évaluation des éléments de valorisation des projets. Cet aspect est fondamental pour un programme de recherche appliquée qui vise à fournir des résultats permettant d'orienter les décisions et actions à mettre en place.

Le Conseil scientifique n'a pas souhaité organiser ce séminaire selon une logique disciplinaire ou interdisciplinaire. Ce qui a prévalu a été de favoriser la présence du conseil scientifique et des responsables de projets à l'ensemble des présentations de ces deux journées pour tenter de développer une structuration des recherches fondée sur davantage d'interactions entre les disciplines et de dialogues entre les équipes. Par hypothèse, un classement par sessions thématiques risquait de mobiliser les participants prioritairement pour les interventions concernant leurs disciplines. Quelques aménagements des sessions ont cependant dû être effectués au dernier moment, indépendamment de notre volonté.

Une session de discussion et de réflexion sur l'interdisciplinarité complète le programme de ce séminaire. Il s'agit d'évaluer si le choix fait par PRIMEQUAL, dès 1999, de favoriser les regroupements disciplinaires et l'orientation transversale qui a prévalu dans les APR 2001, Escompte 2002, particules 2003 et exposition 2004 permettent de mieux répondre aux questions sur la pollution de l'air que se pose le Comité d'orientation. Cette session vous interpelle donc en tant que chercheur, responsable scientifique ou technique dans le domaine de la pollution atmosphérique. Une préparation de la discussion sur le sujet est nécessaire car le temps de débat prévu est particulièrement court.

A cette occasion, je souhaiterais exprimer ici un point de vue personnel sur l'interdisciplinarité puisqu'elle joue un rôle important dans l'orientation du programme PRIMEQUAL. L'appel à l'interdisciplinarité ne doit être ni une vision dogmatique d'un groupe de pensée, ni un drapeau que l'on agite mais sans doute une méthode de travail raisonnée liée à une vision du rôle de l'homme dans l'environnement.

Réflexion sur l'interdisciplinarité dans le cadre du programme PRIMEQUAL

Tout d'abord, pourquoi l'interdisciplinarité peut-elle s'avérer nécessaire dans notre domaine ?

La pollution de l'air, quelles que soient les échelles d'espace et de temps auxquelles nous nous intéressons, fait partie de l'environnement de l'homme. Aussi la compréhension de ses mécanismes et de ses effets nécessite une prise en compte de facteurs techniques et humains qui mobilise des disciplines très variées : physico-chimie, biologie, épidémiologie,

toxicologie mais aussi économie, sociologie, psychologie, anthropologie, géographie... (voire ergoanthropologie).

D'un point de vue technique, dans les années 1980, chaque discipline travaillait de façon séparée. J'en ai été témoin ; c'était bien normal car chaque discipline devait construire sa propre problématique et ses méthodologies ; on parlait de chimie de la pollution, de physique des contaminants. Les milieux physiques étaient découpés par domaine de spécialiste. On peut par exemple consulter les travaux lancés par le programme environnement régional du CNRS 1980 ou les projets soutenus par le ministère de l'environnement de l'époque à ce sujet. On aurait pu en dire autant de l'épidémiologie et la toxicologie qui sont en train de se rapprocher.

Le fait de parler de physico-chimie montre bien qu'une nouvelle discipline s'est forgée entre la physique et la chimie, et la modélisation à des fins cognitives et pronostiques a sans doute été un élément fédérateur de cette pluri et interdisciplinarité.

Certaines querelles de jadis sur les différences entre les constantes de réactions chimiques et celles dans le milieu atmosphérique turbulent ont sans doute disparu. Elles manifestaient des incompréhensions disciplinaires et de grands progrès illustrent maintenant la maturité de l'objet interdisciplinaire, la pollution atmosphérique.

Le séminaire sur les particules et l'organisation de l'APR particules, avec de nombreuses coopérations de disciplines considérées comme parallèles, ont montré que les chercheurs eux-mêmes souhaitaient cette interdisciplinarité : parler des mêmes sources, utiliser des moyens de caractérisation reconnus ou compris par l'ensemble des disciplines s'est révélé indispensable pour une meilleure évaluation des divers impacts.

Cette démarche technique est-elle suffisante ? Certes, elle représente un progrès indéniable et illustre bien la nécessité de la pluri ou interdisciplinarité entre sciences techniques.

Mais, d'un point de vue anthropocentré, n'y a-t-il pas lieu d'impliquer les sciences sociales et humaines ? Nous souhaitons comprendre le système qui constitue l'environnement de l'homme. Or celui-ci participe collectivement et individuellement à la pollution atmosphérique. Il est à la fois agent de cette pollution atmosphérique en raison de ses itinéraires techniques, il subit les effets et les perturbations sur le climat, sur sa santé, il est le régulateur de cette pollution par les législations et les normes qu'il impose pour tenter d'en limiter ou d'en compenser le développement, par son comportement individuel.

Dans le schéma simplifié qui suit, je représente la multiplicité des interactions entre l'homme et la pollution de l'air. Je n'ai pas introduit les échelles de temps et d'espace afin de ne pas alourdir le graphique. Les branches 1, 2, 3, 4 représentent le domaine des connaissances sur lesquelles la branche de la décision/action 5 doit pouvoir s'appuyer. Chaque branche est à double sens de H à P et réciproquement.

On peut remarquer que les branches systémiques de 1 à 3 représentent le domaine des connaissances plutôt techniques. Le système global ne peut toutefois fonctionner correctement que si la branche 4, sur les représentations, est renseignée. Cette branche 4 est fondamentale pour évaluer les impacts décisionnels et les réponses des sociétés comme sources ou exposées aux pollutions. Cette place dans le système explique que des disciplines comme la sociologie, la psychologie, l'économie et le droit s'intéressent à la pollution atmosphérique. L'économie, quand elle s'exprime en termes de valeur quantitative ou théorie à formalisme mathématique, est une discipline déjà bien intégrée aux disciplines techniques et fait partiellement partie de la branche 3. Toutefois, à la différence de disciplines comme par exemple la physique, où la plupart des lois sont universelles ou s'approchent d'une certaine universalité, les économistes utilisent des théories multiples représentant différentes visions du monde et des facteurs humains qui ne se prêtent pas toujours facilement à cette coopération. Notamment, la notion de rationalité des choix des

buts et des moyens et la modélisation des représentations effectives des personnes semblent y faire débat.

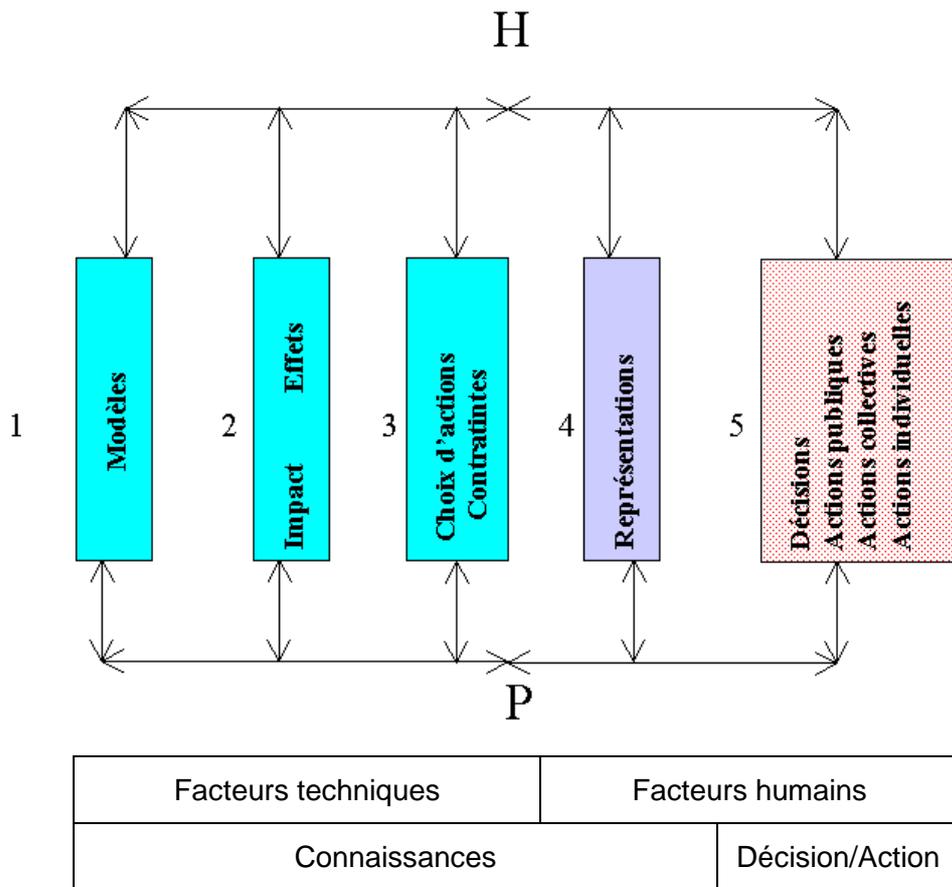


Schéma 1 : représentation du système de relations entre l'homme et la pollution de l'air. H est mis pour Homme et P pour Pollutions.

Pour simplifier le schéma proposé je n'ai placé ni l'expertise (au sens des connaissances acquises), ni la recherche. Le schéma les prend en compte implicitement : la demande de connaissances se décline sous forme de recherches lorsque l'expertise est inexistante ou faible et les recherches permettent d'accéder aux connaissances et donc à l'expertise.

Si les connaissances techniques dans le domaine de la pollution atmosphérique ne sont pas suffisantes pour répondre aux questions de l'action, qu'en est-il des disciplines sociales et humaines que nous venons d'évoquer ? Jusqu'à présent dans PRIMEQUAL les projets réservés aux sciences sociales n'ont pas encore apporté des réponses suffisantes pour l'action. Sans doute est-ce dû au fait qu'elles se sont principalement centrées sur les seuls facteurs humains.

Un des diagnostics sur cette insuffisance était un parallélisme entre les domaines de recherche. Nous avons donc voulu introduire l'interdisciplinarité pour rapprocher les points de vue, en pensant favoriser une réponse scientifique plus systémique.

On pourrait dire par analogie que tout se passe comme si nous nous trouvions à l'époque où chimie et physique de la pollution travaillaient de façon séparées. Les disciplines des facteurs techniques et celles des facteurs humains ne coopèrent que très peu et l'interdisciplinarité entre les deux domaines est peu développée.

Il existe pourtant dans le domaine de l'environnement des projets « intégrés » très interdisciplinaires s'intéressant à la fois aux facteurs techniques et humains (voir par exemple J. Smadja ; 2003 histoire et devenir des paysages en Himalaya). Des expériences

sur le fonctionnement systémique des fleuves comme le PIREN Seine en est un autre exemple. Pour cette dernière opération interdisciplinaire, la démarche scientifique a été au départ technique afin de construire et coupler les modèles biologiques et hydrologiques nécessaires pour comprendre le fonctionnement du système Seine amont. Ce n'est qu'une fois cette construction effectuée et validée, que le programme scientifique s'est associé avec des spécialistes de l'histoire et d'autres sciences sociales nécessaires pour construire les éléments définissant les scénarios d'avenir du fonctionnement du système Seine en fonction de scénarios d'aménagement et d'usage des terres. C'est une façon de prendre en compte les facteurs humains. Il ne semble pas, et je suivrai volontiers la démarche du PIREN Seine, que faire coopérer, au début des recherches les disciplines s'intéressant aux facteurs techniques et humains soit une garantie de succès scientifique. Il faut en effet laisser le temps de construction des connaissances techniques et humaines avant de les mettre en relation. Les recherches initiées par PRIMEQUAL me semblent donc particulièrement mûres pour que cette étape interdisciplinaire soit maintenant initiée.

Nous avons essayé dans l'APR « Evaluation et perception de l'exposition à la pollution atmosphérique » de fédérer les sciences sociales en les associant aux sciences techniques de façon à mieux cibler les recherches. Nous verrons quels sont les résultats de cette initiative l'an prochain.

A la réflexion, en analysant les différentes disciplines étudiant les facteurs humains comme la sociologie, la psychologie, l'économie, la géographie, le droit, il semblerait que d'autres disciplines, telles que l'ergonomie, l'éthologie, l'anthropologie, s'intéressant aux conditions de vie dans les sociétés et en particulier aux conditions de travail, pourraient compléter les recherches. Cela signifie que ces dernières disciplines, qui ne s'appliquent qu'à un domaine limité de l'environnement de l'homme et en particulier celui du travail, devraient pouvoir s'impliquer dans les questions d'environnement et de pollution. Cela ne devrait être possible que si nous trouvons de jeunes chercheurs formés dans ce domaine, ce qui serait une innovation.

La prise en compte des facteurs humains étant un élément déterminant pour répondre aux questions posées, il conviendrait, pour évaluer l'émergence de problèmes nouveaux liés à la pollution de l'air et anticiper, de renforcer les réponses systémiques. L'interdisciplinarité prenant en compte les facteurs humains dans des approches duales des facteurs techniques et humains, est donc une méthode de travail à encourager.

Je n'ai parlé ici ni du « principe de précaution », qui prévaut actuellement dans le domaine de l'environnement et implique les mêmes recherches systémiques que nous venons d'évoquer, ni du « développement durable » qui n'est pas une « notion scientifique » mais doit être pris en compte dans les décisions qui n'incombent pas directement au programme. En effet, de par son existence même, le programme PRIMEQUAL est un exemple d'application de ce principe puisque l'ensemble des recherches de ce programme est mené autour des risques et des impacts de la pollution de l'air.

LES FICHES “ RESUMES ”

Exposition aux aldéhydes dans l'air : rôle dans l'asthme

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Frédéric De BLAY

Laboratoire de Pneumo-allergologie
Hôpital Lyautey
Hôpitaux Universitaires de Strasbourg
BP 426
67091 STRASBOURG CEDEX
Tél : 03 88 11 68 53
Fax : 03 88 84 61 01
Mél : frederic.deblay@chru-strasbourg.fr

PARTENAIRES

Stéphane LeCalvé : Centre de Géochimie de la Surface, UMR 7517 (CNRS/ULP)
Benjamin Hanoune : Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère, UMR 8522 (CNRS/USTL)

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Evaluer l'impact d'un polluant intérieur, le formaldéhyde, chez des patients allergiques :

- d'une part en réalisant une campagne de mesure des aldéhydes au domicile de patients asthmatiques et de sujets témoins ainsi que dans des micro-environnements extérieurs (centre ville, campagne,...) et intermédiaires (halls de gare, transports, ...) pour déterminer une quantité intégrée des teneurs en aldéhydes auxquelles l'homme est exposé ;
- d'autre part en effectuant une étude de recherche clinique afin de mettre en évidence le rôle de co-facteur potentiel du formaldéhyde dans la réponse bronchique à l'allergène.

MOTS-CLÉS

Exposition, approche intégrée, asthme, allergie, aldéhydes, air intérieur, mesures de terrain.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La mise au point de la cabine d'exposition avec contrôle des concentrations de formaldéhyde générées par prélèvements sur DNPH et analyse en HPLC couplée à un détecteur UV est terminée. Le protocole de recherche clinique "Influence du formaldéhyde sur la réponse bronchique aux allergènes d'acariens" a été soumis au Comité Consultatif de Protection des Personnes dans la Recherche Biomédicale d'Alsace n° 1 Strasbourg et a reçu son accord en date du 8 juillet 2003 pour le déroulement de ce protocole. Les premiers patients inclus ont commencé les tests. L'ensemble des 20 patients a été sélectionné.

Un questionnaire standardisé sur l'habitat a été élaboré en collaboration avec la statisticienne, Madame Glasser, MCU à la Faculté de Pharmacie, et une demande d'avis préalable a été adressée au Comité Consultatif sur le traitement de l'information en matière de Recherche dans le domaine de la santé. Cette demande, après révision, a reçu un avis favorable le 11 septembre 2003. Une demande d'autorisation a alors été faite auprès de la CNIL le 3 novembre. Le silence gardé par cette dernière depuis cette date vaut pour accord.

Le recrutement des patients pour la campagne de mesures des aldéhydes a commencé dans le courant du mois d'octobre 2003 et la campagne de mesure est en cours.

Dans le même temps, le Centre de Géochimie de la Surface s'est équipé d'un pré-concentrateur pour coupler avec un GC-MS déjà disponible au laboratoire. Un réacteur de 4 m³ est en phase finale de montage. Cet ensemble devrait permettre de mettre au point une seconde méthode d'analyse des aldéhydes : prélèvement dans des canisters et analyse par GC-MS.

Parallèlement, au laboratoire de Physicochimie des Processus de Combustion et de l'Atmosphère de Lille, le développement du spectromètre mobile à diodes laser infrarouge accordables a été réalisé à partir du prototype de laboratoire. L'encombrement a été réduit (platine optique 90 x 90 cm, plus rack électronique et perméamètre pour la calibration) et l'automatisation améliorée. L'instrument est actuellement en phase de tests en laboratoire (stabilité, sensibilité, temps de réponse...).

En ce qui concerne le protocole de recherche clinique, il conviendra de réaliser les tests de provocation bronchiques chez les patients sélectionnés. Nous projetons de terminer le protocole pour la fin du mois de novembre 2004. Les différents dosages de médiateurs dans les prélèvements biologiques seront effectués une fois l'ensemble des échantillons obtenu. La levée de l'aveugle permettra de commencer l'analyse statistique.

Sur le plan du développement analytique, il reste à développer et valider la méthode d'analyse par GC/MS après prélèvement dans des canisters. Une fois développée, cette technique devrait permettre l'analyse des aldéhydes au domicile des patients, lors de la seconde campagne de terrain prévue à partir d'octobre 2004.

Concernant le spectromètre IR mobile, la réduction en taille et poids des appareils annexes est toujours en cours (principalement le remplacement des amplificateurs synchrones rack par des cartes) et sera achevée courant 2004. Une campagne de validation du spectromètre de terrain est prévue au second trimestre 2004 en région Nord Pas-de-Calais (air extérieur, concentration généralement inférieure à 20 ppb). Des mesures à l'émission (gaz d'échappement) seront également réalisées au 2^{ème} et 3^{ème} trimestre 2004, toujours dans le cadre de la validation de l'instrument en conditions réelles. Et ce, avant de participer à la campagne de mesure au domicile des patients asthmatiques et des témoins.

Enfin, dans le cadre de la campagne de mesure des aldéhydes en environnement intérieur, il reste à terminer le recrutement des sujets, les prélèvements à leurs domiciles et l'analyse statistique.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Les études de l'exposition aux aldéhydes de l'air intérieur, couplées au test d'exposition à un aldéhyde (formaldéhyde) chez des patients sensibilisés, pourraient apporter des éléments de réponse aux interrogations actuelles concernant l'impact de la pollution intérieure chimique sur les pathologies respiratoires et allergiques. Notre travail, par une approche à la fois épidémiologique, lors d'une étude transversale chez des asthmatiques allergiques et expérimentale, et par la mise au point de test d'exposition en cabine, devrait permettre de préciser le rôle potentiellement aggravant des aldéhydes et en particulier du formaldéhyde dans les symptômes d'asthme allergique. Par ailleurs, l'utilisation pour la première fois de tests d'exposition standardisés et le suivi temporel des concentrations précises d'aldéhyde dans la cabine d'exposition devraient nous permettre d'améliorer le diagnostic des asthmes liés à l'exposition aux aldéhydes, tant en milieu domestique que professionnel.

- Le travail sur la cabine d'exposition a été présenté lors de congrès :
 - XXII Congress of the European Academy of Allergology and Clinical Immunologie, Paris, 7-11 Juin 2003 (Poster).
 - Congrès de Pneumologie de Langue Française, Nice, Janvier 2004 (Poster et communication orale).
 - Société Française d'Allergologie et d'Immunologie, Marseille, Avril 2004 (Poster).
 - 8ème Congrès de la Société Française de Pharmacologie, Strasbourg, Avril 2004 (Poster)

- Les résultats de la validation de la cabine d'exposition ont fait l'objet d'un article soumis pour publication en Mars 2004.
 - A.Casset, C. Marchand, S. Le Calvé, Ph. Mirabel, F. de Blay, Human Exposure Chamber to known formaldehyde levels: Generation and validation, J. Exposure Analysis & Environ. Epidemiology, soumis.
 - Des résultats préliminaires en laboratoire sur la sensibilité de la technique de mesures du formaldéhyde par spectroscopie Infra Rouge vis-à-vis du formaldéhyde (seuil de détection de 2 ppb pour 5 mn d'intégration) ont été présentés au Symposium international de Zermatt en juillet 2003 :
 - S. Dusanter, B. Hanoune, B. Lemoine, P. Devolder. Quantification of minor trace-gas pollutants in air by variable pressure infrared diode laser spectroscopy, 4th International Conference on Tunable Diode Laser Spectroscopy, Zermatt, juillet 2003.

Etude de l'influence des particules diesel sur l'activation des lymphocytes T chez l'asthmatique allergique

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Antoine MAGNAN

Service de Pneumo-Allergologie
Hôpital Ste Marguerite
270 Bd de Ste Marguerite
13009 Marseille
Tél : 04 91 74 46 30
Fax : 04 91 74 16 06
Mél : antoine.magnan@ap-hm.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

- Objectif principal
Montrer que la stimulation in vitro des lymphocytes T par les particules diesel entraîne une production accrue d'IFN- γ par les lymphocytes T CD8 + chez les asthmatiques mais pas chez les non asthmatiques.
- Objectif secondaire
Montrer que ce résultat est dose-dépendant.

MOTS-CLÉS

Lymphocyte T, balance Th1/Th2, asthme, allergie, particules diesel, cellules mononuclées du sang périphérique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

En raison de la difficulté à se procurer des particules diesel suffisamment purifiées et calibrées pour ne pas être toxiques in vitro, le projet proprement dit n'a toujours pas débuté.

La commercialisation récente de particules a priori satisfaisante nous a permis récemment de remettre en route des expériences de mise au point de stimulations cellulaires in vitro. Dans l'intervalle, nous avons développé de nouveaux outils dans le laboratoire (modèle de présentation antigénique in vitro, étude de cellules T régulatrices) qui seront testés avec ces nouvelles particules.

Ces mises au point seront terminées dans le courant de l'été de sorte que l'étude proprement dite pourra débuter au cours de l'automne 2004.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

L'implication pratique de notre travail est de montrer que les particules diesel agissent sur le système immunitaire de l'asthmatique en induisant une activation Th1 des lymphocytes T spécifiques de l'allergène, et non pas seulement Th2. Cette activation pourrait être liée à la survenue de symptômes.

