

DÉVELOPPEMENTS

Le SGH applicable
en Europe via
le règlement CLP p. 12

La refonte
du Règlement Général
des Industries
Extractives p. 14

DÉBAT SUR LES ONDES

L'INERIS met son expertise
à disposition des collectivités
locales p. 16

INERIS

LE MAGAZINE DE L'INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES



Pollution Particulaire

**COMPRENDRE, PRÉVENIR,
AGIR!**

INERIS

maîtriser le risque
pour un développement durable



DÉBAT SUR LES ONDES

L'INERIS met son expertise à disposition des collectivités locales

Face à l'inquiétude exprimée concernant les éventuels dangers des ondes électromagnétiques émises par les téléphones portables et les antennes-relais, le « Grenelle des ondes » a mis, en mai, tous les acteurs concernés autour de la table. La nécessité d'améliorer l'information constitue un des axes de progrès qui a conduit l'INERIS à mettre en place, à la demande du MEEDDAT, un « Service national d'assistance des champs électromagnétiques ». Explications.

Quel est le contexte ?

Le 4 février dernier, un grand opérateur téléphonique a été condamné par la cour d'appel de Versailles à démonter des installations d'émission-réception d'une antenne-relais de téléphone portable dans le Rhône : une première en France. En cause, l'« incertitude » concernant un éventuel impact des ondes électromagnétiques sur la santé des riverains. Le débat autour d'un danger éventuel lié à l'exposition aux ondes agite aujourd'hui fortement l'opinion publique. Les ONG dénoncent l'absence de certitudes sur leur innocuité et réclament l'application du principe de précaution. Depuis février, plusieurs tribunaux ont emboîté le pas de la cour d'appel de Versailles en ordonnant le démontage d'autres antennes-relais. De leur côté, les opérateurs mettent en avant leur obligation d'assurer une bonne couverture du territoire et demandent un cadre juridique stable.

Qu'est-ce que le « Grenelle des ondes » ?

Face à ces inquiétudes, doublées de décisions judiciaires, le Premier ministre, François Fillon, a demandé à Roselyne Bachelot-Narquin, ministre de la Santé et des Sports, d'organiser, conjointement avec Nathalie Kosciusko-Morizet, secrétaire d'État chargée de la Prospective et du Développement de l'économie numérique, et Chantal Jouanno, secrétaire d'État chargée de l'Écologie, une table ronde sur les radiofréquences et leur impact sur la santé et l'environnement. Objectif : mettre autour de la table tous les acteurs concernés - les élus, les associations, les opérateurs de téléphonie mobile, les organisations syndicales, l'État et les organismes publics (dont l'INERIS), ainsi que des personnalités qualifiées - afin de clarifier le débat et réduire la confrontation entre opérateurs d'un côté, et associations de défense de riverains et de l'environnement de l'autre. Une première rencontre a eu lieu le 23 avril, suivie de trois autres réunions de travail les 6, 14 et 15 mai pour finir sur une séance de clôture le 25 mai.

Un important besoin d'information

Le « Grenelle des ondes » a notamment pour but d'identifier d'éventuelles mesures complémentaires en matière de recherche, d'expertise scientifique, d'information du public et de réglementation. Il ressort notamment un important besoin d'information et de communication en direction des collectivités locales concernées par l'installation sur leur territoire d'antennes-relais. Des interrogations qui étaient d'ailleurs très largement ressorties dans le Groupe Environnement/Santé du Grenelle de l'Environnement.

La réponse des experts de l'INERIS

En tant qu'expert scientifique reconnu sur le sujet et membre du collège États et organismes publics de ce « Grenelle des ondes », l'INERIS s'est vu confier un rôle dans la diffusion de cette information. En 2008, le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT) lui a demandé d'organiser une mobilisation de ses experts sous la forme d'un « Service national d'assistance sur les champs électromagnétiques » destiné aux collectivités locales. La démarche s'inspire des « Helpdesk » de type REACH qui ont été mis en place au sein des États membres afin de faciliter l'accès des entreprises, en particulier les PME, à un niveau suffisant d'information sur les différents aspects de REACH. En France, cette mission est assurée, depuis juin 2005, par l'INERIS dans le cadre du Bureau d'Évaluation des Risques des Produits et Agents Chimiques (BERPC).

En quoi consiste cette assistance sur les champs électromagnétiques ?

Cette assistance s'appuie sur des textes réglementaires français et européens, des travaux de terrain et des travaux expérimentaux menés par l'INERIS à la fois sur les impacts sanitaires des champs électromagnétiques et la métrologie. Elle consiste à mettre à disposition des maires des connaissances publiées et documentées en faisant intervenir des experts qui sont au



cœur du processus de recherche. Elle vise également à apporter des réponses pratiques à des questions techniques de mesure, de législation en vigueur notamment pour l'implantation des antennes. Par ailleurs, elle apporte des réponses aux questions plus larges issues de nombreux débats publics auxquels les maires ont à faire face. Un espace restreint sur le site ⁽¹⁾ est destiné à répondre aux besoins spécifiques des collectivités locales. De même, les contenus relatifs à l'exposition et à la mesure ont été privilégiés car ils correspondent aux préoccupations prioritaires des maires.

L'INERIS répond-il à toutes les questions ?

Une rubrique « FAQ » (*Frequently asked questions* - questions les plus fréquemment posées) est alimentée au fil de l'eau. Les scientifiques de l'INERIS ont été amenés, depuis plusieurs années, à répondre aux questions des particuliers, des représentants de collectivités territoriales et de professionnels comme les médecins du travail. Ils sont aussi intervenus dans des débats publics, comme par exemple auprès des mairies. Ainsi, des questions auxquelles ils ont déjà été confrontés ont pu être mises en ligne dans la rubrique « FAQ » dès l'ouverture du site. Pour les questions intéressant plus spécifiquement le grand public, des liens sont prévus vers les sites adéquats : Fondation santé radiofréquences (www.sante-radiofrquences.org), AFSSET (www.afsset.fr), Agence Nationale des Fréquences - ANFR (www.anfr.fr).

Un numéro Indigo également disponible

Un numéro de téléphone (0825 827 000) dédié au Service national d'assistance sur les champs électromagnétiques est accessible du lundi au vendredi de 9 heures à 12 heures. Les personnes peuvent y déposer leurs messages et leurs coordonnées et obtenir ainsi une réponse dans les meilleurs délais.

⁽¹⁾ Le site du Service national d'assistance sur les champs électromagnétiques (www.ineris.fr/ondes-info) est administré par l'INERIS. Les questions sont traitées par ses experts, les réponses envoyées à l'expéditeur de la question puis mises en ligne.



Guide technique Bruit
paru en janvier 2009.



Quand l'INERIS participe à la refonte du Règlement Général des Industries Extractives (RGIE)

De même que le Code du travail, les règlements spécifiques qui régissent la sécurité et la santé des travailleurs sont aujourd'hui actualisés pour répondre aux nouvelles exigences des directives européennes. L'INERIS est chargé d'appuyer le ministère chargé de l'Industrie dans la mise en œuvre du nouveau Règlement Général des Industries Extractives.

Pour la sécurité et la santé des travailleurs, il existe en France un document de référence, le Code du travail, auquel se réfèrent notamment les inspecteurs du travail. Pour quelques secteurs industriels, ce document est complété par des règlements spécifiques. C'est le cas pour le secteur des industries extractives - les activités d'extraction de matières premières dans les mines et carrières - également régi par le RGIE. Ce

texte complémentaire existe pour traiter les risques spécifiques à l'activité, où les dangers sont plus importants et les agressions plus fortes, comme par exemple les explosions, la silicose pour les mineurs ou encore l'inhalation de poussières. Aujourd'hui, le RGIE fait l'objet d'un vaste programme d'actualisation piloté par le MEEDDAT, via le Bureau du sol et du sous-sol de la Direction Générale de la Prévention des Risques. De par ses savoir-

faire historiques, l'INERIS a été mandaté pour appuyer les pouvoirs publics dans la mise en œuvre du programme. L'enjeu est plus large que la simple mise à jour d'un texte réglementaire : il découle des grandes directives européennes qui contribuent ni plus ni moins à changer les approches de la sécurité au travail en Europe. Pour Jean-Claude Pinte, ingénieur à la Direction des Risques du sol et du sous-sol et responsable du programme à l'INERIS, « *il s'agit principalement d'intégrer dans la réglementation l'approche par résultat au détriment de celle basée sur les moyens. Autrement dit, l'idée est moins d'apporter des solutions toutes faites - comme par exemple la mise à disposition de tel ou tel équipement de protection pour les travailleurs - que de*



fixer des objectifs de protection. Cela permet, d'une part, de mieux responsabiliser les exploitants et d'autre part, d'agir le plus en amont possible sur les causes et non plus seulement sur les effets ». Profondément inscrite dans la philosophie des directives européennes, cette nouvelle approche « préventive » a déjà irrigué le nouveau Code du travail français, effectif depuis le 1^{er} mai 2008. Restait à la transposer dans des règlements spécifiques tels que le RGIE. C'est tout l'objet de ce programme d'actualisation, qui vise également à simplifier les textes. « Sur de nombreux points, le Code du travail et le RGIE se recourent et leur niveau d'exigence n'est pas toujours identique, précise Jean-Claude Pinte. Le programme consiste donc à alléger le texte, en s'alignant sur le Code du travail et en ne gardant dans le règlement que ce qui est spécifique à l'activité mines et carrières. Pour bien comprendre, je citerai l'exemple de l'amiante : pour ce qui concerne sa présence dans les bâtiments, nous renvoyons au Code du travail car c'est un risque qui n'est pas propre à l'activité. En revanche, le RGIE régit les risques liés aux fibres d'amiante des gisements rocheux, lesquels ne sont pas décrits dans le Code. »

