



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Activité de l'INERIS

Bilan et perspectives

Août 2000

TABLE DES MATIERES

ORGANISATION	2
MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS	2
EVALUATIONS INSTRUMENTS.....	5
MOYENS MATERIELS.....	6
ASSURANCE QUALITE PROCESSUS DE DECISION ET DE FONCTIONNEMENT	9
PRODUCTION TECHNIQUE	12
QUALITÉ DES MESURES / EVALUATION DES APPAREILLAGES DE MESURE ET D'ÉCHANTILLONNAGE	12
MISE AU POINT DE NOUVELLES METHODES DE MESURES	15
REGLEMENTATION ET NORMALISATION	16
MODELISATION	18
INFORMATIQUE DE LA SURVEILLANCE	20
RELATION POLLUTION ATMOSPHERIQUE / SANTE	22
PERSPECTIVES TECHNIQUES.....	24
ANNEXE : RAPPORTS LCSQA / INERIS PÉRIODE 1996 - 2000	

ORGANISATION

MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS

Depuis sa création en 1991, les moyens tant humains que financiers du LCSQA au sein de l'INERIS ont été multipliés par 4, en particulier après la promulgation en décembre 1996 de la “ loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie ” (LAURE).

En effet, à cette date des moyens financiers supplémentaires ont été attribués au dispositif de surveillance de la qualité de l'air et notamment aux AASQA et au LCSQA.

A ce jour, une trentaine de personnes participent aux travaux du LCSQA / INERIS soit, environ, une vingtaine de personnes en “ équivalent temps plein ”.

Le **tableau 1** ci-après résume cette évolution des effectifs sur les 6 dernières années (ainsi que la prévision 2001).

Le **tableau 2** présente également l'évolution du budget sur 5 ans (depuis la LAURE) par thèmes d'étude.

Le **tableau 3** présente les différents spécialistes de l'INERIS affectés aux travaux du LCSQA.

Tableau 1

**EVOLUTION DES EFFECTIFS AFFECTES AUX TRAVAUX DU LCSQA
de 1995 à 2001**

EFFECTIF	1995	1996	1997	1998	1999	2000	Prév. 2001
- <u>Participants au projet :</u>							
• Ingénieurs			14	14	17	18	20
• Techniciens			11	9	9	13	11
• Doctorants			1	1		1	
TOTAL			26	24	26	32	31
- <u>Equivalent plein temps :</u>							
• Ingénieurs	3	4	8	7	9,5	10	11
• Techniciens	1,5	2	6	4,5	6	7	8
• Doctorants			1	1		1	0,5
TOTAL	4,5	6	15	12,5	15,5	18	19,5
- <u>Financements (kF H.T.)</u>							
• MATE	3 800	4 000	12 200	9 945	13 700	18 500	18 200
• ADEME			200	1 685			

Tableau 2**EVOLUTION DU BUDGET LCSQ/INERIS PAR THEMES D'ETUDE**

	1997	1998	1999	2000	2001 (prévisions)
Montant total (kF/HT)	12 200	11 600	13 700	18 500	18 200
dont équipement	23 %	18 %	14 %	16 %	11 %
METROLOGIE	70 %	64 %	52,5 %	62 %	68,5 %
• DOAS/LIDAR	20)	11)	14,5)	16)	13)
• Eval. instruments, veille, Assistance AASQA	10))	23))	13))	23))	31))
• Dévelpt méthodologies	40)	30)	25)	23)	24,5)
EXPOS. POP. / SANTE	11 %	19 %	24 %	11 %	0
TRAVAUX INFORMATIQUES	13 %	13 %	11%	16,5 %	16,5 %
MODELISATION	6 %	4 %	12,5 %	10,5 %	15 %

Tableau 3**PRESENTATION DES SPECIALISTES LCSQA / INERIS**

Activités	Intervenants principaux
<u>COORDINATION LCSQA</u>	Martine RAMEL Danièle ROUYER
<u>EVALUATIONS INSTRUMENTS</u>	
Analyseurs classiques	Yves GODET Danièle GUILLARD
DOAS	Hervé PERNIN Nathalie BOCQUET
LIDAR	Yves GODET + Doctorant Tamara MENARD
Microcapteurs	Isabelle ZDANEVITCH
<u>POLLUANTS SPECIFIQUES - PREL./ANALYSE</u>	
HAP	Eva LEOZ + analystes
Mercure / Pesticides	Fabrice MARLIERE + analystes
COV / Tubes passifs	Norbert GONZALEZ Armelle FREZIER
Particules	Olivier BLANCHARD Robin AUJAY
<u>SANTE</u>	
Toxicologie	Sylvie TISSOT Ghislaine LACROIX
Evaluation des Risques	André CICOLELLA
<u>MODELISATION</u>	
	Laurence ROUIL Amel SAHLI
<u>INFORMATIQUE</u>	
	Claude MEUNIER Olivier SAINT-JEAN Hervé BARRE José GUARNERI

MOYENS MATERIELS

Les locaux et les laboratoires utilisés dans le cadre des activités du LCSQA sont, pour ce qui concerne leurs infrastructures, généralement financés sur les fonds propres de l'INERIS. Le matériel scientifique a été acheté pour tout ou partie par le LCSQA.

L'ensemble de ces équipements est principalement utilisé pour les besoins du LCSQA.

Evaluation des analyseurs de gaz et études “ Air ambiant ”

Cette activité comporte les infrastructures suivantes :

- Trois bancs d'essais d'évaluation semi-automatisés comprenant :
 - des enceintes climatiques respectivement de 3, 15 et 40 m³ permettant de maintenir les appareils à tester dans des conditions de température et d'hygrométrie contrôlées,
 - des mélangeurs / diluteurs à buses soniques (5) pour l'alimentation en gaz des instruments, stable et reproductible,
 - des capteurs de paramètres physiques,
 - des systèmes d'acquisition de données (4) et du matériel informatique.
- Une salle de pesée de filtres, close, avec sas d'entrée, régulée en température à $\pm 1^\circ \text{C}$ et en hygrométrie à $\pm 5 \%$ (conditions fixées par la norme EN 12341) ; elle est équipée d'une hotte à flux laminaire et d'une balance à $\pm 1 \mu\text{g}$.

Une partie importante du matériel acheté dans le cadre du LCSQA est rattachée à l'activité “ air ambiant ”. Il s'agit notamment :

- d'analyseurs de gaz en continu : ozone (3), SO₂ (2), CO (1), oxydes d'azote (4), 1 analyseur de mercure TEKRAN (source à perméation + détecteur), 1 analyseur BTX Syntech - Spectra FID/PID, 1 analyseur à long trajet optique DOAS /SANOA.
- d'un photomètre - calibrateur d'ozone.
- de préleveurs grand volume (8) dont “ Digital ” (3).
- d'impacteurs en cascade (2).
- de générateurs d'air de zéro (2)
- de préleveurs de particules type TEOM (3) (+ accu), Partisol (3) (+ satellites), compteur Grimm (1).
- d'un analyseur de carbone R & P (1), aetalometer (1).
- de pompes portatives.
- d'une station météo.

