

# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 1/2002

Janvier 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E

En France, un tiers des zones humides a disparu en trente ans.

Le gouvernement a réagi à ce constat en lançant en 1995 un Plan d'action en faveur des zones humides.

Le Programme National de Recherche sur les Zones Humides (PNRZH) s'inscrit dans le cadre du Plan d'action.

## VALORISATION

La mise à disposition des résultats du programme et leur appropriation par les gestionnaires, se poursuivront dans le cadre de la publication de cahiers techniques thématiques, du site Internet ([www.pnrzh.org](http://www.pnrzh.org)), et de sessions de formation continue.

## > Colloque de restitution du Programme National de Recherche sur les Zones Humides

Le programme national de recherche sur les zones humides vise à mieux comprendre le fonctionnement et les services rendus par les zones humides, dans l'objectif de fournir des outils scientifiques et techniques à l'ensemble des acteurs concernés par leur gestion.

Les vingt projets retenus, pour la plupart interdisciplinaires, ont mobilisé 126 équipes dans des domaines variés (sciences de la vie et de la terre, et sciences humaines).

Le colloque de restitution du PNRZH s'est tenu du **22 au 24 Octobre 2001 à Toulouse**. La participation au colloque a été forte, avec 295 participants, et un bon équilibre entre chercheurs, gestionnaires, membres d'associations et bureaux d'études.

En vue d'évaluer les services rendus par certaines zones humides alluviales, les travaux de recherche menés sur le Rhin, la Seine et la Meuse, ont permis d'approcher quantitativement le rôle épurateur des prairies et forêts alluviales, et leur capacité de stockage des nitrates. Le système forestier alluvial (sol-racine) du Rhin, contribue à la dénitrification des eaux de la nappe alluviale alimentant la rivière, en retenant entre 60 et 140 kg d'azote par hectare et par an, selon les sites étudiés.

Une typologie fonctionnelle du rôle épurateur des zones humides alluviales a été proposée, fondée sur des critères tels que la fréquence d'inondation, la profondeur de la nappe phréatique et sa variabilité, la concentration initiale de nitrates dans la nappe, et la texture du sol.

Les études conduites sur les prairies inondables de la Meuse ont montré, que la richesse floristique et avifaunistique était directement dépendante du fonctionnement hydrologique de la zone humide (durée d'inondation, niveau estival de la nappe), mais également du mode de gestion agricole. Ainsi, l'intensification des pratiques agricoles avec fertilisation conduit à un appauvrissement rapide de la richesse floristique, par extension d'espèces eutrophes compétitives. Mais, si la reconstitution d'un couvert prairial par remise en herbe permet de restaurer rapidement la fonction épuratrice, en revanche la restauration de la biodiversité et de la fonction conservatoire d'espèces menacées, est beaucoup plus lente et aléatoire.

L'évaluation économique des services rendus par les zones humides est comme étant une demande forte des gestionnaires, dans un contexte de concurrence et de conflits d'usage. Un groupe réunissant scientifiques et gestionnaires a travaillé sur cette question, et a réalisé des grilles d'analyse opérationnelles et un cahier des charges-type. Le problème de l'utilisation par les gestionnaires de ce type d'évaluation a été soulevé : si les politiques régionales de gestion s'appuient prioritairement, à l'avenir, sur l'évaluation économique des services rendus, on peut craindre que soit souvent ignorée la valeur d'option de certaines zones humides, et que soient négligées systématiquement les zones humides éloignées des grandes concentrations humaines.

## SOMMAIRE

- |   |   |   |  |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|--|---|---|
| 1 | <i>COLLOQUE de restitution du Programme National de Recherche sur les Zones Humides</i> | 2 | <i>L'AGRICULTURE DE CONSERVATION, une nouvelle alternative pour l'agriculture mondiale</i> | 3 | <i>SEMINAIRE DE LANCEMENT du programme "Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides"</i> | 4 | <i>BIODIVERSITE ET PERTURBATIONS dans les forêts tropicales humides : vers la fin d'une controverse</i> |
|---|---|---|--|---|--|---|---|

Dans un souci d'aide aux gestionnaires, différents projets du PNRZH ont produit des méthodes et des outils, intégrant divers savoirs disciplinaires, pour une gestion durable des zones humides. Encore au stade pré-opérationnel, les prototypes

proposés sont suffisamment génériques dans leur conception pour pouvoir être transférés à d'autres types de zones humides. Une méthode de modélisation multi-agents, particulièrement novatrice, a par exemple été développée à l'échelle de

la Camargue, pour simuler les effets de différents scénarios possibles de gestion hydraulique.

#### contact

véronique.barre@environnement.gouv.fr

## > L'agriculture de conservation, une nouvelle alternative pour l'agriculture mondiale

Le premier congrès mondial de "l'agriculture de conservation", qui a réuni près de 700 personnes, et 70 pays, vient de se dérouler à Madrid.

### ACTIONS & EXPERTISE EN COURS

*Depuis plus de 20 ans, le CIRAD a accompagné les actions menées par les agriculteurs dans les pays du Sud (Brésil et Madagascar en particulier) en faveur de ces nouvelles pratiques.*

*Plusieurs zones ateliers sont actuellement financées au Brésil, à Madagascar, mais également en Asie (Laos) et en Afrique (Mali notamment).*

*Les pratiques de l'agriculture de conservation concernent aujourd'hui 62 millions d'hectares dans le monde, mais, alors qu'elles sont en nette progression dans de nombreuses régions du monde, elles n'ont pas encore gagné l'Europe. On peut pourtant imaginer qu'elles remédieraient, entre autres, aux problèmes d'érosion des sols, qui se posent avec acuité dans les pays d'Europe du sud (Italie et Espagne notamment).*

*Une expertise est en cours à l'INRA à ce sujet.*

Ce congrès était organisé par la FAO et l'ECAF (Fédération européenne de l'agriculture de conservation), et soutenu notamment par le Ministère des Affaires étrangères et l'Agence française de développement. L'agriculture dite "de conservation", est née du constat que l'agriculture conventionnelle semblait, dans tous les pays du monde, être à l'origine d'une dégradation durable des sols : forte érosion dans les pays du Sud, lessivage et appauvrissement des sols par perte de matière organique, etc. Dès les années 1930, les Etats-Unis avaient posé les premières pierres de l'agriculture de conservation, en prenant une série de mesures dites écoconditionnelles, qui visaient à protéger les sols contre l'érosion. Mais la véritable révolution culturale est intervenue, à la fin des années 1970, en Amérique du Sud : au Brésil d'abord puis en Argentine et au Paraguay. La spécificité de cette révolution culturale est d'avoir été initiée et développée par les agriculteurs eux-mêmes.

L'agriculture de conservation consiste, entre autres pratiques, à conserver un sol couvert toute l'année, en jouant sur la succession des cultures, l'accumulation des résidus de cultures, et l'utilisation de plantes de couverture très variées (souvent des légumineuses à enracinement profond). Au Brésil, dans les cerrados, ces méthodes (notamment l'association soja - avoine noire) ont rendu possible la mise en culture de 200 millions d'hectares de sols pourtant très acides.

En Asie, l'agriculture de conservation s'est surtout appuyée sur le non retournement de la terre et le semis direct. Ces pratiques se sont d'abord développées dans les

cultures irriguées à base de riz, où a été adoptée la succession en continu blé/riz.

Dans les régions gagnées par ces nouvelles pratiques, les bénéfices pour l'environnement sont considérables :

- suppression de l'érosion, qui atteignait souvent plusieurs dizaines de tonnes/ha/an ;
- amélioration sensible de la qualité de l'eau (teneur en pesticides et en nitrates), et de la régulation des crues, en liaison avec le recul de l'érosion et du ruissellement ;
- accroissement de la quantité de matière organique dans les sols, avec une séquestration du carbone comprise, selon les sols, entre 0,2 et 1 tC/ha/an. Cette séquestration peut être considérée comme un puits temporaire de carbone (20 à 50 ans) vis-à-vis du protocole de Kyoto. Elle permet surtout dans une large mesure d'éviter la déforestation et l'agriculture sur brûlis, qui participent pour beaucoup au recul de la forêt tropicale.

Sur le plan économique, il s'agit de systèmes "doublement gagnants", puisque aux bénéfices réalisés par les paysans du fait de l'amélioration des rendements, s'ajoutent des économies de temps de travail, de matériel, d'énergie, et d'intrants.

Les sols, grâce au recyclage des éléments, y gagnent une meilleure fertilité, ce qui peut compenser les problèmes d'appauvrissement engendrés par les pratiques de la "révolution verte". Mais il faudra encore examiner les autres impacts environnementaux de ces nouvelles pratiques (bilans des émissions de méthane et de N<sub>2</sub>O par exemple, très importants en terme de contribution à l'effet de serre).

#### contact

michel.robert@environnement.gouv.fr

A paraître, dans Les Cahiers de l'Agriculture n° 6-2001 : M. Robert, Une nouvelle alternative pour l'agriculture mondiale.

## > Séminaire de lancement du programme “Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides”

L'évaluation et la gestion des risques liés à la présence croissante des pesticides dans les milieux (eau, air, sol) est une des priorités du Ministère chargé de l'environnement.

Pour répondre aux besoins des gestionnaires concernés par cette problématique, le ministère a lancé ce programme en 1999 (Lettre Recherche Environnement n°2/2001). Suite à l'appel à propositions de recherche, 15 projets ont été retenus.

Un séminaire de lancement s'est tenu les 22 et 23 novembre à Arcachon : les équipes subventionnées y ont présenté leurs projets, voire leurs premiers résultats.

> **Les six premiers projets** concernent la dynamique des pesticides dans l'environnement.

Une meilleure compréhension du transfert des pesticides dans l'environnement permet le développement d'outils de diagnostic et, à terme, de pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement.

Deux de ces projets traitent du transfert des pesticides dans l'atmosphère, l'objectif étant d'estimer, d'une part, l'impact des grandes cultures sur la contamination tant des populations et des milieux proches que des milieux non agricoles, et d'autre part l'influence éventuelle de facteurs climatiques.