Lancé en 2007, le programme a pour objectif de modifier les « titres » du règlement les uns après les autres. Chaque titre correspond à une thématique de risques particulière, comme par exemple « le bruit », « les vibrations », ou encore « l'empoussièrement ». Le travail de

l'INERIS conduit donc à refondre ce règlement en en réduisant au maximum son volume, et en simplifiant son utilisation par les inspecteurs du travail. Le résultat prend deux formes : d'une part, un guide explicatif, par titre, avec des renvois réglementaires (textes, normes) et techniques (mesures, glossaires). D'autre part, un site Internet sécurisé et maintenu à

« ... des avancées notables en matière de sécurité et une approche axée davantage sur la prévention... »

jour permettant l'accès aux textes applicables et aux guides. « Dans ce travail, l'INERIS intervient à pratiquement tous les niveaux, remarque Jean-Claude Pinte, de l'appréciation des enjeux à la rédaction du guide, en passant par l'analyse des particularités de l'activité ou encore le benchmark à l'étranger. »

Aujourd'hui, les titres « bruit » et « vibrations » sont réalisés, parallèlement à la publication des décrets ministériels correspondants. L'année 2009 sera consacrée à la finalisation des titres « amiante » et « rayonnements ionisants ». « Le titre « empoussièrement », particulièrement sensible, est également en cours d'élaboration, ajoute Jean-Claude Pinte. Mais il ne devrait pas sortir avant 2011, à l'issue d'une étude comparative visant à regarder comment les autres pays opèrent la transpo-

sition de ces dispositions réglementaires. » De même seront finalisés le bilan du suivi du personnel et la surveillance médicale (titres « transversaux ») ainsi que la conception et la réalisation de la base documentaire et son hébergement sur le site Internet dédié.

Le titre « bruit » aura nécessité plus d'un an de travail avec, à la clé, des avancées notables en matière de sécurité et une approche axée davantage sur la prévention : « Nous avons fait un important travail de vulgarisation », explique Jean-Claude Pinte. Ainsi, pour le titre « bruit », le guide technique comprend plusieurs niveaux d'explication : Qu'est-ce que le phénomène et comment le mesure-t-on ? Quels sont les impacts sur la santé et comment les évalue-t-on ? Quelles sont les actions de prévention et de protection ? L'INERIS s'est attaché à décrire de la façon la plus didactique possible les différents niveaux sur lesquels il est conseillé d'agir, par ordre de priorité, en commençant par la réduction à la source, puis les actions sur la propagation, la protection collective, et enfin sur la protection individuelle. Le but demeure toujours la prévention le plus en amont possible des dépassements de seuils qui entraîneraient un arrêt immédiat du travail, préjudiciable pour tous. « Nous avons veillé à être exigeants tout en étant réalistes, afin de rendre le règlement réellement applicable, dans une démarche

« gagnant-gagnant » », conclut Jean-Claude Pinte. Ce résultat est le fruit d'un travail collectif qui a mobilisé l'ensemble de la filière, du ministère aux exploitants, en passant par les syndicats professionnels, les constructeurs de machines et d'engins, ou encore les professionnels de la santé comme l'INRS, la CNAM et les médecins du travail.

Coordonné par la Direction des Risques du sol et du sous-sol, ce programme s'appuie sur d'autres compétences, mises en œuvre au sein de l'INERIS, concernant notamment l'interprétation des règlements ou encore le suivi des dossiers médicaux. Une démarche transversale et multidisciplinaire qui fait toute la force de l'INERIS.



DÉVELOPPEMENTS

Le SGH applicable en Europe via le règlement CLP

Le 16 décembre dernier, l'Union européenne a aligné sa législation sur les produits chimiques sur celle du SGH, le Système Général Harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques, élaboré par les Nations unies. D'ores et déjà applicable, ce nouveau système fait l'objet de nombreux travaux à l'INERIS.

Mis sur pied, dès 2002, à l'initiative des Nations unies, le GHS (Global Harmonized System) ou SGH (Système Général Harmonisé) a pour objectif d'harmoniser, sur le plan international, la classification et l'étiquetage des produits chimiques. Il permet d'identifier les produits chimiques dangereux et de communiquer auprès des différents utilisateurs sur leurs dangers par le biais de pictogrammes et de mentions de danger standardisées sur l'étiquette des emballages, ainsi que par les fiches de données sécurité (les « FDS »). Le 16 décembre 2008, le SGH a été adopté par l'Union européenne via le règlement CE n° 1272/2008 appelé « règlement CLP » (Classification, Labelling and Packaging). Ce dernier est applicable directement dans tous les États membres de l'Union, sans transposition en droit national, à partir du 20 janvier 2009. Il prévoit néanmoins une période de transition pendant laquelle les systèmes actuels et futurs de classification et d'étiquetage coexisteront. Cette période s'achèvera le 1^{er} décembre 2010 pour les substances chimiques, et le 1^{er} juin 2015 pour les mélanges : autant de produits qui devront ensuite être obligatoirement classés et étiquetés selon les critères du règlement CLP. Il faut rappeler que ce règlement n'est pas une transposition directe du SGH des Nations unies : entre ces deux documents des différences existent comme la non-prise en compte de toutes les catégories pour certaines classes de dangers et le maintien du niveau actuel de protection en incluant des éléments additionnels non couverts par le SGH des Nations unies.

Les avantages de ce nouveau système sont nombreux : en plus de l'avantage majeur d'améliorer la protection des personnes et de l'environnement au niveau international, il facilitera les échanges internationaux,

réduira les coûts, fournira une information de meilleure qualité et plus cohérente sur les dangers, encouragera le transport, la manipulation et l'utilisation sécuritaires des produits, ou encore favorisera de meilleures interventions d'urgence en cas d'incidents.

L'implication de l'INERIS

Depuis plusieurs années, l'INERIS participe aux réunions des groupes d'experts nationaux et internationaux qui travaillent à l'élaboration du SGH au niveau des Nations unies et sur la mise en place du règlement au niveau européen, en lien avec les ministères chargés de l'environnement, du travail, de l'industrie et des transports, et les industriels concernés.

quinze anciennes catégories de dangers de la Directive 67/548/CEE relative aux substances dangereuses font ainsi place à une liste de vingt-sept classes de danger (seize dangers physiques, dix dangers pour la santé, et un danger pour l'environnement). De nouvelles classes apparaissent, certains critères et seuils de classification sont modifiés et de nouvelles méthodes d'évaluation sont requises (souvent issues de la réglementation relative au transport des marchandises dangereuses). Autant d'évolutions auxquelles l'INERIS a participé activement et pour lesquelles il apporte aux pouvoirs publics un appui technico-réglementaire et des développements méthodologiques. Un premier travail, mené durant l'année 2008,

« ... améliorer la protection des personnes et de l'environnement au niveau international... »

Pour l'Institut, la mise en œuvre du SGH au sein de la législation communautaire, fait l'objet d'importants programmes d'études, qui touchent nombre de ses domaines d'expertises (explosivité, toxicité, écotoxicité, classement SEVESO, etc.). Selon Marie-Astrid Kordek, Déléguée appui aux pouvoirs publics au sein de la Direction des Risques accidentels, « des différences sont à noter entre l'actuel système européen et le règlement CLP au niveau de la terminologie, de la définition des dangers, des critères de classification et d'information ou encore concernant l'approche différente pour la classification des mélanges. Par exemple, le terme « préparation » est remplacé par « mélange ». Ou bien « catégorie de danger » par « classe de danger ». Les

a ainsi consisté à pointer les changements de classification des substances et des mélanges à travers l'élaboration de fiches d'analyse comparative pour les différents dangers physiques. Chaque fiche, illustrée par des exemples de substances chimiques très utilisées ou dont la classification est modifiée, propose une synthèse pratique résumant l'impact du changement de système de classification sur le danger concerné.

Des campagnes d'essais

L'INERIS a également pour mission de développer de nouvelles méthodes de caractérisation des propriétés physico-chimiques des produits et de nouvelles méthodes d'évaluation des dangers. Cette mission est réalisée



en étroite collaboration avec les acteurs internationaux qui contribuent à l'amélioration et au développement du contenu du SGH des Nations unies. Ainsi, par exemple, il a participé à une campagne d'essais interlaboratoires visant à améliorer, au niveau international, les épreuves relatives au classement des matières hydrosensibles. La propriété de ces matières, qui au contact de l'eau émettent des gaz inflammables, figure désormais au titre des seize classes de dangers physiques du règlement CLP. D'autres travaux de recherche sont en cours visant à proposer et valider le remplacement des substances toxiques (bromate de potassium, dibutylphtalate) utilisées pour la réalisation de certaines épreuves destinées à la classification. Mais ce n'est pas tout : le règlement CLP s'intégrera à REACH, le règlement européen qui fixe les règles de connaissance des propriétés des substances en se souciant de la restriction et de la maîtrise de leurs usages. Aussi, l'INERIS participe aux groupes de travail sur les dangers physiques, la toxicité et l'écotoxicité du RIP 3.6 (REACH Implementation Project), un programme qui consiste notamment à intégrer dans REACH les outils de communication du règlement CLP, comme les étiquettes de danger ou les fiches de données de sécurité. Dans ce cadre, l'Institut a notamment pris en charge la rédaction

du guide spécifique aux produits présentant le danger « corrosifs pour les métaux ».

