



Direction des Études Économiques
et de l'Évaluation Environnementale

Recherche Environnement

L'EXPOSITION AUX POLLUANTS ATMOSPHERIQUES Les apports du programme PRIMEQUAL-PREDIT

SOMMAIRE

p.1 : Exposition aux polluants
atmosphériques
*Les apports du programme
Primequal-Predit*

p.3 : Qualité de l'air intérieur :
l'exemple du benzène

L'eutrophisation des eaux marines
Annonce de séminaire

p.4 : Utilisation des radars pour la
prévision des crues

Dès sa mise en œuvre en 1995 le programme PRIMEQUAL/PREDIT a mis l'accent sur la nécessité d'approfondir les connaissances sur l'exposition de la population aux polluants atmosphériques. Cette recherche d'une meilleure évaluation de l'exposition aux plans qualitatif et quantitatif correspond à une demande forte à la fois des épidémiologistes et des évaluateurs de risques ainsi que des décideurs qui souhaitent apprécier l'efficacité des mesures réglementaires et détecter les situations préoccupantes au regard des normes sanitaires environnementales.

Au cours des cinq années d'existence de ce programme, près de 40 projets se sont inscrits sous le thème « mesure des aéro-contaminants et évaluation de l'exposition ». Par ailleurs, plusieurs travaux épidémiologiques classés sous le thème « risques sanitaires », comportent un volet « évaluation de l'exposition » conséquent qui sera examiné ici.

Les travaux soutenus par le programme peuvent être regroupés en trois grandes catégories :

1) **La recherche d'une meilleure estimation de l'exposition collective des populations grâce à une utilisation optimisée de données issues des réseaux de surveillance de la qualité de l'air et à une connaissance plus complète de la qualité du milieu atmosphérique résultant de la mesure de nouveaux polluants physico-chimiques et biologiques (pollens) et de l'utilisation de bioindicateurs végétaux.**

L'application de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie a conduit à un développement de la

surveillance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire. Les résultats de cette surveillance, effectuée en continu sur des stations fixes, constituent une base de données riche et validée. Cependant la question se pose de savoir dans quelle mesure ces données fournissent une représentation fidèle de l'exposition des populations, dans le présent ou pour reconstituer une exposition passée. Dans les études épidémiologiques rétrospectives sur les effets à long terme de la pollution atmosphérique, la reconstitution de l'exposition des participants repose essentiellement sur des données de la surveillance environnementale et présente toujours de réelles difficultés. Elle doit en effet se faire à partir de données sur un nombre limité de polluants mesurés selon des technologies différentes de celles actuellement utilisées et sur des sites de mesures souvent disparus ou dont les critères d'implantation ne correspondent plus aux normes actuelles. Tous les projets soutenus montrent la nécessité de renforcer les travaux d'expertise statistique et de modélisation pour exploiter et analyser les données des réseaux de surveillance en vue de la construction d'indicateurs d'exposition performants ; à cet effet, il apparaît souhaitable de développer des systèmes d'information géographique intégrant des données de pollution (émissions et immissions) et des bases cartographiques d'occupation des sols et de population.

D'autre part, si la surveillance de la qualité de l'air s'est largement diversifiée pour tenir compte de l'évolution des formes de pollution, des recherches sont encore nécessaires dans plusieurs domaines et notamment

n°4/2001

Avril
2001

Directeur de la Publication :
Benoît Lesaffre

dans ceux relatifs à la caractérisation des particules fines en suspension et à l'identification plus complète des composés organiques volatils ou semi-volatils qu'ils soient d'origine urbaine ou associés à des activités agricoles (pesticides).

La bio-indication végétale complète les investigations purement chimiques et présente plusieurs atouts tels que la souplesse d'utilisation ainsi qu'un coût en général modeste de mise en œuvre. Elle fait appel, soit à des organismes bio-accumulateurs qui se prêtent bien à une surveillance à moyen et long terme, soit à des organismes bio-indicateurs qui peuvent être utilisés comme organismes « sentinelles ».

2) Une meilleure appréciation des niveaux de pollution dans différents micro-environnements afin de disposer des éléments de connaissance nécessaires pour accéder à une évaluation indirecte de l'exposition par combinaison de ces données avec les budgets espace-temps des populations.

Les recherches spécifiques à la pollution à l'intérieur des bâtiments et l'influence du tabagisme n'entraient pas dans les objectifs du programme, cependant ces pollutions pouvaient être prises en compte pour la détermination des expositions globales. De ce fait, les études soutenues portent essentiellement sur les relations entre la pollution atmosphérique extérieure, notamment d'origine automobile et l'aéro-contamination à l'intérieur des locaux ou des moyens de transport.