Un troisième projet concerne la “stabilisation” des pesticides dans les sols. Il vise à répondre aux questions suivantes : Quelle est la cinétique de cette stabilisation ? Ce phénomène est-il réversible ? Quel est le risque d'accumulation de ces pesticides stabilisés dans les sols ?

Les trois projets restants traitent du transfert des pesticides dans les bassins versants. Ils doivent permettre de comprendre et de quantifier les processus de rétention, de dégradation ou de transfert des produits phytosanitaires entre la parcelle agricole et le milieu aquatique.

Un de ces trois projets s'intéresse plus particulièrement au fonctionnement d'un bassin versant urbanisé : il doit mettre en évidence la contamination du bassin versant par les biocides (produits phytosanitaires à usage non agricole).

> **Six autres projets concernent** les effets des pesticides sur des systèmes biologiques complexes.

La plupart de ces projets s'intéressent à l'impact des pesticides sur les populations d'organismes cible et non-cible. Les organismes étudiés sont des insectes (hôtes et parasites), des organismes aquatiques (algues d'eaux douces, zooplancton et macro-invertébrés), des micro organismes du sol, des oiseaux. Les travaux concernent les modifications de certaines fonctions physiologiques (olfaction, reproduction), la génétique (apparition d'organismes résistants) et la dynamique des populations exposées aux pesticides.

L'un d'entre eux propose la validation d'un test de laboratoire sur l'abeille, visant à mesurer la toxicité sublétalement induite par divers phytosanitaires.

Ces projets doivent aboutir, entre autres, à des évaluations de risques a priori, afin de renseigner les instances réglementaires responsables de la mise sur le marché de nouvelles molécules, et les gestionnaires des milieux contaminés par les pesticides.

> **Enfin, les trois derniers projets** s'intéressent à des stratégies alternatives ayant pour objectif une moindre utilisation des pesticides.

L'objectif de deux d'entre eux est de mieux comprendre les phénomènes observés : augmentation d'adventices (mauvaises herbes) résistantes aux herbicides, pullulation des campagnols. La réintroduction de

pratiques culturales et de gestion de l'espace, abandonnées avec le développement de la lutte chimique, donne très rapidement des résultats encourageants.

La culture de mélanges de variétés de blés résistantes à différentes maladies fait l'objet du troisième projet, l'enjeu étant de déterminer les bonnes associations de variétés et la durabilité de ces résistances. Les premiers résultats montrent que cette orientation alternative est réaliste et permet de diminuer de façon significative les quantités de phytosanitaires utilisées pour un rendement équivalent voire supérieur à la moyenne des variétés pures.

### contact

[catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr](mailto:catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr)

<sup>1</sup> *Sublétalement : dose ou concentration d'un polluant qui est à la limite inférieure de celle causant une intoxication aiguë ; les individus exposés à cette dose survivent mais certaines de leur capacité sont diminuées ou disparaissent.*

### DES RECHERCHES À POURSUIVRE

*Ce séminaire a fait apparaître, entre autres, le manque de connaissances sur :*

- la biodisponibilité des pesticides,
- l'impact des pesticides sur les écosystèmes marins,
- l'effet “combiné” de plusieurs substances présentes à faibles doses.

*Les recherches sur les stratégies alternatives seront poursuivies et l'évaluation de leur intérêt global pour l'environnement sera discutée avec les acteurs socio-économiques concernés.*

## > Biodiversité et perturbations dans les forêts tropicales humides : vers la fin d'une controverse.

Une étude menée par des chercheurs de l'IRD en Guyane dans le cadre du programme SOFT<sup>(1)</sup> conforte pour la première fois la théorie de la "perturbation intermédiaire" en milieu forestier tropical humide.

Cette hypothèse, déjà démontrée dans d'autres milieux - naturels ou artificiels, postule qu'un écosystème atteint une diversité maximale en espèces lorsqu'il est soumis à un régime de perturbations de fréquence et d'intensité moyennes. Ces résultats, que vient de publier la revue *Science*, permettent de mieux comprendre la dynamique de la biodiversité dans les forêts tropicales humides.

Les nombreuses espèces d'arbres qui composent le peuplement forestier tropical humide ont des comportements très variés sous l'effet des facteurs du milieu et, notamment, de la lumière. Les espèces pionnières, très héliophiles (aimant la lumière), s'installent à la faveur d'un chablis, trouée dans le couvert forestier provoquée par la chute d'un arbre ou d'un groupe d'arbres ; par leur croissance rapide, elles reconstituent rapidement un couvert propice à l'installation d'espèces moins exigeantes en lumière : les héliophiles non pionnières tout d'abord, puis, au fur et à mesure que la densité du couvert augmente, des espèces de plus en plus sciaphiles (aimant l'ombre).

En effectuant l'inventaire de plus de 17 000 arbres sur plusieurs petites parcelles forestières, les unes soumises à différents niveaux d'exploitation, les autres à l'état naturel, les chercheurs ont mesuré l'effet de perturbations d'intensité différente sur la diversité des espèces dans le recru forestier. Après une perturbation de grande ampleur (exploitation forestière intense), il est apparu que ce sont surtout des espèces pionnières qui s'établissent. Après une perturbation minimale (chutes de branches, chablis peu étendus et peu fréquents), le peuplement est dominé par des espèces sciaphiles. Dans le cas où la perturbation atteint un niveau intermédiaire (chablis plus fréquents ou plus étendus, exploitation forestière limitée), la diversité est maximale, ce qui semble s'expliquer par la création d'une plus grande variété de niches écologiques, les unes favorables aux héliophiles, les autres aux sciaphiles. Ces résultats remettent par-

tiellement en question ceux obtenus en 1999 par une équipe américaine au Panama<sup>(2)</sup> lors de la seule autre tentative faite à ce jour pour vérifier l'hypothèse de la perturbation intermédiaire à la même échelle d'observation.

Ces chercheurs, à travers l'étude d'une parcelle de 50 ha de forêt naturelle, concluaient à l'absence d'effets du niveau des perturbations sur la diversité spécifique des arbres. Pour expliquer le maintien d'une forte diversité, ils proposaient une autre hypothèse, celle de la "limitation du recrutement". Selon cette théorie, la présence d'une espèce en un lieu donné est due principalement à la conjonction de circonstances relevant pour l'essentiel du hasard, ce qui aurait pour résultat de gommer en grande partie "l'effet de niche" (c'est à dire le lien entre une espèce donnée et des conditions de milieu particulières), sur lequel repose l'hypothèse de perturbation intermédiaire. L'étude menée par les chercheurs de l'IRD, sans pour autant rejeter l'effet du hasard, confirmé pour la première fois le rôle des perturbations d'intensité moyenne pour le maintien d'un niveau élevé de diversité en milieu forestier tropical humide. De plus, elle souligne l'importance du groupe des héliophiles pour l'étude des couverts forestiers tropicaux : la seule présence d'un arbre de ce type à un endroit donné, permettrait de conclure à la présence relativement récente d'un chablis. La proportion d'arbres héliophiles dans un peuplement forestier pourrait également constituer un indicateur du régime des perturbations passées. Si l'hypothèse de la perturbation intermédiaire reste aujourd'hui à démontrer à une échelle plus large, les résultats de cette étude permettent d'ores et déjà de mieux comprendre la dynamique de la biodiversité dans la forêt tropicale.

(1). Programme Sols et Forêts Tropicales, financé par le MATE et coordonné par le GIP ECOFOR.

(2). S. P. Hubbell et al., *Science* 283, p. 554

### contact

[molino@mpl.ird.fr](mailto:molino@mpl.ird.fr)

[martine.atramentowicz@environnement.gouv.fr](mailto:martine.atramentowicz@environnement.gouv.fr)

Source : Jean-François Molino et Daniel Sabatier, Tree diversity in Tropical Rain forests : a Validation of the Intermediate Disturbance Hypothesis, *Science* 294, p. 1702.

## LE COIN DES LIVRES

### Compte-rendu de lecture Organiser la fiabilité.

Sous la direction de Mathilde Bourrier, sociologue à l'Université de Compiègne, vient de paraître l'ouvrage "Organiser la fiabilité".

Différents chercheurs, français, allemands et américains, qui ont étudié la fiabilité organisationnelle de systèmes à risque (nucléaire, aviation, aéronavale etc...) y font part de leurs travaux. Ce livre dresse un panorama des différentes théories liées à la fiabilité des organisations dans plusieurs pays.

Todd La Porte et Gene Rochlin, fondateurs du groupe "High Reliability Organizations Project", décrivent les caractéristiques des "organisations à haute fiabilité", qu'ils ont identifiées à partir d'études du fonctionnement "normal" de systèmes très fiables et complexes. L'exemple des activités délicates d'appontage sur porte-avions est très emblématique de leur approche.

Todd La Porte énonce les caractéristiques des systèmes à haute fiabilité et discute des exigences de fiabilité et de contrôle sans lesquelles ne peut naître la confiance du public. Il introduit également le concept de "constance", selon lui capital lorsque les institutions sont en charge de systèmes pouvant faire porter des risques aux générations futures. La gestion de ces différentes dimensions - fiabilité interne, installation de la confiance, constance dans les projets - peut être complexe et se trouver limitée par les exigences du marché.

La sociologue Diane Vaughan, spécialiste de l'analyse de l'accident de la navette Challenger, décrit les processus de "normalisation de la déviance", qui sont d'après elle à l'origine du terrible accident. Les chercheurs allemands, Babette Fahlbruch et Bernhard Wilpert, tous deux psychologues, passent en revue les différents concepts de fiabilité humaine et organisationnelle qui ont cours dans le domaine nucléaire. Ils s'intéressent plus spécifiquement au retour d'expérience sur les incidents, partagé à l'échelle internationale. Dans leurs analyses au cœur du fonctionnement du système aéronautique, Caroline Moricot et Alain Gras nous permettent de comprendre et d'apprécier les méthodes utilisées pour analyser l'intimité des organisations, entre ethnologie et anthropologie.

### contact

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)  
[mathilde.bourrier@utc.fr](mailto:mathilde.bourrier@utc.fr)

Référence :

*Organiser la fiabilité*, Mathilde Bourrier (Dir.), Paris, L'Harmattan, 240 p.

# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 2/2002

Février 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E

Les coraux sont fréquemment évoqués dans la presse comme étant des milieux fragiles soumis à de multiples facteurs de dégradation : pollution, apports de sédiments issus de l'érosion, élévation du niveau et de la température des eaux océaniques ...

## LA RECHERCHE SUR LES CORAUX EN FRANCE

La recherche sur les récifs coralliens mobilise de nombreux acteurs en France, en particulier le CNRS, l'IRD, le Muséum National d'Histoire Naturelle, et diverses universités (celles de Perpignan, de la Réunion, et des Antilles) : au total, près de 150 chercheurs travaillent dans ce domaine.

Les priorités de recherche actuelles sont, d'une part, la connaissance des récifs et de leur biodiversité, d'autre part, l'acquisition de savoirs pour la gestion et la préservation des récifs : des priorités qui se veulent au cœur des projets soutenus par le MATE dans le cadre des programmes Gestion durable du littoral et Recréer la nature.

## > Le blanchissement des coraux : l'importance du facteur thermique.

Les écosystèmes coralliens sont des milieux d'une exceptionnelle biodiversité, objets de multiples enjeux économiques (tourisme, pêche), et de valorisations diverses. La France porte un intérêt tout particulier à ces écosystèmes (en témoigne la création récente de l'Ifreco), et le MATE a lancé plusieurs actions de recherche sur les coraux, notamment dans le cadre des programmes Gestion durable du littoral et Recréer la nature.

Dès les années 1980, des projets de recherche financés par le MATE avaient montré qu'un phénomène de blanchissement des coraux se produit, en région tropicale, dès que la température de l'eau dépasse le seuil des 30°C. On connaît mieux aujourd'hui le processus de blanchissement, qui résulte de l'expulsion des zooxanthelles, algues microscopiques associées de manière symbiotique avec les coraux, et sur lesquelles repose le bon fonctionnement de tout l'écosystème corallien.

Confirmant l'importance du stress thermique, un article récent affirme qu'il détermine à plus de 70%, le blanchissement et la mort des coraux.

Il semble qu'on assiste depuis 1970 à une accentuation exceptionnelle des phénomènes signalés : événements de 1982-1983, 1987-1988, 1994-1995 et, le plus important de tous, celui de 1997-1998. Ces accidents résultent pour l'essentiel d'événements El Niño ayant conduit à des élévations de la température au-dessus de 30°C. Au total, les dégâts ont été importants pour la Polynésie Française, les Maldives, mais aussi en Indonésie et dans la grande barrière de corail australienne. Le phénomène semble être apparu récemment dans l'Archipel de Bora Bora, s'accompagnant de la mort de centaines de poissons.

Cette multiplication des épisodes de blanchissement depuis quelques décennies, et la croissance de leur extension géographique, amènent à poser la question d'un lien potentiel avec le réchauffement climatique, mais aussi celle de la réversibilité du phénomène. Jusqu'à présent, le rôle de El Niño s'est révélé significatif mais, avec l'augmentation moyenne des températures océaniques de l'ordre de 2°C prévue d'ici 100 ans (par suite de l'augmentation de l'effet de serre), le phénomène de blanchissement devrait se généraliser.

L'élévation du niveau des mers et l'augmentation du CO<sub>2</sub>, autres conséquences prévisibles du changement climatique, devraient également avoir un impact néfaste sur les coraux.

Il en résulte que, sauf adaptation imprévue, les prédictions de réchauffement climatique issues des modèles climatiques, conduisent à un scénario très pessimiste concernant le devenir des écosystèmes coralliens.

Tous les scientifiques ne s'accordent cependant pas sur cette évolution. D'autres travaux, menés à l'IRD, montrent que les coraux sont plutôt florissants depuis 40 000 ans, et relient la fragilisation récente des coraux à certains facteurs naturels (destruction par les tempêtes tropicales) et, surtout, aux agressions d'origine anthropique (pêche intensive, tourisme et pollutions diverses). A cet égard, une bonne organisation de la protection et du suivi des écosystèmes coralliens, apparaît nécessaire.

Sources : O. Hoegh-Guldberg, *Marine Freshwater Resources*, 1999, 50, p. 839-866.  
B. Salvat, *C.R. Acad. Sci.*, 1992, t. 314, série III p. 105-111.

### contact

[michel.robert@environnement.gouv.fr](mailto:michel.robert@environnement.gouv.fr)

## SOMMAIRE

- |   |   |   |   |   |  |   |   |
|---|---|---|---|---|--|---|---|
| 1 | <b>LE BLANCHISSEMENT DES CORAUX : l'importance du facteur thermique</b> | 2 | <b>INONDATIONS DE LA SOMME : les résultats d'une étude psychosociologique</b> | 3 | <b>RISQUES DE SURPRISES CLIMATIQUES : un rapport de l'Académie des Sciences américaine</b> | 4 | <b>La contestabilité, objet de gestion stratégique pour les entreprises</b> |
|---|---|---|---|---|--|---|---|

## > Inondations de la Somme : les résultats d'une étude psychosociologique.

Plusieurs inondations majeures, de diverses natures, ont affecté le territoire français en 2000 et 2001. Le département de la Somme a été particulièrement touché : il a connu, durant l'hiver 2000 et le printemps 2001, des inondations d'une ampleur et d'une durée sans précédent.

162 communes ont été touchées (soit 20% des communes du département), 739 habitations ont dû être évacuées (soit 1700 personnes), 1722 habitations ont été inondées dans leurs zones de vie et 2000 autres ont eu leurs caves inondées. Environ 200 demandes de relogements ont été faites.

Destinée à servir de support à la Mission interministérielle sur les crues de la Somme, une étude psychosociologique a été menée auprès des sinistrés par des chercheurs en psychologie clinique et environnementale. Remis en décembre 2001, un rapport assorti de recommandations en présente les résultats.

Une chronologie précise de l'épisode y est proposée, en parallèle avec l'évolution de ses répercussions dans la presse nationale et locale : dans un premier temps, entre la mi-décembre et la mi-février, quelques maisons ont été inondées suite à des épisodes pluvieux localisés et à la remontée des nappes phréatiques ; le phénomène, peu étendu, et assez habituel pour la saison, n'a pas donné lieu ni à une inquiétude ni à des mesures particulières. Un mois de mars extrêmement pluvieux a en revanche suivi, déclenchant des inondations très importantes, d'abord à l'ouest de la Somme, puis sur toute la région. Ces inondations ont duré au total près de trois mois. L'état de catastrophe naturelle a été constaté en avril 2001.

L'incompréhension de la population devant l'ampleur et la durée de l'inondation, a vite

fait place à la colère, et l'on a vu se développer dès la mi-mars une rumeur tenace, attribuant la responsabilité de l'inondation aux pouvoirs publics : ceux-ci auraient décidé de déverser dans la Somme le trop-plein de la Seine, afin de préserver Paris d'une inondation.

L'étude psychosociologique s'appuie sur une analyse des caractéristiques socioculturelles de la population concernée : d'une part, il s'agit d'une population à fort taux de chômage, aux revenus globalement peu élevés, peu alphabétisée par rapport à la moyenne nationale, et traditionnellement défiante vis-à-vis des institutions ; d'autre part, l'attachement à l'habitat y est très fort, à la fois pour des raisons identitaires, sentimentales et économiques. Enfin, cette population entretient une relation bien particulière à son environnement : un fort attachement à la "nature", aux marais, et aux activités qui s'y déploient : chasse et pêche. Toutes ces données ont leur importance dans la perception de l'inondation par la population.

Ces préalables posés, les auteurs ont pu, à partir d'entretiens semi-directifs réalisés auprès d'une vingtaine de personnes, caractériser qualitativement et de manière originale, les troubles, les difficultés psychologiques et les manifestations émotionnelles vécus par les sinistrés suite aux inondations. La rumeur sur la cause des inondations est analysée, chemin faisant, comme ayant, au sein d'une population touchée par une catastrophe, une fonction psychologique et sociale bien particulière : elle renforce la cohésion sociale, et sert d'exutoire à la colère d'une population en état de choc.

Tout en précisant que certains impacts (en particulier sur les enfants) ont pu être mal cernés, les auteurs rendent compte de l'importance de la prise en charge post-inondation par le personnel des services de l'Etat, qui a dû lui-même faire face à un stress important.

Quant à la réponse institutionnelle à la crise, les actions des pouvoirs publics ont été apparemment bien perçues par la population, mais peu relayées par les médias. Il faut noter à cet égard quelques actions particulièrement innovantes, notamment la mise en place d'une cellule d'urgence médico-psychologique, et la création

d'équipes mobiles pluridisciplinaires de représentants des services publics.

Pour mieux évaluer la perception, par les sinistrés, du partage des responsabilités dans la prévention des inondations, une comparaison a été établie avec des enquêtes similaires réalisées dans les bassins du Doubs et du Gapeau. Elle met en évidence chez les sinistrés de la Somme, d'une part le refus de considérer l'inondation comme un aléa régional, d'autre part, le rejet de la responsabilité du propriétaire, une demande forte vis-à-vis de l'Etat, et une relative insatisfaction vis-à-vis des élus locaux. Ces derniers, interrogés également, semblent pour leur part mal informés sur les procédures de reconstruction, sur les solutions techniques auxquelles ils peuvent recourir, et sur la procédure d'élaboration des Plans de Prévention des Risques.

Concluant l'étude, les auteurs du rapport proposent une série de recommandations.

- En matière d'impact psychologique, les auteurs préconisent une meilleure prévention des troubles post-inondations, et une prise en compte plus globale (notamment par l'école) des troubles repérés chez les enfants.
- En ce qui concerne les aspects psychosociologiques, les auteurs recommandent de constituer (notamment avec l'appui de la presse) une mémoire de l'événement, afin d'être à même de mieux gérer des épisodes équivalents dans le futur.
- Enfin, sur les aspects organisationnels (gestion de crise et reconstruction), les auteurs font trois propositions : inventorier et diffuser à la fois les expériences antérieures et les innovations intéressantes en terme de gestion des inondations de la Somme ; penser à préserver le lien social au moment des évacuations et des relogements temporaires ; associer de près les élus locaux aux prises de décisions.

Source : Ludvina Colbeau-Justin et Bernadette de Vanssay, *Analyse psychosociologique auprès des sinistrés des inondations de la Somme, 2001*, 150 p.