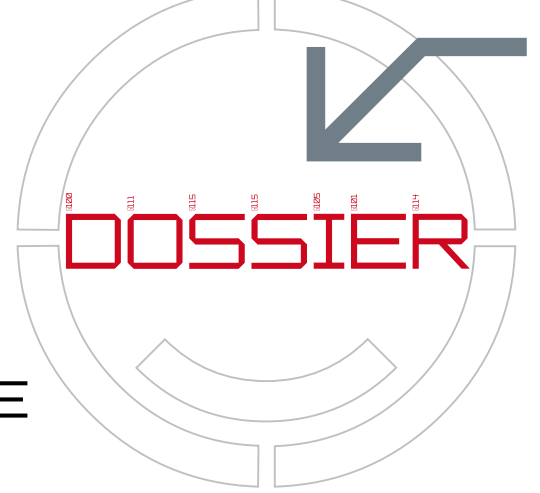
Les entreprises concernées

Outre la mise en conformité des étiquettes et des fiches de données sécurité, l'adoption du règlement CLP est susceptible d'avoir d'autres impacts sur les entreprises, comme par exem-

ple les Installations Classées (IC). Certaines risquent même de voir le classement de leurs installations modifié. L'INERIS suit le sujet de près, puisqu'il vient de réaliser une étude de l'impact du SGH sur la Directive SEVESO et la nomenclature ICPE et contribue aux discussions européennes pour la révision de cette Directive.

Articulation REACH et SGH

Les incidences du règlement CLP ont une portée très large avec des impacts sur plus d'une vingtaine d'actes communautaires (santé et sécurité au travail, SEVESO, produits de consommation...) et de multiples interactions avec le règlement REACH. À titre d'exemple, l'identification des dangers, indispensable à la classification et à l'étiquetage des produits chimiques est reprise dans le rapport sur la sécurité chimique (RSC) qui constitue, dans le cadre de REACH, l'outil utilisé pour enregistrer/documenter l'évaluation de la sécurité chimique pour une substance donnée. À terme, le RSC identifiera les dangers à partir des critères du règlement CLP. L'évaluation des dangers - santé humaine/environnement/physico-chimique - qui est l'un des maillons de ce rapport, va permettre, entre autres, la classification et l'étiquetage de la substance sur la base des critères de la Directive 67/548/CEE qui évolue vers le règlement SGH. De plus, REACH renforce l'importance des fiches de données sécurité (FDS) sur les substances, qui servent de support à la transmission des informations nécessaires vers les utilisateurs. Ces FDS sont appelées à évoluer pour prendre en compte les informations de classification et d'étiquetage du règlement CLP, ce qui constitue un premier pas vers une FDS harmonisée au niveau international.



LA POLLUTION PARTICULAIRE

COMPRENDRE, PRÉVENIR, AGIR!

SOMMAIRE

- ▶ Les spécialistes réunis à Paris | Page 6
- ▶ Focus : Laurence Rouil, Pôle Modélisation environnementale et Décision | Page 7
- ▶ La prévision des épisodes particuliers | Page 7
- ▶ Réduction de l'espérance de vie | Page 8
- ▶ Focus : Frédéric Meleux, Pôle Modélisation environnementale et Décision | Page 9
- ▶ Qualité de l'air, climat et développement urbain | Page 9
- ▶ Des particules nombreuses, complexes et variées | Page 10
- ▶ Focus : Bertrand Bessagnet, Unité Modélisation atmosphérique et cartographie environnementale | Page 11

Vendredi 3 avril 2009. La concentration moyenne journalière des particules de type PM 10 (dont le diamètre est inférieur à 10 μm) dans l'air ambiant atteint 70 à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le Nord, le Bassin parisien, le Centre, le Poitou-Charentes et le Bordelais. Le seuil réglementaire de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est largement dépassé. En janvier 2009, un précédent épisode de pollution particulaire de plus grande ampleur encore par les concentrations observées avait concerné les grandes villes de l'Europe de l'Ouest. Dans les deux cas, les équipes de l'INERIS se sont mobilisées pour le suivi et l'analyse de ces événements, en appui aux pouvoirs publics. Avec les problématiques liées à l'ozone et aux gaz à effet de serre, la pollution particulaire focalise de manière croissante l'attention des pouvoirs publics et de la communauté scientifique. Les travaux des chercheurs ont confirmé les effets pathogènes des aérosols sur les systèmes respiratoires, et cardiovasculaires, l'ensemble de ces effets se traduisant par une réduction potentielle de l'espérance de vie (voir p. 8). Selon le rapport 2008 de l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) sur le programme de surveillance air et santé, une étude réalisée entre 2000* et 2004 dans 9 villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg, Toulouse) fait état d'un risque de décès aggravé de 2,2 % pour une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de particules PM 2.5 et PM 10 (+ 0,9 % pour l'ozone). Rendue publique en mars dernier, l'expertise commandée en août 2007 à l'AFSSET par les ministères en charge de l'Écologie et de la Santé affirme, de son côté, que ce sont « les expositions fréquentes à des niveaux modérés de pollution qui sont responsables de l'essentiel des impacts sanitaires et non les pics de pollution ». Cependant, ajoutent les experts réunis par l'AFSSET, « il n'est pas possible d'observer un seuil de concentration en particules en deçà duquel aucun effet sanitaire ne serait constaté ». Aussi, le dispositif mis en place en France depuis octobre 2007** dans le cadre d'un arrêté du ministère en charge de l'Écologie, prévoit la diffusion d'une information par les préfetures, dans le cas du dépassement d'un seuil en moyenne journalière de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les particules fines : un enjeu majeur en France et en Europe

Estimant à plusieurs dizaines de milliers le nombre de décès prématurés dans les États-membres imputables chaque année aux particules les plus fines PM 2.5 (dont le diamètre est inférieur à 2,5 μm), des dispositions relatives à ces dernières ont été introduites dans la nouvelle directive « concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe » (dite Directive CAFE ; 2008/50/CE) du 21 mai 2008. Ce texte fusionne la plupart des dispositions législatives adoptées entre 1996 et 2002. Ainsi, il maintient les normes existantes pour les particules PM 10. Celles-ci fixent à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le seuil maximal pour la concentration moyenne annuelle et à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le seuil à ne pas dépasser sur 24 h plus de 35 fois par an. En revanche il fixe pour les particules PM 2.5 une valeur limite pour les concentrations moyennes annuelles à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à respecter d'ici le 1^{er} janvier 2015 sur l'ensemble du territoire, et à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à respecter d'ici 2020. Un indicateur d'exposition relatif aux concentrations moyennes annuelles de PM 2.5 dans les zones urbaines est également défini et soumis à réglementation. Les seuils associés impliquent une réduction de l'exposition aux PM 2.5 de 20 % en moyenne en 2020, par rapport aux chiffres relevés en 2010. Les États-membres devront avoir transposé cette directive avant le 11 juin 2010.

En France, conformément aux recommandations du Grenelle de l'Environnement, des objectifs plus ambitieux ont été fixés dans le cadre du second Plan National Santé-Environnement. Dans le rapport remis au gouvernement le 14 avril dernier, le groupe d'experts - parmi lesquels Philippe Hubert, responsable de la Direction des Risques chroniques de l'INERIS - préconise qu'« en 2010, les concentrations dans l'air en particules PM 2.5 devront tendre vers une teneur de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, cette valeur-cible devenant obligatoire en 2015, ce qui représente une réduction de 30 % par rapport au niveau actuel. À terme, l'objectif sera d'atteindre la recommandation de l'OMS de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

de particules fines dans l'air ». Le rapport suggère que la même réduction soit retenue pour les particules PM 10. Pour atteindre cet objectif, le rapport propose des actions visant à réduire les émissions de particules du secteur résidentiel (chauffage au bois), des installations industrielles et agricoles (renforcement de la réglementation des installations de combustion...) et des véhicules (zones à bas niveau d'émissions dans les villes, éco-redevance pour les poids lourds...). Ces actions feront l'objet d'un « Plan particules » qui préconisera également d'« améliorer la connaissance physico-chimique des particules, leur granulométrie et leur impact sanitaire, en particulier l'impact à long terme sur la santé de l'exposition chronique aux particules en suspension, et leur transfert au-delà des frontières ».

Les travaux de l'INERIS dans les domaines météorologiques, numériques ou économiques visent précisément à développer les outils pour définir, mettre en œuvre et évaluer des politiques de gestion de la pollution particulaire. Mais l'intérêt de l'Institut ne s'arrête pas là : « La pollution atmosphérique particulaire représentait un enjeu majeur au regard de ses impacts sanitaires et environnementaux. Elle a pris une dimension accrue en raison de la mise en exergue de ses liens complexes avec l'évolution climatique de notre planète, souligne Laurence Rouil, responsable du Pôle Modélisation environnementale et Décision (Direction des Risques chroniques) de l'INERIS. La compréhension et la prévision à moyen et long termes des facteurs générateurs de cette pollution atmosphérique spécifique constituent donc un axe prioritaire de recherche pour notre équipe. Notre objectif est de mieux comprendre les processus de formation de la pollution particulaire, les phénomènes d'érosion et de remise en suspension de particules comme ceux liés à la production des aérosols organiques secondaires, les AOS, qui contribuent à augmenter les concentrations totales de particules. L'étude quantitative de ces phénomènes, combinée à

| SUITE PAGE 8 |

| LES SPÉCIALISTES RÉUNIS À PARIS |

Les experts se sont réunis à Paris du 17 au 19 juin 2009 dans le cadre de la Convention de l'ONU sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance. Co-organisée par la Commission européenne, l'EPA (Agence américaine de protection de l'environnement) et l'INERIS, cette rencontre s'adressait aux membres de deux des équipes spéciales d'experts constituées dans le cadre de la convention : la *task force of measurement and*

modeling, que co-préside Laurence Rouil, responsable du Pôle Modélisation environnementale et Décision de l'INERIS, et la *task force on hemispheric transport of Air Pollution*. Quelque deux cents spécialistes représentant une trentaine de pays ont pu échanger sur le lien entre pollution à l'échelle globale et pollution à l'échelle des continents et les liens entre pollution atmosphérique et changement climatique.