Analyses des COV.

l'INERIS s'est équipé de :

- une chaîne analytique CG/SM (1),
- deux chaînes ATD 400 / CG (2),
- une chambre d'exposition de longue durée aux polluants, pour l'évaluation des préleveurs passifs : cette installation, actuellement en cours de montage, sera en conformité avec les prescriptions de la norme EN 13258 1 et 2. Elle comporte également une chaîne d'analyse automatique CG/SM (ensemble financé par le LCSQA).

D'autres moyens matériels achetés par le LCSQA sont également affectés à cette activité comme par exemple : une remorque climatisée et équipée de moyens de mesures en continu ou manuels ; des canisters avec préleveurs et accessoires, une station météo.

Galerie souterraine

Elle a une longueur de 110 m et est utilisée pour la réalisation d'essais d'instruments à long trajet optique, DOAS notamment. Elle est équipée :

- d'extracteurs d'air,
- d'air comprimé,
- d'analyseurs haute concentration de SO₂, NO_x et O₃,
- d'un générateur d'ozone haute concentration,
- de capteurs de mesures physiques,
- de stations d'acquisition et de matériel informatique.

Travaux d'informatiques et d'instrumentation

L'Ineris est équipé de matériel électronique et informatique. Les matériels suivants ont été achetés pour les besoins spécifiques du LCSQA :

- 8 ordinateurs type PC dont 2 portables,
- Imprimantes (2), scanner, graveur,...
- 10 logiciels à usage de développement et de maintenance,
- Matériel de communication (modems, Hubs,...).

Etudes de toxicologie

Les infrastructures de l'INERIS ont été utilisées pour les besoins des études LCSQA, et en particulier :

- des chambres d'exposition de cellules aux polluants pour essais in vitro,
- une pièce de l'animalerie de l'INERIS, maintenue en surpression et alimentée en air filtré pour les essais in vivo sur des cobayes.

Pour ces études, ont été achetés spécifiquement :

- un plethysmographe,
- un incubateur.

Laboratoire central d'analyse

Les moyens analytiques centraux de l'INERIS sont, bien entendu, mis à disposition du LCSQA tant pour les analyses organiques (CG/HRSM, spectrométrie UV/IR, RMN, CPG/FID, ECD, NPD, FPD, HPLC,...) que minérales (ICP/MS-HR, spectrométrie d'émission plasma, d'absorption atomique / flamme, four, Fluo X,...).

Du matériel analytique spécifique a été acquis par le LCSQA (tout en restant au service analyse) :

- CG/FID – PID,
- Détecteur HPLC-UV,
- Détecteur à fluorescence,
- système d'extraction ASE + accessoires.

Salle de calcul de l'INERIS

Ses moyens ont été utilisés notamment pour les études de modélisation. Ont été achetés, dans le cadre du LCSQA, une station SUN, une machine IBM, des logiciels : ADSO, AIRQUAL et un logiciel de modélisation des émissions du trafic (EMITRA).

ASSURANCE QUALITE **PROCESSUS DE DECISION ET DE FONCTIONNEMENT**

L'INERIS s'est engagé dans une démarche qualité fondée sur le référentiel de la norme ISO 9001. L'audit de certification a été réalisé fin juin 2000, les conclusions ne sont pas officiellement connues, mais devraient être positives. Pour plusieurs activités s'ajoutent des exigences spécifiques liées à des accréditations par le COFRAC ou de BPL par le GIPC.

D'une façon générale, la politique et les objectifs qualité de l'INERIS sont définis dans le Manuel d'Assurance Qualité. Le système qualité proprement dit est défini dans des documents qualités particuliers relatifs aux procédures, modes opératoires, plans qualités.

Tous les documents émis par l'INERIS répondent aux règles de gestion, d'identification et de traçabilité définies dans les procédures (mise en place d'un dossier maître associé à une procédure d'identification, revue de conception, revue d'offre, revue de contrat).

Définition des programmes : applications spécifiques aux travaux du LCSQA

La procédure suivie, en vue de l'établissement du programme annuel des travaux est la suivante :

- Définition des objectifs et des priorités au sein du Comité de Suivi constitué des trois partenaires du LCSQA, du MATE et de l'ADEME à la fin du 1^{er} trimestre, après présentation des acquis de l'année précédente.
- La version 1 des projets de chacun des 3 partenaires est commentée, d'une part, par le MATE et l'ADEME avec chaque partenaire de façon indépendante, et d'autre part, au sein d'un second Comité de Suivi qui amende les modifications à apporter aux premières propositions.
- La version 2 des projets est soumise et discutée au Comité de Pilotage, constitué du MATE, de l'ADEME, du LCSQA et de quelques AASQA.
- La version 3 tient compte du relevé de décision du Comité de Pilotage, établi par l'ADEME.
- Quelques modifications sont réalisées à la demande du MATE et/ou de l'ADEME en vue de la version 4 qui fait l'objet de la convention signée au cours de l'été.

Collaborations et synergies entre les différents organismes du LCSQA

Les relations entre l'INERIS, le LNE et l'EMD sont surtout formalisées à l'occasion des réunions des différents comités, mais des contacts suivis, relevant essentiellement de volontés individuelles, ont permis des collaborations fructueuses. Il convient, en particulier, de noter les actions communes INERIS et EMD dans le domaine de la modélisation.

Des études, rassemblant des apports de plusieurs partenaires, ont également été réalisées à de nombreuses reprises :

- Evaluations métrologiques d'instrument en laboratoire (INERIS) et sur site (EMD),
- Etudes des COV à Lille (INERIS/EMD),
- Réflexions en vue d'une certification (INERIS/LNE),
- Intercomparaisons européennes (INERIS/LNE),
- Participation aux travaux de normalisation (INERIS/EMD/LNE).

Sur le terrain, les collaborations se sont bien déroulées, on peut simplement regretter, dans certains cas, l'absence de travail de synthèse en terme opérationnel pour les réseaux.

Avancement des projets, suivi de réalisation

Le suivi de l'avancement des travaux est assuré en interne au sein de l'INERIS selon des procédures communes à tous les domaines d'activité que ce soit sur le plan technique ou sur le plan budgétaire :

- Réunions internes en présence de la Direction Générale sur l'avancement technique des projets et la réalisation budgétaire, identification des écarts et remontée des problèmes.
- Suivi des dépenses réalisé par des tableaux de suivi des réalisations mis à disposition des chefs de projet par les services comptables de l'INERIS et rendu possible par un système de comptabilité analytique.

Ces suivis technique et budgétaire sont facilités en interne par une responsabilité spécifique de coordination du LCSQA au sein de l'INERIS confiée à un Ingénieur directement rattaché au Directeur des Risques Chroniques (direction qui rassemble le personnel concerné par le LCSQA).

Le respect des objectifs et des délais est également suivi par le MATE et l'ADEME :

- à l'occasion des réunions du Comité de Suivi,
- à l'occasion de réunions techniques générales ou spécifiques à une étude ou à un thème,
- à l'occasion des échéances contractuelles prévues dans les conventions.

