

SYNTHESE DES TRAVAUX LCSQA 2000 DE L'INERIS

Depuis une dizaine d'années, les actions du LCSQA contribuent à mettre à disposition des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air des études techniques en matière de prélèvement, d'analyse, de contrôle, de calibrage, d'acquisition et de transmission des données, et de modélisation.

Les travaux de l'INERIS réalisés en 2000 au sein du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air se sont articulés autour de ces principales thématiques avec la poursuite des travaux engagés les années précédentes et l'ouverture de nouveaux programmes. Ils ont été caractérisés par un équilibre entre une activité d'appui direct aux associations de surveillance, et une activité plus prospective concernant les nouveaux instruments et les nouveaux polluants.

Des efforts importants ont été initiés et seront poursuivis pour assurer le transfert des acquis auprès des associations : guides méthodologiques DOAS et modélisation, protocole de mesure des HAP, site WEB, bases de données.

1. ETUDE DES PERFORMANCES DES INSTRUMENTS DE MESURE

Il convient de noter, mi 2000, la remise du rapport de l'évaluation des deux analyseurs chromatographiques de BTX (Benzène, Toluène, Xylènes) commercialisés par la société Environnement S.A. (détecteur FID et détecteur PID) dont les résultats se sont avérés, dans l'ensemble, très satisfaisants. Après une première évaluation qui avait permis de mettre en évidence des problèmes métrologiques sur les appareils de ce type, on peut maintenant conclure que les réseaux ont à disposition des instruments opérationnels pour la mesure en continu des BTX.

Une évaluation de trois analyseurs d'oxydes d'azote a démarré au mois d'octobre et se terminera dès les premiers mois de l'année 2001 : Appareils Environnement SA (AC 32M), Monitor Labs (ML 9841B) et Cosma (Topaze 30005).

Enfin à la demande ponctuelle d'une association, des essais de linéarité sur un appareil de CO ont permis de mettre en évidence que si l'appareil présente un fonctionnement métrologique correct pour des concentrations en CO supérieures à 1 ppm, il n'est pas adapté pour la mesure des plus faibles concentrations (< 1 ppm), en surveillance sur des sites de fond.

2. ETUDE DES INSTRUMENTS DE NOUVELLES GENERATIONS

DOAS

Pour ce qui concerne les appareils de nouvelle génération l'activité a été très soutenue sur les DOAS, dont l'utilisation en réseau doit faire l'objet d'une réflexion pour définir la stratégie d'utilisation des DOAS au sein du dispositif de surveillance et les besoins d'appui technique et d'expertise qui en découlent. En 2000 une première version d'un guide d'utilisation a été rédigée pour fournir aux réseaux un soutien technique pour l'acquisition, la mise en œuvre et l'utilisation des DOAS.

Il convient de noter que ce document a été repris par l'AFNOR comme base de projet de norme européenne.

Les travaux métrologiques se sont poursuivis en galerie souterraine et sur le terrain :

- Essais de réception : la procédure de réception effectuée à l'INERIS sur chacun des appareils acquis par les associations a été simplifiée et validée. Les essais de réception des appareils acquis par les réseaux ont concerné trois appareils (ORAMIP et AMPASEL). Ces essais se sont avérés globalement satisfaisants. Ils ont permis de mettre en évidence que les droites de calibrage qui résultent des réglages réalisés en usine par le constructeur, peuvent présenter des écarts au zéro significatifs. Dans ces conditions, les essais en environnement contrôlé, préalablement à l'implantation des appareils sur site, paraissent être une étape utile au raccordement métrologique des appareils.
- Tests métrologiques en galerie : des essais d'influence du taux de lumière reçu par l'appareil et d'interférences croisées ont donné des résultats satisfaisants, aussi bien sur l'OPIS que sur le SANOA.. Des essais sur le Toluène ont montré que dans l'état actuel de développement des techniques les appareils ne permettent pas la mesure des hydrocarbures aromatiques avec une fiabilité suffisante, en particulier en raison d'une interférence de l'ozone très significative.
- L'INERIS a participé à un programme d'étude d'un site de trafic à ROTTERDAM (programme HEAVEN), qui a permis de montrer la bonne faisabilité de la mise en œuvre d'un appareil DOAS en site trafic.