### contact

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## > Risques de surprises climatiques : un rapport de l'Académie des Sciences américaine.

Dans un rapport publié en décembre 2001 par l'Académie des Sciences américaine, onze scientifiques dressent l'état des connaissances sur les changements climatiques brutaux survenus dans le passé, et sur leurs impacts.

### CHANGEMENTS CLIMATIQUES : ACTUALITÉS

#### *Appel à proposition de recherche*

*Le troisième appel à propositions de recherche du programme « Gestion et Impacts du Changements Climatiques » est accessible sur le site Internet du MATE, [www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr), à la rubrique « actualités/appel à proposition de recherche ».*

*Comme les deux précédents, cet appel à proposition vise à développer des connaissances permettant aux décideurs d'améliorer leurs stratégies de prévention et d'adaptation aux changements climatiques.*

*Ce nouvel appel comporte un quatrième volet sur la séquestration du carbone. Les porteurs de projets sont invités à mettre en valeur la dimension européenne de leur proposition : intégration à des projets européens, travail en commun avec des équipes européennes.*

Les réponses sont attendues avant le 19 avril 2002.

#### contact

[maurice.muller@environnement.gouv.fr](mailto:maurice.muller@environnement.gouv.fr)  
[jean-marc.salmon@environnement.gouv.fr](mailto:jean-marc.salmon@environnement.gouv.fr)

L'analyse des données paléoclimatiques et des observations historiques disponibles montre qu'au cours des 110 000 dernières années, le climat de la Terre a connu de longues périodes de lente évolution, entrecoupées de variations rapides, comme par exemple l'oscillation climatique du Dryas récent (il y a 12 800 ans).

A cette époque, suite au réchauffement progressif qui avait marqué la fin du dernier âge glaciaire (vers 18 000 ans av. JC), la planète a été plongée pendant mille ans dans une période de grand froid, avant de connaître un réchauffement particulièrement rapide : jusqu'à + 15°C en seulement 10 ans en certains endroits de l'Atlantique Nord.

Ces périodes de chamboulement climatique ont été marquées par de sévères cataclysmes : inondations, sécheresses ...

Selon les auteurs du rapport, ces bouleversements climatiques ont été provoqués par l'accumulation, jusqu'au-delà de certains seuils, des effets des forçages naturels du climat que sont la dérive des continents, les variations de l'orbite terrestre, les changements de composition atmosphérique, de circulation océanique, de couverture glaciaire, etc.

Selon eux, l'accroissement anthropique de l'effet de serre, combiné à d'autres altérations anthropiques du système climatique, est un facteur supplémentaire de risque de franchissement de seuils critiques, et de survenue de changements climatiques brutaux inattendus. A titre

d'exemple, le réchauffement climatique pourrait accroître les précipitations sur l'Atlantique nord, ce qui, combiné à la fonte des glaciers, pourrait entraîner une déviation du Gulf Stream et, pourquoi pas, plonger l'Europe dans une nouvelle ère glaciaire. De ce fait, la communauté scientifique européenne aurait sans doute intérêt, dans le cadre des évaluations des incidences possibles du changements climatique, à travailler entre autres sur des scénarios de refroidissement régional.

Malheureusement, les mécanismes de ces changements chaotiques ne sont pas suffisamment connus pour pouvoir être simulés et encore moins prédits correctement.

Si les rapporteurs soulignent qu'« il n'y a pas lieu de s'alarmer outre mesure », leur rapport confirme pourtant bien que nous ne sommes pas à l'abri des surprises climatiques ; ils plaident pour le développement des recherches, notamment sur les impacts potentiels de ce type de surprises climatiques dans les pays du Sud, particulièrement vulnérables.

Source : *Abrupt Climate Change : Inevitable Surprises*, National Research Council, 2001, 205 p.  
<<http://www.nap.edu>>

#### contact

[maurice.muller@environnement.gouv.fr](mailto:maurice.muller@environnement.gouv.fr)

### COMMUNICATION NATIONALE :

*La « Troisième communication nationale à la convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques » (décembre 2001, 200p.), est accessible sur le site Internet de la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre : [www.effet-de-serre.gouv.fr](http://www.effet-de-serre.gouv.fr)*

#### contact

[maurice.muller@environnement.gouv.fr](mailto:maurice.muller@environnement.gouv.fr)

## > La contestabilité, objet de gestion stratégique pour les entreprises.

Une recherche en cours, proposée dans le cadre du programme de recherche Evaluation et prise en compte des risques (EPR), analyse la manière dont les entreprises produisant des substances contenant des OGM, ont poursuivi des stratégies différentes pour limiter la contestation à l'égard de leurs produits. Cette recherche prolonge les résultats théoriques d'une thèse achevée en décembre 2001 par Thierry Hommel sous la direction de Olivier Godard.

L'observation des stratégies industrielles dirigées vers l'amélioration de la qualité environnementale et sanitaire des sites de production et des produits, laisse entrevoir le phénomène suivant : certaines firmes s'engagent dans des actions de protection sans y être apparemment contraintes ni par les réglementations existantes, ni par les actions en justice de victimes de pollutions dont elles portent la responsabilité. D'un point de vue économique, ces comportements peuvent être présentés comme des anomalies : une firme rationnelle se détermine en fonction de ses coûts et de ses bénéfices et n'est a priori pas encline à supporter volontairement des coûts de prise en compte d'effets externes sur l'environnement.

L'hypothèse explicative proposée est la suivante : en améliorant leur performance environnementale et/ou sanitaire, les firmes industrielles cherchent à éviter qu'une contestation sociale de leur activité ou de leurs produits n'aboutisse à restreindre leurs droits d'exploitation ou de développement, et à leur imposer un retrait dont les coûts seraient irrécupérables. Conscientes de leur contestabilité, les firmes industrielles doivent alors s'engager dans une prospective continue des contestations possibles, à en évaluer la crédibilité et à choisir une stratégie afin soit de réduire leur exposition à cette menace, soit d'atténuer les impacts de sa réalisation éventuelle.

L'étude du secteur industriel des OGM à finalité agricole a en outre permis de mettre en avant différents éléments

concernant la genèse de la contestation sociale.

Dans les prémisses de son développement, ce sont les controverses entre experts, qui, divulguées au public, nourrissent les positions des acteurs sociaux.

En prenant de l'ampleur, les contestations sociales peuvent progressivement s'écarter de leur objet initial. C'est alors l'évolution des relations de confiance entre l'opinion et les experts qui oriente la suite des événements.

Enfin, lorsque les objets contestés deviennent, en eux-mêmes, l'objet d'un combat social, ce qui est le cas pour les OGM, la contestation devient autonome et indépendante tant des données scientifiques que des procédures d'expertise.

Les auteurs identifient à partir de là trois types de stratégies et d'options retenues par les entreprises du secteur des OGM, pour gérer la contestabilité :

- les stratégies visant à moduler l'horizon d'engagement via l'ajustement technique : il s'agit alors soit de différer un investissement le temps de l'aboutissement d'une recherche, soit d'investir dans de l'ingénering à la source permettant de réduire le risque ;
- les stratégies visant à limiter l'impact financier des contestabilités : cette stratégie consiste à souscrire une assurance, ou à constituer un fonds d'indemnisation privé, couvrant l'entreprise pour les menaces qu'elle anticipe ;
- les stratégies visant à stabiliser l'horizon d'engagement : par exemple, la souscription à des normes attestant de la qualité environnementale ou sanitaire des produits et pratiques de l'entreprise, ou encore les politiques de communication inscrivant l'entreprise dans le cercle des firmes respectueuses de l'environnement ou de la santé.

### contact

[hommel@poly.polytechnique.fr](mailto:hommel@poly.polytechnique.fr)

[godard@poly.polytechnique.fr](mailto:godard@poly.polytechnique.fr)

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## LE COIN DES LIVRES

### *Vient de paraître*

### Journée des Présidents de Conseil scientifique des programmes de recherche du MATE

*MATE, Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale,  
(coordination : C. Bastien Ventura, M. Berlan-Darqué, P. Ebner), 68 p.*

*Cet ouvrage présente les actes de la journée des présidents de Conseil scientifique des programmes de recherche pilotés par le MATE, organisée le 26 janvier 2001. Il reprend les interventions introductives et conclusives des différentes sessions ainsi que les différentes synthèses des discussions qui s'y sont déroulées.*

*Bien que standardisée par des procédures, la fonction de président de Conseil scientifique diffère d'un programme à l'autre.*

*Placés au cœur du processus de pilotage des actions de recherche, les présidents de Conseil scientifique sont particulièrement à même d'identifier les forces et les faiblesses des programmes pilotés.*

*Cet échange collectif d'expériences a été organisé autour de trois thèmes :*

- la séparation récente des fonctions d'orientation et d'évaluation scientifique, et les remises en causes qui en découlent
- les activités de veille scientifique et de prospective
- les sciences économiques et sociales, et les expériences d'interdisciplinarité les impliquant.



# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 3/2002

Mars 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



Les ministres chargés de l'agriculture, de l'environnement, de la recherche, de la santé et de la consommation, ont confié à un comité de 4 «sages»<sup>1</sup> le soin d'organiser en février 2002 un «débat public» sur les OGM et les essais au champ, de le piloter, de veiller à sa déontologie et d'en assurer la synthèse.

## LES QUESTIONS EN DÉBAT

Le débat devait porter sur les questions suivantes :

- Quels sont les enjeux pour la société de la recherche sur les OGM, au plan national et international ? Pour quelles raisons conduit-on des essais au champ ?
- Comment évaluer les bénéfices et les inconvénients potentiels des OGM, dans toutes leurs dimensions sociales, environnementales, sanitaires, économiques ou culturelles ? Quelles conséquences en tirer pour les décisions publiques ?
- Comment améliorer la participation citoyenne et l'information du public sur les OGM et mieux prendre en compte ses attentes ?

## > OGM et essais au champ : un débat et des recommandations

36 experts ont participé à 6 tables rondes, en présence de 230 personnalités concernées et de 120 «profanes», qui ont pu participer au débat. Un rapport rédigé par les 4 «sages»<sup>1</sup> propose une synthèse des discussions et formule, à partir de l'analyse de ces échanges, un certain nombre de recommandations.