Le cas échéant, les écarts se traduisent par des courriers de la part du MATE à la Direction des organismes du LCSQA afin de résoudre les problèmes identifiés.

A la fin de chaque exercice, chaque étude fait l'objet d'un rapport détaillé des travaux réalisés. Les procédures internes à l'INERIS de relecture, de validation et d'approbation sont appliquées avant la diffusion au MATE, à l'ADEME, aux partenaires du LCSQA ainsi qu'à l'ensemble des réseaux. La diffusion est rendue publique après accord du MATE.

Satisfaction des utilisateurs / remontée des problèmes

Les résultats des travaux du LCSQA sont présentés et discutés auprès des réseaux, en fonction des thèmes à différentes occasions :

- au cours des journées ATMO, en particulier lors des sessions d'ateliers de ces journées,
- au sein de certains groupes de travail inter-réseaux,
- au cours de réunions spécifiques organisées par le LCSQA de façon ponctuelle,
- de façon informelle, au cours des visites techniques et des échanges entre les ingénieurs et techniciens du LCSQA et des réseaux.

Il convient, en effet, de noter qu'il n'y a pas une réelle formalisation, actuellement, de présentation et de mise à disposition des résultats du LCSQA auprès des réseaux.

Les retours de la part des utilisateurs s'expriment au sein des réunions citées précédemment, au cours desquelles les échanges Réseaux /LCSQA, toujours très vifs et constructifs, font l'objet de comptes rendus et de relevés de décisions - mais également à l'occasion du Comité de Pilotage destiné à valider les programmes à venir.

Les remontées s'effectuent également de façon informelle par courriers et par contacts téléphoniques de la part des réseaux vers l'INERIS.

Possibilités d'évolutions

Le fonctionnement du LCSQA tel que présenté ci-dessus, et les processus de décision des programmes pourraient être facilement améliorés par une plus grande formalisation des rôles des différents partenaires et une meilleure articulation des étapes de consultation et de retour des travaux.

Les points suivants peuvent, en particulier, faire l'objet de réflexions :

- Elaboration des programmes : meilleure prise en compte des besoins des réseaux, en amont de l'établissement des programmes, avec la mise en place d'une structure propre et d'une procédure spécifique destinées à recueillir les besoins des réseaux, à les exprimer en terme de demande collective et d'intérêt sur le plan national, et à définir des orientations stratégiques à moyen terme.
- Communication :
 - mise à disposition des résultats sous forme de synthèses directement opérationnelles pour les réseaux et les pouvoirs publics,
 - mise en service du site Web LCSQA : il permettra de diffuser cette information de façon dynamique. Ce site permettra de plus d'informer les réseaux au fil de l'eau sur l'avancement des travaux.
 - organisation d'une journée annuelle spécifique LCSQA de présentation des travaux et d'échanges techniques sur les suites à leur donner.

PRODUCTION TECHNIQUE

QUALITE DES MESURES / EVALUATION DES APPAREILLAGES DE MESURE ET D'ECHANTILLONNAGE

C'est dans ce domaine que les travaux du LCSQA, et en particulier de l'INERIS ont été parmi les plus nombreux, sous la demande permanente des réseaux, du MATE, et de l'ADEME.

L'étude des performances des instruments de mesure des polluants atmosphériques concerne d'une part l'évaluation normalisée des caractéristiques complètes des appareils mis sur le marché, fonctionnant selon des principes physico-chimiques éprouvés et utilisés couramment en surveillance de la qualité de l'air, et d'autre part la détermination des performances des appareils de nouvelles générations.

Dans le premier cas, les essais sont réalisés, en laboratoire, sur banc de génération d'atmosphère, selon des procédures consignées dans la norme française NF X 20 300. Leur objectif est d'apporter des éléments de décision et de choix de fournisseur aux réseaux et à l'ADEME pour l'équipement des stations de mesure.

Dans le second cas, il s'agit de déterminer les possibilités d'utilisation de nouveaux appareils apparaissant sur le marché, et cela dans de bonnes conditions métrologiques au sein des réseaux de surveillance de la qualité de l'air (nouveaux polluants ou nouveaux principes de mesure ou d'échantillonnage).

Evaluations classiques sur banc

Au total, depuis 1991, l'INERIS a réalisé environ 45 évaluations d'instruments de mesure ou de calibration sur banc selon la procédure normalisée. Au cours des dernières années, il convient de citer plus particulièrement l'étude des appareils suivants :

- analyseurs classiques de NO_x, O₃, HCT,
- analyseurs BTX,
- calibrateurs à buses soniques
- étude de vieillissement d'appareils en réseaux.

Etude des performances des nouveaux instruments

Pour ce qui concerne les instruments de nouvelle génération, les travaux ont porté sur les appareils à long trajet optique, en particulier les DOAS et le LIDAR.

Ces études ont comporté :

- des tests métrologiques : dans le cas de ces nouveaux équipements, la procédure d'évaluation normalisée n'est pas directement applicable. Il a donc été nécessaire d'élaborer des protocoles particuliers et de développer des bancs de simulation d'atmosphère adaptés aux appareils à long trajet optique (cellules de gaz, galerie souterraine d'essais...),
- des travaux de veille technologique en amont sur les différents principes de ces appareils,
- un appui technique aux réseaux pour leur mise en œuvre et leur exploitation en routine.

DOAS

Dès 1997, des appareils DOAS ont été mis en place en réseaux, pour la mesure de SO₂, NO₂ et O₃. Il a été demandé à l'INERIS d'une part de poursuivre des travaux métrologiques (test des dispositifs de calibrage, essais de réception, meilleure connaissance des performances métrologiques, campagne de mesure sur le terrain), et d'autre part de fournir aux réseaux un soutien technique pour la mise en œuvre de ces appareils, en particulier en assurant l'animation d'un groupe de travail utilisateurs.

LIDAR

Des essais d'évaluation du LIDAR 510M de la société ELIGHT ont été effectués, sur plusieurs polluants, en travaillant sur l'appareil acquis par COPARLY, en vue de mieux cerner ce que les réseaux peuvent attendre de ce type d'instrument.

En 1999 une campagne de mesure de l'ozone a été réalisée à Paris afin de mieux appréhender le comportement du LIDAR sur site réel.

Autres travaux

L'expérience acquise de longue date par l'INERIS dans le domaine des évaluations permet d'apporter aux réseaux un appui technique permanent dans l'exploitation métrologique des stations de mesure :

- assistances ponctuelles en cas de problèmes sur les analyseurs,
- formations à la demande, pour utiliser de nouveaux instruments ou réaliser des tests métrologiques,
- rédaction d'un mode opératoire de réception des analyseurs,

- établissement d'une proposition de spécifications techniques pour la mise en place d'un système de certification. Depuis de nombreuses années, l'INERIS participe aux réflexions avec le MATE, l'ADEME et le LNE sur les perspectives de mise en œuvre d'une certification des équipements de mesures utilisés par les réseaux qui permettrait en particulier d'assurer la cohérence du système d'assurance qualité des réseaux.