LIDAR

Les travaux d'évaluation du LIDAR 510M, initiés au cours des années précédentes, se sont poursuivis en 2000, par des essais d'évaluation sur les gaz Toluène et Benzène, mais également par une analyse spectrale des polluants précédemment évalués (O_3 , NO_2 et SO_2) afin notamment d'évaluer l'influence de la température sur la concentration mesurée et enfin par l'étude théorique de mesure par LIDAR d'autres hydrocarbures (Para Xylène et Styène).

Les essais d'évaluation réalisés à l'INERIS, sur le LIDAR de COPARLY, ont permis de confirmer les qualités métrologiques de l'appareil (linéarité, répétabilité...). Cependant, les seuils de quantification déterminés pour le Benzène ($7 \mu g/m^3/km$), du même ordre de grandeur que les concentrations généralement rencontrées dans l'air ambiant, et pour le Toluène ($10 \mu g/m^3/km$) limitent l'utilisation du LIDAR à certaines applications particulières.

De même, les études théoriques des spectres d'absorption du Para Xylène et du Styène montrent la faisabilité de la mesure par LIDAR à l'émission (études de panaches ou recherche d'émissions diffuses). En revanche les limites de détections obtenues théoriquement ne semblent pas permettre une étude de ces polluants à l'air ambiant.

Par ailleurs, une analyse statistique des résultats de la campagne de mesure de l'Ozone, réalisée en juillet 1999 à Paris a permis de montrer que les mesures des capteurs fixes de la Tour Eiffel au sol, à 50 m et à 300 m d'altitude sont comparables avec les mesures LIDAR.

MICROCAPTEURS

A la suite d'une première enquête qui montrait une forte sollicitation des associations de surveillance de la part des fournisseurs, une étude documentaire a été réalisée sur les développements en cours en France et à l'étranger. Depuis une dizaine d'années, les capteurs de gaz ont connu des améliorations de sensibilité telles qu'elles permettent d'envisager l'emploi de ces technologies pour la mesure de certains polluants atmosphériques. Compte-

tenu des technologies et des concentrations relevées dans l'air ambiant, l'ozone et les oxydes d'azote seront probablement les premières applications concernées. Il semble intéressant de suivre ces développements qui pourraient fournir la base d'appareils complémentaires aux analyseurs en continu classiques pour la localisation d'une source ponctuelle de pollution, la recherche d'un nouvel emplacement pour une station fixe, la mesure de l'exposition des personnes et la multiplication des points de mesure.

ETABLISSEMENT D'UN REFERENTIEL POUR LES ANALYSEURS NORMALISATION

- A la suite d'un premier document de propositions de spécifications techniques des analyseurs de gaz, élaboré sur la base des évaluations que l'INERIS a réalisées depuis 1991, un document de synthèse a été rédigé, en vue de comparer les différents référentiels existants au sein des systèmes de certification Européens et américain.
- L'INERIS a participé à la troisième campagne d'intercomparaison européenne des procédures de calibrage de NO₂, NO, CO, O₃, SO₂ organisée par ERLAP à ISPRA du 10 au 14 avril 2000.
- En complément des travaux normatifs sur les sujets spécifiques faisant l'objet de programmes identifiés, les experts de l'INERIS s'impliquent au sein des commissions de normalisation suivantes :
 - Commissions AFNOR X 43 A, X 43 D – Air ambiant et X 43 E – Aspects généraux.
 - Groupes de travail du CEN, TC 264 (qualité de l'air) : WG 12 (SO₂, O₃, NO₂, CO), WG 13 (Benzène), groupe ad hoc certification.

Une activité importante a été consacrée au suivi du groupe de travail WG 12, du CEN TC 264 "qualité de l'air" pour, d'une part analyser les conséquences opérationnelles des nouveaux textes réglementaires pour les réseaux, et d'autre part valider, à la demande de l'AFNOR, la traduction française de deux projets de normes CEN (SO₂ et NO/NO₂).