Démontrer cela serait démontrer que le développement de nouvelles molécules dans le traitement de l'asthme ne doit pas se cantonner à la recherche d'un blocage de l'activation Th2 mais aussi de l'activation Th1.

Mécanismes cellulaires et moléculaires impliqués dans les effets des polluants atmosphériques sur les bronches sensibilisées par des allergènes ou exposées à une hypoxie chronique

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Roger MARTHAN

Laboratoire de Physiologie Cellulaire Respiratoire
Inserm E 356, Université Bordeaux 2
146, rue Léo Saignat
33076 BORDEAUX CEDEX
Tél : 05 57 57 16 94
Fax : 05 57 57 16 95
Mél : roger.marthan@u-bordeaux2.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif général de la présente proposition de recherche qui faisait suite au contrat n°9962035 du programme PRIMEQUAL-PREDIT est d'étudier les mécanismes cellulaires et moléculaires qui sont impliqués dans les interactions "pollution intérieure" (sensibilisation aux allergènes) - pollution atmosphérique - maladie bronchique préexistante.

- Le premier objectif spécifique concerne les mécanismes de la sensibilisation aux allergènes. Un aspect majeur de la pollution intérieure est en rapport avec la sensibilisation aux allergènes intérieurs et notamment aux acariens. Cette sensibilisation aux acariens déclenche une réponse de l'organisme médiée par les immunoglobulines de type E (IgE) qui peut s'accompagner du développement d'une hyperréactivité bronchique et d'un asthme. Cette sensibilisation impliquant les mastocytes bronchiques et les enzymes mastocytaires comme la tryptase, l'étude sera focalisée sur les effets de la tryptase sur des bronches humaines isolées.
- Le second objectif spécifique concerne les effets des polluants atmosphériques précédemment étudiés au laboratoire (ozone et aldéhydes) sur la libération mastocytaire et les effets musculaires de la tryptase.
- Le dernier objectif spécifique concerne les mécanismes des interactions entre les effets de l'hypoxie chronique sur les voies aériennes et ceux des polluants atmosphériques avec une attention particulière pour le mécanisme de la modification de sensibilité au calcium de l'appareil contractile.

MOTS-CLÉS

Pollution intérieure, allergènes, pollution atmosphérique, sensibilisation, hyperéactivité bronchique, asthme, mastocytes, tryptase.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Ce paragraphe a pour objet de résumer ce qui a été mis en évidence dans le cadre de l'objectif n°1 c'est-à-dire l'étude des effets de la tryptase sur des bronches humaines isolées pour comprendre les mécanismes de la sensibilisation qui impliquent les mastocytes bronchiques et les enzymes mastocytaires comme la tryptase.

Des travaux précédents conduits au laboratoire avaient montré que la tryptase mastocytaire (i) active la signalisation calcique des cellules musculaires lisses bronchiques humaines *i.e.*, contracte le muscle lisse et (ii) favorise sa prolifération.

Dans ce travail, nous montrons que la tryptase libérée par les mastocytes active la sécrétion, par les cellules musculaires lisses de cytokines (notamment le TGF- β 1) qui attirent les mastocytes vers ces cellules musculaires lisses (chimiotactisme). Il s'établit ainsi une boucle d'auto-activation dans laquelle les mastocytes par l'intermédiaire de la tryptase, activent les cellules musculaires lisses qui, en retour, attirent d'autres mastocytes qui pérennisent l'activation des cellules musculaires lisses etc...

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Les travaux réalisés au cours de la première année du contrat ont identifié une boucle d'auto-activation impliquée dans la sensibilisation allergénique. Ils ont donné lieu à 1 publication faisant mention du soutien du contrat dans FASEB Journal.

Berger P, Girodet PO, Begueret H, Oussova O, Perng DW, Marthan R, Walls AF, Tunon-de-Lara JM. Tryptase-stimulated human airway smooth muscle cells induce cytokine synthesis and mast cell chemotaxis.

FASEB Journal,. 2003 Nov; 17(14): 2139-41

Effets des particules diesel sur le développement de la réaction inflammatoire allergique

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Benoît WALLAERT

Unité INSERM U416, Institut Pasteur de Lille

BP 245

59019 LILLE CEDEX

Tél : 03 20 44 50 36

Fax : 03 20 44 66 93

Mél : b.wallaert@nordnet.fr

PARTENAIRES

CHRU de Lille, Clinique des maladies respiratoires, Hôpital Calmette, LILLE

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Différents facteurs peuvent être impliqués dans la recrudescence des maladies respiratoires allergiques, observée au cours des vingt dernières années, dont la pollution par le diesel. La maladie asthmatique est caractérisée par l'afflux au niveau bronchique de lymphocytes Th-2 responsables de la réaction chronique inflammatoire. Le but de ce travail est de démontrer que les particules diesel sont capables d'induire le recrutement préférentiel de lymphocytes Th2 par le biais d'une production accrue de chimiokines, molécules connues pour leur capacité d'attraction des cellules inflammatoires. Ces aspects seront évalués *in vitro* sur des cellules de sujets allergiques exposées au diesel et à l'allergène relevant. Cette partie comprendra quatre objectifs : déterminer les chimiokines induites, le mécanisme impliqué, l'effet fonctionnel sur le recrutement Th1 et Th2, et la participation éventuelle des récepteurs liant ces chimiokines. Par ailleurs ces aspects seront évalués *in vivo*, dans un modèle de souris SCID humanisées allergiques et soumises à une exposition aux particules diesel. Le résultat attendu est la démonstration de la capacité du diesel à induire des chimiokines pro-Th-2, favorisant la recrudescence des maladies allergiques.

MOTS-CLÉS

Diesel, pollution, asthme, allergie, chimiokines, lymphocytes Th2.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La partie *in vitro* a été réalisée en utilisant des cellules dérivées de sujets allergiques. Afin de vérifier l'influence directe du diesel sur l'induction d'un profil Th2 passant par le biais d'une production de chimiokines pro Th2, nous allons étudier son effet sur des cellules dérivées de sujets non allergiques. Nous allons également poursuivre la partie *in vivo* chez les souris SCID.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Ce projet a fait l'objet de deux articles publiés, un autre prévu, une communication orale, et une thèse.

Rôle des interactions particules diesel-fumée de cigarette dans la physiopathologie des remodelages bronchique et alvéolaire des Bronchopneumopathies Chroniques Obstrucives (BPCO)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Michel AUBIER

Faculté de Médecine Xavier Bichat

Unité INSERM 408

16, rue Henri Huchard

BP 416

75018 PARIS

Tél. : 01 40 25 68 00

Fax : 01 40 25 88 18

Mél : michel.aubier@bch.ap-hop-paris.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) est une pathologie pulmonaire invalidante, ayant une composante bronchique et une composante alvéolaire. Le tabac est le principal facteur de risque de la BPCO, et des facteurs liés à l'environnement, tels la pollution de l'air, et notamment la pollution particulaire, semblent jouer un rôle essentiel dans l'aggravation de la BPCO, sans que les mécanismes impliqués soient élucidés. Deux hypothèses principales sont avancées pour expliquer la survenue des remodelages bronchique et alvéolaire caractéristiques des patients BPCO ; un déséquilibre de la balance protéases/anti-protéases, et un déséquilibre de la balance oxydants/anti-oxydants. L'objectif de ce projet est d'investiguer le rôle de la pollution particulaire dans la physiopathologie de la BPCO, en regardant son effet propre et associé à la fumée de cigarette sur le remodelage pulmonaire caractéristique de cette maladie.

Pour répondre à cet objectif, nous avons adopté une approche *in vitro* sur des cellules en culture (cellules musculaires lisses des voies aériennes, cellules épithéliales alvéolaires et macrophages alvéolaires - trois types cellulaires clés dans la physiopathologie de la BPCO), associée à une approche *in vivo* sur animal entier exposé à la fumée de cigarette en association ou non avec des particules de la pollution atmosphérique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Pour l'approche *in vitro*, nous utilisons des cellules musculaires lisses bronchiques humaines en culture primaire, une lignée de cellules épithéliales alvéolaires humaines, représentatives des pneumocytes de type II (lignée A549), et une lignée de macrophages alvéolaires murins (lignée RAW 264.7). Pour l'approche *in vivo*, nous utilisons des souris de souche C57/ BL6.

Les cellules ont été exposées, pendant 3 à 24 heures, à du condensat de fumée de cigarette (10 µg/ml), avec et sans exposition concomitante à des particules diesel (10 µg/cm²). Cette concentration a déjà été utilisée au sein du laboratoire.

Le nombre d'expériences analysées est d'au moins 3 pour chaque technique utilisée.

- La viabilité cellulaire a été évaluée par l'activité lactate-déshydrogénase (LDH) du milieu de culture, en parallèle à un test d'exclusion au bleu trypan. L'exposition des différents types cellulaires n'entraîne, à aucun des temps étudiés, une augmentation significative de l'activité LDH dans le milieu de culture cellulaire. Les tests de viabilité par exclusion du bleu trypan confirment ces données.

- Le stress oxydant a été mesuré d'une part par la détection de résidus 4-hydroxy-2-nonenal (4-HNE), marqueurs spécifiques de la peroxydation lipidique, et d'autre part par la mesure de l'oxydation d'une sonde de DichloroFluoresceine DiAcétate (DCFH-DA), qui émet de la fluorescence lorsqu'elle est en présence d'oxydants. L'exposition des cellules épithéliales alvéolaires de la lignée A549 humaine au condensat de fumée de cigarette entraîne une augmentation dose-dépendante de la peroxydation lipidique, évaluée à travers la détection du 4-hydroxy-2-nonenal (4-HNE). Cet effet semble, cependant, être moins important que celui induit par l'exposition des cellules aux particules diesel. Il n'y a pas de synergie entre les 2 expositions. Cet effet des particules diesel est retrouvé en termes d'oxydation du DCFH-DA, notamment au niveau des cellules musculaires lisses des voies aériennes.
- L'expression des métalloprotéases de la matrice (MMPs) et de leurs inhibiteurs (TIMPs) a été évaluée par RT-PCR, et leur activité par zymographie. Après 6 heures d'exposition, les cellules A549 montrent une diminution de l'expression de la MMP-2 pour toutes les stimulations utilisées. La MMP-9, autre gélatinase, n'est exprimée que très faiblement par les cellules A549, et aucune modification de son expression n'a pu être décelée. En termes d'antiprotéases, les expressions de TIMP-1 et de TIMP-2 ne sont pas modifiées. Après 24 heures de stimulation, on note une légère augmentation de l'activité gélatinolytique attribuable à la MMP-2 en réponse au condensat de fumée ou aux particules diesel, cet effet étant additif lorsque les cellules sont stimulées par les deux en même temps. En ce qui concerne les macrophages alvéolaires, dès 3 heures d'exposition, l'expression de l'ARN de la MMP-12, métalloélastase macrophagique, est légèrement augmentée en réponse au condensat de fumée de cigarette, et encore plus en réponse aux particules diesel. On n'observe pas de réponse synergique en présence des deux types de stimulants. L'expression de la MMP-9 n'est pas modifiée, ni celle de TIMP-2. En termes d'activité gélatinolytique, l'exposition pendant 24 heures des macrophages au condensat de fumée entraîne une augmentation de l'activité attribuable à la MMP-2. L'activité MMP-9 augmente quant à elle en réponse aux deux stimuli.
- La mesure de la prolifération des cellules musculaires lisses des voies aériennes a été réalisée par incorporation de thymidine tritiée sur 24 heures. La mesure de l'incorporation de thymidine tritiée par les cellules musculaires lisses bronchiques sur 24 heures montre que le condensat de fumée de cigarette entraîne un blocage de la prolifération de ces cellules. L'exposition aux particules diesel seules entraîne une légère augmentation de la prolifération, mais bloque la réponse hyperproliférative à un facteur de croissance, le PDGF. Ces effets passent par la voie des oxydants, puisque le prétraitement des cellules avec un antioxydant, la N-Acétyl Cystéine, corrige ces effets. L'exposition des cellules à la fois au condensat de fumée et aux particules diesel entraîne un blocage de la prolifération encore plus important que celui observé avec le condensat seul.

CONCLUSION

Ces résultats montrent que le condensat de fumée de cigarette et les particules diesel entraînent une modification du stress oxydant et de la balance protéases/antiprotéases des cellules épithéliales alvéolaires et des macrophages alvéolaires, de même qu'une altération de la réponse proliférative des cellules musculaires lisses bronchiques. La clarification des mécanismes impliqués dans ces effets et leurs conséquences fonctionnelles sur animal entier est en cours. Des expériences préliminaires *in vivo*, par exposition de souris à la fumée de cigarette de façon concomitante ou non aux particules diesel ont été réalisées et montrent qu'il existe des modifications très précoces de la balance protéases/antiprotéases. Des expériences avec des temps d'exposition plus longs sont actuellement en cours.

Rôle des particules atmosphériques fines dans l'induction des pathologies cardiorespiratoires d'origine inflammatoire. Etude *in vitro* des interactions entre la muqueuse respiratoire et les cellules de l'endothélium pulmonaire

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Francelyne MARANO

Laboratoire de Cytophysiologie et Toxicologie Cellulaire (LCTC)

Université Paris7, Denis Diderot

Case courrier 7073

2, place Jussieu

75251 PARIS CEDEX 05

Tél. : 0144276073

Fax : 0144276999

Mél : marano@paris7.jussieu.fr

PARTENAIRES

DIMAT Renault (Guyancourt) : MEYER Martine

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif du projet est de mieux comprendre le rôle de l'épithélium respiratoire dans la réponse systémique, en particulier cardiovasculaire, aux particules atmosphériques et à leurs composants organiques ou métalliques, en particulier par l'étude des sécrétions polarisées de cytokines et de leurs effets potentiels sur les cellules endothéliales pulmonaires.

MOTS-CLES

PM2,5, épithélium respiratoire différencié *in vitro*, cellules endothéliales, cytokines proinflammatoires, amphiréguline.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A REALISER

Travail réalisé :

1. Les campagnes de prélèvements sont finies et les PM récoltées ont été analysées.
2. L'extrait organique des particules récoltées près du périphérique de la porte d'Auteuil en été 2003 a été utilisé sur les cultures épithéliales différenciées cultivées avec une interface Air/Liquide. L'étude de la toxicité, de l'intégrité du tapis cellulaire et de la vectorisation des cytokines sécrétées a été réalisée.
3. La culture de la lignée A549 sur filtre poreux et la culture primaire des HUVEC ont été initiées.

Travail à réaliser :

1. Analyse des cytokines sécrétées par A549 (en cours)
2. Réalisation des cocultures A549/HUVEC (en cours) et A549/HMVEC, traitement des A549 avec les PM et les extraits organiques, analyse de la réponse des cellules endothéliales (en cours).
3. Etude de la phagocytose des particules par les A549 et recherche d'une transcytose.

POVA (Pollution des Vallées Alpines)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Jean-Luc JAFFREZO

LGGE

54 Rue Molière

38402 SAINT MARTIN D'HERES CEDEX

Tél : 04 76 82 42 32

Fax : 04 76 82 42 01

Mél : jaffrezo@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

PARTENAIRES

L'Air de L'Ain et des Pays de Savoie (Air-APS) : Didier Chapuis

Groupe de Recherche sur l'Environnement et la Chimie Atmosphérique (GRECA) : Véronique Jacob

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) : Patrick Chazette

Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) : Eva Leoz-Garziandia et Emeric Fréjafon

Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA) : Pascal Perros

Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement (LCME) : Pierre Masclet

Laboratoire d'Écoulements Géophysiques et Industriels (LEGI) : Jean-Pierre Chollet

Laboratoire d'Application de la Chimie à l'Environnement (LACE) : Christian George

Laboratoire systèmes Environnementaux, Information Géographique et Aide à la Décision (SEIGAD) : Pierre Dumolard

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Les objectifs généraux du programme POVA sont de :

1. dresser un état des lieux comparatif de la pollution liée au trafic véhiculaire en vallée de Chamonix et de la Maurienne, avant et après la réouverture du tunnel du Mont Blanc ;
2. évaluer les parts respectives des différents types d'émissions (biogéniques et anthropiques) dans la composition chimique des espèces atmosphériques gazeuses et particulaires, et en déterminer la variabilité en fonction des conditions environnementales ;
3. développer un outil opérationnel de modélisation (couplage dynamique / chimie multiphasique) appliqué au cas des vallées alpines, exploitable par L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie, qui permette de réaliser des études de scénario ;
4. initier des études d'impact de la pollution dans ces deux vallées, avec l'établissement de cartes d'exposition en fonction des études de scénario.

MOTS-CLÉS

Atmosphère, pollution, chimie multiphasique, vallées Alpines, émissions anthropiques et biogéniques, spéciation des PM10, modélisation, couplage dynamique-chimie, Système d'Information Géographique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Le programme initial (commencé en Mai 2000) comportait deux grandes parties :

i) des campagnes de terrain dans les vallées de Chamonix et de la Maurienne, avec 4 campagnes (en été et en hiver, avant et après la réouverture du Tunnel du Mont Blanc à la circulation) d'une semaine chacune dans chacune des vallées, associées à un suivi continu d'un nombre de paramètres plus restreint, aux deux stations du réseau AIR APS (Chamonix et Saint Jean de Maurienne). L'ensemble de ces actions est maintenant terminé. Les 4 campagnes intensives ont pris place dans les vallées, avec des mesures à hautes résolutions temporelles (pour l'observation des processus d'évolution) sur plusieurs sites (jusqu'à 8 par vallées) de typologies différentes (urbain, ruraux, d'altitude, ...) (pour l'observation des variations spatiales). Les mesures au sol d'un grand nombre de paramètres et d'espèces chimiques gazeuses et particulaires ont été complétées par des mesures 3D (radar, Lidar, ULM et télécabines instrumentés, ballon captif). Les mesures en continu (chimie des PM10 et des COV, en sus des mesures réglementaires du réseau) ont été maintenues plus longtemps que prévu, avec au final une base de données journalières qui couvrira la période Février 01 à Juillet 03.

Toutes les données de ces campagnes ne sont pas encore disponibles, mais les différents groupes parties prenantes travaillent activement à la finalisation des analyses, des interprétations conjointes, et à la constitution d'une base de données commune.

ii) une action de modélisation déterministe des processus couplant dynamique et chimie atmosphériques. L'originalité de cette action réside dans la finesse de la résolution spatiale nécessaire en raison de la topographie des vallées engendrant des vents de pentes et de vallée. Cette action a demandé la mise en place de cadastres d'émission dans les deux vallées, avec des tailles de maille fines (300 m à Chamonix, 1 km en Maurienne). Une première version de ces cadastres est en cours de finalisation, mais des améliorations seront apportées au cours de la seconde année du programme Primequal. En parallèle, le modèle non hydrostatique de dynamique atmosphérique (ARPS) a été mis en place (description des paramètres de terrain, d'occupation du sol, couplage avec les entrées des données météo du code MM5, imbrications multiples dans des zones géographiques à différentes échelles, compatibilités des schémas numériques, modules de post traitement, ...) et testé à une maille de 300x300 m dans le cas de Chamonix. Il a été validé avec les données météorologiques de campagnes d'été. Le module de chimie gazeuse TAPOM a été implanté (en collaboration avec l'équipe d'A. Clappier de l'EPFL, Lausanne, qui l'a élaboré) dans le code et testé lui aussi avec les données de campagne d'été 2003. Le forçage chimique des frontières du domaine dans TAPOM est assuré par le code CHIMERE. TAPOM utilise le solveur chimique RACM qui prend en compte 73 espèces chimiques dans 237 réactions chimiques.

L'ensemble de ces tests de validation donne déjà des résultats très satisfaisants permettant d'étudier des indicateurs chimiques dans la vallée. NO_y, les rapports H₂O₂/HNO₃ et O₃/NO_z démontrent le régime particulier de l'ozone contrôlé par les composés organiques volatils. Les résultats des simulations dynamiques et chimiques entreprises sur l'hiver avec la même méthodologie que l'été sont très encourageants et devraient permettre rapidement d'initier des études d'impact portant plus spécialement sur les composés primaires et les particules. Ce type d'études sera réalisé pour des scénarios spécifiques (une série décrivant les situations météorologiques, une autre les scénarios les plus intéressants du point de vue des émissions dans les vallées). Ces différents cas seront définis lors de cette seconde année du programme.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Un grand nombre de résultats et d'aspects innovants sont attendus lors de ce programme, directement en rapport avec le contenu de l'appel d'offre Primequal 2. Certains concernent des points spécifiques :

- étude de la composition chimique des PM 10 dans les vallées, de ses caractéristiques en fonction des sources d'émission potentielles, et de son évolution dans les différentes situations rencontrées, en mettant l'accent sur la composante organique ;
- détermination des répartitions des constituants chimiques principaux des aérosols par classes de taille (entre 45 nm et 15 μ m) ;
- développement et application de certaines méthodes de prélèvement et d'analyse, entre autres pour les aérosols semi volatils ;
- études des relations entre phase gazeuse et phase particulaire, dans l'optique de la compréhension de certains des processus de formation de la matière particulaire ;
- investigations sur la spéciation et les caractéristiques de certaines classes d'espèces chimiques (HAP oxygénés et nitrés : distribution entre la phase gazeuse et particulaire, et distribution par tranche granulométrique ; composition par famille des espèces organiques particulaires).

D'autres résultats seront plus globalisants :

- développement et comparaisons avec des mesures de terrain d'un modèle de chimie ;
- modélisation numérique de la dynamique atmosphérique dans des vallées étroites à des échelles locales, et couplage du modèle local à un modèle régional pour la dynamique et la chimie,
- développement de systèmes d'information géographique à maille fine dans les systèmes de vallée, et utilisation de ces systèmes comme interface avec le modèle couplé dynamique / chimie ;
- réalisation d'études de scénario pour l'évaluation des variations de la composition chimique atmosphérique.