Laurence Rouil, responsable du Pôle Modélisation environnementale et Décision

« PARTICIPATION À L'ÉLABORATION DU FUTUR SERVICE EUROPÉEN DE SURVEILLANCE DE L'ATMOSPHÈRE, LE GMES ATMOSPHERIC SERVICE »



Le programme GMES (Global Monitoring for Environment and Security, www.gmes.info)* lancé à la fin des années 1990 par la Commission européenne et l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a pour objectif de développer des services intégrés de surveillance de l'état de l'environnement en Europe. La composante « surveillance de l'atmosphère » de ce système s'appelle le GAS (GMES Atmospheric Service). Le GAS doit être opérationnel en 2012/2013.

L'expérience et les compétences acquises à la faveur du développement et de la maintenance de PREV'AIR, la plate-forme nationale de modélisation de la qualité de l'air, ont permis à la France de se voir attribuer le leadership du volet qualité de l'air développé au sein du projet MACC (Monitoring Atmospheric Composition and Climate) financé par le 7^e PCRD européen, et destiné à préfigurer le futur GAS. Entre autres services, le GAS devra fournir des prévisions quotidiennes sur les concentrations de polluants atmosphériques dans l'Union européenne, à l'instar de PREV'AIR en France. « Cette participation traduit la reconnaissance des compétences françaises

dans le domaine de la prévision de la qualité de l'air, se félicite Laurence Rouil. J'en veux pour preuve la conception, fortement inspirée par PREV'AIR, de la composante « qualité de l'air » du GMES Atmospheric Service. »

Le GAS fournira des services de « base » agissant au niveau de l'Europe (fournitures d'observations brutes ou analysées sous forme de cartes, prévisions, analyses de tendances) financés par la puissance publique et librement accessibles pour tous les utilisateurs. En particulier, ces services alimenteront en données d'entrée les services « aval » qui constitueront des déclinaisons locales ou spécifiques des services de base élaborés par des sociétés commerciales se finançant sur la vente de ces produits. Le périmètre du GAS englobera, outre la qualité de l'air, l'ozone stratosphérique et les UV, la composition chimique de l'atmosphère à l'échelle globale (gaz à effet de serre, gaz réactifs, aérosols).

Le projet MACC est donc la première étape du processus de développement et de mise en œuvre du GAS. Il est coordonné par le Centre Météorologique Européen (ECMWF). Associé à Météo-France, l'INERIS aura la charge de fournir des

prévisions quotidiennes sur la qualité de l'air établies par les modèles CHIMERE et MOCAGE qu'utilise PREV'AIR. Les deux partenaires français auront également pour mission d'intégrer les contributions de cinq autres plates-formes de modélisation développées par d'autres pays européens (Allemagne, Norvège, Pays-Bas, Suède). La combinaison d'informations provenant de différents modèles garantira la robustesse des résultats et permettra de mieux appréhender l'incertitude. De plus, l'utilisation de méthodes d'assimilations de données combinant modèles et observations sera développée afin de proposer des cartographies de champs de pollution les plus réalistes possibles. Les travaux réalisés dans le cadre du projet MACC doivent ainsi démontrer la faisabilité et le caractère opérationnel des services européens dédiés à la surveillance de l'atmosphère.

* Le programme GMES couvre les thématiques de surveillance de l'environnement atmosphérique, des territoires, de l'environnement marin, l'appui aux situations d'urgence et l'appui dans le domaine des risques.

| LA PRÉVISION DES ÉPISODES PARTICULAIRES : DES PROGRÈS CONSTANTS |

La prévision des épisodes de pollution particulière constitue un enjeu opérationnel pour la mise en œuvre de stratégies de contrôle de la pollution. Il s'agit également d'un challenge scientifique auquel se mesurent régulièrement les équipes impliquées dans PREV'AIR. Le système national de prévision de la qualité de l'air, PREV'AIR a été développé en 2003 par l'INERIS, Météo-France, l'ADEME et le CNRS pour le compte du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire. Il repose sur l'exploitation des modèles de chimie-transport CHIMERE (développé conjointement par l'INERIS et le CNRS) et MOCAGE (Météo-France). Des prévisions à trois jours (jour même, lendemain, surlendemain) et des cartographies de concentrations pour la veille portant sur l'ozone, le dioxyde d'azote et les particules fines sont fournies de manière opérationnelle par le système. Outre les cartes en accès libre sur Internet (www.prevaire.org), PREV'AIR met ses données à la disposition des utilisateurs, parmi lesquels les AASQA, pour leur permettre d'établir leurs propres prévisions et cartographies de l'air à l'échelle régionale. Les modèles qui sous-tendent PREV'AIR font l'objet de mises à jours régulières qui intègrent les résultats des travaux de recherche des équipes de modélisation. L'évaluation et l'amélioration de leurs performances est un sujet de vigilance. Les nombreux projets européens dédiés

à l'évaluation et à l'intercomparaison de modèles auxquels l'INERIS participe avec CHIMERE ont permis de s'assurer de la qualité des résultats fournis par le modèle en regard de l'état actuel des connaissances. Cela n'empêche pas l'Institut de toujours rechercher l'amélioration des performances de son outil, en particulier dans les zones où l'exposition est la plus importante : les villes. Ainsi l'INERIS participe au projet CITAIR 2* (Common Information To european AIR) lancé fin 2008 et coordonné par AIRPARIF. L'objet de ce projet est de diffuser quotidiennement une information sur la qualité de l'air des principales villes européennes, basée sur des outils et des indicateurs communs au sein de l'Union. L'INERIS est en charge de fournir une prévision basée sur PREV'AIR mais affinée à l'échelle urbaine, sur les grandes villes européennes. Cette mission implique un développement méthodologique. « Il s'agit d'affiner la résolution à partir d'une simulation brute de PREV'AIR afin d'obtenir l'information souhaitée, indique Frédéric Meleux, coordinateur de PREV'AIR à l'INERIS. Les prévisions actuelles sont établies avec une résolution de 50 km sur l'Europe. L'année prochaine cette résolution sera réduite de moitié, ce qui constituera une avancée technique importante. »

* CITAIR 2 est soutenu par l'UE dans le cadre du programme INTERREG 4. Les programmes INTERREG ont pour but de favoriser les ententes régionales entre pays européens.

une connaissance accrue des sources d'émission, permettra d'élaborer des mesures et des stratégies de réduction de cette pollution, pour les pics comme pour la pollution de fond. »

Prévoir pour mieux comprendre

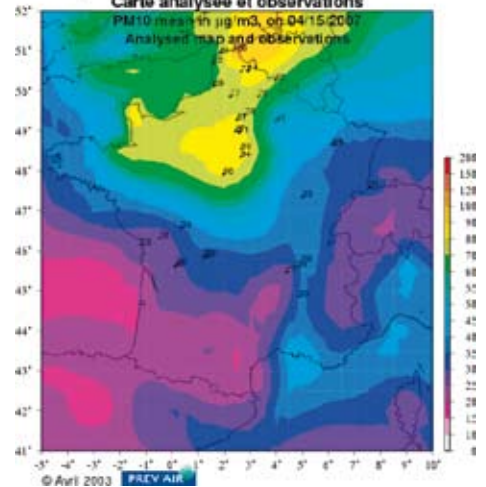
Si la modélisation de la formation et du transport des particules dans l'atmosphère constitue une priorité du Pôle Modélisation environnementale et Décision, dans un contexte de recherche, ses travaux s'inscrivent également dans un cadre plus opérationnel avec le développement du système national de prévision et de cartographie de la qualité, PREV'AIR (voir p. 7). La prévision constitue un outil essentiel dans la gestion des pics de pollution tant pour anticiper l'information du public que pour mieux appréhender les conditions de formation des phénomènes. L'analyse quotidienne des performances du système de prévision renseigne sur la nature même des origines des épisodes de pollution, qui peuvent être locales, transfrontalières, météorologiques, accidentelles... Trois facteurs essentiels conditionnent l'apparition de concentrations élevées de polluants atmosphériques : la situation géographique, les niveaux d'émissions de polluants et les conditions météorologiques. Un système de prévision de la qualité de l'air tel que PREV'AIR opère avec une résolution de l'ordre de 10 km sur la France. Il permet ainsi d'anticiper de manière satisfaisante ou avec des incertitudes connues, l'apparition d'épisodes de pollution caractérisés par des prévisions météorologiques de résolution comparable et des émissions moyennes recensées dans des inventaires généralement mis à jour annuellement. Les incertitudes du système sont beaucoup plus importantes en présence de phénomènes météorologiques très locaux ou lorsque les émissions s'écartent de la situation moyenne connue. L'analyse de ces erreurs, combinée avec l'analyse de données d'observation donnant accès à la composition des polluants atmosphériques, permet de comprendre l'origine des épisodes de pollution particulaire. Tel a été le cas en 2007 lorsque le système n'a pu annoncer ni reproduire des concentrations particulièrement élevées dont l'origine a été identifiée *a posteriori* en s'appuyant