Dans leur version actuelle, les projets de normes, relatifs à la mesure du CO, du SO₂, des NO_x et de l'ozone dans l'air ambiant, sont susceptibles de modifier significativement les pratiques des associations françaises de surveillance de la qualité de l'air. A trois mois de l'enquête CEN sur ces projets, il est utile de préciser les modifications du fonctionnement des réseaux les plus notables, qui pourraient être induites par ces textes, s'ils étaient adoptés dans leur forme actuelle, et de poursuivre les consultations pour aborder le vote formel dans de bonnes conditions.

3. MISE AU POINT DE METHODES DE MESURE ETUDE DES POLLUANTS NON SURVEILLES

L'objectif des travaux dans le domaine dit des « nouveaux polluants » est de proposer aux réseaux des méthodologies de prélèvement et d'analyse validées communes à l'ensemble du territoire, pour la surveillance des polluants concernés par une obligation de surveillance dans le cadre de l'application la directive 96/62/CE du 27 septembre 1996, mais aussi d'autres polluants considérés soit comme toxiques soit comme précurseurs de la pollution photochimique et faisant l'objet de préoccupations spécifiques. Dans ce cadre les équipes INERIS du LCSQA se sont plus particulièrement consacrées aux HAP, au mercure, aux pesticides et aux particules.

Sur chacun de ces sujets, les experts de l'INERIS représentent la France au sein des groupes de travail européens.

Les HAP

L'INERIS s'est investi en 2000 dans les travaux européens en participant, au sein d'un groupe de travail Européen à l'élaboration d'un document de synthèse qui servira de base à la Commission pour l'établissement des valeurs limites et des seuils d'alerte pour les HAP dans l'air ambiant.

Les travaux expérimentaux ont été principalement consacrés à anticiper le programme pilote de surveillance qui sera lancé en 2001 : amélioration de la chaîne analytique de l'INERIS en terme de limite de détection, et de contrôle des blancs, campagne de mesure de comparaison de différents systèmes de prélèvements, établissement des protocoles et recommandations aux associations pour la phase pilote.

Une campagne de prélèvement a, en particulier, été réalisée à La Rochelle en collaboration avec le réseau ATMO Poitou-Charentes, pour comparer différents appareils de prélèvement existant dans le commerce. Les résultats obtenus ont permis d'une part de confirmer la bonne reproductibilité des prélèvements réalisés avec les appareils à grand volume, même différents, et d'autre part, d'observer de nouveau des écarts significatifs des résultats obtenus avec les systèmes à bas volume, qui semblent sous estimer les concentrations des HAP d'environ 20 %. Des essais plus nombreux devront être effectués afin de confirmer et de comprendre ces écarts.

Enfin, dans un souci d'anticipation, nous avons démarré l'étude de la toxicité des HAP oxygénés et azotés, qui feront l'objet d'une étude plus approfondie en 2001.

LE MERCURE

L'année 2000 a essentiellement porté sur la réalisation de campagnes de mesure, le plus souvent sollicitées par les associations, sur des sites ruraux, urbains et industriels. Il convient de retenir de ces différentes campagnes que les niveaux de fond observés sont toujours très faibles, de l'ordre de 1,5 ng/m³ en milieu rural et de 2 à 5 ng/m³ en milieu urbain, ces valeurs étant cohérentes avec les données bibliographiques. Dans certaines situations d'émissions de proximité, sur des sites industriels, des épisodes de plus fortes concentrations en mercure ont été observées, sous forme de pics ponctuels dans le temps pouvant atteindre plusieurs centaines ng/m³ mais n'excédant pas quelques heures. L'ensemble de ces valeurs est à comparer avec les valeurs guides de l'OMS (valeurs 97) qui sont de 1 µg/m³ pour une durée d'exposition de 1 an.

Sur le plan métrologique, il convient de noter l'existence de phénomènes de relargages de mercure par les lignes d'échantillonnage en téflon, en début de campagne, qui peuvent être significatifs dans les situations de faibles niveaux de mercure ambiant.