BIOPOLLATM : biosphère et pollution atmosphérique en zone rurale et périurbaine

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Pierre CELLIER

INRA UMR Environnement et Grandes Cultures

78850 THIVERVAL GRIGNON

Tél. : 01 30 81 55 32

Fax : 01 30 81 55 63

Mél: cellier@grignon.inra.fr

PARTENAIRES

UMR INRA / UHP Ecologie et Ecophysiologie Forestière, Nancy

UR INRA Bioclimatologie, Bordeaux

Laboratoire d'Aérodologie

Laboratoire d'Ecologie Moléculaire, UPPA, Pau

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Le projet BIOPOLLATM vise à mieux comprendre les interactions biosphère-atmosphère dans le domaine de la pollution atmosphérique. On cherche (1) à comprendre les modalités d'impacts de plusieurs polluants sur le fonctionnement des plantes et (2) le rôle de la biosphère comme source et puits dans la pollution atmosphérique locale et régionale. Ce projet comprend des approches à différentes échelles, de l'échelle locale à l'échelle régionale.

Les objectifs de ce projet multidisciplinaire peuvent se résumer comme suit :

- Objectif 1 : estimer l'impact de la pollution atmosphérique sur le fonctionnement des couverts végétaux de la modification du métabolisme jusqu'à l'intégration à l'échelle du couvert végétal dans des modèles de fonctionnement de couverts végétaux.
- Objectif 2 : comprendre et quantifier les principales voies d'absorption et d'émission de polluants gazeux entre le sol et atmosphère ou la végétation et l'atmosphère.
- Objectif 3 : analyser le transport et le dépôt de polluants depuis des zones-sources (urbaines ou agricoles) jusqu'aux écosystèmes récepteurs à courte distance.
- Objectif 4 : analyser l'importance de l'organisation de l'espace en zone périurbaine sur l'impact de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes et pour la modélisation de la pollution atmosphérique.

MOTS-CLÉS

Pollution atmosphérique, impact biologique, modèle SVAT, modèle Chimie Transport, ozone, ammoniac.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Réalisation des expérimentations de terrain et de laboratoire prévues dans le cadre du projet

- Expérimentation commune, Grignon, été 2002 sur une culture de maïs ;
- expérimentations en chambre à ciel ouvert à Pau (7 atmosphères différentes) ;
- analyses biochimiques sur les échantillons collectés en 2002 sur l'expérimentation commune et dans les chambres à ciel ouvert ;
- étude de l'impact de l'ozone sur des plantes C4 et C3 dans des chambres phytotroniques sur maïs, blé et peuplier.

Développement de dispositifs expérimentaux

- Chambres de fumigation pour l'analyse et la paramétrisation des échanges de polluants entre une végétation et l'atmosphère ;
- développement d'une rampe de fumigation pour évaluer l'impact de l'exposition à l'ozone sur le fonctionnement (photosynthèse, production) d'une culture ;
- site de mesure des flux d'ozone par méthodes micro-météorologique sur cultures (Grignon) et forêt (Bordeaux).

Modélisation des échanges végétation - atmosphère

- Paramétrisation des échanges d'ozone entre un couvert végétal et l'atmosphère ;
- développement d'un modèle SVAT adapté aux échanges de polluants : le modèle SURFATM.

Conclusions

Les deux premières années du projet **BIOPOLLATM** ont permis de mettre en place les bases théoriques et expérimentales de ce projet ainsi que les collaborations nécessaires entre partenaires.

Le projet s'est structuré en trois groupes de travail animés chacun par deux coordinateurs qui se réunissent régulièrement.

Globalement, le projet se déroule donc dans des conditions satisfaisantes.

Le travail restant à réaliser concerne :

- la finalisation de la base de données de l'expérimentation commune (été 2004) ;
- l'installation définitive du site de mesure de flux d'ozone sur cultures agricoles à Grignon (été 2004) ;
- la mise au point et la validation du modèle de dépôt d'ozone bi-couche, intégrant les transformations chimiques (été-automne 2004) ;
- la comparaison du modèle SurfAtm avec le modèle ISBA (interface végétation-atmosphère de MésoNH-C (automne 2004) ;
- la réalisation d'expériences de fumigation en plein champ sur blé puis maïs (printemps-été 2004) ;
- la mise au point du module « contrainte-polluant » dans CERES-EGC ;
- une tentative de couplage « off-line » des modèles de fonctionnement de culture avec SurfAtm d'une part et MésoNH-C d'autre part (automne 2004-hiver 2005) ;
- l'utilisation du modèle couplé pour des études de scénarios (hiver 2004-printemps 2005) ;
- le couplage de modèles d'émission et de dispersion de polluants (NH₃, NO₂) à l'échelle locale (2005-06)

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

- constitution d'une base de données sur l'expérimentation commune 2002 (données micro-météorologiques et micro-climatiques, flux d'ozone/CO₂/H₂O/NO_x, mesures d'impact sur la photosynthèse) ;
- mise en place de sites de mesure des dépôts d'ozone sur cultures agricoles (Grignon) et forêts (Bordeaux) ;

- mise au point de chambres d'exposition aux polluants avec mesure des flux déposés ou émis par la plante ;
- modèle SurfAtm avec interface-utilisateurs →enseignement, biologistes, ... ;
- inclusion d'une contrainte « pollution » dans un modèle de culture (CERES-EGC) pour évaluation des impacts de l'ozone sur la production ;
- évaluation de scénarios d'occupation du sol : implications sur les flux et concentration d'ozone, et impacts régionalisés.

Détermination des mécanismes d'oxydation des hydrocarbures aromatiques polycycliques adsorbés sur des aérosols de nature atmosphérique

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Eric VILLENAVE

Laboratoire de Physico-Chimie Moléculaire

CNRS UMR 5803

Université Bordeaux I

351, cours de la Libération

33405 TALENCE CEDEX

Tél : 05 40 00 63 50

Fax : 05 40 00 66 45

Mél : e.villenave@lpcm.u-bordeaux1.fr

PARTENAIRES

Laboratoire de Physico-Toxico Chimie, Université Bordeaux I : Hélène Budzinski

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Ce projet est la continuité d'une étude débutée en 1999-2000 (suite au premier APR PRIMEQUAL-PREDIT) sur la réactivité des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) adsorbés sur des particules atmosphériques. Il est issu d'une collaboration entre deux Laboratoires (le LPCM et le LPTC) au sein d'un Institut Fédératif (le CRCM, IFR 1981 CNRS) de l'Université Bordeaux I. Des études de toxicologie ont montré le rôle que pourraient jouer dans les processus de cancérogenèse différents HAP inclus dans la phase particulaire émise, entre autres, par les automobiles dans les atmosphères urbaines. Ces HAP, adsorbés sur des aérosols en suspension de tailles diverses, peuvent présenter des réactivités différentes selon les conditions auxquelles ils sont exposés, et ainsi modifier leur nature chimique de surface et donc leur toxicologie. Il s'agit dans ce projet d'étudier la vitesse des réactions d'oxydation des HAP en phase particulaire mais aussi d'identifier leurs produits d'oxydation et enfin de proposer des mécanismes expliquant leur formation. La deuxième partie concernant l'étude des HAP parents et de leurs produits d'oxydation présents en milieu naturel n'a pas commencé suite à un désengagement du partenaire pressenti pour effectuer l'étude de terrain (AIRAQ). Néanmoins, la comparaison avec les produits d'oxydation trouvés dans l'atmosphère relevés dans la littérature devrait permettre d'identifier les mécanismes chimiques de leur formation.

MOTS-CLÉS

HAP, particules, réactivité, produits d'oxydation, atmosphère, pollution.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La première partie du projet concernant l'étude de la réactivité des HAP en phase particulaire en laboratoire à l'aide du réacteur à écoulement a amené beaucoup de résultats originaux. Pour atteindre les objectifs de ces travaux et mieux comprendre les processus d'oxydation des HAP associés à des particules, nous avons choisi une double approche consistant à déterminer les vitesses de réaction de dégradation des HAP et les produits d'oxydation

formés lors de ces réactions. Les réactions d'un mélange de 14 HAP-particulaires avec les radicaux NO, NO₂ et OH ont été étudiées. Devant la complexité des particules carbonées naturelles, il a d'abord été choisi d'étudier un modèle simplifié de HAP-particulaire, consistant en un mélange de HAP adsorbés sur des particules de graphite, ces dernières étant retenues pour leur simplicité, mais aussi du fait de la structure partiellement graphitique des particules atmosphériques carbonées. Tous les protocoles analytiques de préparation, d'extraction, de mesure et de quantification des HAP-particulaires ont été validés à l'aide de particules certifiées fournies par le NIST, dont les concentrations en HAP sont parfaitement déterminées.

Les HAP qui présentent les réactivités les plus importantes avec NO₂ sont l'anthracène et le benzo(a)pyrène. Si on compare l'ensemble des mesures cinétiques obtenues (cf. détail dans le rapport), la réactivité de NO₂ avec les HAP adsorbés sur le graphite semble similaire pour la plupart des HAP : le benzo(k)fluoranthène apparaît néanmoins le moins réactif avec une constante de vitesse environ 4 fois inférieure à celle du pérylène. Si l'on compare ces résultats avec ceux obtenus ultérieurement dans ce travail dans les mêmes conditions pour des particules diesel (NIST SRM 1650a), la dégradation des HAP par NO₂ est globalement moins importante et moins rapide que dans le cas du modèle graphitique, même si les constantes de vitesse restent du même ordre de grandeur. Par contre, les tendances de réactivité semblent respectées, les composés les plus réactifs avec NO₂ à la surface du graphite le restant dans le cas du SRM 1650a.

Dans le cas des réactions avec le radical OH, l'ensemble des constantes de vitesse se situe dans une gamme de valeurs assez resserrée, qui ne permet pas de séparer significativement la réactivité de chaque HAP compte tenu des incertitudes expérimentales. Par contre, les réactions avec OH sont environ 5 ordres de grandeur plus grands que celles avec NO₂. La comparaison avec le même type de mesures effectuées dans ce travail pour des particules diesel permet de montrer que les HAP associés aux particules de graphite présentent une réactivité 20 à 30 fois plus élevée. La nature des particules carbonées étudiées semblerait donc conférer une stabilité plus ou moins importante vis-à-vis de l'oxydation par le radical OH. La différence de réactivité est encore plus marquée (2 à 3 ordres de grandeur) lorsque l'on compare les constantes de vitesse mesurées pour les particules diesel avec celles rapportées en phase gazeuse pour l'oxydation par OH des HAP. Ceci confirme l'effet inhibiteur de la surface, déjà présent dans le cas du graphite. Cette étude cinétique a permis de mettre en évidence la réactivité des HAP associés à deux types de particules carbonées et avec trois radicaux (NO, NO₂ et OH) (la réaction avec NO étant indiscernable de la désorption dans nos conditions expérimentales).

L'identification des produits d'oxydation - par NO₂ et OH - des HAP adsorbés sur des particules a été entreprise pour deux isomères, le phénanthrène et l'anthracène, adsorbés chacun individuellement sur des particules de graphite, dans le but d'identifier d'éventuelles différences de mécanismes liées aux configurations des molécules.

Seuls deux produits sont formés par la réaction de l'anthracène-particulaire avec NO₂ : il s'agit du 9-nitroanthracène et de la 9,10 anthraquinone. En présence du radical OH, d'autres composés ont été identifiés, même si nous n'avons pu cette fois les quantifier de façon absolue faute d'étalons disponibles. Pour construire un mécanisme d'oxydation rendant compte de la formation de tous les produits observés, nous avons décomposé chaque étape correspondant à la formation de chaque isomère de chaque composé identifié, en s'inspirant la plupart du temps des mécanismes rapportés précédemment pour des études en phase gazeuse. Le même type d'étude a été entrepris sur des particules de graphite enrobées de phénanthrène. Les isomères 1-, 3-, et 9-nitro-phénanthrène ont été identifiés suite à l'exposition du phénanthrène-particulaire à NO₂. En présence de OH, des familles de produits d'oxydation similaires à celles rencontrées dans le cas de l'anthracène ont également été mises en évidence.

A partir des produits identifiés, des mécanismes d'oxydation par NO₂ et OH des anthracène- et phénanthrène-particulaires ont pu être proposés. Ils mettent en jeu une succession d'addition de radicaux OH et de molécules de NO₂ suivies du départ de molécules d'eau ou de HONO. Ceci laisse présager que l'oxydation des HAP associés à des particules

carbonées pourrait être une voie de formation hétérogène de HONO dans l'atmosphère et donc une source potentielle de radicaux OH. Par ailleurs, la présence de la majorité des familles de produits identifiées ici a également été mise en évidence dans des particules atmosphériques réelles, ce qui conforte l'intérêt de l'utilisation de notre modèle de particules.

La caractérisation des HAP et de leurs produits d'oxydation dans l'air ambiant n'ayant pu se faire avec le Réseau Aquitain de Surveillance de la Qualité de l'Air AIRAQ, (faute de moyens humains et financiers et à la restructuration d'AIRAQ), nous avons entrepris une collaboration avec l'INERIS (Mme LEOZ-GARZANDIA et M. ALBINET) pour caractériser tout d'abord chimiquement les HAP oxygénés en phase gazeuse et en phase particulaire, pour différents sites urbains, industriels ou ruraux.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Par contre, la valorisation proposée dans le projet avec PEUGEOT PSA (M. BEZIAU) a été réalisée. Elle consistait en l'utilisation et le développement des protocoles analytiques mis au point dans le cadre de cette étude pour mesurer les teneurs en HAP échantillonnés sur des filtres à particules dans différentes conditions d'utilisation (Véhicule Peugeot 406 HDI). Les résultats de cette étude sont confidentiels.

Enfin, ce projet représente une partie des thèses de doctorat de Williams ESTEVE et d'Emilie PERRAUDIN. La première thèse a été soutenue le 19 décembre 2002 à l'Université Bordeaux I. Ce travail a déjà fait l'objet d'une publication internationale parue dans une revue à comité de lecture (6 sont soumises ou en préparation), et de 13 communications (dont 2 invités) dans des congrès internationaux et nationaux.

Publications dans des revues internationales à comité de lecture

"Heterogeneous Reactivity of OH Radical with Phenanthrene"

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave(2003)

Polycyclic Aromat. Compd., **23**, 441-456

"Kinetic Study of the Heterogeneous Reactions of OH, NO₂ and NO Radicals with Phenanthrene Adsorbed on Graphite Particles"

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave (2004)

Atmospheric Environment, soumis

"Kinetic Study of the Reactions of NO₂ with Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Adsorbed on Silica"

E. Perraudin, H. Budzinski, E. Villenave(2004)

Phys. Chem. Chem. Phys., soumis

"Sample Preparation Artifacts in the Quantification of Benzo(a)Pyrene due to the Presence of Oxidized Carbonaceous Particles"

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave (2004)

en préparation

"Mechanisms of the Heterogeneous Reactions of NO₂ and OH Radicals with Anthracene and Phenanthrene Adsorbed on Graphite Particles"

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave (2004)

en préparation

"Kinetic Study of Reactions of Four PAH Isomers Adsorbed on Graphite Particles"

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave (2004)

en préparation

“Heterogeneous Reactivity of OH and NO₂ Radicals with a 12-PAH Mixture from Diesel Particles”

W. Estève, H. Budzinski, E. Villenave (2004)
en préparation

Communications internationales (orales ou affiches)

“Experimental Study of the Reactions of OH Radicals with Polycyclic Aromatic Compounds Adsorbed on Graphite Particles”

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2001)

221st National Meeting of the American Chemical Society, San Diego (USA), 1-5 Avril
(Communication orale invitée)

“Reactivity of Polycyclic Aromatic Compounds Adsorbed on Particles”

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2002)

CERC3 Workshop 2002 on Atmospheric Chemistry and Particulate Matter, Birkerød (Danemark), 3-6 Juin

(Communication orale invitée)

“Study of the Reactivity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Adsorbed on Air Particles: Development of a New Experimental Apparatus”

W. Esteve, J.C. Loison, E. Villenave, H. Budzinski (1999)

17th International Symposium on Polycyclic Aromatic Compounds, Bordeaux (France) 25-29 Octobre

(Affiche)

“Study of the Reactivity of PAHs Adsorbed on Air Particles: Development of a New Experimental Apparatus”

W. Esteve, E. Villenave, H. Budzinski (2000)

3rd World Congress of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Brighton (Angleterre) 21-25 Mai

(Affiche)

“Reactivity of OH, NO₂ and NO with Polycyclic Aromatic Compounds adsorbed on Graphite Particles”

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2001)

A changing atmosphere: 8th European Symposium on the Physico-Chemical Behaviour of Atmospheric Pollutants, Turin (Italie) 17-20 Septembre

(Affiche)

“Experimental Study of the Reactions of OH Radicals with Polycyclic Aromatic Compounds Adsorbed on Graphite Particles »

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2001)

XXVI General Assembly of the European Geophysical Society, Nice (France) 25-30 Mars

(Affiche)

“Experimental Study of the Reactions of OH Radicals with Polycyclic Aromatic Compounds Adsorbed on Graphite Particles »

H. Budzinski, W. Esteve, E. Perraudin, E. Villenave (2002)

SETAC Europe 12th Annual Meeting, Vienne (Autriche) 12-16 Mai

(Affiche)

“Atmospheric Reactions of Polycyclic Aromatic Compounds Adsorbed on Particles : Kinetics and Mechanisms”

E. Villenave, W. Esteve, H. Budzinski (2003)

19th International Symposium on Polycyclic Aromatic Compounds, Amsterdam (Pays-Bas), 21-25 Septembre

(Communication orale)

“Heterogeneous Reactivity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Adsorbed on Silica Particles”

E. Perraudin, H. Budzinski, E. Villenave (2003)

19th International Symposium on Polycyclic Aromatic Compounds, Amsterdam (Pays-Bas), 21-25 Septembre

(Affiche)

Communications nationales (orales ou affiches)

“Etude de la Réactivité des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Adsorbés sur des Aérosols Atmosphériques”

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2000)

Colloque Prédit-Primequal, Toulouse, 29 Novembre - 2 Décembre

(Affiche)

“Réactivité en Phase Hétérogène des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques avec les Radicaux OH, NO₂ et NO”

W. Esteve, H. Budzinski, E. Villenave (2001)

Journées du Groupe Cinétique et Photochimie en phase gazeuse de la SFC, Lille, 11-12 Juin

(Communication orale)

“Réactivité Atmosphérique des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Adsorbés sur des Particules de Silice : Cinétique d'Oxydation par NO₂”

E. Perraudin, H. Budzinski, E. Villenave (2003)

Congrès SEP'03, Lyon, 13-15 Mai

(Affiche)

“Réactivité Atmosphérique des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Adsorbés sur des Particules de Silice : Cinétique d'Oxydation par NO₂”

E. Perraudin, H. Budzinski, E. Villenave (2003)

Réunion annuelle du groupe Cinétique et Photochimie de la SFC, Orléans, 2-3 Juin

(Communication orale)

Etude de la contribution de l'aérosol organique en tant que source d'acide nitreux (Acronyme: SHONO)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Christian GEORGE

Laboratoire d'Application de la Chimie à l'Environnement (LACE)

Bâtiment Jules Raulin

43, boulevard du 11 novembre 1918

69622 VILLEURBANNE

Tél : 04 72 43 14 89

Fax : 04 72 44 81 14

Mél:christian.george@univ-lyon1.fr

PARTENAIRES

Laboratoire Chimie et Environnement, Université de Provence : Henri WORTHAM

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'acide nitreux est une source importante de radicaux OH au lever du jour qui peut, sous certaines conditions même influencer la production photochimique d'ozone durant le restant de la journée. Malgré cette importance, les sources d'acides nitreux restent mal décrites. Très récemment, de nouvelles réactions ont été identifiées qui peuvent aboutir à la formation d'ions nitrite (et donc d'acide nitreux). Celles-ci mettent en jeu le dioxyde d'azote et une série d'alcools aromatiques (phénols et dérivés). D'autre part, de très récents travaux concernant la description de la fraction soluble organique de l'aérosol submicronique permettent désormais l'utilisation de "proxy" représentant "le mieux possible" l'aérosol organique. Ainsi il devient possible d'étudier ces réactions de manière très contrôlée afin de quantifier leur impact sur le bilan de l'acide nitreux. Notre but est donc d'étudier la réactivité multiphasique de NO₂ sur différents substrats mimant l'aérosol organique afin d'obtenir les constantes de vitesses nécessaires à la modélisation de ces réactions potentiellement importantes pour l'environnement urbain.

MOTS-CLÉS

Acide nitreux, HONO, OH, pollution photochimique, chimie multiphasique, aérosol organique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Notre objectif est de fournir les données physico-chimiques nécessaires à l'évaluation de l'importance des réactions entre NO₂ et des aromatiques hydroxylés en tant que source d'acide nitreux. L'approche expérimentale initialement prévue résidait dans l'utilisation de techniques de laboratoire standards et validées et devant aboutir à des résultats directement utilisables par la communauté scientifique.

Ainsi, nous proposons de caractériser la réactivité multiphasique de NO₂ envers:

- les constituants isolés de l'aérosol organique ;
- le mélange de ces constituants afin d'étudier l'impact de l'aérosol à travers l'emploi d'un "proxy" simple de l'aérosol organique mais qui maintient la proportionnalité des fonctionnalités chimiques.

Afin de pouvoir être applicable dans la plus large gamme de conditions possibles, ces réactions devront être étudiées sur des substrats liquides (aqueux et/ou organiques) et solides. Ceci sera possible grâce à l'emploi de techniques expérimentales complémentaires : les tube à écoulement à film tombant et à paroi enduite. Les résultats expérimentaux devront ensuite être intégrés dans un code chimique 0-D afin d'estimer leur impact sur une masse d'air donnée. L'avancement de ces trois approches est décrit ci-dessous.

La technique du tube à écoulement à film tombant (LACE - Villeurbanne)

Initialement, il était prévu d'opérer un tube à écoulement à film tombant couplé à une méthode optique pour le suivi des concentrations en NO_2 et HNO_2 . Lors des premiers tests, cette méthode d'analyse s'est avérée être trop limitée. Ainsi, il a été quelque peu nécessaire de corriger notre approche expérimentale en employant une technique de spectrométrie de masse pour l'analyse et le suivi de nos mélanges gazeux. La version finale du dispositif expérimental est illustrée par la figure 1.