Au cours des débats, la recherche publique sur les OGM à des fins cognitives (exploration des risques sanitaires et environnementaux) a été jugée indispensable. Mais les procédures d'autorisation des essais en plein champ, et les informations fournies au public, se sont révélées sources d'inquiétude et de scepticisme. Le rapport des 4 sages aboutit aux recommandations suivantes :

- **Prendre en compte les attentes des citoyens et les impliquer dans la prise de décision :** les sages recommandent notamment de donner suite à ce type de débats publics en faisant systématiquement de leurs résultats l'objet d'un débat parlementaire et ils préconisent la création d'une instance nationale chargée de piloter l'expertise socio-économique du développement des PGM (plantes génétiquement modifiées), ils estiment que les prérogatives des maires doivent être renforcées en matière de localisation des essais.
- **Améliorer le fonctionnement des instances d'expertise scientifique :** le rapport suggère de remplacer les deux instances « horizontales » existantes (la Commission du génie biomoléculaire qui donne un avis à l'amont et le Comité de biovigilance qui suit ses résultats) par deux instances « verticales », l'une chargée des aspects scientifiques, l'autre composée de représentants de la société civile.

- **Mieux tirer parti de l'évaluation en milieu confiné avant de passer à l'expérimentation au champ :** la procédure devrait permettre de vérifier que tous les enseignements possibles des essais en milieu confiné ont été tirés avant de passer au champ ; les tests exigés aujourd'hui avant la mise en culture devraient être également obligatoires avant l'expérimentation au champ.
- **Maîtriser les contaminations,** par un ensemble de mesures techniques.
- **Préciser le régime de responsabilité** (responsabilité civile et administrative).
- **Construire un régime d'assurances et créer une obligation juridique d'assurance** pour les essais au champ.
- **Préserver le droit de ressemer une partie des récoltes et assurer la traçabilité des produits.**
- **Renforcer la transparence des contrôles.**

Les sages concluent sur l'idée originale qu'une politique affichée de respect du choix de filière agroalimentaire, et de soutien à une recherche orientée vers la qualité, pourrait faire de l'Europe, à l'avenir, un réservoir unique de biodiversité.

Rapport téléchargeable sur le site du MATE, à la rubrique « Actualités »

<sup>1</sup> Les 4 «sages», Christian Babusiaux, Président du Conseil national de l'Alimentation, Jean-Yves Le Déaut, Président de l'Office parlementaire de l'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Didier Sicard, Président du Comité consultatif national d'éthique et Jacques Testart, Président de la Commission française du développement durable.

**contact**  
bertrand.galtier@environnement.gouv.fr  
laurent.verdier@environnement.gouv.fr

## SOMMAIRE

- |   |   |   |  |   |  |   |   |
|---|---|---|--|---|--|---|---|
| 1 | <i>OGM ET ESSAIS AU CHAMP : un débat et des recommandations</i> | 2 | <i>EFFETS SANITAIRES DES PESTICIDES : un avis du Comité de la prévention et de la Précaution</i> | 3 | <i>CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET CITOYENNETÉ : une conférence de citoyens organisée par la CFDD</i> | 4 | <i>Le coin des livres : Trois nouvelles parutions</i> |
|---|---|---|--|---|--|---|---|

## > Effets sanitaires des pesticides : un avis du Comité de la Prévention et de la Précaution

La France est l'un des principaux pays utilisateurs de pesticides ; on y trouve une grande diversité de substances actives (900 molécules environ sont utilisées) et de formulations commercialisées (environ 9000 préparations sur le commerce).

Le Comité de la prévention et de la précaution a été saisi le 19 Juillet 2000 par Dominique Voynet, sur les effets sanitaires liés à la présence des produits chimiques et de leurs métabolites dans les sols ou dans les autres milieux en contact avec l'homme. En particulier, les questions suivantes ont été posées :

- Les quantités résiduelles de pesticides ou leurs métabolites, notamment dans les aliments, peuvent-elles être responsables d'effets nocifs pour la santé à long terme du fait de l'exposition répétée, même à faibles doses ?
- La présence, notamment dans les aliments, des produits résultats de la métabolisation des pesticides, est-elle suffisamment prise en compte ?
- Est-il opportun de tenir compte de la vulnérabilité particulière de certaines fractions de la population (enfants par exemple) ?
- La présence de pesticides dans l'atmosphère, dans les eaux de pluie et dans les eaux de consommation constitue-t-elle un facteur de risque supplémentaire ?

Outre les recommandations qu'il adresse aux pouvoirs publics - notamment sur la nécessité d'améliorer la transparence de l'information et l'implication du public dans la gestion du risque, ce rapport a permis de dresser un état des lieux des

connaissances scientifiques sur la question. En voici quelques points forts.

Tout d'abord, si l'on sait que les différents milieux (air, eau, sols), ainsi que les produits alimentaires, peuvent tous être contaminés par les pesticides, à des niveaux variables, il reste que les données disponibles ne permettent pas de dresser un tableau précis de l'usage de ces produits, ni de la contamination des différents milieux, sur l'ensemble du territoire. D'importants progrès restent à faire également concernant la mesure et le suivi de l'exposition des différentes populations.

En termes d'effets sur la santé humaine, de nombreuses études réalisées aux Etats-Unis sur les populations d'agriculteurs ont montré une association significative de certains cancers avec l'utilisation de pesticides. Il s'agit surtout de cancers peu fréquents (cancers des lèvres, de l'ovaire, du cerveau, du système hématopoïétique, mélanome cutané et sarcomes des tissus mous) mais les cancers de la prostate et de l'estomac seraient également concernés. Un accroissement du risque de cancer a été observé également chez l'enfant exposé à des produits phytosanitaires avant la naissance et/ou pendant l'enfance. Mais rares sont les études qui portent sur des classes spécifiques de produits, et les mécanismes biologiques sous-jacents sont encore très mal connus.

Une étude très récente réalisée par une équipe de l'Inserm, suggère cependant une piste d'explication : ces chercheurs ont réussi à observer l'action d'une classe particulière des pesticides sur le moteur de la division cellulaire (dont on sait que certains dysfonctionnements sont à l'origine de cancers). Cette étude reste néanmoins isolée et la transposabilité de ses résultats à la division cellulaire chez l'homme n'est pas garantie.

Certains pesticides (DBCP, chlordécone, carbaryl, dibromoéthylène) ont été identifiés par de nombreuses études comme

étant susceptibles de porter atteinte à la fertilité masculine, via une toxicité testiculaire.

Des études conduites en Andalousie ont montré une association entre l'exposition de la mère à certains pesticides, et des manifestations, chez l'enfant, du mécanisme de perturbation endocrinienne (cryptorchidie). Ces études méritent toutefois confirmation. D'autres résultats suggèrent également un lien entre l'exposition maternelle aux pesticides et le risque de mortalité intra-utérine.

Enfin, si les effets neurologiques et neuro-comportementaux des contaminations aiguës par certains pesticides sont assez bien étudiés et connus, en revanche les effets des contaminations chroniques le sont beaucoup moins. Une vingtaine d'études ont été conduites sur la maladie de Parkinson, mais aucun consensus ne

### LE COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION

Créé en 1996, le Comité de la prévention et de la précaution (CPP) est composé de 19 personnalités scientifiques reconnues dans le domaine de l'environnement et de la santé. Il est actuellement présidé par le professeur Alain Grimfeld. Ses moyens d'action et son secrétariat sont assurés par le ministère chargé de l'environnement.

Ses missions :

- contribuer à mieux fonder les politiques du ministère de l'environnement sur les principes de précaution et de prévention ;
- exercer une fonction de veille, d'alerte et d'expertise pour les problèmes de santé liés aux perturbations de l'environnement ;
- faire le lien entre, d'une part, les actions de recherche et la connaissance scientifique et, d'autre part, l'action réglementaire.

s'est pour le moment dégagé. Il semblerait (d'après une enquête épidémiologique réalisée en Gironde) que l'exposition des ouvriers viticoles aux pesticides, altère leurs performances aux tests neuro-comportementaux.

Parmi les recommandations du CPP, figure notamment l'accroissement de l'effort de recherche dans un certain nombre de domaines lacunaires : l'effort devrait porter

en particulier sur les effets de certaines associations de produits (notamment les associations fréquemment utilisées par les agriculteurs), et sur les risques encourus par certaines populations (enfants, femmes enceintes ou susceptibles de l'être). Pour cela, un meilleur suivi, à la fois de l'utilisation des pesticides, et de la santé des populations potentiellement exposées, devrait être mis en place.

*Source : Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires, CCP, 2002, 52 p. Rapport téléchargeable sur le site du MATE, à la rubrique « prévention des risques »*

#### contact (Secrétariat du CPP)

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## > Changements climatiques et citoyenneté : une conférence de citoyens organisée par la CFDD

Une conférence de citoyens sur le thème "changements climatiques et citoyenneté" vient de se tenir à la Villette.

Initiée par la Commission française du développement durable (CFDD, dont le secrétariat est assuré par le MATE) et organisée en partenariat avec la Cité des Sciences et de l'Industrie, cette conférence était la seconde du genre en France, après celle de 1998 sur les OGM.

Sélectionnés par l'IFOP sur un certain nombre de critères assurant la diversité du panel (sexe, âge, profession, provenance géographique, proximité partisane), 16 hommes et femmes ont accepté de consacrer deux week-ends à une formation solide aux différents aspects du thème en débat : la citoyenneté, le dossier scientifique du climat et ses incertitudes, les solutions (technologiques, économiques, politiques) envisagées, les négociations internationales, ont été traités devant eux par des intervenants spécialisés, issus essentiellement des milieux de la recherche et de l'université.

Au cours d'un troisième week-end s'est tenue la conférence proprement dite : les 16 participants ont interrogé publiquement les personnalités de leur choix (experts et décideurs), sur les thèmes qu'ils souhaitaient approfondir.

Au cours de cinq tables rondes de débats ont ainsi été abordés des sujets aussi divers que l'avenir du protocole de Kyoto, les potentialités des énergies renouvelables, les politiques de transport, ou encore l'information et la responsabilité du public. Le groupe de 16 « citoyens » s'est alors retiré pour rédiger un avis de 11 pages, riche en recommandations.