sur des analyses physico-chimiques effectuées à l'initiative de l'INERIS sur la base des mesures et prélèvements fournis par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces analyses ont révélé des quantités exceptionnelles de nitrate d'ammonium, qui se forme à partir d'émissions d'oxydes d'azote et d'ammoniac. En cette période de l'année ces polluants sont émis par les activités d'épandages de fertilisants agricoles. En 2007, les températures particulièrement élevées pour la saison (près de 30 °C au mois d'avril) ont favorisé une évaporation massive de ces composés à partir des sols entraînant ainsi les concentrations exceptionnelles observées. « On s'est donc aperçu que PREV'AIR sous-estimait le flux de particules correspondant à l'épandage des engrais à un moment où l'élévation des températures favorise l'évaporation de ces produits », souligne Bertrand Bessagnet, responsable de l'unité Modélisation atmosphérique et cartographie environnementale. Cette unité a, depuis, lancé un nouveau programme de recherche avec l'INRA destiné à mieux comprendre et décrire les émissions d'origine agricole de composés azotés, pour une amélioration future des performances de PREV'AIR sur ce registre. De plus, cette étude a montré l'intérêt de mettre en place un dispositif de caractérisation de la composition des particules à activer en situation d'épisode. Un tel dispositif est aujourd'hui opérationnel, piloté par l'INERIS dans le cadre de ses actions au sein du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et mis en œuvre sur la base des mesures effectuées par les AASQA. Cette initiative est unique en Europe, et vient compléter certaines dispositions de la Directive du 21 mai 2008, qui prévoient la mesure des composés majoritaires des PM 2.5 sur des sites de fond : carbone (organique et élémentaire) et substances inorganiques solubles (nitrates, chlorures, sulfates, ammonium, sodium, potassium, magnésium, calcium).

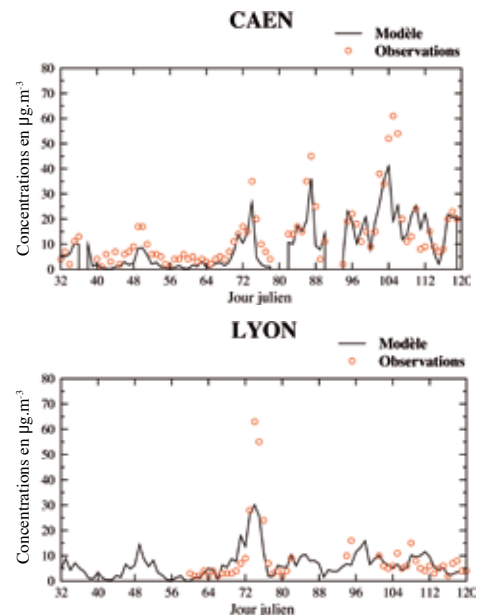
Pollution particulaire et réchauffement climatique : des priorités stratégiques

Le débat sur le réchauffement climatique a, par ailleurs, mis en lumière le rôle des aérosols atmos-

PM10 , moyenne journalière en µg/m3, le 15/04/2007



Moyenne journalière de PM 10 le 15 avril 2007.



Séries temporelles de PM 10 à Caen et Lyon entre le 1^{er} février et 30 avril 2007 simulées par le modèle CHIMERE et observées par le réseau de mesure national.

| SUITE PAGE 10 |

| RÉDUCTION DE L'ESPÉRANCE DE VIE |

Selon l'étude réalisée en 2002 par l'IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis), l'exposition aux particules PM 2.5 était à l'origine d'une réduction de l'espérance de vie de 473 jours en 1990 en raison du niveau de pollution de l'époque. Dans un rapport sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine publié en 2005, l'AFSSET estime que cette réduction pourrait être de 259 jours en 2010 si les émissions

diminuent de manière à respecter la législation actuelle et de 209 jours si tous les moyens techniques disponibles de contrôle des émissions étaient entièrement mis en application. Autrement dit, la réduction des émissions engendrerait un gain d'espérance de vie compris entre 214 et 264 jours suivant le scénario considéré.



**Frédéric Meleux, ingénieur,
Pôle Modélisation environnementale et Décision**

**« COUPLAGE DE LA MODÉLISATION ET DES OBSERVATIONS
SATELLITAIRES POUR AMÉLIORER LA PRÉVISION DES
ÉPISODES DE POLLUTION PARTICULAIRE »**



Pour améliorer la représentation cartographique de la qualité de l'air, les méthodes d'assimilation de données permettent de combiner résultats de simulations et observations, de façon à avoir un écart moindre entre les deux aux points de mesure. Ces travaux sur lesquels l'INERIS s'est investi depuis plusieurs années sont essentiellement basés sur des réseaux d'observation *in situ* répartis à la surface du sol. Plus récemment, des études sur le couplage de la modélisation numérique et des observations d'origine satellitaire ont été engagées par l'Institut dans le but d'améliorer les calculs par la prise en compte d'une spatialisation de l'observation au-delà du réseau des stations de surface gérées par les AASQA ou les laboratoires de recherche. Les rares études sur le sujet ont montré la pertinence de l'utilisation des données transmises par les capteurs des satellites d'observation de la Terre pour pallier certaines insuffisances des réseaux au sol, en particulier le manque d'information tridimensionnelle, ou l'observation en des zones non couvertes par les mesures *in situ* (les océans par exemple). En ce qui concerne les particules, la principale difficulté provient du fait que les satellites ne mesurent pas réellement une concentration, mais plutôt un coefficient d'extinction et une épaisseur optique atmosphérique. Ces travaux de recherche visent à comprendre le comportement des modèles sur l'ensemble de la troposphère *via* la conversion des épaisseurs optiques atmosphériques fournies

par les satellites en concentration intégrée de polluants particuliers. L'information spatiale 2D sert également à corriger les modèles en intégrant dans les simulations l'information transmise par le satellite afin d'inclure, dans la chaîne de modélisation, des émissions imprévisibles de polluants telles que celles liées aux feux de biomasse (citons le cas de l'été 2007 en Grèce...) très bien détectés par des capteurs embarqués sur des satellites. À l'issue de ces études qui conservent un caractère prospectif, l'INERIS avait identifié certains problèmes posés par les limites de la ressource satellite : observations inexploitable par temps nuageux, fréquence insuffisante des informations (1 à 2 passages par jour sur la France) pour suivre dans la journée l'évolution d'un épisode de pollution.

Initiés en 2006, ces travaux ont bénéficié du partenariat entre l'INERIS, le CNES et le Laboratoire d'optique atmosphérique, une unité mixte CNRS/Université des Sciences et Technologies de Lille. Cette collaboration a permis d'exploiter les données des missions PARASOL, TERRA (capteur MODIS) et CALIPSO. Ces satellites dédiés à l'étude de l'évolution du climat ont la particularité d'être intégrés dans une constellation de six engins (A-Train), qui se succèdent sur une orbite polaire héliosynchrone identique, de

telle sorte qu'ils observent les mêmes points terrestres à quelques minutes d'écart (15 secondes seulement entre CALIPSO et PARASOL). De surcroît, CALIPSO – dont les produits de visualisation ont été mis à la disposition de l'INERIS par le Pôle ICARE – est équipé d'un LIDAR, technologie météorologique permettant d'obtenir un profil vertical des teneurs de l'atmosphère en aérosols. Ces indications, relatives à l'altitude des polluants, complètent les données 2D (longitude, latitude) transmises par les autres satellites pour délivrer une image 3D du contenu en matière particulaire de l'atmosphère dans les zones ciblées.



Satellite CALIPSO développé en partenariat par le CNES et la NASA.

| QUALITÉ DE L'AIR, CLIMAT ET DÉVELOPPEMENT URBAIN |

Quel est l'impact des mégacités sur la qualité de l'air et le climat ? Comment cet impact évoluera dans le temps et dans l'espace ? Telles sont les questions auxquelles devront répondre les partenaires du projet CITIZEN lancé en novembre 2008 dans le cadre du 7^e PCRD (Programme-Cadre de Recherche et de Développement Technologique) de l'Union européenne. L'étude porte sur plusieurs zones : la plaine du Pô, le Benelux, Athènes, Istanbul, Le Caire et la Pearl Valley, en Chine. « Pour sa part, l'INERIS va travailler sur la Plaine du Pô, le Benelux, et les villes du pourtour méditerranéen, révèle Frédéric Meleux, en couplant le modèle CHIMERE avec un modèle global de l'Université d'Oslo. Dans un premier temps, nous réaliserons une étude

portant sur la décade 1999-2008 qui servira de base de référence pour la qualité de l'air dans ces zones géographiques. Des projections de niveaux de pollution atmosphérique seront ensuite effectuées pour les années 2020 et 2050 sur la base des scénarios d'émission élaborés par l'IIASA*. Ces scénarios prendront en compte des variables telles que la démographie, les modes de vie, différentes stratégies de réduction des émissions polluantes, afin d'imaginer l'impact du développement des villes de demain sur la qualité de l'air et le climat. »

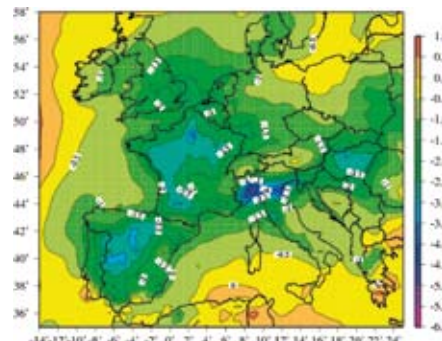
* International Institute on Applied Systems Analysis (Vienne, Autriche).

phériques auprès d'un large public jusque-là focalisé sur l'impact de l'ozone et plus généralement des gaz perturbateurs de l'effet de serre. Les études ont montré qu'en fonction de leur composition, les particules fines et ultrafines peuvent avoir des influences antagonistes sur le bilan radiatif terrestre (c'est-à-dire sur les capacités réchauffantes ou refroidissantes de l'atmosphère), en fonction de leur composition. Une certaine catégorie de particules a ainsi un « effet parasol » et filtre le rayonnement solaire, provoquant une diminution de la température au sol. À l'inverse, d'autres composés d'aérosols peuvent polariser le rayonnement solaire et contribuer au réchauffement terrestre. Les suies entrent dans cette catégorie. Le réchauffement peut également être provoqué de façon indirecte par la présence de particules dans l'atmosphère qui modifie les propriétés réfléchissantes des nuages ou de la surface du sol (albédo). Cela peut-être particulièrement sensible dans certaines régions du globe, comme l'Arctique, où le dépôt de particules carbonées entraîne la perte du pouvoir réfléchissant de la banquise et la fonte des glaces. « Dans le domaine de l'interaction climat-pollution particulaire, nos travaux portent, d'une part, sur l'impact des aérosols sur le changement climatique et, d'autre part, sur l'effet du changement climatique sur le comportement des particules », précise Frédéric Meleux, ingénieur au sein du Pôle Modélisation environnementale et Décision. Ainsi, l'INERIS travaille au développement d'un module intégrable au modèle de chimie-transport CHIMERE

qui permettra de calculer l'impact des concentrations particulaires sur le bilan énergétique solaire en fonction de la charge de l'atmosphère en différents polluants, dont les aérosols.