Le dispositif consiste en un tube à écoulement vertical ou horizontal (ayant un diamètre interne $d = 10 \text{ mm}$) dont les parois internes sont recouvertes d'un film liquide (visqueux ou non) ou solide. L'ensemble du système est thermostaté permettant des études en fonction de la température entre 0 et 30°C . Ce domaine d'étude est restreint par les propriétés physico-chimiques de l'eau. Dans ce dispositif qui peut être opéré tout aussi bien à pression normale que réduite, le suivi cinétique de l'incorporation d'un gaz dans le film liquide se fait en analysant la disparition de cette espèce en fonction du temps d'interaction t entre les deux phases ce qui aboutit à la mesure du coefficient de capture (ou encore la probabilité de réaction).

l'analyse et le suivi de nos mélanges gazeux. La version finale du dispositif expérimental est illustrée par la figure 1.

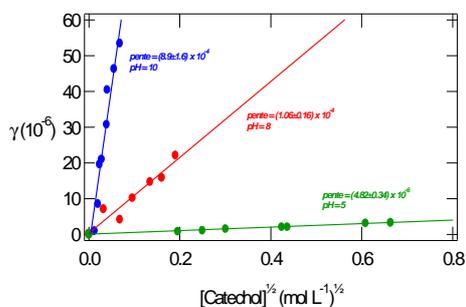
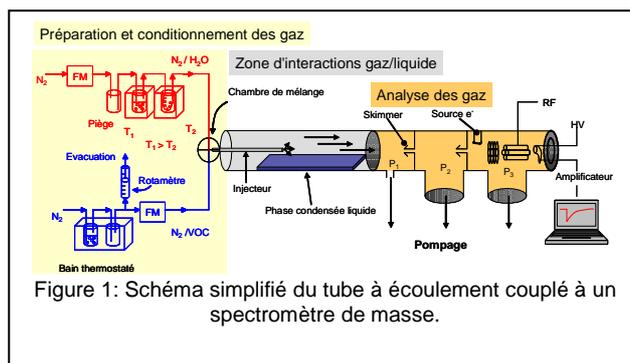


Figure 2: Coefficient de capture mesurés lors de l'interaction de NO_2 avec des solutions de catéchol.

Comme le catéchol a été observé comme étant un élément important de la composition de fraction soluble des aérosols organiques, nous avons entrepris en premier lieu de caractériser sa réactivité envers NO_2 . Ceci est illustré par la figure 2.

Le coefficient de capture est relié à la constante de vitesse par

$$\gamma = \frac{4HRT\sqrt{kD_a}}{\langle c \rangle}$$

Ainsi, en connaissant le coefficient de capture, il devient possible de déterminer la constante de vitesse de la réaction étudiée. Ceci est illustré par la figure 3.

De cette même figure, il est évident que la conversion chimique du NO_2 en acide nitreux est fortement dépendant du pH et a principalement lieu à des pH élevés. Ceci traduit le fait que seul l'anion issu des aromatiques hydroxylés est réactif vis-à-vis du dioxyde d'azote. Cependant, dans ces conditions, les anions nitrites formés sont piégés en solution sous forme d'ions et ce, sans formation d'acide nitreux.

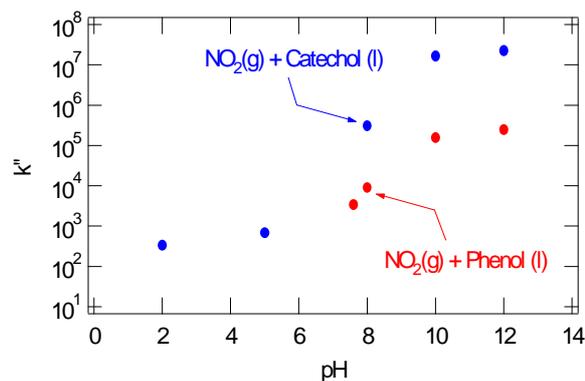


Figure 3 : Constantes de vitesse mesurées lors de l'interaction de NO_2 avec des solutions de catéchol et de phénol.

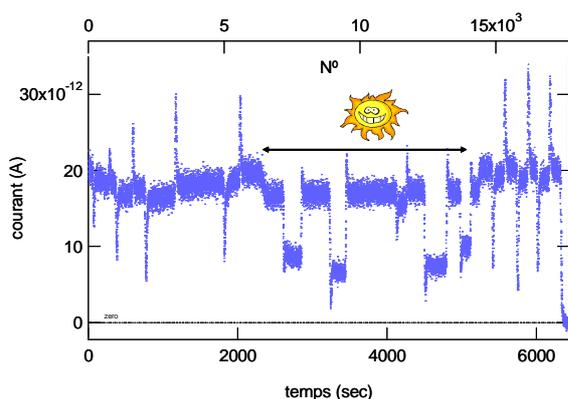


Figure 4: Impact de la lumière sur les interactions entre NO_2 et des surfaces solides de catéchol

Par contre, aucune chimie n'a été observée lors de l'interaction entre NO_2 et des surfaces solides (et sèches) de catéchol. En effet, dans ce cas, NO_2 s'adsorbe de manière physique sur cette surface sans être converti vers l'acide nitreux. Par contre, la situation est toute différente en présence de lumière qui initie une photochimie à la surface du film organique (figure 4). C'est cette chimie que nous souhaitons étudier lors de l'année 2.

De cette partie, nous pouvons conclure que :

- la conversion multiphasique de NO_2 en acide nitreux nécessite des pH trop élevés pour présenter un intérêt atmosphérique,
- la conversion de NO_2 en acide nitreux n'a pas lieu sur des surfaces solides en absence d'eau,
- la conversion de NO_2 en acide nitreux peut avoir lieu du fait d'une photochimie hétérogène

La technique du tube à paroi enduite (LCE - Villeurbanne)

Cette technique s'est révélée être inappropriée. Ainsi une nouvelle approche expérimentale est en cours de développement au LCE.

Modélisation de la chimie multiphasique

La figure 5 montre un résultat de modélisation de la chimie multiphasique du NO_2 et illustre le fait que même si cette chimie requière des pH élevés, elle peut avoir lieu dans des particules très riches en aromatiques hydroxylés.

En effet, ces résultats soulignent une formation additionnelle d'acide nitreux dès lors que le contenu en aromatique des aérosols dépasse un certain seuil se situant aux alentours de 10^{-5} M.

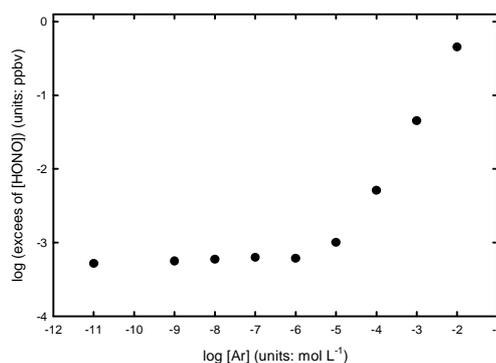


Figure 5 : Excès d'acide nitreux en fonction du contenu en aromatique des aérosols. Cet excès est défini comme étant la différence entre des simulations sans chimie des aromatiques et le mécanisme complet

Prenant en compte, des résultats obtenus lors de la première année, nous souhaitons pendant l'année à venir :

- caractériser l'effet de la température sur la chimie multiphasique de NO_2 et des aromatiques hydroxylés. Ceci a pour but d'identifier si un abaissement de température peut favoriser un chemin réactionnel aboutissant à la formation d'acide nitreux.
- caractériser l'impact de l'humidité relative sur les processus d'adsorption et de conversion chimique de NO_2 sur des films organiques.
- caractériser la photo chimie hétérogène de NO_2 sur des films organiques.

Avec cet ensemble de données, nous devrions obtenir une vue plus complète de l'importance de ces processus.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Simuler correctement les sources d'acide nitreux est nécessaire car ce gaz peut jouer un rôle très important lors d'épisodes de pollution photochimique. En effet, HNO_2 est photolysé très rapidement (avec des temps de vie de l'ordre de l'heure au lever du soleil) libérant ainsi du monoxyde d'azote et des radicaux hydroxyle (OH). Dès leur formation, ces derniers vont débiter les cycles d'oxydation des hydrocarbures et la conversion de NO vers NO_2 et ainsi la production photochimique d'ozone. Ainsi la photolyse d'acide nitreux peut influencer les pics de pollution observés dans nos grandes agglomérations.

La valorisation envisagée dans le cadre de ce travail concerne presque exclusivement la diffusion des résultats à travers des publications communes et des conférences. Celle-ci est essentielle et indispensable pour garantir la mise à jour rapide des modèles numériques permettant la simulation des épisodes de pollution urbaine.

Etude en laboratoire de la dégradation photochimique de polluants organiques persistants et mesures de leurs constantes de Henry

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Stéphane LE CALVÉ

Centre de Géochimie de la Surface

1 rue Blessig

67084 STRASBOURG CEDEX

Tél : 03 90 24 03 68

Fax : 03 90 24 04 02

Mél : slecalve@illite.u-strasbg.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Il s'agissait de mettre au point une technique expérimentale permettant d'effectuer des mesures directes de constantes de Henry, à des températures caractéristiques de la basse troposphère. Ce dispositif devait être ensuite utilisé pour mesurer des constantes de Henry de polluants organiques persistants tels que les pesticides ou autres dérivés phénoliques.

MOTS-CLÉS

Constante de Henry, pesticide, phénol, crésols, distribution, phase aqueuse atmosphérique, durée de vie.

Le rapport final a été envoyé à la fin du mois de janvier 2004.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Le dispositif expérimental permettant d'effectuer une mesure directe de la constante de Henry, a été validé par l'étude de l'acétone dont les résultats ont été comparés avec la littérature existante. Cette étude a été suivie par la mesure de constantes de Henry en fonction de la température pour 4 pesticides et 4 dérivés phénoliques.

Les durées de vie, calculées à partir de nos valeurs de H à 283 K et des constantes de vitesses disponibles dans la littérature ou estimées à partir de relations semi-empiriques, montrent que la présence d'une phase aqueuse atmosphérique réduit notablement les durées de vie des pesticides et dans une moindre mesure celles des composés phénoliques.

Ce travail a fait l'objet de 3 publications de rang A. Une partie a été récemment publiée en janvier 2003 dans "*Atmospheric Environment*" [Gautier et al., 2003] tandis que deux autres publications ont été soumises dans "*Chemosphere*" en septembre 2003 (acceptée) et dans "*Atmospheric Environment*" en décembre 2003.

Mesures des particules dans une rue : comparaison des méthodes - Evaluation et bilan des particules émises par le trafic

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Alexis COPPALLE

UMR 6614 - CORIA

Av. de l'Université

76801 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY

Tél : 02 32 95 97 73

Fax : 02 32 95 97 21

Mél : coppalle@coria.fr

PARTENAIRES

Laboratoire de Mécanique des Fluides, Ecole Centrale de NANTES

CERTAM, 76800 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY

Air Normand, 76000 ROUEN

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Les objectifs sont de réaliser une campagne de mesure axée sur les particules en plein centre ville en associant des simulations numériques, afin de :

- Comparer différentes méthodes de mesure de la masse, du nombre et de la taille des particules (TEOM, SMPS, ELPI).
- Etudier l'accumulation et l'évacuation des particules dans une rue ainsi que l'évolution de leur taille.
- Analyser des échanges entre la rue et la couche limite urbaine et déterminer les temps caractéristiques d'échanges.
- Réaliser le bilan en particules dans une rue, en particulier celles qui sont émises par le trafic, ce qui permettra d'évaluer leurs contributions au niveau de l'ensemble de l'agglomération.

MOTS-CLÉS

Pollution de proximité, particules, particules fines, concentration, nombres, bilan.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Une campagne de mesures a été réalisée dans une rue à fort trafic, la rue Renard, située en plein centre de Rouen où circulent environ 8000 véhicules par jour. Elle a eu lieu du 1^{er} mars au 15 avril en installant des bungalows sur le trottoir. Durant cette période, un certain nombre d'appareils permettant de caractériser les particules, les polluants gazeux et les conditions météorologiques ont été mis en œuvre.

Au niveau des particules, ont été réalisées les mesures complémentaires suivantes :

- granulométrie des particules fines (< 500nm) par analyse de mobilité électrique : SMPS (CORIA) ;
- granulométrie de l'ensemble des particules de 10 nm à 10 µm à l'aide d'un ELPI (Electrical Low Pressure Impactor) (CERTAM) ;
- mesure de la masse des particules en suspension avec un TEOM (Air Normand) ;
- morphologie des particules par microscopie électrique (CORIA) ;

- détermination de la masse totale des particules par extinction optique (CORIA) ;
- analyse de la fraction carbonée des particules avec un analyseur de carbone (INERIS).

Pour l'analyse granulométrique (ELPI-SMPS), un mât de 12 m a été installé sur le toit du bungalow afin d'effectuer un prélèvement à 2 hauteurs différentes : à la hauteur des piétons (site de proximité) et au-dessus des toits (pollution de fond).

Associée à ces mesures sur les particules, Air Normand a effectué des mesures de polluants gazeux, NOx et CO.

Pour les conditions météorologiques, des anémomètres soniques ont été installés sur le mât. En parallèle, des mesures de micro-météorologie de « référence » ont été réalisées sur la terrasse d'un immeuble (la Fédération des œuvres laïques), à environ 100m du site de la rue du Renard. Ces mesures ont été réalisées par le LMF de Nantes. Des mesures de polluants gazeux (NOx) y ont également été réalisées par Air Normand.

La campagne de mesures venant de s'achever, il va falloir, dans les mois qui viennent, traiter et analyser l'ensemble de ces données. Dans un premier temps, il s'agira de comparer les résultats obtenus sur les particules afin de déterminer les corrélations entre les appareils de mesure de particules à savoir, compteurs et granulomètres. Dans un deuxième temps, il faudra comparer les niveaux de particules, de polluants gazeux afin de quantifier la part du trafic dans la pollution urbaine.

L'analyse de la campagne s'appuiera sur des simulations numériques réalisées avec les modèles suivants : OSPM (modèle opérationnel de pollution dans les rues de l'équipe danoise du NERI) et CHENSI (modèle détaillé d'écoulement et de dispersion dans la canopée urbaine développée par le LMF), en vue d'obtenir le bilan en masse et en nombre ainsi que l'intensité des transferts entre la rue et l'air au-dessus des toits.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Ces travaux font l'objet d'une thèse au Laboratoire de Mécanique des Fluides de Nantes. Au niveau publication, nous proposerons un article dans une revue spécialisée lorsque nous aurons interprété les résultats.

Echantillonnage passif des éthers de glycol dans l'air intérieur

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Hervé PLAISANCE

Ecole des Mines de Douai
Département Chimie et Environnement
941, rue Charles Bourseul
BP 838 - 59508 DOUAI
Tél : 03 27 71 26 14 (26 27)
Fax : 03 27 71 29 14
Mél : plaisance@ensm-douai.fr

PARTENAIRES

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif de ce projet de recherche porte sur le développement et la qualification d'une méthode d'échantillonnage passif adaptée aux mesures de huit éthers de glycol dans l'air intérieur. Cette méthode est destinée à être appliquée dans le cadre des campagnes de mesures nationales effectuées par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI). La méthode est basée sur le prélèvement des composés à l'aide du tube à diffusion Radiello, suivi d'une thermodésorption de la cartouche d'adsorbant et d'une analyse en chromatographie en phase gazeuse.

Dans une première phase, une évaluation de cette méthode sera conduite, principalement au travers d'essais en chambre d'exposition (sous atmosphères contrôlées). Les performances de la méthode, incluant les paramètres de sensibilité (limites de détection et débits d'échantillonnage), les incertitudes de mesures, les conditions de conservation des échantillons, ainsi que les effets spécifiques des facteurs environnementaux sur l'échantillonnage du capteur seront examinées au cours de ce programme de tests.

Dans une seconde phase, des mesures seront réalisées dans le cadre du programme régional Habit'air (pilote par l'ADEME), dans une soixantaine d'habitations du Nord Pas-de-Calais. L'objectif de cette série de mesures est de montrer la faisabilité des mesures dans une variété de lieux intérieurs, d'apporter des informations sur la nature des espèces présentes dans ces logements, sur les teneurs et leur degré de variabilité.

MOTS-CLÉS

Qualité de l'air intérieur, COV, éthers de glycol, échantillonnage passif, métrologie des polluants.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Le programme de ces travaux a débuté en septembre 2003 après la notification de la convention en date du 08/08/2003. Le calendrier d'exécution du programme s'articule en quatre étapes :

- Bibliographie et acquisition d'équipements nécessaires à l'étude (de septembre à décembre 2003) - actions réalisées :

Une étude bibliographique a été réalisée sur les éthers de glycol. Le document regroupe des informations concernant : la réglementation, les propriétés physico-chimiques et la toxicité de ces composés, les sources dans les espaces intérieurs, ainsi que les espèces identifiées et les concentrations mesurées dans les études antérieures. Plusieurs équipements ont également été acquis pour ces travaux : deux bouteilles contenant des mélanges gazeux comprimés des huit éthers de glycol (servant à la génération d'atmosphères dans la chambre d'exposition) et du matériel spécifique à l'analyseur de COV (colonne capillaire, pièges de pré-concentration, régulateurs de débit massique...).

- Mise au point et qualification de l'analyse des éthers de glycol, mise en place et tests préliminaires du dispositif servant aux essais en chambre d'exposition (de janvier à juin 2004)- actions en cours :

Cette phase a débuté par la mise au point de l'analyse des éthers de glycol à l'aide du système analytique constitué d'un thermodésorbiteur couplé à un chromatographe en phase gazeuse. Nous avons tout d'abord recherché des conditions analytiques adéquates pour la quantification de ces espèces (température et débit de désorption de la cartouche d'adsorbant, conditions d'injection, programmation en température de la colonne,...). Pour assurer une analyse quantitative des échantillons, une méthode d'étalonnage a été mise au point et est en passe d'être validée.

Le couplage désorbiteur thermique - chromatographe en phase gazeuse en mode on-line est la technique choisie pour le suivi des teneurs des huit éthers de glycol dans la chambre d'exposition. Elle fait actuellement l'objet de tests pour fixer les paramètres analytiques de la méthode qui seront ensuite utilisés lors des essais en chambre d'exposition.

Le dispositif servant aux essais sous atmosphères contrôlées, formé du système de génération /dilution de mélanges gazeux, de la chambre d'exposition et de l'analyseur de COV en mode on-line, a été mis en place. Les essais en chambre d'exposition devraient débuter en début juin 2004.

- Evaluation de la méthode d'échantillonnage passif en chambre d'exposition (de juillet 2004 à janvier 2005) - partie à réaliser

Les travaux se poursuivront par les essais en chambre d'exposition. Les principaux paramètres qui seront évalués sont : les débits d'échantillonnage dans des conditions standard, les limites de détection et les effets des facteurs environnementaux (niveaux de concentrations, température, humidité, vitesse de déplacement de l'air) sur l'échantillonnage du capteur dans les conditions rencontrées dans l'air intérieur.

- Mesures des éthers de glycol dans l'air intérieur (de février 2005 à août 2005)- partie à réaliser

La méthode d'échantillonnage passif sera utilisée, dans le cadre du programme régional Habit'air (pilote par l'ADEME), pour évaluer les concentrations en éthers de glycol dans une soixantaine d'habitations du Nord Pas-de-Calais. L'école des Mines de Douai a participé à l'élaboration du mode de sélection des habitations et à la définition du protocole d'échantillonnage de cette campagne de mesures. Des multipléts de tubes seront exposés dans quelques logements pour évaluer la répétabilité des mesures. Les résultats de cette campagne de mesures sont prévus dans le courant du mois d'avril 2005.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Ces travaux font l'objet d'une partie de la thèse de doctorat d'Anne Cardinal, qui a bénéficié d'une bourse ADEME cofinancée par le CSTB. Parmi les permanents de l'Ecole des Mines, deux enseignants- chercheurs et un technicien apportent leur contribution à cette étude.

Les travaux sont suivis par des ingénieurs de l'ADEME et du CSTB pour que les actions menées dans cette étude soient en accord avec les orientations et les besoins de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. La campagne de mesures dans les logements a été organisée et sera réalisée avec le concours de différents organismes (ADEME, DDASS, Association AREMARTOIS, CDHR).

Ozone et environnements intérieurs

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

François MAUPETIT

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)

84, avenue Jean Jaurès

Champs-sur-Marne, BP 02

77421 MARNE-LA-VALLEE CEDEX 2

Tél : 01 64 68 82 66

Fax : 01 64 68 88 23

Mél : f.maupetit@cstb.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Etude des interactions entre l'ozone et les surfaces intérieures par la mise au point d'un banc d'exposition à l'ozone des produits de construction. Caractérisation de l'impact de l'ozone sur les émissions de COV des produits et identification des sous-produits réactionnels.

MOTS-CLÉS

Air intérieur, ozone, vitesse de déposition, COV, formaldéhyde.

Le rapport final a été rendu en juillet 2003.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Le banc d'exposition mis au point et validé dans ce projet est un outil indispensable à l'étude générale de l'impact de l'ozone sur la qualité de l'air intérieur, réalisée notamment dans le cadre d'une thèse lancée en Octobre 2002. Cette étude repose d'une part sur des expériences sur le banc d'exposition pour une meilleure compréhension des mécanismes réactionnels, et d'autre part sur des campagnes de mesures in situ pour la caractérisation de l'impact de la pollution photochimique à l'ozone sur la qualité de l'air intérieur.

Métaux à l'échappement des véhicules - quantité - origine

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Xavier MONTAGNE

IFP

1 et 4, avenue du Bois Préau - BP 311

92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX

Tél : 01.47.52.60.98

Fax : 01.47.52.66.85

Mél : xavier.montagne@ifp.fr

PARTENAIRES

ADEME

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif de ce programme de recherche est de quantifier et de mieux cerner les origines des métaux présents dans les gaz d'échappement des véhicules essence et Diesel. Dans ce cadre, le but est d'obtenir des données sur les émissions de véhicules récents et représentatifs du parc du futur.

Une première phase d'essais au banc moteur a pour objectif de recueillir des informations sur les sources de ces émissions : carburant, lubrifiant, usure, système de post-traitement.

Une deuxième phase d'essais sur véhicules doit permettre de déterminer des facteurs d'émissions pour des véhicules actuels.

Pour chacun des métaux identifiés, des émissions annuelles doivent être calculées et comparées aux données disponibles pour d'autres sources émettrices.

Les concentrations moyennes de métaux à l'échappement doivent également être confrontées aux réglementations en vigueur sur les concentrations de métaux dans l'air ou aux seuils de toxicité établis.