L'objectif de cette conférence de citoyens était de susciter, sur un sujet impliquant d'importants choix technologiques, économiques et politiques, l'expression d'un avis qui ne soit pas celui d'experts, mais de citoyens disposant de la base d'information nécessaire à la compréhension des enjeux et des termes du débat.

Pour le président de la CFDD, la conférence de citoyens « construit un intellectuel collectif et transitoire, hors des pressions, des partisans et des lobbies, comme un modèle réduit de la démocratie qui pourrait advenir si tous les humains étaient enfin accessibles à la connaissance, et éduqués à l'altérité. Cette alchimie n'est réalisable qu'en respectant un protocole convenu, où dominent la qualité et l'objectivité des informations fournies, la protection intellectuelle du groupe, et des conditions matérielles favorables à son épanouissement ».

Force est de constater que cette poignée de personnes, « prises au hasard mais volontaires pour être instruites », est parvenue à formuler collectivement un ensemble de propositions fortes, audacieuses et porteuses de solidarité.

La conférence de citoyens n'a vocation ni à remplacer les débats parlementaires, ni à se substituer à l'action associative, mais elle permet de construire des avis de citoyens « éclairés », sur lesquels une commission comme la CFDD peut s'appuyer pour assurer sa mission de conseil auprès des pouvoirs publics.

Deux des seize « citoyens » devraient faire partie de la délégation française à Johannesburg, où ils souhaitent porter leur expérience et leurs conclusions.

La CFDD envisage, à l'avenir, de renouveler l'expérience sur d'autres sujets concernant le développement durable.

*Le rapport officiel du panel de citoyens est téléchargeable sur le site du MATE, à la rubrique « Actualités »*

#### contact (Secrétariat de la CFDD)

[bertrand.galtier@environnement.gouv.fr](mailto:bertrand.galtier@environnement.gouv.fr)  
[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)

## LE COIN DES LIVRES

**Vient de paraître****La modélisation des transferts de pesticides dans l'environnement**

Coédition MATE/Association ECRIN, coll. *Les Cahiers des Clubs CRIN*, 208 p.

Ce document est un état de l'art sur l'élaboration de scénarios et la construction de modèles de transfert des pesticides dans l'environnement. On y trouvera la

description et la modélisation des phénomènes de rétention et de dégradation dans le sol, et des transferts vers les eaux souterraines, les eaux de surface et l'atmosphère. Les caractéristiques et les performances de différents modèles usuels, avec leurs données d'entrée nécessaires, y sont décrites et comparées.

Cet ouvrage est le résultat du travail d'un groupe d'experts du domaine. L'analyse n'est pas seulement descriptive, elle est aussi critique, les auteurs précisant très clairement les limites des outils disponibles : ils soulignent en particulier la difficulté

de transposer les résultats d'une simulation particulière à d'autres situations. Ces analyses seront particulièrement utiles aux gestionnaires concernés par les pesticides, dans la mesure où les autorisations de mise sur le marché des pesticides font de plus en plus appel à la modélisation comme outil d'aide à la décision. L'ouvrage fournira par ailleurs des indications essentielles à tous les scientifiques concernés par la pollution des sols par des produits organiques.

**contact**

catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr

**Vient de paraître****Dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace**

Sous la direction scientifique de Jacques Blondel, CNRS, Edition MATE, 73 p.

Cet ouvrage restitue les principaux résultats obtenus dans le cadre du programme de recherche " Dynamique de la biodiversité et gestion de l'espace ". Les difficultés du thème traité y sont signalées, ainsi que les perspectives ouvertes.

Cet ouvrage aborde les questions liées à la définition de la biodiversité, à l'artificialisation des paysages, à l'adaptation des populations à l'hétérogénéité de l'espace, aux effets de la fragmentation des habitats, et aux enseignements des milieux insulaires. La gestion de l'espace y est considérée sous l'angle de l'amélioration de la dynamique de la biodiversité.

Les auteurs dégagent quatre principes directeurs, qui peuvent être considérés comme autant de pistes pour l'action :

- la conservation des espèces passe par la protection de leurs habitats et donc du réseau d'interactions dont elles font partie ;

- les perturbations naturelles sont une composante à part entière de l'évolution des paysages et une source de biodiversité élevée ;
- l'aménagement doit veiller à mettre en place une communauté diversifiée le plus en adéquation avec l'histoire de la région considérée ;
- les résultats des efforts de gestion ou de réhabilitation ne sont normalement pas perceptibles à court terme. Il est donc nécessaire de prévoir des actions et des suivis à moyen, voire à long terme.

**contact**

veronique.barre@environnement.gouv.fr

**Vient de paraître****Programme de recherche Politiques publiques et paysages actes du séminaire d'Albi, 28-30 mars 2000**

Coordination scientifique : Martine Berlan-Darqué, MATE, Daniel Terrasson, Cemagref. 135 p.

Cet ouvrage rassemble certaines des contributions présentées lors du séminaire de lancement du programme Politiques publiques et paysages (Albi, mars 2000). Composante essentielle du cadre et de la qualité de la vie, le paysage est devenu aujourd'hui l'objet d'un intérêt soutenu de

la part des acteurs des politiques publiques, travaillant aussi bien à l'échelle locale, qu'aux autres échelles territoriales. Cet intérêt répond à une demande sociale forte. Destiné à mettre au point des outils d'évaluation des effets des politiques sur le paysage, ce programme de recherche vise à mobiliser la communauté scientifique sur une thématique complexe - celle du paysage et de son évaluation, faisant intervenir des paramètres d'ordres divers, y compris affectifs et subjectifs.

Les interventions reprises dans cet ouvrage, ont abordé la diversité des questions que ce programme s'est donné pour ambition d'éclairer ; ces questions, de différentes natures (méthodologiques, épistémologiques, culturelles, ...) se veulent à la croisée des préoccupations de la communauté scientifique

du paysage, et des attentes de la société : Comment isoler les effets d'une politique donnée, de ceux des autres politiques et des dynamiques sociales, économiques et culturelles s'exerçant sur un même paysage ? Quelle part accorder à des indicateurs qualitatifs, par rapport aux indicateurs quantitatifs ? Quels sont les apports spécifiques de l'approche disciplinaire et de l'interdisciplinarité, dans l'analyse, l'évaluation et la comparaison des politiques publiques et de leurs effets sur le paysage ? Enfin, comment se saisir de la part non objectivable et symbolique du paysage ?

**contact**

martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr  
daniel.terrasson@cemagref.fr

# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 4/2002

Avril 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E

Les différents acteurs de l'environnement, gestionnaires, scientifiques et décideurs, intègrent de plus en plus l'outil "indicateur" à leur pratique professionnelle. Or, même au sein d'un domaine particulier, si restreint soit-il, nombreux sont les types d'indicateurs possibles, tous n'intéressant pas au même titre les différentes catégories d'acteurs : dans le domaine des pesticides, les indicateurs de qualité de l'eau intéressent en priorité les gestionnaires, alors que les scientifiques utiliseront de préférence des indicateurs d'activité enzymatique, par exemple.

## PROJETS DE RECHERCHE

Un bilan critique sur les indicateurs actuellement disponibles, aussi bien au niveau national qu'international, reste à mener. La recherche et le développement de nouveaux indicateurs répondant aux besoins des gestionnaires, doivent également être favorisés. Le ministère a ainsi décidé de soutenir un projet de recherche fédérateur, qui sera piloté par des experts du domaine des indicateurs en liaison avec les gestionnaires concernés par ce travail, réunis au sein d'un comité de pilotage.

## > Les indicateurs dans le domaine des pesticides

En vue d'aborder la question des indicateurs dans le domaine des pesticides, d'identifier au plus près les besoins des directions et des services déconcentrés des ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture, et de mieux définir les questions posées à la recherche dans le cadre du programme de recherche « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides », un séminaire sur le thème des « indicateurs pesticides » s'est tenu le 12 octobre 2001.

Les attentes exprimées à cette occasion par les directions et les services déconcentrés des ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture peuvent être résumées ainsi :

- Les indicateurs (bio-indicateurs et biomarqueurs) doivent permettre d'évaluer la qualité des milieux et des écosystèmes, et être spécifiques de certaines familles de pesticides. Certains doivent pouvoir prendre en compte la multi-contamination.
- Il est important que l'on puisse accéder aux données brutes à partir desquelles ont été construits les indicateurs.
- Certains d'entre eux doivent pouvoir rendre compte à la fois de la situation, et des tendances de son évolution, afin que l'on puisse évaluer les conséquences ou l'intérêt d'un plan d'action donné.
- Il est important de disposer d'indicateurs qualitatifs, rendant compte par exemple des pratiques agricoles ou de l'état de fonctionnement d'un écosystème.
- Le choix des indicateurs doit être cohérent avec l'échelle spatiale (parcelle, bassin

versant, territoire national) et temporelle considérée.

- Enfin, pour faciliter la communication vers le grand public, il faudrait pouvoir disposer d'indicateurs simples, et cohérents au niveau national.

Sur la base de ces attentes les points suivants ont émergé des discussions.

Un indicateur unique et général n'est pas satisfaisant d'un point de vue scientifique, bien que la demande en ce sens soit forte. Les chercheurs sont plutôt favorables à l'utilisation d'indicateurs différents, spécifiques à chaque problématique abordée. Le gestionnaire disposerait ainsi d'une batterie d'indicateurs dont il connaîtrait les limites de validité, et qu'il utiliserait en fonction des différentes situations rencontrées : établissement d'un diagnostic, arbitrage et argumentation en faveur d'une décision, ou encore communication vers le public concerné.

Les règles et les procédures de prise de décision doivent s'appuyer sur les indicateurs adéquats de façon à rationaliser les choix. Dans cette optique, l'utilisation de tableaux de bord, reliés à des arbres de décision, a été largement préconisée pour les gestionnaires et les décideurs : ceci afin de remédier à la complexité de la décision lorsque celle-ci doit s'appuyer sur l'analyse d'un très grand nombre d'informations.