« À partir de ce bilan radiatif, on pourra déduire les évolutions de paramètres météorologiques tels que les champs de vent, les températures et les précipitations, poursuit Frédéric Meleux. Ces travaux s'effectuent dans le cadre d'une thèse conduite en collaboration avec le Laboratoire d'aérodologie, une unité mixte de recherche CNRS/ Université Paul-Sabatier de Toulouse. »

Réciproquement, l'Institut mène des travaux d'étude visant à identifier l'influence de l'évolution de différents paramètres climatiques sur les concentrations atmosphériques de particules : elles peuvent s'accumuler localement à cause de vitesses de vent plus faibles (conditions anticycloniques) et de la raréfaction des pluies ; les émissions de poussières telluriques auront tendance à augmenter en raison de l'accroissement de l'érodabilité des sols qu'engendre l'augmentation de la température et l'assèchement de la surface terrestre ; les émissions de polluants d'origine biotique (émis par la végétation selon la chaleur ambiante, tels l'isoprène ou les monoterpènes) précurseurs à la formation d'aérosols secondaires organiques devraient s'accroître du fait des hausses de température qui favoriseront aussi la volatilisation de certains composés polluants. Cette connaissance des relations complexes entre la pollution atmosphérique et



Changement des concentrations estivales de PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) simulées par CHIMERE pour la fin du siècle par rapport à leur niveau actuel.

le réchauffement climatique est un préalable à l'élaboration de mesures de gestion efficaces. « Toute la difficulté, et c'est à cela que l'on s'attelle dans l'équipe, est de trouver des mesures de réduction des émissions qui puissent agir sur les deux phénomènes, ajoute Laurence Rouil. Cela passe par une modélisation qui prendra en compte la composition et les conditions de formation des particules, sous différentes hypothèses d'évolution du climat. »

* « Analyse des liens à court terme entre pollution atmosphérique urbaine et mortalité dans neuf villes françaises », Institut de veille sanitaire, Paris, 2008, 41 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

** Ce dispositif fixe des seuils d'information et d'alerte du public à respectivement $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures.

| DES PARTICULES NOMBREUSES, COMPLEXES ET VARIÉES |

Poussières désertiques, cendres minérales, carbones imbrûlés, ammoniac, composés organiques. Les sources des 3 milliards de tonnes de particules microniques (ou aérosols) émises chaque année dans l'atmosphère sont nombreuses. On en distingue deux types : les particules primaires et les particules secondaires.

- Les **particules primaires** proviennent des sources naturelles et anthropiques. Parmi les sources naturelles figurent principalement l'érosion éolienne des sols (dont les aérosols désertiques, première source mondiale), les éruptions volcaniques, les embruns océaniques, les feux de forêt et la combustion de biomasse... Les sources anthropiques comprennent les installations de combustions industrielles (30 %), l'agriculture (30 %), le chauffage domestique (27 %), la circulation routière (11 %). Les aérosols primaires sont émis directement sous forme de particules, d'une taille supérieure au micron lorsqu'ils sont produits mécaniquement et inférieure au micron lorsqu'ils sont issus de processus de combustion.
- Les **particules secondaires** sont formées dans l'air par des processus chimiques complexes, notamment à partir de précurseurs gazeux tels que les oxydes de soufre et d'azote, l'ammoniac et les composés organiques. Les aérosols organiques secondaires (AOS) sont d'une taille généralement submicronique.

Sur le plan chimique, on distingue plusieurs types d'aérosols :

- Les espèces inorganiques secondaires : le sulfate, le nitrate et l'ammonium issus de l'oxydation dans l'atmosphère des oxydes de soufre et d'azote combinés avec l'ammoniac.

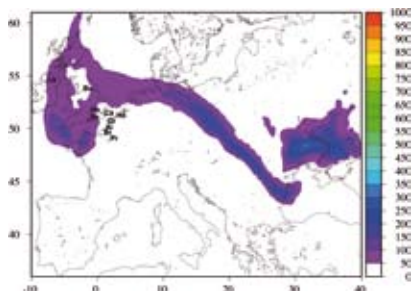
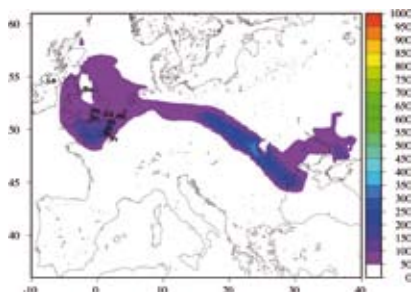
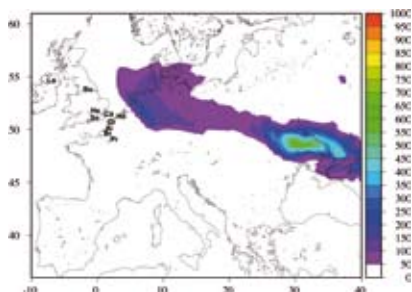
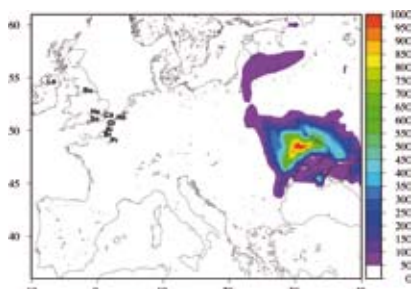
- Le carbone élémentaire (EC), ou carbone suie ou Black Carbon (BC) qui est un résidu de combustion.
- Le carbone organique (OC) présent dans des composés organiques issus notamment de combustions incomplètes ou formé par oxydation (AOS) dans l'atmosphère. Cette classe chimique comprend plusieurs centaines de composés organiques différents, comme les Hydrocarbures Polycycliques Aromatiques (HAP).
- Les composés minéraux et les sels issus de phénomènes d'abrasion et d'envols de poussières (chantiers, gravières, travail des sols en agriculture, érosion des routes et des sols, poussières désertiques, embruns, etc.).
- Les métaux provenant de processus d'abrasion (envolées de poussières, freinage des véhicules, etc.), d'émissions liées à des processus industriels et aux combustions (chauffages, incinérations, etc.).
- Les composés d'origine biogène : pollens, spores et divers micro-organismes constitués en général de grosses particules.

La réglementation distingue les PM 10 (diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$) et les PM 2.5 (diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$). Dans l'Union européenne, les PM 10 sont réglementées depuis 1996 (Directive cadre sur la qualité de l'air) et les PM 2.5 ont été intégrées à la nouvelle directive unifiée du 21 mai 2008. Leur temps de séjour dans l'atmosphère varie de quelques semaines (dans la troposphère) à quelques années (dans la stratosphère). Les différents types d'aérosols influent différemment sur les rayonnements traversant l'atmosphère et ont donc des impacts différents sur le climat.



Bertrand Bessagnet, ingénieur, responsable de l'Unité Modélisation atmosphérique et cartographie environnementale

« NOUS TRAVAILLONS À AMÉLIORER LES PERFORMANCES DU MODÈLE CHIMERE »



Évolution du panache de poussières Ukrainiennes (concentrations en $\mu\text{g m}^{-3}$) du 23 mars au 25 mars 2007.

L'événement a débuté en fin de matinée le 23 mars 2007 en Ukraine.

Acteur reconnu par la communauté scientifique dans le domaine de la qualité de l'air, l'INERIS s'attache aujourd'hui à faire progresser l'état des connaissances qui permettra d'améliorer les performances de la modélisation particulaire.

« Un des enjeux majeurs de la modélisation des particules est de parvenir à mieux comprendre et à prévoir de manière fiable la formation des aérosols organiques secondaires (AOS) dont la taille est en général inférieure à $2,5 \mu\text{m}$, afin d'élaborer des stratégies de réduction de cette pollution à la source, souligne Bertrand Bessagnet. Cette difficulté constitue actuellement le point faible de nos modèles. Les aérosols secondaires sont formés par l'oxydation de composés organiques volatils, donc gazeux, émis par la végétation et les activités humaines. Une partie de nos travaux est ainsi particulièrement centrée sur la caractérisation des émissions d'ammoniac ».