MOTS-CLÉS

Métaux, échappement Diesel et allumage commandé, particules, facteurs d'émissions, émissions annuelles, toxicité.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La phase de recueil des données expérimentales est terminée. Le dépouillement et l'analyse des résultats des essais moteurs et des essais véhicules sont également terminés. La vérification de la concordance entre essais moteurs et essais véhicules est concluante. Le calcul des facteurs d'émissions et la comparaison des émissions annuelles estimées pour les véhicules particuliers avec celles d'autres sources ont été effectués mais pas encore validés.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

- Estimation de la contribution d'un parc automobile du futur aux émissions annuelles de métaux en France.
- Contributions aux bases de données
- Publications

Etude de faisabilité pour la mise au point d'un analyseur en continu du méthyl-mercure dans l'atmosphère.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Christophe FERRARI

Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement

54, Rue Molière

B.P. 96

38402 SAINT MARTIN D'HERES CEDEX

Tél : 04 76 82 42 39

Fax : 04 76 82 42 01

Mél : ferrari@lgge.obs.ujf-grenoble.fr

PARTENAIRES

- La Métro, Communauté d'Agglomération Grenobloise
- La Dauphinoise de Tri, organisme exploitant de l'incinérateur d'ordures ménagères de l'Agglomération Grenobloise

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Ce projet a pour but la construction d'un système de mesure du méthyl-mercure dans l'atmosphère. Le méthyl-mercure, forme organique du mercure est l'espèce toxique du mercure, formée par transformation du mercure inorganique par les microorganismes. Le suivi atmosphérique de cette espèce est donc essentielle pour comprendre d'une part les processus permettant sa formation et d'autre part accéder à l'exposition des personnes à ce toxique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Après une étude bibliographique approfondie pour trouver un support de préconcentration du méthyl-mercure atmosphérique, une technique basée sur le couplage chromatographie gazeuse pour la séparation et spectrométrie d'absorption atomique pour la détection sera optimisée. Enfin, cette technique sera testée en atmosphère réelle dans des zones plus concentrées (stockage d'ordures ménagères, zones naturelles de production de méthyl mercure (marécages par exemple)) et également en zones urbaines et rurales.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Compte tenu de la signature du contrat début mai 2004, aucun résultat n'a encore pu être valorisé.

Evaluation de la technique d'amalgamation pour la réalisation d'un capteur passif pour la mesure du Hg atmosphérique

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Gérard BLANC

Professeur Université Bordeaux 1
OASU, UMR CNRS 5805
Avenue des Facultés
33405 TALENCE CEDEX
Tél : 05 40 00 83 28
Fax : 05 56 84 08 48
Mél : g.blanc@epoc.u-bordeaux1.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La réalisation d'un capteur passif de mercure serait une solution pour compléter les méthodes de surveillance de la qualité de l'air pour le cas du Hg, polluant faisant l'objet de la directive cadre 96/62/CE adoptée par le Conseil Européen.

La technique de double amalgamation est ancienne et est utilisée pour les principaux appareils de mesure du mercure atmosphérique notamment ceux testés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Ce projet de Recherche et Développement a pour objectif d'évaluer la capacité des pièges d'or utilisé dans la technique de double amalgamation (amalgamation du mercure et sa désorption à haute température) pour la mise au point de **capteurs passifs de Hg atmosphérique**.

MOTS-CLÉS

Hg, mercure, pollution atmosphérique, intégrateurs passifs, capteurs passifs, mesure, surveillance, qualité de l'air.

Le rapport final a été rendu en juillet 2003.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Il n'y a pas de valorisation scientifique (publication) prévue immédiatement.

Une **clause de confidentialité de 2 ans à la date de dépôt du rapport final à l'ADEME** a été définie afin de protéger notre savoir-faire et avancer dans nos projets de développement. Des démarches sont en cours avec l'aide du Service Actions Industrielles et Commerciales (SAIC) de l'Université Bordeaux 1.

Nous recherchons des solutions permettant de modifier nos pièges, mais un premier pas serait de valider in situ les résultats obtenus dans un environnement fortement contaminé. Nous recherchons également des partenaires et des financements pour développer de nouvelles solutions techniques adaptées aux faibles concentrations (1 et 10 ng.m⁻³).

Les organismes locaux ont été contactés : AIRAQ, DRIRE, DIREN, CUB, ainsi que l'ADEME.

Caractérisation physico-chimique des particules ultra-fines dans l'atmosphère urbaine

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Paolo LAJ

24 avenue des Landais

63177 AUBIERE

Tél : 04 73 40 73 69

Fax : 04 73 40 51 36

Mél : P.Laj@opgc.univ-bpclermont.fr

PARTENAIRES

LSCE Gif sur Yvette

ATMO-Auvergne

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

- Mise en place d'une plate-forme instrumentée mobile permettant la mesure rapide des propriétés physiques (spectre dimensionnel, masse), chimique (concentration en ions inorganiques, volatilité) et optique (absorption) de particules fines ;
- utilisation de la plate-forme, en atmosphère urbaine, pour quantifier ;
- les relations entre le nombre et la masse PM_1 , $PM_{2.5}$ et PM_{10} des particules d'aérosols ;
- la variabilité temporelle du nombre et de la composition chimique des particules fines en atmosphère urbaine et péri-urbaine ;
- les relations entre nombre et composition des particules fines et les concentrations des précurseurs gazeux.

MOTS-CLÉS

Aérosols fins, propriétés physiques et chimiques, mesures rapides.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Le projet n'a pu débuter qu'en Janvier 2004.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Evaluation critiques des normes PM_{10}

Analyse des pesticides, phénols et nitrophénols dans l'atmosphère. Etude de la répartition gaz/particule et de la variabilité des concentrations : cas des dépôts humides (pluies et brouillards).

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Maurice MILLET

Laboratoire de Physico-Chimie de l'atmosphère
Centre de Géochimie de la Surface et Université Louis Pasteur (UMR 7517)
1, rue Blessig
67084 STRASBOURG CEDEX
Tél : 03.90.24.04.22
Fax : 03.90.24.04.02
Mél : millet@illite.u-strasbg.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

- Etablir la distribution des pesticides entre les phases gazeuse et particulaire de l'atmosphère. Mettre en évidence l'importance des propriétés intrinsèques des pesticides sur cette répartition et l'influence des paramètres météorologiques sur son évolution dans le temps et l'espace ;
- comparer l'importance des dépôts de pesticides, phénols et nitrophénols entre zones urbaine et rurale. Pour cela, un pluviomètre sera installé en zone rurale à proximité de Strasbourg et un autre en zone urbaine ;
- étude des transports de pesticides aux échelles locale et régionale ;
- étudier la variabilité des concentrations en phénols et nitrophénols lors de campagnes de mesures particulières ;
- étudier la variabilité des concentrations mesurées en produits phytosanitaires, phénols et nitrophénols en fonction de l'emplacement et du type de collecteur utilisés. Ceci sera réalisé en effectuant des prélèvements simultanés avec le même type de collecteur en deux endroits différents, néanmoins représentatifs de la zone étudiée (urbaine, rurale,...) ;
- comparer les différents adsorbants pour la collecte des pesticides. En particulier, la résine XAD-2 sera comparée à la mousse de polyuréthane.

MOTS-CLÉS

Atmosphère, pesticides, phénols, nitrophénols, variations spatio-temporelles de concentrations, pluies, prélèvement atmosphérique.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

- la méthode d'analyse des pesticides et des phénols et nitrophénols dans l'air est validée ;
- la méthode d'analyse des pesticides et des phénols et nitrophénols dans les eaux de pluies est validée ;
- l'analyse de pesticides dans les pluies et dans l'air et les campagnes de prélèvements sont terminées ;
- l'analyse des phénols et nitrophénols dans l'air et les campagnes de prélèvements sont terminées.
- l'analyse des phénols et nitrophénols dans les pluies est en cours.

Il restera ensuite à faire l'interprétation des résultats obtenus et la comparaison des systèmes de piégeage de la phase gazeuse.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Communication orale :

04-06 Juin 2003 :XII° conference of Pesticides Chemistry (Piacenza Italie).
Atmospheric trace levels of pesticides in urban area during active treatment period.
A. SCHEYER, S. MORVILLE, J. RICHERT, Ph. MIRABEL, M. MILLET

Communication affichée :

28-Avril-01 Mai 2003 : "13th Annual meeting of SETAC-Europe". (Hamburg, Germany).
A multiresidue method for the analysis of pesticides in the atmosphere using ion trap GC-MS/MS by direct injection or after derivatisation with PFBBr.
A. SCHEYER, S. MORVILLE, O. BRIAND, Ph. MIRABEL & M. MILLET

Publication parue :

Atmospheric trace levels of pesticides in urban area during active treatment period.
A. SCHEYER, S. MORVILLE, J. RICHERT, Ph. MIRABEL, M. MILLET
Proceeding of the XII° conference of Pesticides Chemistry, A. A. M. Del Re, E. Capri, L. Padovani, M. Trevisan Eds, *La Goliardica Pavese s.r.l.*, (2003), 811-823.

Publication en cours de rédaction :

A multiresidue for the analysis of pesticides in the atmosphere by GC/tandem-mass spectrometry En preparation pour *Analytical and Bioanalytical Chemistry*.

A mutiresidue method using SPME-GC/tandem mass spectrometry for the analysis of pesticides in rainwater En préparation pour *Environnemental Science and Technology*

A multiresidue method for the analysis of phenols and nitrophenols in atmospheric samples. En preparation pour *Journal of Environmental Monitoring*.

Thèse de doctorat :

Anne Scheyer (bourse ADEME-Région Alsace), soutenance prévue en novembre 2004.
« Développement d'une méthode d'analyse utilisant la SPME et la GC-MS/MS en tandem pour 27 pesticides dans l'atmosphère. Application à l'étude des variations spatio-temporelles de concentrations et aux dépôts induits par les pluies. ».

Stéphane Morville (allocation MRT), soutenance prévue en décembre 2004.
« Développement d'une méthode d'analyse utilisant le SPME – GC/MS et la SPE-CLHP/Fluorescence pour l'étude des variations spatio-temporelles d'HAPS, phénols et nitrophenols dans les phases liquide, gazeuse et particulaire de l'atmosphère »

Spectromètre de masse Aéroporté MULTI-espèces par réactions ion-molécules (SAMU)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Alexandre KUKUI

IPSL / Service d'Aéronomie
Université P. et M. Curie, Boite 102
75230 PARIS CEDEX 05
Tél : 01.44.27.47.66 / 02.38.25.50.74
Fax : 01.44.27.37.66 / 02.38.69.60.04
Mél : alexandre.kukui@aero.jussieu.fr

PARTENAIRES

IPSL / Service d'Aéronomie, Paris : G. ANCELLET,
IPSL/LSCE, Gif-sur-Yvette : B. BONSANG
CNRS / LCSR, Orléans : G. LE BRAS

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Développer un nouveau type de spectromètre de masse pour des mesures atmosphériques in situ (au sol et à bord d'avion) de constituants minoritaires tels que les radicaux OH/RO₂ et des composés organiques oxygénés.

MOTS-CLÉS

Spectrométrie de masse, ionisation chimique, radicaux OH/HO₂, composés organiques oxygénés, mesures atmosphériques, in situ, constituants minoritaires.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La première phase (~1,5 année) du projet a été consacrée au développement du concept de l'instrument, à l'élaboration de ses éléments principaux et à l'assemblage et à l'évaluation/test de la première version du dispositif. La première version de l'instrument a été réalisée, permettant de tester les composantes principales de l'instrument. L'installation du réacteur avec la source radioactive permettant des mesures de radicaux OH/RO₂, qui constitue le principal objectif du projet, sera effectuée cet été, de même que la préparation de l'instrument pour les campagnes de mesures au sol.

L'instrument construit est représenté respectivement sur les Figures 1 et 2. Ses composantes principales sont les suivantes : analyseur de masse (1), optique de focalisation (2), guide d'ions à fréquence radio (3), interface d'extraction et de focalisation des ions (4), réacteur ion-molécule (5), source radioactive d'ions primaires (6), réacteur de conversion chimique (7).

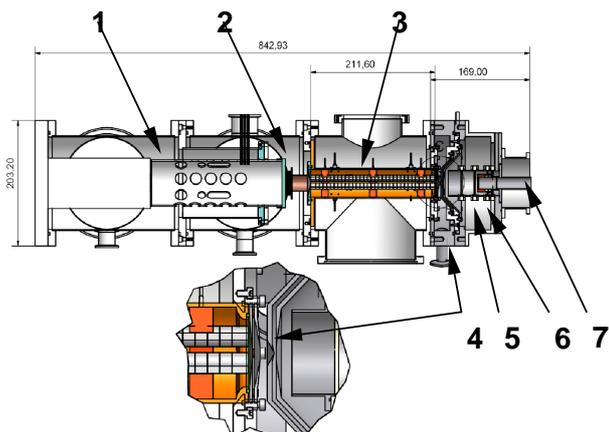


Figure 1. Composantes principales de l'instrument:



Figure 2. Vue générale de l'instrument

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Participation prévue au projet PNCA " Etude de la chimie rapide radicalaire, lien avec la pollution photo-oxydante en milieux pollués." (2005)

Les développements de mesures de ROx et OH, et HO₂ permettent d'envisager des études combinant les mesures de radicaux (OH, HO₂, RO₂, éventuellement NO₃) et celles de composés 'à chimie lente'; O₃, NOx, PAN, ROOH, COVO. Ces mesures devraient permettre de répondre aux questions soulevées lors des campagnes d'étude récentes BERLIOZ, ESQUIF et ESCOMPTE notamment sur le rôle majeur des radicaux ROx : rôle de certains précurseurs (HONO, NMHC réactifs ou COVO primaires), rôle de la chimie nocturne, rôle des composés carbonylés dans les mécanismes chimiques, ...

Participation prévue dans le projet international AMMA (2006): études de la chimie et de la convection tropicale.

Des mesures simultanées de OH, HO₂, RO₂, de COVO, et d'autres espèces (H₂SO₄, SO₂, HNO₃) avec une échelle temporelle de moins de 1 min devraient être possibles vers l'été 2006. La mise en œuvre d'une mesure aéroportée des radicaux HOx sur le nouveau Falcon-20 pendant l'expérience intensive de l'été 2006 permettra de participer à l'étude du bilan des radicaux HOx et des NOx dans la haute troposphère tropicale dans le cadre du projet AMMA destiné à l'étude de l'impact de la mousson africaine sur la variabilité de la composition chimique de l'atmosphère. Cette question est fondamentale compte tenu des incertitudes sur la production d'ozone dans la haute troposphère tropicale ainsi que sur le temps de vie de nombreuses espèces chimiques à l'interface troposphère/stratosphère.

Nouvelle méthode de mesure en ligne et en continu de la granulométrie et de la concentration des aérosols Diesel à la sortie d'un moteur de bus

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Gérard GREHAN

LESP, UMR 6614/CORIA
CNRS - Université et INSA de Rouen
Av. de l'Université, BP 12
76801 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY
Tél : 02 32 95 36 29
Fax : 02 32 95 37 94
Mél : gerard.grehan@coria.fr

PARTENAIRES

LPATC, Université Paris XII : Michel ATTOUI,

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES :

Cette étude a pour but de développer une méthode de mesure optique pour le suivi de l'évolution temporelle de la granulométrie et de la concentration des aérosols.

La méthode développée à l'UMR 6614/CORIA de Rouen, est basée sur la turbidimétrie. Cet appareil a été initialement développé pour la mesure de spray d'eau. Sa principale originalité réside dans l'outil numérique d'exploitation qui permet l'inversion d'un spectre quasi-continu. En effet le code d'inversion est capable d'exploiter un spectre échantillonné en 500 longueurs d'onde en quelques secondes sur un PC ordinaire. Couplé avec un spectromètre à caméra linéaire à acquisition rapide, il permet de mesurer des évolutions temporelles avec une résolution de 10 ms. Pour des spray d'eau, pour lesquels l'indice de réfraction est parfaitement connu, la validité de l'approche est prouvée.

Afin d'étendre le domaine d'application de cette technique, en particulier aux émissions moteurs, il est nécessaire d'évaluer les indices de réfraction des produits émis sur la totalité du spectre de mesure, de valider les mesures optiques par une méthode indépendante. Cette étape impose la génération d'aérosols étalons (de différentes tailles et de différents indices), savoir maîtrisé par le LPATC de Créteil.

Le LPATC, dans cette étude, s'engage à s'occuper de la génération des aérosols monodispersés (liquides ou/et solides) des différents produits sélectionnés pour être représentatifs des aérosols de combustion. Le nuage créé sera caractérisé avec une méthode de référence, basée sur les propriétés de la mobilité électrique des aérosols, le SMPS (Scanning Mobility Particle Sizer).

Cette étude doit nous permettre de tester le concept d'un appareil bon marché, dont les dimensions et le principe (mesure optique sans réglages), en font potentiellement un appareil portable. En effet pour le SMPS, la limitation en concentration, le temps de réponse, rendent l'utilisation peu aisée. De plus, le SMPS utilise une source radioactive de krypton 85, ce qui ne facilite pas son utilisation vis-à-vis de la réglementation en vigueur concernant les radio éléments artificiels.

L'objectif de l'étude proposée est donc de fournir des données fiables et détaillées, en continu, pour une meilleure caractérisation des émissions de polluants particuliers. Dans

une phase ultérieure, la méthode pourra s'appliquer aux émissions en sortie de moteur, à la mesure en continu sur différents sites urbains et à la surveillance des niveaux d'empoussièrement par des particules submicroniques

MOTS-CLÉS

Suies, moteur diesel, granulométrie, mesure en ligne, turbidimétrie.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER :

Un système de mesure basé sur la turbidimétrie développé au LESP (CORIA Rouen) a été modifié et adapté à la mesure des suies émises par un moteur, notamment le logiciel d'acquisition et d'exploitation.

Puis ce système de mesure a été utilisé en parallèle avec un SMPS et un ELPI à la mesure des gouttes de l'huile d'olive générées par un atomiseur et des suies émises par un moteur diesel. Plusieurs campagnes de mesures ont été réalisées au CERTAM. Ces mesures se partagent en deux parties : la comparaison des performances des trois techniques pour des particules sphériques (gouttes de l'huile d'olive) et pour des suies émises par un moteur diesel Robin.

Pour la mesure des gouttes de l'huile d'olive, les gouttelettes passent d'abord par le turbidimètre, et puis arrivent en parallèle à l'ELPI et au SMPS sans dilution. Par contre, les suies prises à l'échappement du moteur passent d'abord par la ligne chauffée avant être mesurées par le turbidimètre. Puis les suies sont mesurées en parallèle par l'ELPI et le SMPS après dilution. La comparaison des distributions en tailles et des caractéristiques de ces distributions (diamètre moyen, fraction volumique ...) montre que l'accord général des résultats obtenus par les trois méthodes est satisfaisant.

Pour les gouttes de l'huile d'olive, le diamètre moyen mesuré ($d \sim 250$ nm) par le SMPS est très proche de celui du turbidimètre et la fraction volumique de l'ELPI est en accord avec celle mesurée par le turbidimètre. Par contre la fraction volumique par le SMPS est 10 fois plus petite. Cela est dû à la limitation de la taille mesurable du SMPS (500 nm dans notre configuration). Pour les suies émises par le moteur, les diamètres moyens mesurés par les trois techniques sont en accord ($d \sim 100$ nm). La fraction volumique mesurée par la turbidimétrie est également en accord avec celle mesurée par l'ELPI si un indice de réfraction effectif est pris pour prendre en compte les effets dus à la morphologie des suies. La fraction volumique mesurée par le SMPS est 16 fois plus petite que celle de l'ELPI et 18 fois plus petite que celle de la turbidimétrie, le diamètre mesurable par le SMPS étant limité à 500 nm.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

La méthode de mesure développée est basée sur le principe de la turbidimétrie. Grâce à sa mesure non intrusive, rapide (le temps d'acquisition est de l'ordre de la mini seconde, voire microseconde avec la nouvelle technologie), on peut réaliser un appareil permettant une mesure en ligne et en continu, et suivre des évolutions temporelles très rapides.

Pollution atmosphérique multiphasique (PAM)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Bruno SPORTISSE

CEREA

ENPC

6-8 Avenue Blaise Pascal, Cité Descartes

77455 CHAMPS-SUR-MARNE

Tél : 01 64 15 21 41

Fax : 01 64 15 21 70

Mél : sportiss@cerea.enpc.fr

PARTENAIRES

LSCE : Patrick Chazette)

LISA : Bernard Aumont

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif de PAM est le développement d'un modèle multiphasique monodimensionnel pour le suivi des aérosols dans la troposphère, son insertion dans un modèle de Chimie-Transport « hôte » (en l'occurrence POLAIR) et sa validation par comparaison à des mesures.

Les processus multiphasiques comprennent à la fois la dynamique des aérosols et les échanges avec la phase liquide de l'eau.

Une campagne de mesures spécifiques sur la région parisienne est prévue.

MOTS-CLÉS

Modélisation des aérosols, dynamique des aérosols, modèle de chimie-transport.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Le projet comprenait essentiellement trois parties :

1. le développement de modèles d'aérosols ;
2. leur insertion dans un modèle de Chimie-Transport, POLAIR et la comparaison à des données de mesures ;
3. une campagne de mesures complémentaires à l'échelle parisienne.

Le point 1 est terminé (même si des développements/mises à jour sont toujours possibles). Le point 2 est en cours (le couplage de modèle a été réalisé; les runs et le retour d'observations sont en cours). Le point 3 est, pour le moment, reporté afin d'optimiser le déploiement de moyens de mesure et le retour d'observations attendu.

1. Modèle de dynamique des aérosols :

Deux modèles de dynamique des aérosols ont été développés :

- le modèle MAM (Modal Aerosol Model) qui décrit la distribution granulométrique par une décomposition modale (modes d'Aitken, d'accumulation et mode grossier) ;
- le modèle SIREAM (Size Resolved Aerosol Model) qui décrit la distribution granulométrique par une approche sectionnelle résolue.