LES PESTICIDES

En 2000, une étude bibliographique détaillée a permis de faire le point sur les travaux internationaux engagés sur ce sujet qui visent à comprendre les phénomènes physico-chimiques multiples qui régissent la présence de produits phytosanitaires dans les différents milieux environnementaux, et à présenter les différentes techniques de prélèvements et d'analyses mises en œuvre. L'ensemble des travaux tend à montrer que parmi les études menées dans l'air ambiant, un grand nombre ont un caractère méthodologique, mais peu visent à caractériser un niveau d'exposition des populations.

Ces éléments bibliographiques nous ont permis de retenir un protocole de prélèvement et d'analyse applicable en réseaux, volontairement cohérent avec le protocole défini pour la mesure des HAP (même système de prélèvement, en particulier).

LES PARTICULES :

Dans le domaine des particules, des campagnes de comparaison des résultats obtenus avec un analyseur en continu de type TEOM et ceux obtenus à partir d'échantillonneurs manuels de type Partisol ont été réalisés, en collaboration avec AIRPARIF. Quatre sites (3 sites de fond et un site trafic) ont été étudiés au cours de deux campagnes (été et hiver). Les premiers résultats de la campagne d'été qui témoignent d'une bonne corrélation entre les deux systèmes de mesure doivent être confirmés par les dépouillements de la campagne d'hiver.

Différents échantillons ont été conservés pour une analyse chimique élémentaire (anions, cations, éléments métalliques, carbone suie et carbone organique). Les résultats obtenus ont montré que l'aérosol particulaire est essentiellement d'origine automobile avec des produits de combustion, mais aussi d'autres composés issus de l'usure de la chaussée ou des structures routières et des matériaux provenant des véhicules.

4. TRAVAUX INFORMATIQUES

L'équipe Informatique et Instrumentation pour l'Environnement de l'INERIS assure un soutien technique permanent sur l'ensemble de la chaîne d'acquisition et de transmission des données de la qualité de l'air.

Les travaux correspondants ont été très nombreux et diversifiés en 2000 :

- Travaux au sein du groupe de travail Stations d'acquisition (GTSTA) : les spécifications techniques de la version 4.0 du langage de commande des stations d'acquisition des réseaux de surveillance de la qualité de l'air ont été rédigées et seront transmises aux constructeurs prochainement. Les implications sur la validation des données ont été analysées et définies.
- Une étude de faisabilité de développement d'une maquette d'une station d'acquisition basée sur du matériel de type PC a été lancée et sera finalisée en 2001.
- Face à un certain nombre de difficultés sur le terrain, L'INERIS a établi un guide d'installation des anémomètres ultrasoniques METEK sur les différentes stations, pour faciliter la mise en service des anémomètres de ce type.
- Afin d'intégrer des données sur la circulation automobile et de permettre le dialogue entre les stations de comptage des véhicules et une station d'acquisition de la qualité de l'air, des convertisseurs de protocole ont été spécifiquement développés et installés sur site pour différentes associations (ASCOPARG, ESPAC, AREQUA).
- L'INERIS participe activement à l'optimisation et la fiabilisation des échanges de données entre les stations d'acquisition et les postes centraux, en liaison avec le Comité de Pilotage de l'Informatique pour les Associations.
- L'INERIS apporte un support technique permanent face aux problèmes informatiques rencontrés par les Associations de surveillance : trente deux cas de dysfonctionnements ont été traités en 2000.

Afin de centraliser ces problèmes, de faire un meilleur suivi des tests réalisés et de profiter d'un retour d'expériences à la disposition de tous les interlocuteurs, un système

d'archivage, puis une véritable base de données ont été mis en œuvre et rendus accessibles par un serveur Web hébergé à l'INERIS. Dans un deuxième temps, une base de données regroupant un grand nombre d'informations techniques concernant le parc informatique des réseaux a également été développée.

5. RELATION QUALITE DE L'AIR / SANTE MESURES DES EXPOSITIONS

ALDEHYDES

Il convient de noter, parmi les travaux de l'année 2000, la réalisation de l'étude des expositions des populations urbaines aux aldéhydes. Cette étude faisait suite à une première étude pilote concernant le benzène, le formaldéhyde et l'acétaldéhyde.