L'INERIS et l'Institut Pierre-Simon-Laplace (IPSL-CNRS) développent le modèle CHIMERE, l'un des modèles de chimie-transport sur lesquels s'appuie le système PREV'AIR, afin d'en améliorer les capacités prévisionnelles. Alors que l'IPSL travaille plus particulièrement sur la modélisation en phase gazeuse et sur la dynamique et le transport des poussières désertiques, l'INERIS a en charge les développements relatifs aux polluants particulaires. Les espèces modélisées sont les principales espèces constitutives des particules, à savoir : les nitrates, les sulfates, et l'ammonium, les espèces organiques secondaires, les particules primaires anthropiques, les poussières naturelles et les sels marins.

Les travaux en cours visent en particulier à mieux prendre en compte les AOS. Contrairement aux espèces primaires émises par des sources directes naturelles (embruns marins, poussières minérales...) biogéniques (pollens, fumées d'incendie, virus...) ou anthropiques (combustion des énergies fossiles notamment), les aérosols secondaires, particulièrement nombreux dans l'air, résultent de réactions complexes d'oxydation dans l'air.

Par ailleurs, des publications récentes

ont montré la possibilité d'une conversion des espèces primaires organiques en secondaires par des processus d'évaporation/oxydation des espèces semi-volatiles émises par des processus de combustion.

L'étude du comportement du modèle pour simuler d'importants épisodes de pollution particulaire tels que ceux survenus au printemps 2007 ou durant les hivers 2007 et 2008 conditionne le choix des priorités d'amélioration à apporter au modèle, et permet d'envisager de nouvelles interprétations sur l'origine de ces épisodes. Fin mars 2007, la comparaison entre les événements réels et les prévisions quotidiennes réalisées par CHIMERE a mis en évidence un écart entre les simulations du logiciel et l'évolution réelle d'un panache de poussières caractérisé par une composition inhabituelle et une concentration 10 fois supérieure au bruit de fond généralement relevé au-dessus du nord-ouest de la France. Les analyses d'échantillons ont montré que ces aérosols ne provenaient pas du Sahara comme l'avaient affirmé plusieurs experts en première hypothèse. Une étude allemande a émis la possibilité qu'une tempête en Ukraine était à l'origine de cet événement en soulevant une grande quantité de poussière tellurique. L'INERIS, en collaboration avec l'IPSL, a confirmé cette hypothèse, également mise en évidence par les données issues du LIDAR embarqué sur le satellite d'observation CALIPSO. En effet les terres arables de l'Ukraine, le chernozem, sont extrêmement érodables. Une modélisation plus fine et une étude de sensibilité réalisée avec le modèle CHIMERE ainsi que l'étude des rétro-trajectoires des masses d'air ont permis de vérifier que les concentrations observées en France provenaient bien d'Ukraine... une première en Europe ! Une meilleure prise en compte de la variabilité spatiale et temporelle des sources d'émissions de poussières, quelle que soit leur origine (naturelle, agricole) fait partie des développements prioritaires entrepris par l'INERIS dans le cadre du développement du modèle CHIMERE.

ÉDITO



Activités humaines et processus naturels conduisent chaque année à l'émission et à la formation de plusieurs milliards de tonnes d'aérosols dans l'atmosphère. Leurs effets néfastes sur la santé humaine, leur impact sur l'environnement et l'équilibre climatique de la planète constituent désormais une

évidence qui justifie une accélération des travaux de recherche sur le sujet. De leur côté, les décideurs publics ont pris de nouveaux engagements afin de renforcer les normes de qualité de l'air, à commencer par l'Europe, qui fixe désormais aux États-membres un objectif de réduction de l'exposition aux particules fines d'un diamètre inférieur à 2,5 µm. Ces nouveaux objectifs européens en termes de valeur cible de concentration à ne pas dépasser ont été renforcés en France, conformément aux préconisations du Grenelle de l'Environnement. De plus, le dispositif d'information au public, déjà opérationnel sur l'ensemble du territoire pour des polluants comme l'ozone, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre, a été étendu aux particules en suspension dans l'air ambiant. Mais en complément de ces actions de surveillance et d'information, il reste beaucoup à comprendre sur les processus de formation et de transport des polluants particuliers dans l'atmosphère. Cette connaissance est indispensable pour mieux cibler les méthodes de surveillance et identifier les actions les plus efficaces de réduction des impacts sanitaires et environnementaux de la pollution atmosphérique. L'INERIS contribue activement à ces différents volets. L'Institut participe à l'évaluation des moyens de mesure des particules atmosphériques et s'implique sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux particules de tout type et de toute dimension. Son rôle sur le volet recherche est moins connu, mais fait l'objet d'une activité soutenue au sein de la communauté internationale. Comment mettre en œuvre différents moyens d'observation (*in-situ*, satellites) et de simulation pour prédire et analyser les niveaux de particules actuels et futurs, sous l'effet des possibles politiques de gestion et de facteurs externes tels que le réchauffement climatique ? Comment réduire les incertitudes de cette démarche ? Autant de questions passionnantes qui ne disposent toujours que de réponses partielles, et qui constituent un véritable challenge pour les équipes de l'INERIS et son réseau de partenaires scientifiques nationaux et internationaux... Une activité en pleine expansion !

Laurence ROUIL

Responsable du Pôle Modélisation
environnementale et Décision

BRÈVES

L'INERIS, acteur du dispositif Nano-INNOV

Le plan « Nanotechs » Nano-INNOV, présenté le 5 mai 2009 par Valérie Péresse, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, consacra 70 millions d'euros en 2009 pour mettre en place une stratégie d'innovation dans les nanotechnologies. Pour assurer une allocation pertinente et efficace des crédits de Nano-INNOV un comité de pilotage a été constitué, composé de trois collèges d'égale représentation (nanosciences, nanotechnologies, industriels). Ce Comité, dans lequel l'INERIS est représenté (collège nanotechnologies) aura un rôle de coordination et de proposition dans l'élaboration de projets de recherche collectifs au plan national ou européen ainsi qu'en matière d'amélioration de la connais-

sance du grand public sur les nanotechnologies, leurs utilisations et leur gouvernance. L'INERIS est engagé depuis plusieurs années dans la dynamique de recherche pour un développement maîtrisé des nanotechnologies. En association avec d'autres organismes publics ou partenaires industriels, il participe à plusieurs programmes concernant la toxicologie, l'écotoxicologie ainsi que la mise au point de méthodes de mesures et l'étude des conditions de sécurisation des installations de production. La nanotoxicologie constitue, par ailleurs, la thématique centrale d'un nouvel accord de collaboration signé avec le CEA pour la période 2008-2011.

La contribution de l'INERIS saluée par Chantal Jouanno

Nommée Secrétaire d'État à l'Écologie, en janvier 2009, Chantal Jouanno, a réservé sa première visite institutionnelle à l'INERIS. Ainsi, le 6 mars dernier, à l'occasion d'un parcours à travers les laboratoires et plates-formes d'essais du site de Verneuil-en-Halatte, elle a pu prendre connaissance des activités et des projets de l'INERIS sur plusieurs sujets qui constituent des lignes d'action prioritaires pour le Ministère. Lors de son allocution, Chantal Jouanno a réaffirmé la contribution essentielle de l'Institut aux efforts qui seront déployés, notamment dans les domaines des nanotechnologies, des ondes électromagnétiques et des risques industriels. S'agissant de ces deux dernières thématiques, elle a annoncé la mise en place, avant l'été 2009, de tables-rondes réunissant, dans une formation de type « Grenelle », toutes les parties prenantes. C'est ainsi que s'est ouverte le 23 avril une concertation sur les questions liées à la téléphonie mobile (portables et

antennes) à laquelle était associé l'INERIS au titre des organismes publics travaillant sur le sujet. Au lendemain de cette première réunion, un service national d'assistance sur les champs électromagnétiques était mis en service par l'INERIS afin de répondre aux attentes des collectivités locales (Lire page 16). Présidée par Jacques Vernier, qui occupe, entre autres fonctions, la Présidence du Conseil d'administration de l'INERIS, la table-ronde sur les risques industriels a débuté le 19 mai 2009. Objectifs : dégager des voies de progrès dans la gestion et la réduction des risques.



Priorité à l'accueil de chercheurs étrangers

L'ouverture à l'international est inscrite dans les orientations stratégiques de l'INERIS avec notamment pour axe prioritaire le développement de l'accueil de chercheurs étrangers. En mars 2009, c'est un chercheur hongrois de renommée internationale, Georges Thuroczy, qui a rejoint le Laboratoire de toxicologie expérimentale de l'INERIS, pour une durée de deux ans. Âgé de 50 ans et titulaire d'un doctorat en Biophysique, Georges Thuroczy dirige le Département des Rayonnements Non Ionisants au sein de l'Institut National de Radiobiologie et de Radiohygiène (INRR), à Budapest. Ses équipes, regroupant 10 chercheurs et ingénieurs, focalisent leurs travaux sur l'étude

des rayonnements optiques et laser ainsi que les effets des champs électromagnétiques (CEM), un domaine pour lequel il existe une forte complémentarité avec les recherches menées à l'INERIS. Les thèmes sur lesquels Georges Thuroczy travaille actuellement concernent l'expométrie individuelle aux champs électromagnétiques (RF) et d'extrêmement basse fréquence (ELF - Fréquence du secteur 50Hz) incluant notamment une étude de surveillance de l'exposition aux ELF électromagnétiques en lien avec les études épidémiologiques sur la leucémie de l'enfant, des études cliniques chez l'homme sur le système auditif, des études génotoxiques *in vitro*. À l'INERIS, il exercera

ses activités de recherche aux côtés de René de Seze, un expert reconnu dans ce domaine. Leur collaboration portera sur les mécanismes d'action des CEM sur le cerveau du rat, les échanges thermiques et la vascularisation cutanée superficielle et cérébrale profonde chez l'homme exposé aux champs RF des téléphones, des études cliniques chez les sujets hypersensibles aux CEM, la caractérisation de dosimètres individuels et, enfin, l'aide à la conception de systèmes d'exposition chronique (corps entier) au sein de la nouvelle animalerie expérimentale ANIMEX.