Ces deux modèles s'appuient sur un coeur identique de paramétrisations physiques qui traitent des processus suivants :

- la nucléation est paramétrisée pour le mélange H₂O/H₂SO₄ sur la base de paramétrisations récentes. L'extension au mélange ternaire NH₃/H₂SO₄/H₂O est en cours.
- la coagulation brownienne des particules est prise en compte pour le suivi de la distribution en nombre.
- la condensation/évaporation est décrite avec les hypothèses classiques de calcul des flux de transferts de masse, la concentration du gaz à la surface des particules étant considérée comme étant à l'équilibre thermodynamique avec le mélange interne. Le modèle ISORROPIA est utilisé pour le calcul de l'équilibre inorganique (sulfate, ammonium, nitrate, chlore) et pour estimer la quantité d'eau absorbée. Un modèle classique de partition est utilisé pour les espèces organiques, une paramétrisation de type « double produit » ayant été incorporée dans les mécanismes gazeux utilisés (en l'occurrence RACM et RADM2) afin de décrire la formation d'espèces à faible pression de vapeur saturante.
- les processus d'interaction avec l'eau liquide (nuages et brouillards) sont pris en compte, afin notamment de bien décrire la formation du sulfate. Ces processus ont été paramétrisés (les modèles de Chimie-Transport n'ayant pas les données météorologiques microphysiques requises pour une résolution explicite) de la manière suivante. Le transfert de masse entre les gouttes d'eau et le gaz ainsi que la chimie en phase aqueuse sont activés dès que le contenu en eau liquide dépasse un certain seuil (en l'occurrence 0.05 g/m³). Les gouttes d'eau sont supposées se former instantanément sur les aérosols dont les diamètres dépassent un certain seuil, le reste de la distribution jouant le rôle d'aérosols interstitiels. Le module de chimie en phase aqueuse est un modèle détaillé, à la base de la dernière version du modèle communautaire américain CMAQ, adapté par Kathleen Fahey (doctorante dans l'équipe de S. Pandis à Carnegie-Mellon-University, en post-doctorat au sein de PAM).

Sur le plan numérique, ces modèles ont été discrétisés avec un traitement numérique adapté, le temps calcul requis étant un enjeu de la simulation 3D. Les points suivants ont notamment été abordés :

- un traitement non empirique des intégrales de collision a été proposé pour l'approche modale afin d'éviter les interpolations entre régime continu et transitoire qui sont habituellement utilisées ; pour l'approche résolue, une méthode lagrangienne de suivi des particules lors des processus de condensation/évaporation a été préférée afin d'éviter la forte diffusion numérique vers les aérosols de grosse taille à laquelle conduisent les autres méthodes dans des cas 3D (avec un faible nombre de sections de taille, moins d'une dizaine). Des algorithmes spécifiques ont été développés à cette occasion.
- pour l'approche sectionnelle, l'intérêt d'utiliser des méthodes « hybrides », dans lesquelles on fait l'hypothèse d'un équilibre thermodynamique entre particules de petite taille (typiquement moins d'un micromètre de diamètre sec) et gaz, d'un transfert dynamique pour le reste de la distribution, a été étudié. Des algorithmes spécifiques ont également été proposés.

2. Insertion dans un modèle de Chimie-Transport, POLAIR et comparaison aux observations.

Ces deux modèles de dynamique des aérosols, MAM et SIREAM, ont été couplés au modèle de Chimie-Transport POLAIR. Les processus de transport nécessaires (sédimentation, dépôt) ont été par ailleurs mis à jour.

La comparaison des résultats numériques à des données d'observations aux échelles régionale (Lille, ESQUIF puis Escompte) et continentale est en cours.

Il est à noter que des exercices d'intercomparaison de modèles sont à prévoir notamment avec les modèles Chimère et Meso-NH. Notre état d'avancement ne nous permettait pas jusque là de mener à bien cet objectif qui est à présent réalisable.

3. Campagne de mesures complémentaire.

Un volet de mesures a été prévu, sous la direction de Patrick Chazette au LSCE. Ce volet n'aura pas lieu dans le temps initialement prévu, du fait notamment d'une estimation minorée des demandes nécessaires de financement qui ne permettraient pas une réalisation optimale de la campagne et d'en tirer tous les bénéfices attendus. Un projet complémentaire de financement a été déposé auprès de la Mairie de Paris. La campagne de mesure a donc été reportée et sera reconfigurée en fonction de la réponse donnée à ce projet.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

L'implication pratique majeure est la construction d'un modèle multiphasique à même d'effectuer des simulations pour des études d'impact voire la prévision.

La valorisation prévue est la mise à disposition des modèles ainsi construits, prévue avant fin 2004.

Des articles sont en cours de soumission.

Optimisation des Emissions par Modélisation Inverse (OPTEMI)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Laurent MENUT

LISA - Université Paris 12
61 av. du Général De Gaulle
94010 CRETEIL
Tél : 01.45.17.15.45
Fax : 01.45.17.15.64
Mél : menut@lisa.univ-paris12.fr

PARTENAIRES

LISA, université Paris 12 : Isabelle PISON, Nadège BLOND,
INERIS, Verneuil-en-Halatte : Cécile HONORE
Institut Pierre-Simon Laplace / Service d'Aéronomie : Matthias BEEKMANN,
IPSL/ Laboratoire de Météorologie Dynamique (Palaiseau) : Robert VAUTARD,
AIRPARIF, Paris : Dominique GOMBERT,

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Mieux estimer les valeurs des émissions surfaciques utilisées en modélisation de chimie-transport. Ces émissions sont issues de cadastres généralement obtenus à partir de masses émises globales sur de longues périodes, par classes d'espèces chimiques et sur des zones données. Le but est d'affiner la redistribution de ces espèces émises en contraignant un modèle avec les mesures des concentrations d'ozone et de NOx disponibles avec les réseaux de surveillance de la qualité de l'air, ainsi qu'avec les observations obtenues pendant les périodes intensives de la campagne ESQUIF en 1998 et 1999.

MOTS-CLÉS

Ozone régional, couche limite atmosphérique, modèle de chimie-transport, analyse de Monte-Carlo Bayésienne, modélisation inverse, émissions surfaciques.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La réalisation du projet est découpée en plusieurs parties distinctes. Tout d'abord les parties déjà réalisées :

- simulations directes d'évènements de pollution observés : cela a été réalisé par la simulation des périodes d'observations intensives d'ESQUIF (partie non publiée mais servant de base aux parties suivantes) ;
- simulations Monte-Carlo sur ces mêmes évènements, afin d'encadrer les incertitudes des paramètres modèles employés, y compris les émissions (partie réalisée par M.Beekmann, publication JGR) ;
- estimation du gain obtenu par assimilation de données (utilisation de champs assimilés comme contraintes académiques supplémentaires pour quantifier le pourcentage minimum nécessaire de données) (partie réalisée par N. Blond, publication JGR) ;
- estimation de l'incertitude liée aux émissions par simulation directe, notamment en utilisant les mesures individuelles de COV dans le panache de pollution obtenues pendant la campagne ESQUIF (partie réalisée par R.Vautard, publication JGR) ;

- estimation des sensibilités des espèces simulées par modélisation adjointe (partie réalisée par L.Menut, publication JGR) ;
- estimation de l'impact d'émissions supplémentaires sur les concentrations d'ozone en surface : ajout d'une paramétrisation dans Chimere des émissions des avions de ligne en région parisienne (publication d'I.Pison dans Atmospheric Env.) ;
- codage du modèle adjoint de CHIMERE (L.Menut). Ce travail est en cours de finalisation.

Le travail effectué correspond donc à :

- une connaissance fine des situations de pollution étudiées ;
- des premières estimations des sensibilités et incertitudes, indispensables à la modélisation inverse ;
- une amélioration de l'outil de modélisation utilisé : sachant que la modélisation inverse sera sensible aux erreurs du modèle autres que les émissions, il est aussi nécessaire d'atténuer, corriger ces autres erreurs. Notamment, des travaux ont été réalisés sur le modèle pour mieux prendre en compte le mélange vertical.

Le travail restant à réaliser est :

- un travail d'intégration de ces différentes informations : toutes les incertitudes et erreurs déterminées sont en cours de formalisation au sein de matrices d'erreurs pour leur prise en compte lors de la minimisation avec le modèle adjoint ;
- le modèle adjoint lui-même est en cours de finalisation (sachant que le modèle adjoint doit être remis à jour à la même fréquence que le modèle direct, lui-même régulièrement amélioré) ;
- des cas-tests académiques sont en cours pour jauger de la capacité d'un modèle à estimer des phénoménologies complètement maîtrisées (sources connues, météorologie simplifiée etc.) ;
- l'application sur des cas réels (dont les cas étudiés par modélisation directe, monte-carlo et adjointe du projet esquif) reste à réaliser.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Les implications pratiques du projet sont :

- la quantification de la variabilité des émissions surfaciques telles qu'elles devraient être connues par les modèles pour permettre de délivrer des champs de concentrations avec la précision demandée par les réseaux de la qualité de l'air.
- et donc, une précision accrue sur les simulations prévisionnelles de la qualité de l'air.

La valorisation prévue est une méthodologie a priori portable sur d'autres sites (dans la mesure où des données sont disponibles pour contraindre le système). La méthodologie ainsi que l'outil de modélisation développé seront à disposition des organismes désirant réaliser des recherches dans ce domaine.

Méthode automatique d'acquisition de données sur les communautés lichéniques épiphytes et d'interprétation biologique de la qualité de l'air à partir d'images numériques

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES

Chantal VAN HALUWYN

Laboratoire de Botanique
Faculté des Sciences Pharmaceutiques et
Biologiques
Université de Lille 2
BP 83
59006 LILLE CEDEX
Tél : 03 20 96 43 69
Fax : 03 20 95 90 09
Mél: cvanhalu@pharma.univ-lille2.fr

Serge MULLER

Laboratoire LBFE, Université de Metz
Campus Bridoux
Av. du Gal Delestraint
57050 METZ
Tél : : 03.87.37.84.24
Fax : 03.87.37.84.23
Mél : muller@sciences.univ-metz.fr

PARTENAIRES

- Institut fur Botanik und Pflanzenphysiologie, université d'Essen (Allemagne) : Kricke Randolph
- Photographie, Metz : Jacques Bodry
- Photogrammétrie :
Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection de Saint-Mandé ;
Laboratoire de Photogrammétrie de l'E.N.S.A.I.S. de Strasbourg : Pierre Grussenmeyer
Agence Topographie & Patrimoine Culturel du Bourget du Lac : Bertrand Chazaly
Université technique de Berlin : Iliana Theodoropoulou
Laboratoire de Photogrammétrie de l'université d'Athènes : George Karras
- Parc Naturel Régional de Lorraine à Pont-à-Mousson : Jean-François Mony

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif de cette étude est la conception d'un outil d'automatisation des diagnostics de la qualité de l'air utilisant les lichens vivant sur les troncs d'arbres. Pour pallier les difficultés de stratégies d'échantillonnages et de comparaison entre de nombreuses méthodes et dans le but de renforcer la qualité d'interprétation du diagnostic par les techniciens de terrain, on utilisera les récentes évolutions technologiques des systèmes numériques. D'une part, la photographie des communautés lichéniques épiphytes par un mode d'acquisition numérique, remplaçant les relevés phytosociologiques classiques, améliorera la saisie, la conservation, le transfert, l'exploitation et la comparaison des données. D'autre part, ces images numérisées obtenues seront analysées par des logiciels spécialisés dans le traitement des informations spatiales et programmés en vue d'une automatisation du calcul d'indice de la qualité de l'air. Notre système définitivement configuré comportera le couplage d'un appareil photographique numérique, d'un ordinateur portable et d'un logiciel d'analyse spatiale permettant un diagnostic de la qualité de l'air directement sur le terrain. Un tel outil d'exploitation des données écologiques offrira donc une traçabilité des observations, une argumentation statistique des résultats et une grande souplesse d'utilisation.

MOTS-CLÉS

Photogrammètrie, déroulé photographique, mosaïque communauté lichénique, tronc d'arbre, qualité de l'air.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Le projet est terminé.

La problématique de cette étude a été de mettre au point un système d'appréciation objectif de l'organisation des communautés lichéniques épiphytes (vivant sur des troncs d'arbres) en rapport avec leur capacité à nous renseigner sur la qualité de l'air.

Pour quantifier des formes en utilisant une méthode photographique sur des troncs d'arbres, l'accent a été mis sur les caractéristiques de prise de vue mal appréhendées par les outils actuels de la bioindication lichénique. Il s'agissait de mettre au point une chaîne de mesurage photographique utilisable sur le terrain sur des échantillons d'arbres relativement importants. En effet, le temps passé sur un arbre ne doit pas être excessif et la technique doit être adaptée à des troncs de forme cylindriques de dimensions variables.

Les premiers mois d'études ont été consacrés à une importante phase de réflexion sur différents choix méthodologiques et matériels qui nous ont permis d'atteindre les objectifs fixés dans la proposition de recherche

Deux logiciels de traitement et d'analyse d'image ont été utilisés pour obtenir des mesures des thalles des communautés lichéniques épiphytes. Les lichens se développant tout autour du tronc de trois arbres ont été photographiés et les images ont été transférées dans un ordinateur. Chaque série d'image a permis de construire une mosaïque panoramique d'images déroulées avec le logiciel Panorama Tools (PTGui) à partir de laquelle la surface colonisée par les lichens a été sélectionnée automatiquement avec le logiciel LichenVision. La technique, testée sur des arbres de diamètre différent, est appropriée pour des troncs de forme cylindrique régulier. De bons résultats peuvent être obtenus en utilisant un simple appareil photographique numérique avec un objectif de 70 mm équipé d'un flash. La photographie par temps couvert est recommandée pour que les différences de couleurs entre les lichens et le substrat soient les mêmes. La simplicité et la rapidité de la technique facilitent l'étude des patrons de colonisation des lichens et permettent d'explorer une nouvelle approche en biosurveillance de la qualité de l'air.

Les résultats que nous présentons sont établis sur la base de tests appliqués sur 3 arbres différents selon leur circonférence, leur type de colonisation par les lichens et leur environnement atmosphérique :

1. *Arbre de grand diamètre en milieu rural* : Un arbre, de grande circonférence (169 cm), dont le tronc est recouvert d'une grande diversité de lichens a été photographié en milieu rural (Grigy, 57).
2. *Arbre de grand diamètre en milieu industriel* : Un arbre, de moyenne circonférence (110 cm), dont le tronc est recouvert d'une flore lichénique pauvre essentiellement constituée du lichen *Xanthoria parietina*. Cette espèce fortement nitrophile se développe sur un arbre qui se situe en milieu industriel (Gandrange, 57).
3. *Arbre de petit diamètre en milieu industriel* : Un arbre, de petite circonférence (85 cm), dont le tronc est également recouvert d'une flore lichénique pauvre en milieu industriel (Gandrange, 57) a été pris en photographie.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Une nouvelle approche a été formulée pour caractériser numériquement et automatiquement la distribution des patterns de thalles de lichens épiphytes comme une alternative aux moyens classiquement employés en bioindication lichénique. Avec cette nouvelle technique, basée sur la création d'une mosaïque panoramique d'images numériques, ce sont de nouvelles perspectives d'études de l'évolution des communautés lichéniques se développant sur les écorces des arbres qui s'offrent aux chercheurs, aux gestionnaires et aux bureaux d'études. En effet, un important effort a porté sur l'accessibilité de cette technique en vue de son utilisation future. Cependant des améliorations resteraient à apporter à cette technique, notamment dans le choix des logiciels de traitement d'images.

Elaboration d'un protocole de biosurveillance atmosphérique des pesticides utilisés par pulvérisation

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Philippe GIRAUDEAU

AAIR LICHENS

17 rue des Chevrettes

44470 CARQUEFOU

Tél. : 02 40 30 14 90

Fax : 02 40 30 14 60

Mobile : 06 12 08 65 85

Mél : aair.lichens@wanadoo.fr

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Les produits phytosanitaires répandus par pulvérisation sur les cultures sont devenus une cause de préoccupation de la part des pouvoirs publics et des populations. Ils sont régulièrement retrouvés dans les eaux de pluie. Les mesures par capteurs physico-chimiques sont possibles mais il s'agit de méthodes difficiles à mettre en place au cœur des cultures. L'emploi de bioaccumulateurs croissant naturellement peut représenter une approche nouvelle permettant de mettre en place un suivi et une meilleure connaissance des zones à risques. Les lichens ont été utilisés dans ce but en 1999 mais il est nécessaire de définir un protocole d'emploi pour un nouvel outil pour la surveillance de l'imprégnation atmosphérique. Ce projet, envisagé sur deux catégories de cultures, maraîchères et céréalières, aborde les relations pouvant exister entre le contenu atmosphérique dans les secteurs de cultures et dans les villes les plus proches. Il a été décidé de pratiquer des collectes de thalles du lichen *Xanthoria parietina* et de les soumettre, après préparation et transmission à un laboratoire agréé, à des dosages de molécules phytosanitaires, selon les techniques de chromatographie HPLC, GC-NPD ou GC-NED. Il a été retenu de procéder en deux étapes, l'une au printemps pendant la principale période de traitement, et l'autre à la fin de l'été, hors des périodes de cultures intensives. A partir des résultats de 12 échantillons, l'objectif était de définir un protocole de sélection des sites à surveiller et d'améliorer la connaissance de l'imprégnation du milieu à partir des transferts atmosphériques.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La première phase des travaux a été réalisée selon le calendrier initial. Au printemps 2003, six échantillons de lichens ont été prélevés sur les sites pressentis :

1. Le maraîchage, zone située au sud de Nantes et la partie de l'agglomération située sous le vent,
2. Les cultures céréalières situées en périphérie de la ville de Chartres et à l'intérieur de celle-ci.

La défection du partenaire chargé de l'analytique a alors entraîné une phase de recherche d'un nouveau partenaire et aucun des laboratoires contactés ne s'est révélé en mesure de proposer des coûts cohérents avec l'évaluation financière prévisionnelle pour un si petit nombre d'échantillons.

Les dosages ont alors été réalisés par un laboratoire avec des limites de quantification des pesticides de 0.01 mg/kg. Ceci entraînait une perte de possibilité de dépistage importante, nos expériences précédentes ayant montré que des taux significatifs pouvait être rencontrés à 10^{-5} mg/kg.

Tous les composés testés étaient inférieurs à la limite de quantification, à l'exception du diflufénican présent dans les cultures céréalières d'un des sites, à hauteur de 0,06 mg/kg, de la trifluraline décelée dans les cultures céréalières des trois sites étudiés mais inférieure à la limite de quantification et de la déséthylatrazine, présente également dans les cultures céréalières d'un site, mais inférieure à la limite de quantification.

L'absence de quantification des phytosanitaires rencontrés, l'incohérence apparente de la limite de quantification avec les résultats obtenus précédemment en Région Auvergne, nous ont conduit à rechercher de nouveaux partenaires analytiques pouvant effectuer les analyses. Les devis qui nous ont été présentés dépassaient alors le budget total du programme de définition (28 999.80 € contre 27 739.13 € montant total du projet, subventionné pour un montant de 15 200 €).

Ce projet, envisagé sur deux catégories de cultures, maraîchères et céréalières, au vu des résultats de la première phase ne permet pas d'aborder les relations pouvant exister entre le contenu atmosphérique dans les secteurs de cultures et dans les villes les plus proches.

L'absence de données interprétables lors de la première phase des prélèvements, essentiellement due à une difficulté du calage des valeurs limites par le prestataire analytique pour des raisons de coût, ne remet pas en cause l'adéquation des lichens au suivi de la dispersion des phytosanitaires utilisés par dispersion mais révèle l'importance des financements nécessaires pour progresser dans les connaissances. Le nombre d'échantillons de lichens ne permettait pas de disposer de tarifs acceptables.

Ce projet de définition, consécutivement aux difficultés rencontrées lors de la première phase, n'a pas été poursuivi au cours de l'année 2003.

Relations entre les COV atmosphériques et les imprégnations humaines

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Jean Marie HAGUENOER

EA 2690 - Toxiques et Cancérogènes Professionnels et Environnementaux

Faculté de Médecine

1 place de Verdun

59045 LILLE CEDEX

Tél : 03 20 62 77 87

Fax : 03 20 88 36 64

Mél : medtrav@univ-lille2.fr

PARTENAIRES

Centre Commun de Mesure, Université du Littoral Côte d'Opale : Fabrice Cazier

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

1. Caractériser les profils de COV atmosphériques spécifiques de différentes expositions en milieu industriel et doser les COV représentatifs ;
2. caractériser les profils de COV atmosphériques spécifiques de différentes expositions environnementales urbaines et doser les COV représentatifs ;
3. caractériser les profils de COV atmosphériques spécifiques d'expositions domestiques et doser les COV représentatifs ;
4. caractériser les profils de COV sanguins et urinaires de personnes exposées à des pollutions industrielles, urbaines et domestiques en tenant compte de leurs budgets espace-temps ;
5. évaluer la part de la fumée de tabac dans les profils de COV atmosphériques et les profils sanguins et urinaires ;
6. caractériser les profils des métabolites urinaires des COV de personnes exposées aux pollutions industrielles, urbaines et domestiques en tenant compte du budget espace-temps ;
7. étudier les corrélations entre les COV atmosphériques, sanguins et urinaires et avec les métabolites urinaires ;
8. rechercher les COV susceptibles d'être les meilleurs traceurs des diverses pollutions atmosphériques et des états d'imprégnation de la population.

MOTS-CLÉS

Profils de COV atmosphériques, budget espace / temps d'individus fumeurs et non-fumeurs, expositions professionnelle, urbaine et domestique, corrélations COV atmosphériques / COV sanguins et urinaires / métabolites urinaires.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

1. Réalisation du protocole d'analyse : de septembre à juin 2004
2. Prélèvements en milieu professionnel : juin 2004 à septembre 2004

Pour chacune des 3 industries sélectionnées, 8 personnes salariées seront sélectionnées parmi des non-fumeurs, soit 24 personnes.

Pour chacune des personnes des prélèvements atmosphériques seront réalisés à l'aide de canisters portables (sac à dos) de façon séquentielle sur 24 heures (1 canister milieu professionnel, 1 canister milieu urbain, 1 canister au domicile).

Le prélèvement sanguin sera effectué en fin d'exposition professionnelle.

Les urines seront recueillies dans des flacons séparés au fur et à mesure de leurs émissions sur les 24 heures (prévoir 5 émissions/jour).

3. Recrutement des volontaires en population générale : septembre 2004 à décembre 2004 :

25 sujets non-fumeurs et 25 sujets fumeurs non salariés seront sélectionnés en raison de la situation de leurs domiciles sous les retombées des émissions industrielles.

Pour chacune des 50 personnes, des prélèvements atmosphériques seront réalisés à l'aide de canisters portables (sac à dos) de façon séquentielle sur 24 heures (1 canister milieu urbain, 1 canister au domicile).