Une campagne de mesures, en collaboration avec le réseau AIRLOR a été effectuée à Nancy avec 20 bénévoles, pendant deux périodes caractérisées par des conditions météorologiques différentes, en mettant en œuvre des systèmes de prélèvement de type capteur passif. Après la validation des conditions de prélèvement et d'analyse, des mesures de concentrations en différents aldéhydes ont été réalisées d'une part dans l'air extérieur, en différents points représentatifs du milieu urbain, et dans l'air intérieur des principaux lieux de vie des bénévoles (lieux d'habitation et bureaux) et d'autre part, directement sur les personnes à l'aide de capteurs portatifs, afin d'appréhender l'exposition individuelle réelle.

Les résultats obtenus confirment que pour la plupart des aldéhydes, les niveaux de concentrations observées sont plus faibles à l'extérieur qu'à l'intérieur (habitats et bureaux des bénévoles). Ainsi, les concentrations obtenues sur les volontaires, avec les capteurs portables correspondent mieux aux concentrations mesurées à l'intérieur qu'à l'extérieur, et l'exposition totale à l'ensemble des aldéhydes étudiés est fortement liée au temps de séjour à l'intérieur des individus, y compris les lieux de travail (bureaux). Par ailleurs, les zones de plus fortes expositions à l'extérieur se trouvent principalement au centre ville.

ETUDE DES CONCENTRATIONS EN BTX AUTOUR DES STATIONS SERVICE

Afin de réduire les concentrations en BTX à proximité des stations service, les directives européennes prévoient la mise en place de systèmes d'aspiration des vapeurs pour le remplissage des citernes d'une part (Stage I) et pour le remplissage des réservoirs des véhicules d'autre part (Stage II). Dans ce contexte, l'INERIS a été chargé d'une étude pilote de détermination des niveaux de concentrations autour d'une station service afin d'évaluer l'efficacité que l'on peut attendre du dispositif d'aspiration intégré aux pistolets de remplissage des véhicules. Les mesures ont été effectuées à l'aide de préleveurs à diffusion dans trois zones distinctes : à proximité immédiate des pompes, dans l'environnement proche de la station et sur des sites plus éloignés, représentatifs de niveaux de fond. Cette étude a permis de montrer que le système de récupération des vapeurs intégré aux pistolets de remplissage des véhicules permet de diminuer les niveaux de concentrations non seulement près des pompes mais aussi dans l'environnement, réduisant ainsi l'exposition des populations concernées aux BTX. L'efficacité du dispositif est d'autant meilleur que la vitesse du vent est faible. Des calculs de modélisation ont permis d'évaluer les niveaux de concentrations liés à la circulation routière, et de montrer que le trafic automobile peut, dans certaines conditions météorologiques, contribuer de façon majoritaire à la pollution locale en BTX. Par ailleurs, il convient de noter que le carburant versé accidentellement au sol peut également constituer une source significative de pollution.

1,3 BUTADIENE

En 2000, l'INERIS a démarré une étude visant à mieux connaître les niveaux d'exposition des populations au 1,3 Butadiène, composé reconnu cancérigène pour l'homme. L'objectif de ces travaux est d'évaluer les concentrations rencontrées dans l'air ambiant en milieu industriel, en milieu urbain, et au sein des habitations. Les différentes investigations réalisées sur les méthodes légères de prélèvement, permettant de multiplier les points de mesure, ont permis de retenir le principe d'un prélèvement par canister métallique sous vide (sans système de pompage) puis analyse directe par thermo-désorption et chromatographie en phase gazeuse/détection FID. Après les essais de validation du prélèvement et de la chaîne analytique, une campagne de mesures sur un site industriel de la région de Strasbourg a été programmée début 2001. Un second site urbain, à Paris, sera étudié au cours du 1^{er} semestre 2001. Dans un second temps, l'exposition réelle des populations sera étudiée, dans les cas où les concentrations détectées dans l'air ambiant le justifient.

6. MODELISATION

Les travaux dans le domaine de la modélisation se sont largement diversifiés, en fonction des domaines d'application des différents outils de calculs offerts aux réseaux.