Par ailleurs, les travaux de veille technologique ont conduit l'INERIS à mener une étude plus approfondie sur les microcapteurs. En effet, les capteurs de gaz toxiques ont connu, ces dernières années, des améliorations de sensibilité telles qu'elles permettent d'envisager l'emploi de ces technologies pour la mesure de certains polluants atmosphériques. Il est donc intéressant de suivre ces développements, qui pourraient fournir la base d'appareils complémentaires aux analyseurs en continu utilisés par les réseaux, voire des capteurs portatifs.

MISE AU POINT DE NOUVELLES METHODES DE MESURES

En parallèle à l'évaluation des performances des instruments existant sur le marché, l'INERIS s'est attaché à apporter un appui aux réseaux pour la mesure de "nouveaux polluants" concernés par une obligation de surveillance à l'avenir ou faisant l'objet de réflexions au plan européen. Ces travaux sont initiés dans la suite logique des actions de veille technologique et de réglementation, et concernent essentiellement les polluants considérés soit comme toxiques soit comme précurseurs de la pollution photochimique (listes OMS, EPA,...).

Il est, en effet, nécessaire d'anticiper les besoins à l'aide de travaux de mise au point de techniques de mesures de ces polluants afin d'être prêt à la réalisation de campagnes de mesures et, d'études d'exposition des populations vis-à-vis de ces composés afin d'en connaître l'impact (mesures intérieures, extérieures, sur individus).

Ces dernières années les polluants suivants ont fait l'objet d'investigations spécifiques :

- **les COV** : Les travaux de l'INERIS ont porté sur :
 - la validation des prélèvements en canisters puis analyses en laboratoire par CG/FID, en collaboration étroite avec l'Ecole des Mines de Douai (essentiellement BTX),
 - le développement de système de piégeage par préleveur passif permettant de multiplier les points de mesure et d'appréhender les expositions individuelles (benzène et aldéhydes),
 - la mise au point du prélèvement et de l'analyse du 1,3-butadiène.
- **les HAP** : depuis 1997 l'INERIS réalise des études en vue de développer une méthodologie de prélèvement et d'analyse des HAP applicable en réseau. Les premiers travaux (synthèses bibliographiques et campagnes de mesures) ont permis d'identifier les différentes options et stratégies possibles pour les réseaux : fractions étudiées (gazeuse et/ou particulaire), conditions et durées de prélèvement, méthodes d'extraction et d'analyses, possibilités des techniques en continu.

L'INERIS apporte actuellement une assistance technique à l'ADEME dans la mise en place de la phase pilote du programme de surveillance des HAP.

- **les particules diesel** : les travaux de l'INERIS ont visé en particulier à rechercher un marqueur spécifique. Ils ont abouti en 1997 à la mise au point d'une méthode de prélèvement et de dosage du carbone suie. Les travaux se sont poursuivis par des campagnes de mesures sur site visant à comparer différentes approches : mesures à poste fixe par préleveurs classiques, appareils à lecture automatique, mesures individuelles visant à quantifier l'exposition des populations en milieu urbain.

Par ailleurs, les travaux sur la composition chimique des particules diesel mettent en évidence la nécessité de s'intéresser aux HAP oxygénés en complément aux HAP classiquement étudiés (HAP non oxygénés),

- **le mercure** : L'INERIS a initié et poursuivi les travaux de mise en place de la mesure du mercure dans les réseaux de surveillance prévue, à terme, dans la réglementation européenne. Ces travaux ont comporté successivement :
 - la validation des méthodes manuelles de prélèvement et d'analyse du mercure gazeux à l'aide d'un équipement adapté à une utilisation en réseaux,
 - l'étude de faisabilité de la mesure du mercure particulaire,
 - l'évaluation sur banc de deux appareils de mesure automatiques proposés sur le marché,
 - la réalisation de campagnes de mesure sur site afin d'appréhender les performances des différents systèmes de mesure sur le terrain, et d'avoir une meilleure connaissance des niveaux de concentrations rencontrés.
- **les pesticides** : les premiers travaux ont démarré en 2000, en vue de proposer aux réseaux des méthodes de prélèvement et d'analyse des produits phytosanitaires dans l'air. Une étude bibliographique a permis d'identifier les méthodes de prélèvement et les techniques d'analyse existantes, ainsi que les composés faisant l'objet d'études et les niveaux de concentrations observés.

REGLEMENTATION ET NORMALISATION

L'INERIS a toujours été très impliqué au sein des instances normatives et réglementaires aussi bien au niveau français qu'au niveau européen et international (ISO).

Le LCSQA contribue à l'élaboration des textes de référence dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air non seulement par l'animation de groupes de travail, par la participation aux différentes commissions, par la rédaction de normes, mais aussi par une forte implication aux essais d'intercomparaisons organisés au niveau français et européen.

Les travaux de normalisation et d'appui à la réglementation font partie intégrante des missions des chefs de projet dans le cadre des études spécifiques citées précédemment :

- groupe de travail européen chargé de rédiger le projet de directive fille HAP,
- groupe de travail européen chargé de rédiger le projet de directive fille mercure,
- WG du TC 264 du CEN sur les méthodes à long trajet optique pour la mesure de la qualité de l'air ambiant (DOAS et FTIR),
- WG 11 du TC 264 du CEN sur l'utilisation des échantillonneurs par diffusion pour la détermination des gaz et vapeurs.

Outre ces sujets spécifiques, l'INERIS participe aux travaux suivants :

- commissions AFNOR X 43A, X 43D (air ambiant) et sous-groupe sur le calibrage des analyseurs, et X 43E (aspects généraux),
- groupes de travail du TC 264 du CEN : WG 12 sur la mesure de SO₂, NO/NO_x, O₃, et CO, WG 13 sur la mesure du benzène, WG 14 sur la mesure du plomb, cadmium, arsenic et nickel.
- groupes de travail du TC 146/SC4/WG2 et WG4 de l'ISO

Par ailleurs, l'INERIS participe régulièrement aux essais d'intercomparaison des procédures de calibrage organisés au niveau européen :

- à ESSEN en 1992 : calibrage du NO₂
- à ISPRA en 1993 : calibrage du NO₂
- à ISPRA en 1994 : calibrage de l'O₃
- à ISPRA en 2000 : calibrage de SO₂, NO, NO₂, CO, O₃

MODELISATION

Concernant la modélisation, les activités de l'INERIS se sont concentrées sur quatre aspects principaux :

- L'évaluation de logiciels,
- L'assistance et le conseil aux Associations de Surveillance de la Qualité de l'Air dans la mise en place de leurs programmes de modélisation,
- Le retour d'expérience,
- Le transfert technologique.

Evaluation de logiciels

Des évaluations ont été menées conjointement par l'INERIS et l'Ecole des Mines Douai sur deux logiciels de modélisation de la qualité de l'air à mésoéchelle. Ces deux codes ont été choisis en concertation avec le MATE. Il s'agit du système ADSO-HERMES commercialisé par la société Aria Technologies, et du logiciel AIRVIRO, diffusé à l'époque par le Swedisch Meteorological and Hydrological Institute (SMHI).