Le prélèvement sanguin sera effectué à la fin de l'exposition environnementale urbaine.

Les urines seront recueillies dans des flacons séparés au fur et à mesure de leurs émissions sur des 24 heures.

Le questionnaire déjà réalisé permettra de préciser leur budget espace-temps et leur habitude de vie.

4. Dosage des COV : de septembre 2004 à juillet 2005

Les COV atmosphériques prélevés dans les canisters sont dosés ensuite en GC/MS par le Centre Commun de Mesure de Dunkerque de l'ULCO (Fabrice CAZIER)

Les COV sanguins et urinaires sont séparés par head-space concentrés sur adsorbants puis analysés en GC/MS (Pr. HAGUENOER et al.)

5. Dosages des métabolites urinaires des COV : de septembre 2004 à juillet 2005

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

La valorisation prévue repose sur la réalisation d'un rapport final à la fin de l'étude, puis une participation à différents colloques sur le thème de l'évaluation de l'impact de la pollution atmosphérique par les COV sur la santé et bien entendu la rédaction d'articles scientifiques.

Modélisation des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux des bâtiments (calcaire et ciment)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Roger LEFEVRE

LISA

Faculté des Sciences de l'Université Paris XII

94010 CRETEIL

Tél : 01 45 17 16 76

Fax : 01 45 17 16 75

Mél : lefevre@lisa.univ-paris12.fr

PARTENAIRES :

- Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Expert Center pour la Conservation du Patrimoine Bâti, Laboratoire de Lausanne (Suisse).
- Laboratoire de Mécanique et Technologie (LMT) du Département de Génie Civil de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan.

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

L'objectif général et les résultats attendus de la recherche concernent la modélisation des interactions entre la pierre et le ciment des bâtiments et la pollution atmosphérique. Cette modélisation comportait plusieurs étapes, contenant chacune des résultats en elle-même :

1. Etablissement de fonctions doses-réponses à partir des résultats d'expériences de simulation sur sites réels et en chambre de simulation atmosphérique.
2. Détermination de seuils et de charges critiques pour les matériaux en atmosphère urbaine polluée.
3. Cartographie du risque pour les matériaux en atmosphère urbaine polluée.

On s'est proposé d'appliquer cette démarche au Calcaire parisien en région parisienne (Eglise Saint-Eustache à Paris), au Calcaire de Touraine en Val de Loire (Cathédrale Saint Gatien de Tours) et à un Mortier fin à base de ciment Portland et de sable de quartz sur ces deux sites, à l'abri et à la pluie. Une expérience devait être menée en chambre de simulation atmosphérique, sur les mêmes trois matériaux que ceux exposés sur les sites réels, à l'Expert Center pour la Conservation du Patrimoine bâti de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).

MOTS-CLÉS

Pollution atmosphérique, calcaire, mortier, chambre de simulation, modélisation, fonctions dose-réponse, cartographie du risque.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Les expositions de calcaires et de mortier à la pollution atmosphérique réelle à Paris et à Tours sont terminées et les mesures (perte/gain de masse, colorimétrie) sont en cours d'achèvement. Cependant, un quart des expériences en chambre de simulation est encore à faire.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

- Un poster a été présenté au *Congrès de l'Union Européenne des Géosciences* qui s'est tenu à Nice du 6 au 11 avril 2003, dans une session spéciale NH18 : « New research on building stone decay hazards ». Le titre était : "Dose-response functions and mapping of risk for materials in urban polluted atmosphere" par E. Laurans, P. Ausset, A. Chabas et R.-A. Lefèvre.
- Un poster sera présenté au *10ème Congrès International sur la Détérioration et la Conservation de la Pierre* qui se tiendra à Stockholm du 27 juin au 2 juillet 2004.
- Un Mémoire du *DEA de Sciences et Techniques* de l'Environnement est en cours de rédaction sur le sujet de la recherche et sera soutenu en juin 2004 par François Vince.
- Une publication synthétique est programmée dans une *revue internationale* de rang A (par exemple *Atmospheric Environment*).

Pollution automobile et acceptabilité sociale des mesures de régulation des déplacements urbains. Une approche d'évaluation interdisciplinaire

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Jean-Pierre ORFEUIL

Centre de Recherche sur l'Espace, les Transports,
l'Environnement et les Institutions Locales
Institut d'Urbanisme de Paris - Université Paris XII
80 avenue du Gal de Gaulle
94009 CRETEIL
Tél : 01 45 17 71 36
Fax : 01 45 17 71 48
Mél : orfeuil@univ-paris12.fr

PARTENAIRES

(DR - CEVIPOF – IEP) Boy Daniel
(CR - LVMT – INRETS) Gallez Caroline

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

La prise de décision relative aux mesures de régulation des déplacements urbains rendues souhaitables par les problèmes de qualité de l'air et la sensibilité de l'opinion à cette question n'est que très faiblement éclairée aujourd'hui, entre autres parce que les connaissances sur la mobilité, la sensibilité environnementale et les attitudes relatives aux politiques publiques ne font l'objet que d'approches partielles et segmentées. La recherche propose de mettre en place une démarche interdisciplinaire transversale visant :

- d'une part à croiser les représentations et valeurs du citoyen en matière d'environnement, les pratiques de mobilité et les attitudes relatives aux politiques publiques,
- d'autre part à articuler des observations quantitatives « classiques » (enquête) avec des dispositifs plus qualitatifs tels que des entretiens exploratoires et surtout des processus délibératifs (« focus group »), permettant de mieux faire apparaître ce qui fait tension entre comportements et jugements.

Le terrain est la zone dense francilienne, qui présente, selon des études récentes, des pratiques de mobilité assez homogènes. Les résultats attendus portent sur les dimensions collectives attachées à chacun des comportements, attitudes et représentations évoqués. L'hypothèse principale est que ces diverses dimensions collectives (ex : inscription sociale de la maîtrise du temps, rôle dans les représentations de l'environnement des croyances collectives concernant le progrès technique...) peuvent aider à penser des passerelles compréhensives entre comportements, attitudes et représentations, et alors aider les pouvoirs publics à bâtir des modes d'actions plus acceptables, structurés autour de la recherche de compromis, voire de conciliations entre transports et environnement.

Par le test de cette hypothèse, nous souhaitons par exemple construire une typologie statistiquement validée des référentiels psychosociologiques et politiques, ainsi que de leurs liens éventuels, permettant d'expliquer les contradictions entre les opinions environnementales et les pratiques de mobilités. Cette typologie permettra aussi de fournir des éclairages sur l'éventualité d'autres relations entre cognition et comportement, et alors

peut-être d'apporter des éléments d'appréciation aux pouvoirs publics pour penser l'acceptabilité d'actions novatrices dans ce domaine d'interface.

MOTS-CLÉS

Pollution automobile en ville, comportements de déplacements, sensibilité environnementale, attitudes par rapport aux politiques publiques, enquêtes, focus group, Ile-de-France

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

La problématique développée ici est transversale. Elle croise les connaissances sur les pratiques de mobilité urbaine, sur les représentations sociales de l'environnement et sur les opinions et attitudes politiques des populations. La littérature scientifique qui en découle est non seulement abondante, mais surtout aujourd'hui foisonnante et encore largement segmentée. Après examen de cette littérature, l'étape préparatoire à la phase de l'enquête, puis des processus délibératifs, a été menée : vague d'entretiens exploratoires auprès de 25 franciliens de la première couronne, usagers des transports et/ou détenteurs d'au moins un véhicule automobile. L'analyse de cette vague d'entretiens est achevée. Les résultats ainsi produits ont permis de bâtir le questionnaire qui est en cours de test, pour être ensuite administré auprès de 800 franciliens de la première couronne de l'agglomération, tous usagers des transports et/ou utilisateurs d'automobiles. L'analyse statistique sera réalisée d'ici novembre 2004, pour une organisation des processus délibératifs en janvier de l'année prochaine. Le rapport définitif est prévu pour juin 2005.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Des contradictions jaillissent lorsque l'on rapproche les pratiques de déplacement, sensibilité environnementale et attitudes politiques : l'évolution « spontanée » des trafics automobiles reste orientée à la hausse, la sensibilité collective aux impacts environnementaux de ces trafics elle-même croît, tandis que les mesures de régulation sont souvent fraîchement accueillies. Ce télescopage entre pratiques, sensibilité et jugements est source de grandes incertitudes dans le passage d'une évaluation validée scientifiquement à la construction d'actions socialement acceptables.

Les implications pratiques attendues sont dès lors d'au moins deux ordres. La première renvoie aux politiques publiques de transports. Les typologies élaborées (supra) pourraient nourrir la réflexion des pouvoirs publics en vue d'adapter la prise de décision et les modes d'actions dans un domaine, celui des transports, soumis à l'évolution tendancielle de territorialisation de l'action publique. Une seconde implication pratique renvoie aux construits scientifiques et méthodologiques. Il s'agit ici concrètement par exemple de valider la pertinence du chaînage, déjà expérimenté une fois sur la question du bruit des avions et de l'acceptabilité du fonctionnement des aéroports, entre enquêtes par questionnaires et processus délibératifs, en vue de révéler non seulement les dimensions collectives évoquées, mais peut-être surtout d'éclairer les conciliations cognitives effectuées par des habitants de territoires urbains.

Outre les valorisations classiques telles que les articles scientifiques et dans des revues plus opérationnelles ou encore la présentation des résultats à des publics étudiants nombreux et divers (aménagement, transport, sciences politiques...), nous proposons, avec l'accord du commanditaire de la recherche et du comité scientifique Primequal, de concevoir un CD grand public et, peut-être, de bâtir un séminaire durant lequel les résultats seraient restitués. De plus, nous proposons de mobiliser un jeune doctorant sur cette recherche. Enfin, et plus modestement, l'information sera aussi valorisée par nos participations à des groupes du Predit.

L'utilisation des biocides en milieu domestique et la perception des risques liés à cette utilisation dans une population française

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Guy AUBURTIN

CNAM

122 rue de Frémur - BP 50135

49001 ANGERS CEDEX 01

Tél : 02 41 66 10 59

Fax : 02 41 66 10 67

Mél : g.auburtin@cnam-paysdelaloire.fr

PARTENAIRES

Institut Scientifique et Technique de la Nutrition et de l'Alimentation (ISTNA) :
Serges Hercberg (Projet SU.VI.MAX)

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Les objectifs de l'étude sont :

- Décrire les comportements d'utilisation des produits biocides en milieu domestique, dans une large population française urbaine et rurale.
- Evaluer la perception des risques liés aux produits biocides (utilisés en milieu domestique) en la resituant dans un contexte plus général des perceptions des risques environnementaux, ceux liés à la sécurité alimentaire et ceux liés aux produits phytopharmaceutiques en agriculture.
- Identifier les liens potentiels entre les utilisations et la perception des risques par les individus.

Il s'agit de produire des connaissances pour répondre à la question : Comment la perception des risques liés aux produits biocides influence-t-elle leur utilisation par la population française ?

Les comportements des personnes vis-à-vis de l'utilisation des biocides en milieu domestique, semblent être des facteurs déterminants de l'exposition aux biocides. Ainsi, l'étude doit permettre d'identifier les comportements à haut risque, d'en comprendre les fondements, de renseigner les données météorologiques et d'aider à l'identification des groupes d'exposition.

MOTS-CLÉS

Biocides, utilisations, comportements, perception des risques, qualité de l'air intérieur.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

L'analyse bibliographique montre qu'en France, il existe actuellement peu d'information sur les usages des biocides en milieu domestique et aucune information n'est disponible sur la perception des risques liés à leur utilisation.

L'étude consiste à recueillir des informations sur l'usage des biocides et les perceptions des risques, par deux enquêtes auprès de volontaires issus de la cohorte SU.VI.MAX.

La première enquête, sous forme de trente entretiens semi-directifs et observations réalisés entre février et avril 2003, a servi à recueillir des informations qualitatives sur :

- les pratiques concernant les lieux de stockage,
- l'identité des produits utilisés,
- les opinions des individus sur les produits de nettoyage, de traitement, de soin et de désinfection, utilisés dans les logements,
- les opinions des individus en ce qui concerne la sécurité alimentaire, l'état de l'environnement, les produits phytopharmaceutiques.

Ces informations ont été utilisées pour construire des typologies de représentation et d'usage, en croisant des indicateurs tels que le nombre de biocides utilisés, la catégorie socioprofessionnelle, le niveau d'étude, le degré de satisfaction vis-à-vis de l'information reçue et l'opinion individuelle.

La seconde enquête, en cours, est réalisée sous forme d'un questionnaire auto-administré. Celui-ci a été diffusé auprès de 3000 individus en décembre 2003. Le questionnaire reprend les thèmes développés au cours des entretiens et a été élaboré sur la base des discours obtenus. L'analyse des réponses, prévue entre juin et décembre 2004, servira à décrire la distribution des usages et des perceptions sur une large échelle et à vérifier les hypothèses formulées au cours des entretiens. Actuellement 2150 réponses ont été retournées. Une relance a déjà été effectuée en avril 2004. Le retour des réponses doit s'achever courant juin 2004.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Les résultats de l'étude seront utiles à plusieurs niveaux :

- Cette étude apportera des éléments d'information utiles à la gestion des risques liés à l'usage des biocides en milieux domestiques, en aidant à l'élaboration de campagnes d'information et de communication prioritaires et nécessaires pour modifier les comportements à haut risque. L'information des personnes et la communication concernant les risques pour la santé et l'environnement sont des processus importants pour la gestion des risques.
- La qualité de l'air intérieur dans les lieux de vie est actuellement une préoccupation majeure en France. Les programmes d'études élaborés par le CSTB en lien avec l'INERIS, ont pour objectif de mieux connaître la situation française de l'exposition aux différentes substances contaminant les milieux intérieurs. L'étude permettra de compléter les connaissances en ce qui concerne les pollutions potentiellement générées par les substances actives biocides, en s'interrogeant sur les usages par les ménages français.
- Un programme européen nommé EUBEEES¹ est consacré à la description de scénarios d'émission et à la quantification des émissions des biocides en vue d'évaluer les risques sanitaires et environnementaux. En France, il existe très peu de données en ce qui

¹ EUBEEES : European Union Biocidal Environmental Emission Scenarios

concerne l'émission des biocides dans les milieux domestiques. Les connaissances acquises doivent guider la description de scénarios d'émissions des biocides pour la France.

- Une thèse intitulée : « Expositions aux produits phytopharmaceutiques et produits biocides en milieu domestique : descriptions de scénarios d'exposition et validation d'indicateurs basés sur les usages » est en cours de réalisation. Elle est consacrée à la description de scénarios d'exposition, utilisables dans le cadre du programme EUBES et à l'élaboration d'indicateurs basés sur les usages pour estimer l'exposition aux biocides en complément de la métrologie. Les données de l'étude contribueront à l'avancement des travaux de la thèse.
- Au-delà des biocides, cette étude doit permettre d'apporter d'autres connaissances pour éclairer la relation entre la perception des risques environnementaux et le comportement des populations face aux risques.

Par ailleurs, il est prévu de valoriser les travaux en écrivant deux publications :

- Une première consacrée à la méthodologie d'enquête mise en place pour recueillir les informations et classer les individus selon leurs usages, leurs opinions sur les risques.
- Une seconde sera consacrée à la description statistique des usages, des opinions et des liens potentiels entre les pratiques, les caractéristiques sociodémographiques et la perception des risques.

En outre, un retour d'information est prévu auprès des enquêtés pour expliquer l'implication de l'enquête à l'échelle nationale et européenne et pour faire un état des substances les plus utilisées, des pratiques et des risques encourus.

Impact des facteurs environnementaux extérieurs et des facteurs de susceptibilité individuelle dans la survenue d'affections cardio-respiratoires graves motivant une admission en réanimation

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Christian DELAFOSSE

Réanimation médicale
Centre Hospitalier Intercommunal Eaubonne-Montmorency
28 rue du Dr Roux
95602 EAUBONNE CEDEX
Tél : 01 34 06 62 91
Fax : 01 34 06 62 96
Mél : christian.delafosse16@mageos.com

PARTENAIRES

- SEPIA-Santé : Claire Ségala
- Service de pneumologie et réanimation du groupe hospitalier Pitié Salpêtrière : JP Derenne et T. Similowski
- CUB-Réa, Hôpital Ambroise Paré : P. Aegerter
- INSERM U408 Epidémiologie : F. Neukirch

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Ce projet s'articule autour de trois questions principales :

- (i) mesurer les relations liant les facteurs environnementaux et les pathologies respiratoires et cardiovasculaires conduisant à des admissions en réanimation,
- (ii) étudier les «conditions météorologiques» les plus liées aux admissions en réanimation, et non les paramètres météorologiques pris isolément,
- (iii) étudier les facteurs individuels (socio-démographiques, conditions morbides) conférant une susceptibilité accrue aux facteurs environnementaux et les perturbations biologiques liées à ces mêmes facteurs.

MOTS-CLÉS

Pollution atmosphérique, santé, épidémiologie, séries chronologiques, modèles GAM, modèles cas-croisés.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Les différentes étapes du travail ont été successivement réalisées :

- une description des données sanitaires et environnementales ;
- une classification des jours d'étude par type de temps à partir de 4 données ponctuelles par 24 heures pour 7 variables météorologiques, suivant la méthodologie développée par Kalkstein ;
- une identification des 5 facteurs météorologiques (en moyennes journalières) les plus susceptibles d'influer sur les admissions de façon indépendante : la température

minimale, l'humidité relative, la force du vent, la pression barométrique et les précipitations ;

- des analyses cas-croisés permettant de quantifier la relation entre les polluants et les indicateurs sanitaires (Affections Respiratoires, Insuffisance Respiratoire Aiguë sur Insuffisance Respiratoire Chronique, Insuffisance Respiratoire Aiguë sur Poumon Antérieurement Sain et Asthme) ;
- des études cas-croisés complémentaires par saison et pour explorer le rôle de l'âge et de l'état clinique des patients dans la relation santé-pollution ;
- des études GAM permettant de quantifier la relation entre les polluants et l'indicateur sanitaire « Affections Respiratoires ». La polémique sur les modèles GAM sous S-Plus nous a amené à comparer la procédure GAM par défaut sous S-Plus, la procédure GAM sous S-plus avec changement du paramètre de convergence et du nombre d'itérations et la procédure GAM sous R avec des fonctions « p-spline » (et non « loess » comme dans S-Plus) ;
- la comparaison des différents résultats obtenus, aussi bien pour les relations admissions et pollution que pour les relations admissions et conditions météorologiques.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Ce travail a permis à notre connaissance pour la première fois en France dans le cadre des études pollution-santé, d'exprimer les facteurs météorologiques avec la classification proposée par Kalkstein et d'autre part, de comparer les modélisations GAM avec les modèles cas-croisés.

Ce travail fera l'objet de plusieurs publications scientifiques. Ces publications seront transmises dès que disponibles, aux différents organismes, parties prenantes de l'étude. A ce stade, 3 publications sont envisagées :

- article méthodologique avec faisabilité et comparaison des modèles GAM et cas croisés,
- article méthodologique sur la prise en compte des facteurs météorologiques dans les études santé-pollution,
- article principal avec résultats de l'étude.

Relations entre facteurs environnementaux, santé respiratoire et statut atopique : mise en place du suivi d'une cohorte de nouveau-nés

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Isabelle MOMAS

Service « Santé publique et Environnement »
Faculté des Sciences pharmaceutiques et biologiques
4 Avenue de l'Observatoire
75006 PARIS
Tél : 01 53 73 97 26 à 31
Tél/Fax : 01 43 25 38 76
Mél : Isabelle.Momas@univ-paris5.fr

PARTENAIRES

Mairie de Paris : Direction de l'Action Sociale, de l'Enfance et de la Santé (DASES) :
- Service des Etudes, de la Recherche et de la Documentation (SERD)
- Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP)
Caisse Primaire d'Assurance Maladie de Paris (CPAM)
Centre de l'Asthme de l'hôpital d'enfants Armand Trousseau

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Ce projet de définition vise à préparer une étude épidémiologique de suivi jusqu'à l'âge de six ans d'une cohorte de nouveau-nés, afin d'évaluer l'incidence de la symptomatologie respiratoire et atopique et de déterminer les relations entre la santé respiratoire et le statut atopique de ces enfants et les facteurs environnementaux des milieux intérieurs et extérieurs où ils vivent.

MOTS-CLÉS

Enfants, cohorte de nouveau-nés, environnement, trafic routier, asthme, atopie, allergies.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Ce projet de définition, achevé depuis fin 2002, correspond à l'élaboration du protocole d'une étude épidémiologique de suivi d'une cohorte de nouveau-nés franciliens.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

L'étude épidémiologique qui découle de ce protocole et dont la Mairie de Paris a accepté d'assurer la logistique a été mise en place en février 2003 et est programmée jusqu'en décembre 2011.

Ce projet de définition a donné lieu à trois articles : deux revues bibliographiques relatives aux études de cohortes de nouveau-nés (l'une parue en langue française, l'autre soumise en langue anglaise) et un article de présentation de la méthodologie adoptée pour réaliser l'étude épidémiologique, dont la rédaction en anglais est en voie d'achèvement.

Distribution de l'exposition de la population urbaine à des polluants particulaires et gazeux génotoxiques et évaluation du risque de cancer -Projet GENOTOX'ER

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE

Denis ZMIROU NAVIER

Equipe de recherche [EP]²R "Evaluation et prévention des risques professionnels et environnementaux"

Faculté de Médecine

9 av de la Forêt de Haye

BP 184

54505 VANDOEUVRE-LES-NANCY CEDEX

Tél 03 83 68 39 15

Fax 03 83 68 34 89

Mél :denis.zmirou@nancy.inserm.fr

PARTENAIRES

A : Unité 420 de l'INSERM ;

B : Unité ERSA de l'INERIS ;

C : Département Santé-Environnement de l'Institut de Veille Sanitaire ;

D : Laboratoire d'Hygiène et de Santé Publique, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Paris-V ;

E : Laboratoire de Santé Publique, Faculté de Médecine de Rouen ;

F : Airparif ;

G : AirNormand ;

H : Aspa ;

I : Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris ;

J : ARCANE-Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux Gradignan (UMR IN₂P₃-Université Bordeaux1) ;

G : Laboratoire Inter Universitaire des Systèmes Atmosphériques, Paris XII.