L'ensemble des mesurages effectués dans des écoles devrait permettre de mieux évaluer l'exposition aux polluants atmosphériques des enfants en milieu scolaire et d'apporter des éléments de connaissance pour proposer, quand c'est nécessaire, des moyens de protection contre la pollution extérieure, par le contrôle des paramètres qui ont une influence certaine sur la pénétration des polluants, tels que la gestion de la ventilation et de l'ouverture des fenêtres.

D'autre part, la situation du citoyen au cours de ses déplacements quotidiens dans les moyens de transport mérite une attention particulière puisqu'il est alors soumis, de façon directe ou indirecte, aux émissions automobiles, quelquefois pendant plusieurs heures. La mise au point, de modèles simplifiés, actuellement en cours de développement, faciles à mettre en œuvre et permettant de rendre compte des forts gradients de pollution existant à l'intérieur d'une ville selon le trafic de

proximité, les conditions météorologiques, la topographie du site et l'altitude du lieu d'exposition, est attendue par les épidémiologistes travaillant sur l'impact de la pollution atmosphérique d'origine automobile.

3) La réalisation de mesurages individuels au moyen de dispositifs portables, éventuellement en association avec le dosage de biomarqueurs, dans divers échantillons de population afin d'accéder à une évaluation encore plus précise des expositions, d'en connaître les principaux déterminants et, à terme, de valider des modèles d'exposition.

Afin d'identifier les principaux déterminants de cette exposition individuelle, ces mesures s'accompagnent en général d'un recueil, par questionnaire, de données sur le mode de vie des participants ainsi que de mesurages dans leur habitat et sur le lieu de travail ou d'étude.

L'approche par utilisation de biomarqueurs n'est jusqu'à présent mise en œuvre dans l'environnement général que pour un nombre limité de polluants tels que le monoxyde de carbone et le plomb.

La surveillance de la qualité de l'air a profondément évolué dans notre pays ces dernières années : les faits marquants sont la diversification des indicateurs de pollution mesurés et l'intégration, en complément des mesurages toujours indispensables, de diverses méthodes d'investigation permettant de mieux cerner l'exposition réelle des populations. Ainsi, d'une perspective générale de la qualité de l'air appréciée par des indicateurs plutôt globalisants, on s'oriente vers une approche plus fine et plus individualisée qui vise à restituer l'exposition « vraie » subie par différentes catégories de populations en fonction de leur mode de vie.

Dans ce contexte nombre de projets ont porté sur des développements métrologiques qui concernent à la fois des analyseurs destinés à la surveillance environnementale de nouveaux polluants ainsi que des dispositifs portatifs utilisés pour la mesure de l'exposition individuelle. Les polluants concernés sont de nature physico-chimique (particules fines, composés organiques volatils, pesticides) et biologique (pollens). Différents projets utilisant des bio-indicateurs végétaux ont également été soutenus.

Le programme apporte également des éléments de connaissance importants sur les méthodes à promouvoir pour utiliser au mieux les données de surveillance afin d'estimer l'exposition des populations. Enfin, plusieurs études ont comporté des mesures individualisées de l'exposition par des approches directe (mesurage portatif et/ou dosage de biomarqueurs) et indirecte (par modélisation statistique et/ou physique).

Pour l'avenir, il convient d'insister sur le nombre encore très insuffisant en France d'études d'exposition individuelle ainsi que de travaux concernant l'exposition aux polluants d'origine endogène dans les bâtiments, qui n'entraient pas dans les objectifs du programme actuel. C'est un point important qui sera à examiner en liaison avec l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur récemment créé.

Contact :

pascale.ebner@environnement.gouv.fr

Qualité de l'air intérieur : l'exemple du benzène

Le benzène est un polluant préoccupant en raison de son caractère cancérigène et de sa présence ubiquitaire dans l'environnement.

L'INERIS a mené, en 1999, auprès de 21 enfants de l'agglomération rouennaise âgés de 2 à 3 ans et de leurs parents, une étude sur l'exposition au benzène. L'objectif était double : évaluer, à l'aide de bioindicateurs urinaires, une éventuelle surexposition à ce polluant des enfants et, le cas échéant, en analyser les causes.

La mesure des expositions a été effectuée à partir de prélèvements dans l'atmosphère des crèches et des logements, réalisés au moyen de capteurs passifs, du lundi matin au vendredi soir. Les concentrations extérieures ont été mesurées ou évaluées à partir de la concentration en monoxyde de carbone sur la même période. Les bioindicateurs étudiés ont été les métabolites urinaires du benzène, acide muconique et hydroquinone, dosés dans les urines collectées matin et soir pendant 5 jours chez les adultes (non-fumeurs) et les enfants.