Enfin, le nécessaire dialogue entre politiques et scientifiques impose une clarification de leurs rôles respectifs : celui des scientifiques consiste à fournir des données mesurables et validées,

## SOMMAIRE

- |   |   |   |  |   |  |   |                           |
|---|---|---|--|---|--|---|---------------------------|
| 1 | <i>LES INDICATEURS dans le domaine des pesticides</i> | 2 | <i>Compte-rendu de lecture " la fin du risque Zéro "</i> | 3 | <i>Le mercure en baie de Seine et Pays de Caux</i> | 4 | <i>Le coin des livres</i> |
|   |   |   |  |   | <i>Appel à propositions de recherche</i>           |   | <i>Séminaires</i>         |

ainsi que les conditions d'utilisation des outils (indicateurs, modèles) qu'ils ont développés. Il leur revient également d'éclairer les décideurs sur les interdépendances et les corrélations entre les différents critères, et de les alerter le cas échéant sur les effets dont il faudrait

absolument tenir compte et qui n'auraient pas été intégrés dans les systèmes de décision. De leur côté, les pouvoirs publics doivent élaborer les règles de collecte et de gestion de l'information, et établir des priorités entre les différents indicateurs. La mise en place de règles et de procédures

pour la prise de décision, ainsi que les choix de nature idéologique et socio-économique que celle-ci induit, relèvent également de la décision publique.

#### contact

[catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr](mailto:catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr)

## > Compte-rendu de lecture « La fin du risque Zéro »

Patrick Lagadec, spécialiste de la gestion des crises technologiques et sanitaires, et Xavier Guilhou, spécialiste des crises internationales, ont mis en commun leurs expériences pour dégager une vision nouvelle des enjeux liés aux risques. Ils partent de la proposition suivante : les crises ne sont plus des phénomènes rares que seule l'élite des entreprises ou des institutions devrait gérer, avec pour objectif de « retrouver l'état normal antérieur ». Elles sont, au contraire, des épisodes de plus en plus fréquents qui engagent tous les acteurs de la société à trouver ensemble des solutions nouvelles. Les deux auteurs dressent un retour d'expérience pragmatique de diverses crises passées, et quelques interviews illustrent leur propos.

En s'appuyant sur les récentes évolutions de la politique internationale et des enjeux industriels, ils caractérisent les contextes qui favorisent l'apparition de situations de ruptures, différentes des situations de crise

traditionnelles, et dressent alors le constat suivant : « il faut accepter que le risque zéro n'existe plus ». Cette proposition ne doit pas être paralysante, mais plutôt libératrice, dans la mesure où elle devrait conduire chacun à se mobiliser pour faire face à cette réalité nouvelle et à ses implications.

Les auteurs définissent précisément les profils qu'il conviendrait de former et de recruter pour gérer au mieux les situations qui ne manqueront pas d'arriver. Pour de tels gestionnaires, l'intelligence « cognitive », habituellement valorisée seule, devient insuffisante. Elle doit s'accompagner d'une aptitude à la veille, au travail sur les « convergences d'intuitions », et au questionnement actif sur le sens, les valeurs et les perceptions. Une implication personnelle est également indispensable pour créer la confiance, essentielle dans de telles périodes. Enfin, les responsables, s'ils veulent s'assurer une bonne réactivité face aux situations de crise, devront s'appuyer sur des réseaux de compétences, qu'ils auront eux-mêmes à construire et à entretenir.

Aux responsables de premier rang de la gestion des ruptures, qui sont décrits comme des « passeurs de frontière », les auteurs suggèrent d'entamer un véritable travail de fond, et proposent de nouvelles grilles de lecture, afin de les aider à repenser un ensemble de représentations, de valeurs et de références qui ne fonctionnent plus.

Enfin, plutôt que de considérer les citoyens « ordinaires » uniquement comme des spectateurs ou des victimes, il est temps d'en faire des acteurs et des partenaires à part entière de la gestion des crises, car en

eux réside probablement déjà une partie des leviers de l'action et des amorces de solutions pour l'avenir.

Parmi les interviews restituées par les auteurs, celle de William Dab (médecin épidémiologiste, professeur au CNAM) sur la santé publique, champ de crises à répétition, est l'occasion d'une analyse particulièrement riche d'enseignements. William Dab constate un décalage entre la demande sociale de protection sanitaire, et les valeurs sur lesquelles repose le fonctionnement institutionnel de la santé publique française : le respect des droits individuels, valeur fondamentale en la matière, inciterait à une prise en charge plutôt individuelle que collective des problèmes de santé. Il s'agirait donc aujourd'hui de relégitimer l'approche collective de la santé publique, tout en composant avec les autres données du problème : la complexité et la faible visibilité des risques, la perte de confiance du public, et la prise en otage du risque sanitaire par des intérêts économiques.

Pour relever ce défi, William Dab préconise l'utilisation du retour d'expérience, la systématisation des procédures de veille, et le recours au débat collectif, conseils que l'on pourrait sembler-t-il généraliser à l'ensemble des domaines dans lesquels s'annonce ce type de ruptures.

#### Référence :

*La fin du risque zéro,*  
P. Lagadec, X. Guilhou,  
Paris, Eyrolles, 316 p.

#### contacts

[plagadec@club-internet.fr](mailto:plagadec@club-internet.fr)  
[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## > Le mercure en baie de Seine et Pays de Caux : spéciation et biodisponibilité

Le cycle du mercure dans l'estuaire de la Seine et la région adjacente du Pays de Caux, vient de faire l'objet d'une thèse réalisée par Fabien Laurier (Université Paris VII) sous la direction de Daniel Cossa (Ifremer). Ce travail donne une description précise du comportement du mercure dans les eaux côtières d'une région où les apports en mercure sont à la fois fluviatiles (baie de Seine) et karstiques (Pays de Caux).

Pour l'estuaire de la Seine, l'auteur montre d'une part un comportement non conservatif de la fraction organique dissoute du mercure et d'autre part que la zone de turbidité de l'estuaire de la Seine joue à la fois le rôle de piège et de réacteur chimique pour le mercure d'origine fluviale. Une bonne part de sa fraction associée à la matière organique y est transformée en association avec des oxyhydroxydes de fer et de manganèse. Par ailleurs, photoréduction et réduction biologique du mercure dans les eaux

côtières de surface sont, dans cette zone estuarienne, des phénomènes majeurs dont l'intensité est fonction de la quantité de mercure dissous divalent sous forme inorganique.

A partir de l'étude de la contamination par le mercure des moules du Pays de Caux, ce travail met également en évidence, pour la première fois, l'importance de l'apport en mercure par des eaux souterraines (via les émergences karstiques) dans un environnement côtier. Dans cette région, le mercure

apporté par les exutoires karstiques n'étant pas "filtré" par une zone de turbidité estuarienne, est plus largement biodisponible pour les moules qu'en baie de Seine. Les moules du Pays de Caux affichent de ce fait une contamination par le mercure parmi les plus élevées du littoral français.

### contacts

*laurier@cbl.umces.edu*  
*daniel.cossa@ifremer.fr*  
*magali.bardou@environnement.gouv.fr*

## > Appel à propositions de recherche : « Sciences économiques et environnement »

Afin d'éclairer ses travaux d'évaluation économique des politiques environnementales et d'intégration de l'environnement dans les politiques sectorielles, le MATE lance un nouveau programme de recherche, intitulé « Sciences économiques et environnement » (S3E).

Le premier appel à propositions de recherche porte sur les thèmes suivants :

- qualification des paysages pour une valorisation économique,
- valeur implicite des biens environnementaux dans les choix d'infrastructures de transport,
- aménités des espaces urbains,
- informations environnementales données par les entreprises aux marchés,

- déterminants physiques et comportementaux des prix des services publics locaux,
- régulation de service public en information imparfaite.

Le texte complet de l'appel à propositions de recherche ainsi que les modalités de soumission des projets peuvent être consultés sur le site Internet du Ministère chargé de l'environnement :

[www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr), rubrique « actualités/appels à propositions de recherche ».

**Les réponses sont attendues avant 12 juillet 2002.**

### contacts

*bertrand.galtier@environnement.gouv.fr*  
*xavier.delache@environnement.gouv.fr*

## LE COIN DES LIVRES

**Vient de paraître**

De 1995 à 2000, le programme PRIMEQUAL-PREDIT a soutenu environ 150 actions de recherche sur la pollution atmosphérique locale et ses impacts. Les principaux résultats seront regroupés en six ouvrages, dont trois viennent de paraître.

## Quelles sont les techniques pour surveiller la qualité de l'air ?

*Eric Maneux*

*La Documentation Française, 73 p.*

*Cet ouvrage fait le point sur la surveillance de la qualité de l'air en France, et sur les développements technologiques et analytiques visant à améliorer la mesure des polluants atmosphériques. Il aborde les problèmes méthodologiques d'échantillonnage et de modélisation liés à la variabilité spatio-temporelle des épisodes de pollution.*

## Quelles sont les expositions humaines à la pollution atmosphérique ?

*Mickaël Derbez, Luc Mosqueron, Vincent Nédellec*

*La Documentation Française, 64 p.*

*On trouvera dans cet ouvrage une présentation des connaissances acquises sur la caractérisation des micro-environnements fréquentés par les populations, sur les niveaux d'exposition individuelle ou populationnelle et leurs déterminants, ainsi que sur la représentativité des stations de*

*surveillance de la qualité de l'air. Ces acquis devraient améliorer la quantification des expositions à la pollution atmosphérique.*

## Quels sont les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé ?

*Anne Deloraine, Claire Ségala*

*La Documentation Française, 87 p.*

*Il s'agit d'une synthèse des résultats de la recherche sur les impacts sanitaires de la pollution atmosphérique, notamment sur les effets à court et à long terme d'expositions prolongées et/ou répétées aux concentrations de polluants habituellement rencontrés dans l'air ambiant. Ces résultats permettront la qualification des risques sanitaires attribuables à la pollution atmosphérique, particulièrement vis-à-vis des populations les plus vulnérables, et pourront apporter une aide aux politiques publiques de gestion de la pollution atmosphérique.*

### contact

*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

## SÉMINAIRES

## Un séminaire du programme « Concertation, Décision et Environnement »

*Le prochain séminaire du programme « Concertation, Décision et Environnement » se tiendra le :*