Suivant le programme d'évaluation défini par les deux organismes, les points qui ont été plus spécifiquement examinés lors de cette mission sont les suivants :

- La recevabilité des logiciels : conditions d'acquisition, architecture, convivialité d'emploi, disponibilité des outils d'analyse,
- L'évaluation des modules de calcul : tests sur la validité des résultats par rapports aux algorithmes annoncés, cohérence par rapport aux phénomènes physiques visés. Cette partie concerne le traitement des termes sources, de la météorologie, et bien sûr de la dispersion (passive dans le cas de ces deux outils).

Ces travaux se sont achevés à la fin de l'année 1997.

Assistance et conseil aux AASQA

Cette mission correspond à une demande des associations qui s'est nettement exprimée en 1998, avec l'accueil favorable à un courrier envoyé par l'INERIS, et destiné à mieux cerner leurs attentes.

Ainsi une action commune INERIS/EMD a été mise en place dès 1999 afin de répondre aux préoccupations des réseaux en matière de modélisation déterministe. Les travaux réalisés dans ce cadre concernent :

- L'aide à la définition des besoins propres à chaque association en fonction de ses attentes et de ses moyens, et à l'établissement d'un cahier des charges,

- Le conseil dans la définition et l'acquisition des données à réunir pour mener à bien un programme de modélisation,
- L'appui technique dans la mise en place des logiciels et dans leur mise en œuvre opérationnelle,
- La participation, en 2000, à l'organisation du groupe de travail national sur la modélisation et la prévision de la qualité de l'air.

L'INERIS est intervenu pour différentes associations, telles que l'ASPA, AIR LANGUEDOC-ROUSSILLON, ORAMIP, AIR BREIZH, COPARLY, AIR DES 2 SAVOIES...

Retour d'expérience

Les associations se sont montrées très intéressées par un état des lieux des avancées, en matière de modélisation, au sein des AASQA françaises. L'INERIS et l'EMD ont donc pris en charge cette enquête afin d'établir ce bilan. Nous avons articulé notre réflexion autour de trois grands points :

- Les modèles déterministes, qui ne concernent qu'un nombre restreint de réseaux,
- Les modèles de prévision, plus répandus,
- Les raisons pour lesquelles les associations n'engagent pas de programme de modélisation.

En 2000, ce travail doit être approfondi sur le thème de la prévision, en rendant compte des stratégies adoptées par les AASQA qui font appel aux modèles (statistiques ou pas) de prévision, de leurs difficultés et des résultats obtenus.

Transfert technologique

Certains thèmes, particulièrement stratégiques font l'objet d'études spécifiques dont la synthèse est diffusée aux associations :

- Utilisation des modèles de chimie et de transport de l'ozone, sujet complexe tant par la nature des phénomènes physiques et chimiques qu'il soulève, que par la définition et la mise en œuvre de techniques numériques adaptées. Peu d'associations se sont lancées dans l'acquisition d'outils de ce type, mais beaucoup s'interrogent sur l'opportunité d'engager cette démarche. Une synthèse sur ce sujet a donc été réalisée, dans le but de présenter de manière claire, les difficultés et les enjeux de la modélisation des épisodes de pollution photochimique, et les outils classiques et récents développés à cet effet.
- Rédaction d'un guide méthodologique de la modélisation déterministe, terminé fin 2000. Le but de ce document est de consigner l'ensemble des informations nécessaires à une association qui désirerait mettre en place un programme de modélisation. Il s'agit d'un travail réalisé conjointement avec l'Ecole des Mines de Douai.

INFORMATIQUE DE LA SURVEILLANCE

Le laboratoire d'informatique et d'instrumentation pour l'environnement apporte sa contribution sur une grande partie de la chaîne de transmission de l'information depuis la sortie des analyseurs et capteurs jusqu'à la transmission des données au niveau international.

L'activité principale de ces dernières années a porté sur :

- la transmission des données entre les analyseurs et les stations d'acquisition de données,
- le fonctionnement des stations,
- le format des fichiers des données sur la qualité de l'air,
- les communications entre systèmes distants,
- les parties des postes centraux traitant du paramétrage des stations.

Animation du groupe de travail de normalisation pour la révision de la norme internationale ISO 7168.

Ces travaux ont permis de remettre à niveau cette norme qui a été publiée officiellement l'an passé.

Révision du langage de commande. des stations d'acquisition de données

Une des toutes premières missions du laboratoire a été de remettre à niveau le langage de commande afin de répondre aux besoins exprimés par les gestionnaires des réseaux de mesure rassemblés en groupe de travail.

Une fois les besoins identifiés en terme de fonctionnalités, les travaux ci-après ont été réalisés successivement :

- rédaction du cahier des charges de la version 3.0 du langage de commande,
- fourniture de la commande d'implémentation de cette nouvelle version par les trois fournisseurs de stations et développements,
- réalisation d'un banc de test afin de permettre de tester les stations au sein de notre laboratoire,
- validation avec les constructeurs du fonctionnement des trois stations et mise en service,
- réalisation des recettes chez les constructeurs de postes centraux afin de vérifier la conformité des nouveaux produits à la version 3.0 du langage de commande,

La version 3.0 du langage de commande est opérationnelle sur l'ensemble des réseaux depuis 1999.

Depuis le début de l'année 2000, nous avons repris, dans le cadre d'un groupe de travail, les premières réflexions sur la future version du langage de commande. Les développements devraient être entrepris par les constructeurs de station dans le courant de l'année 2001.

Le protocole numérique “ Qualité de l'air ”

Par le passé, l'ensemble des capteurs et analyseurs était relié aux stations d'acquisition de données sur la qualité de l'air par des liaisons analogiques de type tension ou courant. Suite à l'apparition des liaisons numériques, quelques constructeurs ont développé leur propre liaison numérique mettant en œuvre un protocole qui leur était propre.

La connexion de tout nouvel analyseur à une station par liaison numérique nécessitait alors un développement informatique spécifique.

Pour pallier cette hétérogénéité des protocoles, l'INERIS a proposé de créer un protocole dédié à la qualité de l'air.

Sur la base de nos propositions, un groupe de travail a été mis en place pour étudier ce protocole, en association avec les constructeurs.

Ce protocole, basé sur le protocole industriel JBUS ou MODBUS (équivalent américain), a été créé.

Les constructeurs l'ont implémenté sur les capteurs et analyseurs commandés dans le cadre des achats groupés “ Loi sur l'air ”.

Afin de faciliter les développements, des logiciels des tests ont été réalisés et fournis aux constructeurs.

L'ensemble des produits a été testé à l'INERIS sur un banc spécifique.

Ce protocole est aujourd'hui aussi implémenté sur les stations et permet des échanges avec les analyseurs.