Cette étude a confirmé ce qui avait déjà été mis en évidence dans les précédentes études de l'INERIS à savoir que le benzène est présent en plus grande concentration dans l'air intérieur que dans l'air extérieur, qu'il s'agisse des crèches ou des logements. Les métabolites du benzène ont été retrouvés dans 85 à 100% des échantillons urinaires. A exposition égale, ces métabolites sont excrétés de façon significativement plus importante chez les enfants, l'augmentation de la ventilation liée à l'activité physique des enfants étant probablement à l'origine de cette hausse.

Cette étude montre la faisabilité de l'utilisation de l'acide muconique et de l'hydroquinone comme indicateurs d'exposition environnementale au benzène. Elle conforte l'hypothèse d'une surexposition, dans certains cas au moins, de l'enfant, même si des facteurs de confusion ne sont pas à exclure comme l'ingestion d'acide sorbique pour l'acide muconique. La similitude des résultats obtenus pour chaque métabolite plaide cependant pour une explication environnementale de la différence observée entre adulte et enfant.

Contact : andre.cicolella@ineris.fr

Un rapport de l'IFREMER à la DG XI : "L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France"

Par "eutrophisation", on retiendra la notion d'état enrichi à un point tel qu'il en résulte des nuisances pour l'écosystème, et donc pour l'homme. S'appuyant sur les équations chimiques moyennes de la synthèse, puis de la dégradation de la matière organique en mer, cette définition opérationnelle privilégie donc les conséquences néfastes de l'enrichissement, c'est-à-dire la production d'une biomasse algale excessive, voire déséquilibrée au point de vue biodiversité, et l'hypoxie plus ou moins sévère qui résulte de la dégradation de cet excès de matière organique.

Les manifestations de l'eutrophisation marine côtière peuvent classiquement prendre deux grands types d'apparence, selon que les algues proliférantes sont planctoniques ou macrophytiques ; les deux formes se rencontrent en France.

La surveillance de l'état d'eutrophisation fait classiquement appel aux paramètres chimiques trahissant le degré de dysfonctionnement de l'écosystème : l'oxygène dissous et la quantité de phytoplancton estimée par la concentration de chlorophylle. Comme on estime à 5 mg/l la teneur en oxygène dissous en dessous de laquelle débute la souffrance de l'écosystème, et à 2mg/l celle qui marque l'entrée dans le domaine de l'hypoxie grave, il s'avère que les panaches eutrophisés de la Seine et de la Loire ne sont pas encore au stade du début de souffrance ; par contre, la baie de Vilaine s'y retrouve fréquemment, et subit sporadiquement des hypoxies graves mais courtes. En prenant 20µg/l de chlorophylle a comme valeur seuil à partir de laquelle on peut dire qu'il y a une eutrophisation avérée en zone côtière, on peut dire que le panache de la Seine, et parfois ceux de la Vilaine et de la Loire montrent de nets épisodes d'eutrophisation ; la zone Nord-Pas de Calais nécessite pour son suivi l'adjonction à la chlorophylle du dénombrement de *Phaeocystis*, peu riche en chlorophylle.

Pour les macroalgues, il semble que le suivi des espèces proliférantes permettra de se replacer sur une échelle d'eutrophisation croissante. La cartographie des biomasses en dépôt par photographie aérienne sur l'estran, ou imagerie subaquatique dans le proche infratidal, reste le seul moyen

d'évaluer les biomasses produites chaque été.

(Le rapport intégral est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www.ifremer.fr/envlit/documentation/documents.htm#6>)

Un séminaire du programme "Concertation, Décision et Environnement".

Les enjeux du développement des NTIC en matière de concertation et de décision dans le champ de l'environnement.

Le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) pourrait avoir dans le futur, un impact majeur sur des aspects cruciaux des processus de décision et de concertation.

Le séminaire du **12 juin** prochain a pour but de cerner les enjeux à la fois pratiques et scientifiques en ce domaine.

La première intervention, faite par Christian Brodagh, tentera de répondre à la question suivante : "*Comment les besoins d'information des acteurs du développement durable interpellent-ils le développement et la recherche en matière de NTIC ?*"

La seconde, "*Les NTIC : des objets scientifiques à construire*" (Yves Jeanneret), s'attachera à montrer que, loin des perceptions caricaturales des laudateurs ou des détracteurs des NTIC, différentes approches scientifiques les (re)construisent chacune à sa manière pour en faire un objet de recherche et focalisent le questionnement selon leurs perspectives propres.