La base de données B.D.P. Sorp-Bio sur le net

Dans la problématique des sites et sols pollués, la connaissance des mécanismes de mobilisation et de transferts des polluants est une étape essentielle car elle conditionne les futures mesures de gestion du site. La panoplie des outils de modélisation disponibles constitue une réponse pour concevoir les bases de cette connaissance à condition de veiller à la bonne qualité des données d'entrée. C'est pour répondre à cette problématique que l'INERIS a développé la base de données B.D.P. Sorp-Bio, désormais accessible sur le site Internet [<http://www.ineris.fr/transpol/>]. L'objectif est de mettre à la disposition des modélisateurs et des gestionnaires de sites pollués des informations relatives aux paramètres de dégradation et de sorption pour 31 substances organiques, HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)

et COHV (Composés Organiques Halogénés Volatils). Les valeurs rapportées dans cette base sont issues de la littérature scientifique et résultent de nombreuses recherches sur le comportement des polluants dans les sols et les eaux. Lorsque le contexte de l'étude est similaire à celui pour lequel la valeur a été estimée (conditions redox, lithologie, teneur en carbone organique...), ce recueil de données permettra au modélisateur d'obtenir des domaines de variations (minimum et maximum) adaptés à ses besoins. B.D.P. Sorp-Bio peut également se révéler utile pour déterminer qualitativement si les mécanismes de sorption et de dégradation sont prépondérants pour le site et la substance d'intérêt. La base de données sera actualisée deux fois par an.

Documents en ligne sur www.ineris.fr

Rapport Annuel INERIS

Le rapport annuel 2008 vient de paraître. Reflet de l'action de l'INERIS dans les domaines de la recherche, de l'appui aux pouvoirs publics, de l'expertise réglementaire et de l'expertise conseil et formation, il présente les principaux indicateurs, chiffres clés et faits marquants de l'année 2008.

Gestion des risques au sein des sites industriels multiexploitants

Ce rapport traite des conventions - contrats de droit privé passés entre tout ou partie des exploitants - et de leur apport dans le processus d'amélioration continue de la maîtrise des risques, plus particulièrement aux interfaces de plusieurs exploitants (installations et/ou activités).

Fiches pratiques : intégration de la probabilité dans les études de dangers

Sept fiches techniques sont présentées dans ce guide. Elles rappellent les exigences réglementaires en termes d'évaluation probabiliste et donnent des règles de bonnes pratiques pour conduire l'estimation de la probabilité d'occurrence des phénomènes dangereux et des accidents potentiels.

Laurence Rouil rejoint les instances du PREDIT 4

La quatrième édition du PREDIT (*) a été officiellement lancée en février 2009, avec l'annonce de la composition des différentes instances d'orientation du Programme et la présentation des axes de travail. Échelonné sur la période 2008-2012, le Programme met en œuvre six thématiques prioritaires faisant intervenir six groupes d'experts dits « groupes opérationnels ». Dans la droite ligne des orientations fixées par le Grenelle, le défi des émissions de gaz à effet de serre et de la qualité de l'environnement figurent parmi les objectifs majeurs sur lesquels se penchera le groupe « Énergie et environnement ». L'INERIS en sera l'un des acteurs en la personne de Laurence Rouil, Responsable à l'Institut du Pôle Modélisation environnementale et Décision, qui a été nommée vice-présidente de ce groupe.

(*) Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres, initié et conduit par les ministères chargés du développement durable, de l'industrie, de la recherche, l'ANR, l'ADEME et OSEO.

Constitution des bilans annuels de vente pour la nouvelle redevance phytosanitaire

Le ministère chargé de l'Écologie (MEEDDAT) met à la disposition des distributeurs agréés de produits phytosanitaires un nouveau site Internet afin de les aider à satisfaire à leurs obligations dans le cadre de la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques. En effet, ces derniers sont désormais tenus de procéder, chaque année, à une déclaration au titre de la redevance pour pollutions diffuses et d'établir un bilan annuel des ventes de produits phytosanitaires. Créé dans le but de simplifier leurs démarches grâce à une procédure unique accessible en ligne, le site a été élaboré en partenariat avec les Agences et Offices de l'Eau, l'ONEMA et l'appui technique de l'INERIS. Conçu et réalisé par l'INERIS, cet outil d'aide à la saisie des bilans annuels marque le prélude d'une série d'actions qui engageront

l'Institut dans les prochains mois : construction de la Banque Nationale des Ventes de produits phytosanitaires par les distributeurs agréés, appui technique pour les calculs de redevance par les agences, diffusion de données vers le calculateur d'indicateurs NODU mis en place dans le cadre du plan ECOPHYTO 2018, préparation des arrêtés substances 2009, mise en place de la prochaine campagne de collecte. Par cette action, l'Institut renforce la place qu'il occupe déjà dans le développement et l'administration de bases de données et autres sites de déclaration ayant trait notamment aux émissions polluantes d'origine industrielle ou agricole (Registre Émissions Polluantes).

Pour en savoir plus : <http://redevancephyto.developpement-durable.gouv.fr/>

La surveillance microsismique mise à l'épreuve

L'effondrement attendu d'une cavité souterraine, réalisée par dissolution de sel dans la concession minière Solvay, de Cerville-Buissoncourt (Meurthe et Moselle), a eu lieu le 13 février 2009. L'événement a constitué le point d'orgue d'une expérimentation à grande échelle conduite dans le cadre des travaux de recherche du GISOS (*). Associé dès 2005 à cette vaste étude, il s'agissait pour l'INERIS de valider l'efficacité des techniques de surveillance qui pourront ensuite être utilisées dans des situations de prévision et d'alerte précoce face à un risque d'effondrement. La cavité étudiée, d'environ 150 m de diamètre et 40 m de hauteur, a été créée par l'exploitant du site, Solvay Carbonate France, dans le gisement salifère lorrain, situé entre 200 et 280 m de profondeur. Cet effondrement fait partie intégrante de la méthode d'exploitation, qui consiste à extraire le sel par dissolution, effondrer les terrains de couverture et réaménager au final la surface en plan d'eau. Le réseau d'écoute microsismique

associé à des mesures de déplacement de la surface du sol, mis en œuvre sur le site par l'INERIS, a permis d'informer des périodes de « crise » dans l'évolution de la cavité et de fournir des signes précurseurs de son effondrement. Les résultats obtenus mettent en évidence l'intérêt d'un tel dispositif dans des contextes de cavités abandonnées où la sécurité des personnes et des biens et la protection de l'environnement peuvent être menacées.

(*) Le GISOS (Groupement d'Intérêt Scientifique sur l'Impact et la Sécurité des Ouvrages Souterrains) associe l'INERIS, le BRGM, l'INPL et l'ENSMSP.



Une réflexion multi-acteurs

Le cycle de rencontres initié par l'INERIS, en 2008, avec les représentants des ONG et associations de consommateurs s'est révélé extrêmement fructueux. Ces rendez-vous ont notamment mis en évidence la difficulté de partager les résultats d'un programme de recherche en l'absence de consensus ou à défaut d'échanges sur la question abordée dans le programme. Dans la continuité de cette démarche, l'INERIS a réuni, le 19 juin dernier, à l'occasion

d'une journée de réflexion, près de 60 personnes parmi lesquelles des élus, représentants d'ONG et associations, syndicats, industries et experts scientifiques. Une dizaine de personnes, issues des différents groupes de parties prenantes, ont été associées à l'élaboration du contenu de cette journée construite autour de trois ateliers thématiques : nouvelles technologies, risques émergents et enjeux de la toxicologie et de l'écotoxicologie. Les travaux et échanges ont

constitué des points d'appui pour identifier des priorités scientifiques et techniques à développer en 2010, de façon à ce que l'Institut réponde encore mieux aux attentes de la société civile et de ses différents partenaires. Ils ont également permis d'esquisser le contour d'une future instance consultative, ouverte à l'ensemble des parties prenantes, et dont l'objectif serait de contribuer à la définition des priorités scientifiques et techniques de l'Institut.

Agenda

Exposition Nanomondes

Du 7 avril 2009 au 3 janvier 2010, Cap Sciences à Bordeaux

Une exploration inédite, ludique et interactive de l'infiniment petit, coproduite par la Casemate (Grenoble), Cap Sciences (Bordeaux), la Cité des sciences & de l'industrie (Paris), avec le concours du CNRS, de l'INERIS, du CEA et d'ARKEMA.

En savoir plus : www.cap-sciences.net

International Symposium on Toxicity Assessment (ISTA 14)

Du 30 août au 4 septembre 2009, Université de Metz

L'INERIS co-préside ce symposium, qui sera l'occasion de faire le point sur les avancées dans le domaine de l'évaluation de la toxicité et de l'écotoxicité des substances chimiques.

En savoir plus : www.univ-metz.fr/recherche/ista14

EnviroRisk 2009

Les 7 et 8 octobre 2009, Europôle de l'Arbois à Aix-en-Provence

Forum de la gestion des risques environnementaux, technologiques, naturels : 120 experts, 30 ateliers, 2 plénières.

En savoir plus : www.enviro-risk-forum.com

Colloque Adebitech « Eau et polluants émergents »

Du 20 au 22 octobre 2009, Parc technologique biocitech à Romainville (93)

Thématique : apport des biotechnologies à l'analyse des polluants émergents.

En savoir plus : www.adebitech.org