Actions spécifiques

Pour des besoins spécifiques exprimés par les réseaux ou par l'ADEME, les travaux suivants ont été réalisés :

- Mise en service d'un convertisseur de protocole qui a permis de connecter aux stations d'acquisition sur la qualité de l'air des stations de comptage, des anémomètres ultrasonique.
- Test des logiciels “ portables ” fournis par les constructeurs.
- Tests des stations et postes centraux pour le passage à l'an 2000.
- Développement de logiciels d'aide à l'exploitation des données (convertisseur ISO 7168, logiciel d'acquisition au protocole “ Qualité de l'air ”).
- Assistance technique auprès des réseaux pour analyses de dysfonctionnements (problèmes de modems en particulier) et création d'une base de données incidents mise à disposition sur internet (<http://lien.ineris.fr>).
- Création d'une maquette de station à base de matériel PC.
- Participation au comité de pilotage de l'informatique pour les réseaux.

RELATION POLLUTION ATMOSPHERIQUE / SANTE

Le LCSQA a engagé des travaux dans le domaine sanitaire au cours des dernières années. Cette activité s'est attachée à faire le point sur les risques sanitaires liés aux particules, aux aldéhydes, au benzène et au butadiène, substances dont la nocivité est reconnue ou fortement suspectée.

Ces études sont de trois types :

- études toxicologiques, qui visent la connaissance des effets sur l'homme,
- études d'exposition, dont le but est de connaître l'exposition réelle de la population à certaines substances,
- évaluation des risques, synthèses des connaissances sur l'exposition et les effets dans le but de quantifier les impacts probables sur la population.

Études toxicologiques

Trois études toxicologiques ont été réalisées dans le cadre du LCSQA et se sont attachées essentiellement aux polluants d'origine automobile :

- Effets nocifs induits par les concentrations environnementales d'aldéhydes : application à la pollution atmosphérique d'origine automobile :

Les résultats de cette étude réalisée sur des systèmes cellulaires humains et animaux cultivés *in vitro* confirment la forte toxicité de l'acroléïne et mettent en évidence les impacts importants des autres aldéhydes moins connus que sont le valéraldéhyde, l'hexanal et le benzaldéhyde.

- Modifications de la fonction respiratoire induites par des concentrations environnementales d'aldéhydes :

Cette étude s'inscrit dans la continuité de la précédente en abordant l'impact de deux aldéhydes, l'acétaldéhyde et le benzaldéhyde chez l'animal *in vivo*. L'originalité de l'étude tenait à l'utilisation d'un modèle de cobaye sensibilisé considéré comme représentatif pour l'étude de l'asthme allergique chez l'homme.

- Toxicité des particules émises par la circulation automobile :

Cette synthèse bibliographique a permis de retenir les études les plus pertinentes qui montrent que l'effet des particules diesel sur les maladies de l'appareil respiratoire est maintenant reproduit expérimentalement. Un effet cancérigène plus difficile à observer expérimentalement mais mis en évidence par des études épidémiologiques chez les professionnels exposés aux émanations des moteurs est également de plus en plus souvent cité. D'autres études, plus rares, indiquent qu'il faudrait se préoccuper des risques pour la reproduction.

Études d'exposition

Deux études concernent ce volet de l'action du LCSQA :

- Étude pilote de mesure de l'exposition individuelle des populations urbaines au benzène, au formaldéhyde et à l'acétaldéhyde :

Cette étude a été menée dans l'agglomération de Nancy en collaboration étroite avec le réseau AIRLOR. Il s'agissait d'une part de mesurer les concentrations dans l'air extérieur et les lieux d'habitation, d'autre part de mesurer directement l'exposition individuelle à l'aide de capteurs passifs portatifs. Les résultats confirment d'autres données connues au niveau international qui indiquent que la concentration d'exposition est, dans certains cas, supérieure aux concentrations mesurées par les stations fixes de mesure de la qualité de l'air extérieur.

- Mesure de l'exposition aux particules diesel :

Cette étude impliquait également des mesures en site urbain réalisées en agglomération parisienne en coopération avec AIRPARIF dont la station de Créteil a été utilisée. Comme précédemment les mesures en stations fixes étaient complétées par des mesures individuelles à l'aide de capteurs portatifs. Cependant dans ce cas il s'agissait essentiellement d'une étude de faisabilité de l'utilisation de ces capteurs portatifs.

Évaluation des risques

Une étude d'évaluation des risques sanitaires a été réalisée par le LCSQA, concernant le 1,3-Butadiène.

Cette étude déroule le schéma classique de l'évaluation des risques liés aux substances chimiques en caractérisant les risques à prendre en compte, évaluant les expositions et la relation entre la dose d'exposition et les effets. Elle aboutit à la proposition de seuils de concentration dans l'air à partir desquels le niveau de risque est suffisamment faible pour être considéré comme acceptable.

Ce type d'étude illustre également l'importance que le dispositif de surveillance de la qualité de l'air pourrait avoir de se doter d'outils d'évaluation des risques pour la définition des listes prioritaires de polluants à surveiller.

PERSPECTIVES TECHNIQUES

Le LCSQA a pour mission principale de soutenir sur le plan scientifique et technique les AASQA, et cela entraîne des besoins importants dans le domaine de la métrologie.

Au-delà de la métrologie, les réseaux sont actuellement confrontés à d'autres problématiques qui représentent les futurs enjeux de la surveillance :

- fournir des informations de qualité de l'air dans des zones ou pour des polluants non concernés par des stations de mesure : couverture géographique plus grande et données d'expositions individuelles. Pour ce faire, les outils de modélisation adaptés aux différentes échelles considérées (échelle de la rue, locale, urbaine et régionale), et associés à une bonne connaissance des émissions (inventaires d'émissions plus pertinents) et des phénomènes météorologiques, vont devenir les outils essentiels de la surveillance.
- apporter des éléments de réponse au public aux questions d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique.

Perspectives pour le LCSQA dans le domaine de la métrologie

Des évolutions importantes ont eu lieu dans ce domaine ces dernières années, mais il reste et il restera encore des besoins à satisfaire. En terme de priorités, il convient de noter, tout particulièrement :

- la surveillance des nouveaux polluants, qui représentent de nouveaux enjeux techniques et de nouvelles attentes du public,
- la mesure des expositions,
- les nouvelles approches de surveillances sur des longues distances,
- la mise sous assurance qualité des réseaux de surveillance,
- la mise en place d'une certification des instruments au niveau français.

De plus, quels que soient les polluants et les stratégies de mesure mises en œuvre, les réseaux sont confrontés, en permanence, aux problèmes d'acquisition, de traitement, d'exploitation et de présentation des données de la qualité de l'air. Les besoins sont croissants dans ce domaine depuis quelques années.

Pour l'ensemble de ces sujets l'apport du LCSQA, sa légitimité et ses périmètres d'intervention sont aujourd'hui clairement définis et entièrement reconnus.

Dans ce cadre, la veille technologique doit constituer une part essentielle dans les activités du LCSQA afin de préciser l'état d'avancement, de développement et les perspectives des différentes techniques mises en œuvre dans les principaux thèmes concernés.

La connaissance et le suivi des nouvelles technologies de mesures et des résultats des recherches en cours doivent donc se poursuivre, voire se renforcer pour assurer aux réseaux l'assistance technique et le transfert des meilleures technologies existantes.