Le séminaire aura lieu
le mardi 12 juin
de 14 heures à 18 heures
à l'ENGREF, 19 avenue du Maine,
75015 Paris

Contact :

martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr

Utilisation des radars pour la prévision de crues et la gestion de l'assainissement

Les données des radars météorologiques permettent de localiser et d'assurer un suivi des précipitations : les radars ne détectent pas les nuages mais détectent que la pluie tombe, ils peuvent en apprécier qualitativement l'intensité et prévoir en partie son évolution. L'objectif de la communauté de recherche concernée est de mieux quantifier la pluie tombée à un endroit, de réduire les incertitudes liées au signal du fait de son atténuation et de ses perturbations sous divers phénomènes. Ainsi, la prévision, l'annonce de crue et la gestion de l'assainissement dans les villes pourraient bénéficier de données plus exactes voire de délais de prévisions plus grands, permettant l'action.

Le MATE a lancé en 1997 un programme de recherche sur ce sujet, dont les résultats ont été présentés lors d'un séminaire, tenu à Toulouse les 16 et 17 mars derniers.

Les thèmes couverts concernent les deux problématiques principales suivantes :

1. l'amélioration de la prévision des crues ou de pluies très intenses
- 2- l'amélioration du traitement des données fournies par les radars X, afin de suivre l'évolution dans de petits bassins versants.

Une controverse scientifique : pluviographes contre radars.

Le séminaire a aussi été l'occasion de débattre d'une controverse scientifique : s'affranchir des données des pluviographes ou croiser les signaux radars et les signaux de pluviographes ?

Une partie des chercheurs considère que l'on doit sortir d'une culture habituée à traiter les problèmes de prévision à partir des données de pluviographes, dont les signaux sont, par définition,

représentatifs uniquement de l'intensité de la pluie de la zone où ils sont installés, culture qu'ils nomment de "prévision localisée". A cela, ils opposent la possibilité que donneraient les radars de couvrir l'ensemble du territoire permettant une surveillance en tout point de l'intensité et de l'évolution de la pluie. Pour eux, les pluviographes servent à calibrer les radars, en espérant que les recherches permettent à l'avenir de s'en affranchir. Aussi, est-il nécessaire d'arriver à corriger les erreurs des radars, à calibrer l'atténuation, à effectuer des prédictions uniquement en articulant des signaux globaux (soit les différents types de signaux provenant des radars eux-mêmes, soit ceux provenant de moyens de mesure globaux comme les relevés en infra rouge qui donnent la température au sol ou au sommet des nuages quand il y en a. Cela demande donc des recueils de données et des enregistrements plus exhaustifs venant de Météo France. Aussi, d'autres types de données doivent être enregistrées et traitées. Par exemple, pour ce type de recherche, il serait souhaitable de disposer, pour un même lieu, des différents signaux selon les trois angles de détections des radars et non d'un signal moyenné, afin de mieux utiliser les informations sur les profils verticaux des nuages.

Une autre partie de la communauté, plus proche des acteurs opérationnels et des bureaux d'études, souhaite des modèles robustes compatibles avec les conditions organisationnelles et humaines de la prévision des crues. Ils s'intéressent alors aux différentes situations pour lesquelles l'information est plus ou moins dégradée et qu'il s'agit de gérer. Pour eux, l'articulation des données des radars et des pluviomètres dans des SIG mémorisant des épisodes passés semble une voie intéressante à suivre.

Il y a convergence pour développer des recherches plus opérationnelles où d'une part, les chercheurs valideraient la robustesse de leurs algorithmes et de leurs modèles dans les situations de prévisions et d'autre part, les acteurs opérationnels testeraient leurs outils et les modèles robustes choisis dans d'autres situations régionales afin d'apprécier leur transposabilité.

En ce qui concerne la maîtrise des risques, ce programme est en lien avec la détection et la prévision d'épisodes météorologiques extrêmes pouvant donner lieu à des dégâts importants, orages intenses, pluies conduisant à des crues, chutes de grosses grêles, tempêtes.

Une question, peut être une question de recherche en soi, subsiste. Les recherches se poursuivent actuellement comme si l'on considérait que l'épisode dévastateur extrême est un épisode dans le continuum des épisodes pluvieux ; devenant extrêmes, la durée ou l'intensité de la pluie, expliqueraient le caractère extrême de l'épisode. A partir de la description "d'histoires météorologiques" extrêmes faites par certains intervenants, on peut se demander si les épisodes extrêmes ne sont pas aussi quelquefois liés à des phénomènes ou variables qui sont tout à fait différents. Par exemple, les "supercellules" nuageuses ont des caractéristiques et des comportements propres, la stationnarité pourrait aussi être une variable importante pour expliquer certains phénomènes. S'il n'existe pas, un recensement des épisodes extrêmes, une étude de leur chronologie et de leurs caractéristiques remarquables, permettrait de dresser une typologie des épisodes extrêmes et d'apprécier la capacité que les radars ont à mesurer et détecter ces variables particulières.

Contacts :

genevieve.baumont@environnement.gouv.fr
H. Sauvageot saub@aero.obs-mjp.fr