GUIDE METHODOLOGIQUE EN MODELISATION DETERMINISTE

Un guide méthodologique de mise en œuvre des modèles déterministes a été élaboré en 2000 en commun avec l'Ecole des Mines de Douai. Ce document de synthèse à destination des associations s'articule autour de deux grands chapitres : une partie « généralités » qui présente les notions fondamentales qui permettent d'appréhender toutes les difficultés de mise en œuvre de modèles déterministes de la qualité de l'air ; et la partie « applications » qui recense, objectifs par objectif, les différentes approches numériques et les outils correspondant et formule quelques recommandations. En conclusion de ce document, « une grille de lecture » permet de diagnostiquer, en fonction des objectifs et des moyens d'une association, la démarche qu'il semble le plus pertinent de mettre en place.

ASSISTANCE EN MODELISATION

Notre mission d'assistance aux réseaux en modélisation s'est poursuivie en collaboration avec l'Ecole des Mines de Douai, avec un nombre croissant de sollicitations. Il s'agit de répondre par des actions concrètes aux attentes à court et moyen terme des associations qui souhaitent mettre en place un programme de modélisation.

Les principaux travaux menés en 2000 ont concerné les points suivants :

- Organisation et co-animation (avec le MATE et l'ADEME) des groupes de travail sur le thème de la modélisation.
- Programme POVA (AIR DES 2 SAVOIE) : Le LCSQA a été sollicité pour remettre un avis d'expert sur le programme et pour en présider le Comité de Pilotage. Nous assurons ainsi le suivi et la cohérence des choix techniques effectués dans ce cadre, de même que l'interface avec d'autres programmes nationaux et organismes de recherche.
- Analyse d'une étude d'impact pour Air Normand.
- Modélisation de la pollution de l'air sur la région Bretagne (Air Breizh) : l'INERIS et l'EMD se proposent de mettre en œuvre des modèles photochimiques qui seront utilisés à la limite de leur domaine de validité (étendue du domaine, présence de la mer...). Un travail préliminaire de définition des situations météorologiques types a été amorcé avec

Météo France. La collecte des données d'émission incluant trafic (participation du CETE de l'Ouest), industrie (collaboration DRIRE), et chauffage urbain (collaboration Conseil local en Energie) a également été lancée sous le contrôle du LCSQA.

- Assistance dans la définition du projet de modélisation sur la région PACA (AIRMARAIX, AIRFOBEP, QUALITAIR 06).
- Participation active aux journées de formation sur les inventaires d'émission organisées par l'ASPA, afin notamment d'assurer la cohérence entre les enjeux d'une telle initiative et les travaux menés dans le cadre du groupe de travail sur la modélisation.

RETOUR D'EXPERIENCES EN PREVISION

Face au développement de l'utilisation de techniques numériques de prévision, L'INERIS s'est proposé de compléter les premiers éléments recueillis sur ce sujet à l'occasion d'une enquête en 1999, et d'étudier de manière plus approfondie les différentes approches adoptées par les associations, et les performances des modèles constatées jusqu'à ce jour.

Actuellement, les méthodes de prévision concernent presque exclusivement l'ozone. Elles sont destinées à anticiper les concentrations maximales journalières d'une part et le dépassement des seuils d'autre part. Si les techniques employées se révèlent très variées, quelques observations d'ensemble se dégagent, à savoir :

- la prédominance des modèles statistiques, généralement simples et rapides d'utilisation, par rapport aux modèles déterministes, souvent plus coûteux en données d'entrée et en temps de mise en œuvre;
- la part importante que continue de jouer l'expertise humaine (en particulier dans le choix des variables à considérer, et dans la prévision de l'indice ATMO);

Les premières applications donnent la plupart du temps des résultats satisfaisants, mais le caractère opérationnel des modèles est souvent trop récent pour que les performances puissent être comparées. Les modèles statistiques ont toutefois tendance à sous-estimer les fortes concentrations à cause du manque d'épisodes de pollution dans les données d'apprentissage. Une étude des expériences européennes fait ressortir les mêmes difficultés, et montre l'intérêt de combiner plusieurs approches, y compris l'expertise humaine.