Perspectives pour le LCSQA dans le domaine de la modélisation

Les demandes des AASQA en matière d'assistance et de conseil en modélisation vont en s'amplifiant et se diversifient :

- Demande de conseil et d'appui technique dans la mise en place d'un programme de modélisation (depuis sa conception jusqu'à sa mise en place opérationnelle),
- Expertise sur des études réalisées pour le compte de l'association,
- Demande de retour d'information sur les techniques de modélisation.

Ces demandes proviennent non seulement des réseaux de petite taille, mais aussi d'associations plus importantes, qui souhaitent un support technique sur des points spécifiques (AIR PAYS DE LA LOIRE, ATMO-AUVERGNE, AIR NORMAND, AIRMARAIX).

Cette activité doit donc être développée et sera étendue, dès 2001, à la modélisation statistique et à la prévision.

Pour assurer ce rôle de "hot line" de manière optimale, l'INERIS doit parallèlement mener des études ciblées dont le but serait par exemple :

- D'évaluer la pertinence des outils de modélisation sur lesquels nous sommes consultés,
- De formaliser l'information sous forme de guides méthodologiques,
- De s'impliquer dans des exercices d'inter-comparaison, notamment au niveau européen.

Ces actions rentrent dans les attributions logiques du LCSQA qui doit demeurer une référence nationale pour le AASQA, même si certaines d'entre elles sont autonomes en la matière.

Pour assurer correctement ce rôle, le Laboratoire Central doit asseoir sa légitimité dans le domaine de la modélisation, et doit être aidé et soutenu en cela par les donneurs d'ordre : définitions des orientations stratégiques pour la modélisation, demandes d'études clairement ciblées sur les futurs objectifs européens... Il pourra ainsi développer sa compétence et accroître les moyens, matériels et humains, susceptibles d'être mis à la disposition des associations.

Pour que cette évolution soit réellement pertinente, les associations doivent également mieux formuler leurs besoins qui apparaissent souvent confus voire parfois contradictoires.

Un dernier axe de réflexion sur les positionnements possibles du LCSQA serait celui de “ centre de calcul ” au service des associations de taille plus modeste, n’ayant pas les moyens de développer leurs propres outils de modélisation. Une réflexion approfondie doit cependant être menée, en particulier sur la légitimité du LCSQA à exécuter ce type de prestations clairement concurrent de ce que sont susceptibles d’offrir les sociétés d’ingénierie spécialisées.

Perspectives pour le LCSQA dans le domaine de la santé

Dans la mesure où l’objectif principal de la surveillance de la qualité de l’air est de protéger la santé, le LCSQA doit jouer un rôle d’appui dans tous les domaines où le choix des polluants à mesurer et les stratégies de mesure conditionnent la représentativité de la surveillance par rapport à la santé humaine.

Les études d’exposition, en particulier, mettent en évidence la nécessité de mener des réflexions qui tiennent compte de l’ensemble des expositions humaines (y compris les expositions domestiques, sur les lieux de travail, et d’éventuelles expositions locales de forte intensité...). De nouveaux outils de mesure de la qualité de l’air, comme les capteurs portatifs ou les biomarqueurs, pourraient être intégrés à ces réflexions.

Dans ce contexte, il semble important d’inscrire au chapitre des perspectives de ce thème le maintien de certaines actions :

- l’évaluation des risques en lien direct avec les choix stratégiques de surveillance, qui résultent de décisions de l’Union Européenne et du MATE,
- la connaissance des effets de certains polluants et notamment des mélanges complexes de polluants dont les effets sanitaires sont encore très peu connus,
- la veille scientifique sur les substances suspectées au niveau international d’être responsables des maladies liées à la pollution.

Il ne s’agit pas de faire du LCSQA une instance responsable de l’évaluation des risques des substances chimiques susceptibles d’être présentes dans l’air mais de montrer l’intérêt d’aborder, par ce type de démarche, les questions que pose la protection de la santé humaine à la surveillance de l’environnement. En tout état de cause cela implique que le LCSQA soit en relation étroite avec les acteurs de l’évaluation des risques sanitaires.

ANNEXE :

RAPPORTS LCSQA / INERIS
PERIODE 1996 - 2000

EVALUATIONS ET TESTS D'ANALYSEURS ET D'INSTRUMENTATION INFORMATIQUE

- 1 - " Etude sur le vieillissement de 3 analyseurs de dioxyde de soufre par fluorescence UV ", V. TATRY, N. BOCQUET, INERIS, réf.376/97, août 1997.
- 2 - " Etude sur le vieillissement des 3 analyseurs d'ozone par photométrie UV ", N. BOCQUET, INERIS, réf. cr 531.doc, 1997.
- 3 - " Evaluations des calibrateurs SONIMIX 3120 LN Industries et MGC 101 série 2082 Environnement S.A. " V. TATRY, N. BOCQUET, INERIS, réf.Cr 379 doc, novembre 1997.
- 4 - " Evaluations d'analyseurs automatiques de benzène, toluène, xylènes (BTX), appareil Synthec Spectras GC 855, appareil PGC 102 Siemens, appareil 61M Environnement S.A. " Y. GODET, D. GUILLARD, INERIS, réf.cr 545.doc, 1997.
- 5 - " Evaluations d'analyseurs automatiques de benzène, toluène, xylène (BTX) (Réseau AIRPARIF et réseau AIRMARAIX - appareils 61 M Environnement S.A.) ", Y. GODET, D. GUILLARD, INERIS, réf.cr686.doc, 1997.
- 6 - " Evaluations d'analyseurs de composés organiques volatils totaux méthaniques et non méthaniques, - appareil HC 51 M et appareil Graphite 355 ", Y. GODET, D. GUILLARD, INERIS 1999.
- 7 - " Evaluation d'un analyseur d'ozone par absorption UV " F. MARLIERE, N. BOCQUET, INERIS, réf.061.doc, 1997.
- 8 - " Evaluations d'analyseurs d'ozone par absorption UV, appareil 0341M, appareil 49 C ", I. ZDANEVITCH, INERIS 1999.
- 9 - " Evaluations d'analyseurs d'oxydes d'azote par chimiluminescence, appareil 42 C, appareil NOx 2000, appareil AC 31 M ", F. MARLIERE, N. BOCQUET, INERIS 1999.