RAPPEL DES OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Le projet a pour objet de décrire l'exposition de populations urbaines françaises aux particules atmosphériques et au benzène, dans le but de procéder à une évaluation du risque du cancer. Plusieurs études épidémiologiques récentes suggèrent que le risque de cancer est accru pour les personnes résidant dans des zones géographiques affectées par la pollution atmosphérique, notamment du fait des particules inhalées. Le travail est conduit depuis 2001 dans 4 agglomérations urbaines françaises : Grenoble (étude pilote), l'île de France, Rouen et Strasbourg, auprès de 60 à 90 adultes et enfants par site. Il se propose de caractériser l'exposition de personnes volontaires à certains métaux et composés organiques cancérigènes présents dans l'air sous forme particulaire (PM_{2.5} ou PM₁₀), ou gazeuse (benzène), selon les caractères des activités et lieux de vie des personnes (sites industriels, zones fortement marquées par le trafic automobile proche, situations de "fond urbain"). Une analyse de la génotoxicité des particules atmosphériques prélevées est effectuée en fonction des caractéristiques des lieux de leur collecte et de leur composition chimique.

Cette caractérisation du risque à l'échelle de populations urbaines françaises permettra de situer les ordres de grandeur du risque de cancer lié à l'exposition chronique de la population aux niveaux actuels de la pollution atmosphérique. Le rôle des principales sources connues actuellement de la pollution atmosphérique (trafic automobile et activités industrielles) pourra ainsi être étudié, donnant des arguments pour la poursuite des efforts de réduction de la pollution urbaine.

MOTS-CLES

Exposition personnelle, particules PM2.5 et PM10, NOx, benzène, métaux, HAP, génotoxicité, évaluation du risque de cancer, surveillance de la qualité de l'air.

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET ET TRAVAIL RESTANT A RÉALISER

Les campagnes de mesure sont terminées et se sont déroulées de puis janvier 2001 jusque juillet 2003 dans les 4 agglomérations participant à l'étude. L'ensemble des résultats des analyses en terme de gravimétrie, de réflectométrie, de mesure du benzène, des oxydes d'azote et des HAP sont disponibles. Restent à venir les résultats des dernières analyses des métaux ainsi que ceux des tests génotoxiques.

La saisie des questionnaires est en cours d'achèvement. L'ensemble de ces données sera analysé en 2004 avec pour objectif de définir quels sont les déterminants de l'exposition personnelle aux différents polluants mesurés. Les données issues des différentes analyses (gravimétriques, d'opacimétrie, de composition chimique et de génotoxicité) sont étudiées en fonction des caractéristiques des lieux de collecte et du mode de vie des volontaires. La problématique est de voir dans quelle mesure la présence de sources de pollution locales au sein d'une agglomération urbaine peut influencer les niveaux d'exposition des groupes d'individus vivant dans les différents secteurs géographiques.

Les relations entre les expositions personnelles et les niveaux ambiants mesurés par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air impliqués dans le projet, ont fait l'objet d'une première analyse présentée dans un article en cours de soumission à Environmental Research. Ce travail d'analyse se poursuit selon une approche différente, qui est une analyse par réseaux de neurones, dans le cadre d'une collaboration avec le LISA (Laboratoire Inter Universitaire des Systèmes Atmosphériques) de l'U Paris XII.

L'ensemble des informations collectées dans ce travail aux multiples dimensions servira courant 2004 à la caractérisation du risque de cancer. L'évaluation qualitative et quantitative du risque sera faite d'une part directement pour les échantillons ayant fait l'objet des études personnelles d'exposition (sous l'hypothèse d'une situation représentative d'une longue période), et d'autre part par extrapolation à l'échelle de plus vastes populations urbaines en France. Pour ce faire, une analyse par SIG a été développée au cours du second semestre 2003 avec pour objectif de sectoriser les unités urbaines selon les 3 grandes catégories définies par les hypothèses de l'étude, à savoir un secteur plus exposé au trafic automobile, un secteur de fond urbain sans source de pollution particulière et une zone plus impactée par des activités industrielles. Ce travail a nécessité un important recueil complémentaire de données, sur les 4 agglomérations ayant participé à l'étude (émissions industrielles pour plusieurs familles de polluants, cartographie détaillée des voiries et implantations industrielles etc).

L'exposition ainsi approchée, le risque et l'impact pourront être estimés en introduisant, pour les différentes substances identifiées, les valeurs de risque unitaire publiées dans les bases de données spécialisées (en particulier sur la base IRIS de l'US-EPA) mais aussi de données issues de travaux épidémiologiques récent en particulier pour les particules fines. Ce travail permettra la comparaison du risque ainsi estimé selon le type d'environnement

urbain, dans 4 grandes agglomérations urbaines. Les principales incertitudes attachées à ces exercices d'estimation seront discutées.

IMPLICATIONS PRATIQUES DU PROJET ET VALORISATION PREVUE

Ce programme fait l'objet d'un travail de thèse (doctorante Eléna NERRIERE inscrite à l'école doctorale « Epidémiologie et Santé Publique » de l'Université Henri Poincaré de Nancy 1). Cette thèse a bénéficié d'une bourse de thèse ADEME co-financée par l'INERIS et l'Institut de Veille Sanitaire d'Octobre 2000 à Octobre 2003.

Ce programme a fait l'objet de 2 communications orales dont une aux Etats-Unis, et de 2 articles soumis fin 2003 à des revues scientifiques internationales, un 3^{ème} étant sur le point d'être soumis. D'autres projets d'articles (au nombre de 5) sont envisagés courant de l'année 2004.

LISTE DES PARTICIPANTS

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
ALARY René	LCPP	01 55 76 23 90	rene.alary@interieur.gouv.fr
ALBINET Alexandre	INERIS	03 44 55 66 12	alexandre.allbinet@ineris.fr
ALESANDRINI Philippe	Ministère de l'Emploi et de la Solidarité	04 91 29 93 85	philippe.alesandrini@sante.gouv.fr
ANNESI-MAESANO Isabella	INSERM	01 45 59 50 22	annesi@vjf.inserm.fr
AUBIER Michel	Faculté de Médecine Xavier Bichat	01 40 25 68 00	michel.aubier@bch.-ap-hop-paris.fr
AUGER Floriane	Université Paris 7 Denis Diderot	01 44 27 60 62	floriane.auger@Paris7.jussieu.fr
AYMOZ Gilles	CNRS-LGGE Grenoble	04 76 82 42 00	aymoz@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
AYRAULT Sophie	Laboratoire Pierre Süe CEA-CNRS	01 69 08 30 74	sayrault@cea.fr
BA Mohamedou	Institut Français de L'environnement		mohamedou.ba@ifen.fr
BACHELART Claire	Gaz de France	01 49 22 55 11	claire.bachelart@gazdefrance.com
BACHOUAL Rasik	Faculté de Médecine Xavier Bichat		
BAUDIN François	INSU/SDU	01 45 07 51 72	francois.baudin@dt.-insu.cnrs.fr
BEDJANIAN Yuri	CNRS/LCSR Orléans	02 38 25 54 74	Bedjanian@cnrs-orleans.fr
BEEKMANN Matthias	Université Pierre Et Marie Curie	01 44 27 38 65	mb@aero.jussieu.fr
BLANCHARD Olivier	INERIS	03 44 55 64 27	olivier.blanchard@ineris.fr
BOCZKOWSKI Georges	Faculté de Médecine Xavier Bichat		
BOIRET Philippe	METEO France	01 45 56 73 21	Philippe.boiret@meteo.fr
CAMBOU José	France Nature Environnement	05 61 53 13 88	jose.cambou@fne.asso.fr
CARIOU Stéphane	Ecole des Mines D'Alès	04 66 78 27 80	JeanMichel.Guillot@ema.fr
CAZIER Fabrice	Centre Commun des Mesures ULCO	03 28 65 82 40	cazier@univ-littoral.fr
CELLIER Pierre	INRA Grignon	01 30 81 55 32	cellier@grignon.inra.-fr
CHAKIR Abdelkhaleq	Laboratoire du GSMA URCA Reims	03 26 91 32 63	abdel.chakir@univ-reims.fr
CHARDON Benoît	Observatoire Régional de la Santé - Ile-de-France	01 44 42 64 81	b.chardon@ors-idf.org
CHARLES Lionel	FRACTAL		lio.charles.fractal@noos.fr

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
COPPALLE Alexis	CNRS/INSA/CORIA Rouen	02 32 95 97 73	coppalle@coria.fr
CORRON Magali	AIR BREIZH	02 23 20 90 99	mcorron@airbreizh.- asso.fr
COUTY Bruno	ADP	01 70 03 44 81	bruno.couty@adp.fr
DAUMONT Dominique	Laboratoire du GSMA URCA Reims	03 26 91 32 65	dominique.daumont @univ-reims.fr
DAZY Anne-Catherine	Université Paris 7 Denis Diderot	01 44 27 60 62	dazy@paris7.jussieu. fr
de BLAY Frédéric	Hôpitaux Universitaires de Strasbourg	03 88 11 68 53	frederic.deblay@chru -strasbourg.fr
de NADAI Patricia	Institut Pasteur Lille	03 20 87 78 80	patricia.de- nadai@pasteur-lille.fr
DEBOUDT Karine	Université Du Littoral Côte d'opale	03 21 99 64 28	karine@mreu2.univ- littoral.fr
DELLA MASSA Jean-Pierre	ORAMIP Toulouse	05 61 15 42 46	jp.dellamassa@- oramip.org
DERBEZ Mickaël	CSTB	01 64 68 89 89	mickael.derbez@cstb .fr
DESPIAU PUJO Serge	Université du Sud Toulon	04 94 14 23 63	despiou@univ-tln.fr
DIZENGREMEL Pierre	Ecologie et Ecophysiologie Forestière INRA-Université Nancy	03 83 68 42 41	dizengre@scbiol.uhp -nancy.fr
DOR Frédéric	InVS	01 41 79 67 95	f.dor@invs.sante.fr
EBNER Pascale	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable	01 42 19 17 29	pascale.ebner@- environnement.gouv. fr
EL DIB Gisèle	Laboratoire du GSMA URCA Reims	03 26 91 32 63	gisele.dib@hotmail.- com
ELICHEGARAY Christian	ADEME	01 47 65 20 78	christian.elichegaray @ademe.fr
ETCHELECOU André	Université de Pau et des Pays de l'Adour SET	05 59 40 72 57	andre.etchelecou@- univ-pau.fr
FABUREL Guillaume	Institut d'Urbanisme de Paris Université Paris 12	01 45 17 71 36	Orfeuil@univ- paris12.fr
FERRARI Christophe	CNRS/LGGE Grenoble	04 76 82 42 39	ferrari@lgge.obs.ujf- grenoble.fr
FLAMENT Pascal	Université du Littoral Côte d'Opale	03 21 99 64 29	pascal@mren2.univ- littoral.fr
FLAMMARION Patrick	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable	01 42 19 16 67	patrick.flammarion@ environnement.gouv. fr
FORTI Laurent	Institut Français du Pétrole	01 47 52 64 63	Laurent.Forti@ifp.fr
GALLOO Jean-Claude	Ecole Nationale Supérieure des Mines de Douai	03 27 71 26 01	galloo@ensm- douai.fr

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
GAZEAU Alain	ATMO Poitou-Charentes	05 46 44 83 88	alain.gazeau@atmo-poitou-charentes.org
GENU Alexandru	Ecole Centrale de Nantes	02 40 37 16 00/2630	Alexandru.Ghenu@ec-nantes.fr
GEORGE Christian	Université Lyon 1-CNRS LACE	04 72 43 14 89	Christian.George@univ-lyon1.fr
GINGEUNE	Institut d'Urbanisme de Paris Université Paris 12		
GIRAUDEAU Philippe	Aair Lichens SARL	02 40 30 14 90 ou 06 12 08 65 85	philipe.giraudeau@wanadoo.fr ou aair.lichens@wanadoo.fr
GODET Yves	INERIS	03 44 55 65 37	yves.godet@ineris.fr
GONDCAILLE Catherine	INERIS	03 44 55 62 79	catherine.gondcaille@ineris.fr
GONZALEZ-FLESCA Norbert	INERIS	03 44 55 65 57	norbert.gonzalez-flesca@ineris.fr
GRAND Catherine	TOTALFINAELF	04 78 02 60 52	catherine.grand@crec.elf-antar.fr
GUEGAN Hervé	ARCANE-ADERA CENBG Gradignan	05 57 12 08 88	arcane@cenbg-in2p3.fr
GUILLOT Jean-Michel	Ecole des Mines d'Alès	04 66 78 27 80	Jean-Michel.Guillot@ema.fr
GUIRIEC Bénédicte	AIR BREIZH	02 23 20 90 90	bguiriec@airbreizh-asso.fr
HANOUNE Benjamin	Université des Sciences et Technologies de Lille	03 20 33 64 66	benjamin.hanoune@univ.lille1.fr
HECQ Walter	Université Libre de Bruxelles	32 2 650 33 77	whecq@ulb.ac.be
HENRIET Alain	PSA Peugeot-Citroën DRIA/SARA/EMSA	01 57 59 29 30	alain.henriet@mpsa.com
JAFFREZO Jean-Luc	CNRS / LGGE Grenoble	04 76 82 42 32	jaffrezo@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
JOUMARD Robert	INRETS	04 72 14 24 77	joumard@inrets.fr
KIRCHNER Séverine	CSTB	01 60 07 88 49	kirchner@cstb.fr
KLEINPETER Joseph	ASPA	03 88 19 26 53	Jkleinpeter@atmo-alsace.net
KUKUI Alexandre	IPSL/Service d'Aéronomie	01 44 27 47 66	kukuy@cnsr-orleans.fr
LAJ Paolo	LaMP Université Clermont-Ferrand	04 73 40 73 69	laj@opgc.univ-bpclermont.fr
LANDRIEU Guy	INERIS	03 44 55 63 92	guy.landrieu@ineris.fr
LANONE Sophie	Faculté de Médecine Xavier Bichat		

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
LE BIHAN Olivier	INERIS	03 44 55 65 88	Olivier.Le-Bihan@ineris.fr
LE BRAS Georges	CNRS/LCSR Orléans	02 38 25 54 61	lebras@cnsr-orleans.fr
LE CALVE Stéphane	CNRS / CGS / LPCA Université Strasbourg	03 90 24 03 68	slecalve@illite.u-strasbg.fr
LE MOULLEC Yvon	Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris	01 44 97 88 30	Yvon.LeMoullec@mairie-paris.fr
LECOMTE James	CNAM IHIE OUEST	02 41 66 10 61	j.lecomte@cnam-paysdelaloire.fr
LEFEVRE Roger	LISA Université Paris 7 et Paris 12	01 45 17 16 76	lefevre@lisa.univ-paris12.fr
LEGRAND Michel	CNRS / LGGE Grenoble	04 76 82 42 43	legrand@lgge.obs.ujf-grenoble.fr
LOCOGE Nadine	Ecole des Mines de Douai Département chimie et environnement	03 27 71 26 27	locoge@ensm-douai.fr
LOUIS Florent	Université des Sciences et Technologies de Lille	03 20 33 63 32	florent.louis@univ-lille1.fr
MAGNAN Antoine	APHM-Hôpital Sainte-Marguerite	04 91 74 46 30	antoine.magnan@ap-hm.fr
MAGNANI Grégory	ADP	01 48 62 59 52	Gregory.Magnani@adp.fr
MAHIEUX Valérie	INERIS	03 44 55 65 63	valerie.mahieux@ineris.fr
MANDIN Corinne	INERIS	03 44 55 61 77	Corinne.Mandin@ineris.fr
MANEUX Eric	GEO TRANSFERT	05 40 00 83 28	e.maneux@epoc.u-bordeaux1.fr
MARANO Francelyne	Université Paris 7 Denis Diderot - LCTC	01 44 27 60 73	marano@paris7.-jussieu.fr
MARLIERE Fabrice	INERIS	03 44 55 65 75	Fabrice.Marliere@ineris.fr
MARTHAN Roger	Laboratoire de Physiologie Cellulaire Respiratoire- Université Bordeaux 2	05 57 57 13 60	roger.marthan@u-bordeaux2.fr
MARTIN Daniel	METEO France	01 45 56 70 46	daniel.martin@meteo.fr
MARTINON Laurent	Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées (LEPI)	01 44 97 88 40	laurent.martinon@mairie-paris.fr
MAUPETIT François	CSTB Département Développement Durable	01 64 68 82 58	f.maupetit@cstb.fr
MELLOUKI Wahid	CNRS / LCSR Orléans	02 38 25 76 12	mellouki@cnsr-orleans.fr
MENARD Tamara	INERIS	03 44 55 67 23	tamara.menard@ineris.fr
MENUT Laurent	LISA Université Paris 7 et Paris 12	01 45 17 15 45	menut@lisa-univ-paris12.fr

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
MILLET Maurice	CNRS / LCGS / LPCA Université Strasbourg	03 90 24 04 22	millet@illite.u- strasbg.fr
MOMAS Isabelle	Université Paris 5 René Descartes	01 53 73 97 26	momas@pharmacie. univ-paris5.fr
MONTAGNE Xavier	Institut Français du Pétrole		Xavier.montagne@- ifp.fr
MORCHEOINE Alain	ADEME	01 47 65 24 69 ou 01 47 65 20 75	alain.morcheoine@- ademe.fr
MOSQUERON Luc	Vincent Nedellec Consultants	01 45 78 46 68	vnc.lm@wanadoo.fr
MOULENE Daniel	Environnement SA	01 39 22 38 00	d.moulene@environ- nement-sa.com
MUSSON-GENON Luc	EDF	01 30 87 81 18	luc.musson- genon@edf.fr
NERRIERE Eléna	Université de Nancy	06 15 21 11 50	e_nerriere@yahoo.fr
NGYEN VIET Hung	Université Franche-Comté		
NIESSEN Sylvie	Ministère de l'Équipement du Logement, des Transports et du Tourisme DRAST / Predit	01 40 81 14 11	sylvie- niessen@equipe- ment.gouv.fr
NOACK Yves	CEREGE Université Aix-Marseille 3	04 42 97 15 28	ynoack@cerege.fr
NOUALI Habiba	Centre Commun de Mesures ULCO		
PAPINEAU Nicole	INSU / SDU	01 44 96 43 80	Nicole.Papineau@- cnrs-dir.fr
PENARD-MORAND Céline	INSERM Epidémiologie des Réponses Immunitaires et Inflammatoires	01 45 59 60 21	morand@vjf.inserm.fr
PINEAU Jean-Philippe	INERIS	03 44 25 37 53	cjPods@wanadoo.fr
PISON Isabelle	LISA Université Paris 7 et Paris 12		
PLAISANCE Hervé	Ecole des Mines de Douai Département chimie et environnement	03 27 71 26 14	plaisance@ensm- douai.fr
POISSON Nathalie	ADEME	01 47 65 20 42	nathalie.poisson@- ademe.fr
PONCHE Jean-Luc	CNRS / CGS / LPCA Université Strasbourg	03 90 24 03 74	ponche@illite.u- strasbg.fr
PUISSANT Sylvie	Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris	01 56 61 33 48	sylvie.puissant@- mairie-paris.fr
RAMEL Martine	INERIS	03 44 55 65 58	martine.ramel@ineris .fr
REN Juan Fang	CNRS-INSA / CORIA Rouen	02 32 95 37 43	Fang.ren@coria.fr

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
ROSANT Jean-Michel	Ecole Centrale de Nantes	02 40 37 16 79	Jean-Michel.Rosant@ec-nantes.fr
ROSSI Michel J.	Laboratoire de Pollution Atmosphérique et Sol EPFL Lausanne	41 21 693 53 21	michel.rossi@epfl.ch
ROTH Estelle	Université de Haute-Alsace Laboratoire Gestion des Risques et Environnement	03 89 32 76 71	E.Roth@uha.fr
ROUSSEL Isabelle	APPA	04 78 71 19 93	isaroussel69@aol.-com
SCHEIFLER Renaud	Université Franche-Comté	03 81 66 57 41	Renaud.scheifler@univ-fcomte.fr
SEGALA Claire	SEPIA-Santé	02 97 28 80 38	sepia@sepia-sante.com
SHIRALI Pirouz	Université du Littoral Côte d'Opale ULCO	03 21 99 64 29	Pirouz.Shirali@univ-littoral.fr
SOBANSKA Sophie	Laboratoire de spectrochimie Infrarouge et Raman Université de Lille	03 20 43 69 62	Sophie.Sobanska@univ-lille1.fr
SPORTISSE Bruno	Ecole Nationale des Ponts et Chaussées CEEA	01 64 15 21 41	sportiss@cerea.enpc.fr
TALBAUT Martine	CNRS-INSA / CORIA	02 32 95 98 17	Martine.Talbaut@coria.fr
TETON Sophie	QUALITAIR 06	04 93 18 80 00	qualitair.azur@wanadoo.fr
THIBAUT Gérard	MAIRIE DE PARIS	01 45 61 54 71	gerard.thibaut@mairie-paris.fr
THIRIA Sylvie	Université Pierre et Marie Curie LODYC	01 44 27 27 08	Sylvie.Thiria@lodyc.-jussieu.fr
THIROUIN Isabelle	Ministère de la Santé et de la Protection Sociale DGS	01 40 56 45 10	isabelle.thirouin@sante.gouv.fr
TROUVE Gwénaëlle	Université de Haute-Alsace Laboratoire Gestion des Risques et Environnement	03 89 32 76 55	G. Trouve@uha.fr
VAN HALUWYN Chantal	Faculté des Sciences Pharmaceutique et Biologique Université de Lille 2,	03 20 96 43 69	cvanhalu@phare.-univ-lille2.fr
VASSEUR Agnès	Centre Commun de Mesures ULCO		
VILLENAVE Eric	Université Bordeaux 1 Laboratoire de Physico-Chimie	05 40 00 63 50	e.villeneuve@lpcm.u-bordeaux1.fr

NOM PRENOM	ORGANISME	TEL.	MEL
VINDIMIAN Eric	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable	01 42 19 17 31	eric.vindimian@-environnement.gouv.fr
WEILL Alain	Président du Conseil Scientifique PRIMEQUAL	01 39 25 49 00	alain.weill@cetp.ipsl.fr
WIDORY David	BRGM	02 38 64 47 72	d.widory@brgm.fr
ZDANEVITCH Isabelle	INERIS	03 44 55 63 90	Isabelle.Zdanevitch@ineris.fr

Notes

Notes

Notes

Notes

Notes