- 10 - " Evaluations d'analyseurs de BTEX par chromatographie associés à un détecteur FID et PID, appareils VOC 71M, D.GUILLARD, Y. GODET, INERIS 2000.
- 11 - " Analyseurs à long parcours optique - veille technologique ", M. NOMINE, INERIS n° 98092 doc, 1997.
- 12 - " Assistance aux réseaux lors de la mise en place d'appareils DOAS, V. TATRY. INERIS, réf. cr524 doc.,1997.
- 13 - " Etudes sur instruments à long trajet optique : DOAS ", V. TATRY, N. BOCQUET, H. PUAU, INERIS 1999.
- 14 - " Préévaluation du LIDAR 510 M " T. MENARD - Y. GODET - E. VINDIMIAN - M. NOMINE - Déc. 1996.
- 15 - " Evaluation du LIDAR 510 M ELIGHT " 2ème rapport, Y. GODET, INERIS n° 98/368, avril 1998.
- 16 - " Etudes relatives aux analyseurs à long parcours optique : LIDAR ", Y. GODET, A. THOMASSON, M. NOMINE, T. MENARD, INERIS 1999.
- 17 - " Réception des analyseurs de gaz en réseau de surveillance de la qualité de l'air - Mode opératoire ". Y. GODET, INERIS 1999.
- 18 - " Propositions de spécifications relatives aux analyseurs automatiques ou séquentiels, Y. GODET, INERIS 2000
- 19 - " Développement des travaux d'instrumentation pour les réseaux de mesure de la qualité de l'air " Annexes 1 à 3, C. MEUNIER, INERIS 1996-1997.
- 20 - " Développement des travaux d'instrumentation pour les réseaux de mesure de la qualité de l'air " Annexes 4 à 7, C. MEUNIER, INERIS 1996-1997.
- 21 - " Développement des travaux d'instrumentation pour les réseaux de mesure de la qualité de l'air " Rapport final - fiches 9 à 12, C. MEUNIER, novembre 1997.
- 22 - " Etude de faisabilité technico-économique sur l'intégration des données de comptage (SIREDO) aux données de surveillance de la qualité de l'air " Rapport intermédiaire, C. MEUNIER, INERIS, réf. 14116. doc, octobre 1997.
- 23 - " Développement des travaux d'instrumentation pour les réseaux de mesure de la qualité de l'air, C. MEUNIER, INERIS, réf. 15096.doc, 1997.
- 24 - " Travaux d'instrumentation " C. MEUNIER, INERIS 1999.

MODELISATION

- 25 - " Evaluation de logiciels de dispersion chronique de polluants passifs dans l'atmosphère. Etude de l'architecture des logiciels " B. CHHUON, A. WROBLEWSKI, Premier rapport intermédiaire, EMD Novembre 1996.
- 26 - " Evaluation de logiciels de dispersion chronique de polluants passifs dans l'atmosphère " Etude du terme source et du champ de vent, 2ème rapport intermédiaire, B. CHHUON (INERIS), A. WROBLEWSKI (EMD), mai 1997.

- 27 - " Evaluation de logiciels de dispersion chronique de polluants passifs dans l'atmosphère ", Rapport final, B. CHHUON (INERIS), A. WROBLEWSKI, (EMD), janvier 1998.
- 28 - " Evaluation de logiciels de dispersion chronique de polluants passifs dans l'atmosphère " rapport de synthèse ADSO (partie INERIS). Etude des modules du calcul de dispersion du système AIRVIRO (partie INERIS), B. CHHUON, INERIS, 1996-1997.
- 29 - " Evaluation de modèles - Aides aux réseaux ", L. ROUIL, A. CARRAU, B. CHHUON, INERIS 1997.
- 30 - " Assistance en modélisation ", L. ROUIL, INERIS, 1999
- 31 - " Analyse des modèles à transformations chimiques " L. ROUIL, E. LEOZ, INERIS 1999

MESURE DES POLLUANTS SPECIFIQUES ET/OU EN TRACES

- 32 - " Prélèvement et analyse des composés organiques volatils dans la région de Rouen - Le Havre " rapport final, ", N. GONZALEZ-FLESCA, A. FREZIER, E. LEOZ-GARTZIANDIA, J.C. PINARD, INERIS n° 271-97, mars 1997.
- 33 - " Mesure des COV en réseau - Analyse en continu et en différé des COV " N. LOCOGE - J.C. GALLOO (EMD) - N. GONZALEZ - A.FREZIER, INERIS 1998
- 34 - " Développement méthodologique des mesures de polluants spécifiques dans l'air ambiant - Campagnes de mesures - Métrologie et modélisation des COV en réseau. N. GONZALEZ - A. WROBLEWSKI - J.Y. SAISON, INERIS 1999.
- 35 - " Etude de la distribution des concentrations en BTX autour d'une station service " N. GONZALEZ-FLESCA, INERIS 2000
- 36 - " Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ", V. TATRY, R. DUJARDIN, M. MARLIERE, INERIS réf. cr561.doc, 1997.
- 37 - " Hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant (HAP) ", V. TATRY, INERIS, réf. rap708.doc, 1997.
- 38 - " Caractérisation chimique de la matière organique gazeuse et particulaire due aux moteurs diesel ", V. TATRY, E. LEOZ, INERIS réf. rap 046.doc, 1997.
- 39 - " Etude de la composition chimique des particules diesel en fonction de leur taille " Rapport final, V. TATRY, E. LEOZ, INERIS, réf. cr539.doc, 1997.
- 40 - " Hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant : HAP " V. TATRY, N. BOCQUET, E. LEOZ, M. MARLIERE, R. DUJARDIN, INERIS 1999.
- 41 - " Métaux lourds " F. MARLIERE, S. CHOLBI, J. DESBONNET , INERIS réf. cr 538.doc, décembre 1997.
- 42 - " Méthodologie de prélèvement et d'analyse du mercure dans l'air ambiant ", F. MARLIERE, J. DESBONNET, L. MEUNIER, P. OCHIPINTI, INERIS Réf. cr 075.doc, 1998.

- 43 - “ Mercure dans l’air ambiant : évaluation d’analyseurs, campagnes de mesures , F. MARLIERE, INERIS 1999.
- 44 - “ Pollution par les particules diesel ” rapport d’avancement n° 2 - fiches 15 à 17, INERIS, 1997.
- 45 - “ Etude d’un marqueur de particules diesel ”, O. BLANCHARD, INERIS réf. cr542.doc, décembre 1997.
- 46 - “ Développement d’un capteur pour la mesure continue des particules diesel - Etude de faisabilité ” Rapport final, D. JAMOIS, fiche n° 17, INERIS décembre 1997.
- 47 - “ Mise au point d’une méthode de prélèvement passif pour le dosage du 1,3-butadiène à l’air ambiant ”, I. ZDANEVITCH, N. GONZALEZ-FLESCA, INERIS 2000.

EXPOSITION DES POPULATIONS - EVALUATION DES RISQUES - TOXICOLOGIE

- 48 - “ Etude pilote de l’exposition des populations urbaines au benzène, formaldéhyde et acétaldéhyde. A CICOLELLA - N. GONZALEZ - E. BASTIN, INERIS 1997/98.
- 49 - “ Evaluation des risques pour la santé liés au 1,3 butadiène”, A. CICOLELLA, INERIS n° 34F505 doc., 1998.
- 50 - “ Mesure de l’exposition aux particules diesel ”, R. AUJAY, M. ROSE, O. BLANCHARD, INERIS réf. cr690.doc, 1998.
- 51 - “ Effets nocifs induits par des concentrations environnementales d’aldéhydes, application à la pollution atmosphérique d’origine automobile ”, D. OBERSON-GENESTE, F. ROGERIEUX, INERIS réf. cr 0084.doc, 1997.
- 52 - “ Toxicité des particules émises par la circulation automobile : suivi et synthèse bibliographique. S. TISSOT - C. GILLET, INERIS 1999.
- 53 - “ Modifications de la fonction respiratoire induites par des concentrations environnementales d’aldéhydes. S. TISSOT, INERIS 1999.