**mercredi 26 juin 2002, de 9h à 18h30, dans l'amphithéâtre de l'INRA, 147, rue de l'Université 75007 PARIS**

*La matinée sera consacrée au thème « peut-on s'entendre autour des aéroports ? », et l'après-midi au thème « quels cadres d'évaluation des dispositifs de concertation ? ». Les interventions seront suivies de tables rondes. L'ensemble des séances sera animé par Laurent Mermet (Engref).*

### contacts

*bille@engref.fr*

*martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr*

## Un séminaire du programme « Politiques Publiques et Paysages »

*Le séminaire intermédiaire du programme de recherche « Politiques Publiques et Paysages », piloté par le MATE, se tiendra le :*

**Mercredi 19 juin 2002, de 9h à 18h, à l'Ecole Normale Supérieure, Amphithéâtre Dussane, 45, rue d'Ulm, 75005 Paris**

*Mettant en avant la question de l'évaluation dans ses différentes dimensions, les trois thèmes suivants y seront abordés :*

- *approche de l'évaluation dans les projets de recherche*
- *pratiques scientifiques mises en œuvre dans les projets et l'évaluation*
- *intégration de l'évaluation dans l'élaboration et la mise en œuvre d'une politique publique.*

*Ces sessions seront suivies d'une discussion.*

*Inscription :*

*stephanie.touvron@cemagref.fr*

### contacts

*daniel.terrasson@cemagref.fr*

*martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr*



# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 5/2002

Mai 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE  
ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

Quelques mois après la parution du troisième rapport de synthèse du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC, cf. Recherche Environnement n°10/2001), ce numéro présente plusieurs types de résultats issus de la recherche récente sur le climat : résultats de recherches menées en France, dans le cadre du programme GICC (p.1), en Europe, avec le projet Théséo (p.2), et synthèse menée à partir des travaux de la communauté scientifique internationale (p.3).

## > Climat : Résultats du programme GICC

Un séminaire de restitution du programme de recherche GICC (Gestion et Impacts du Changement Climatique) s'est tenu les 25 et 26 avril à Toulouse. Il avait pour objet de présenter et discuter les résultats des recherches menées dans le cadre du programme depuis son lancement fin 1998. Plusieurs avancées significatives se dégagent.

Deux modèles économiques permettent désormais d'évaluer les coûts sectoriels et macro-économiques des différentes politiques et mesures susceptibles de réduire les émissions de gaz à effet de serre, telles la mise en place de marchés de permis d'émissions négociables (avec différentes options pour l'allocation initiale des quotas d'émission), l'instauration d'une taxe sur le CO<sub>2</sub> (taxe dont le produit serait redistribué ou non sous la forme d'aide à la Recherche-Développement ou à l'emploi,...). Ces outils sont encore perfectibles, mais ils représentent déjà une aide précieuse pour la décision publique.

Deux modèles technico-économiques, permettent d'évaluer les coûts et l'efficacité de différentes politiques et mesures de lutte contre l'effet de serre dans les secteurs agricole et sylvicole, ainsi que leur compatibilité avec d'autres politiques agri-environnementales. Il a par exemple été montré qu'instaurer une prime au boisement des terres mises en jachère dans le cadre de la PAC serait une mesure efficace de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre. De même, inciter les sylviculteurs à prolonger les rotations forestières permettrait d'augmenter significativement le stockage du carbone. Il reste néanmoins ici

une incertitude quant à la durabilité de la séquestration, qui n'est pas garantie. Ces évaluations devront être complétées par une analyse approfondie de l'acceptabilité des changements de pratiques par les agriculteurs et les sylviculteurs.

Des progrès importants ont été accomplis dans l'estimation des flux et des stocks de carbone aux niveaux européen et national, grâce au développement de deux méthodes complémentaires : d'une part la modélisation inverse des mesures de CO<sub>2</sub> atmosphérique à grande échelle (désagrégation) et d'autre part, l'agrégation des stocks et des flux biosphériques "locaux" (en utilisant les champs climatiques d'un modèle d'écosystème). Ces travaux se poursuivent dans le programme GICC mais également dans le cadre du programme européen CARBO-EUROPE, dont l'objectif est de mettre au point une méthode de quantification et de vérification des sources et des puits de CO<sub>2</sub> valable pour toute l'Europe.

Des avancées notables ont été accomplies également dans l'évaluation des impacts hydrologiques du changement climatique sur le bassin versant du Rhône, grâce à la mise au point de modélisations couplées climato-hydrologiques pour la partie française du bassin rhodanien.

(suite p.2)

## SOMMAIRE

- |   |   |   |  |   |   |   |   |
|---|---|---|--|---|---|---|---|
| 1 | <i>CLIMAT : Résultats du programme GICC</i> | 2 | <i>IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : des réponses écologiques variées</i> | 3 | <i>CLIMAT ET COUCHE D'OZONE : la recherche européenne en pointe</i> | 4 | <i>FLUX DE GENES MANIPULES VIA LE POLLEN</i>                        |
|   |   |   | <i>RECHERCHE EUROPÉENNE : vers un 6ème PCRD</i>                              |   |   |   | <i>CULTURE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : un nouvel avis de la CFDD</i> |

(suite de la p. 1)

La comparaison des simulations effectuées en climat présent (période 1981-1998 pour laquelle la méthode a été validée) et en climat perturbé (scénario de doublement de CO<sub>2</sub> à l'horizon 2050) montre que les régimes hydrologiques des affluents du Rhône sont en général modifiés par le changement climatique, mais différemment selon les caractéristiques propres à chaque bassin.

Pour la Saône, les simulations confirment une tendance à un été plus sec et des écoulements plus abondants en hiver.

Pour la Durance, le débit maximum serait diminué et avancé d'environ un mois, reflet d'une fonte plus précoce et d'un manteau neigeux moins volumineux notamment en moyenne montagne.

Ces résultats devront être pris en compte pour la gestion future des infrastructures, telles les centrales nucléaires et les barrages hydro-électriques.

L'évaluation des impacts biologiques d'importance socio-économique (agriculture, pêche) est en cours. Par ailleurs, l'expérience acquise sur le bassin du Rhône sera mise à profit dans un nouveau projet concernant le bassin de la Seine.

#### contact

[maurice.muller@environnement.gouv.fr](mailto:maurice.muller@environnement.gouv.fr)

## > Climat et couche d'ozone : la recherche européenne en pointe

Financé par la Commission Européenne au cours des 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> PCRD, le programme Théséo, destiné à mieux comprendre les mécanismes physiques et chimiques à l'origine de la détérioration de la couche d'ozone stratosphérique, a réuni les efforts des meilleures équipes européennes en sciences de l'atmosphère.

Théséo est né de l'intégration de 12 projets européens au sein d'un même programme, auquel se sont même associés des chercheurs russes, nord-américains et japonais. Des campagnes de mesures d'une ampleur inégalée ont pu être menées, en particulier au-dessus de l'Arctique et au-dessus de la Suède (près de Kiruna). Les recherches concernent aussi bien les principes fondamentaux de la chimie stratosphérique, que les interactions ozone-climat, le développement de nouvelles méthodes pour mesurer la composition atmosphérique, ou encore les impacts sanitaires et environnementaux des rayons UV-B.

De nombreux résultats ont été obtenus grâce à ces efforts conjoints. La campagne de mesures menée pendant l'hiver 1999/2000 a notamment permis d'identifier une diminution d'environ 60% de la quantité d'ozone stratosphérique entre janvier et mars au-dessus de l'Arctique, vers 18km d'altitude (basse stratosphère). Il s'agit du taux le plus important de diminution

d'ozone jamais mesuré au cours de la décennie 1990-2000. De tels pics hivernaux de diminution affectent probablement la couche d'ozone au-dessus de l'Europe du Nord pendant le printemps, période à laquelle des ruptures dans le vortex polaire entraînent des invasions d'air polaire aux moyennes latitudes. En mars 2000, les chercheurs de l'unité de cartographie de l'Organisation Météorologique Mondiale (Université de Thessalonique) ont précisément constaté, au-dessus de l'Europe, des taux d'ozone stratosphérique inférieurs de 15% aux taux moyens mesurés avant 1976.

Cette diminution de l'ozone stratosphérique au-dessus de régions aussi peuplées que l'Europe du Nord, pourraient avoir (par suite d'une moindre filtration des UV d'origine solaire) des impacts importants sur la santé humaine, mais également sur de nombreuses autres espèces.

Les résultats de la campagne Théséo ont par ailleurs renforcé la crainte que la reconstitution de la couche d'ozone ne soit plus lente que prévu, malgré les mesures prises à la site du protocole de Montréal : l'augmentation des concentrations atmosphériques en gaz à effet de serre entraîne, semble-t-il, un refroidissement de la stratosphère, ce qui est défavorable à la reconstitution de l'ozone. De même, le renforcement du vortex polaire, effet des changements climatiques en cours prévu par la plupart des modèles climatiques, devrait ralentir cette reconstitution.

Ce programme illustre la capacité de l'Europe à organiser de grands projets de recherche, et préfigure le type d'intégration que facilitera le futur Espace européen de la recherche (cf. p. 4).

#### contact

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)

### RECHERCHE EUROPÉENNE : VERS UN 6<sup>ÈME</sup> PCRD

Sur proposition de la Commission européenne, le document cadre concernant le 6<sup>ème</sup> programme cadre pour la recherche et le développement (PCRD) a été approuvé par le Conseil et le Parlement. Ce PCRD est l'un des instruments du nouvel espace européen de la recherche (EER). Les pro-

grammes cadres ont historiquement eu pour objet de stimuler la collaboration entre les chercheurs européens et de favoriser le lien entre recherche et industrie. Le 5<sup>ème</sup> PCRD avait mis l'accent sur l'appui aux politiques publiques européennes, le 6<sup>ème</sup> introduit deux changements

majeurs : d'une part, il se concentre sur un nombre limité de domaines prioritaires de recherche (7 thèmes retenus), définis sur la base de la valeur ajoutée européenne. D'autre part, il introduit trois nouveaux instruments : la participation financière aux réseaux d'excellence, aux projets intégrés, et l'utilisation de l'article 169 pour financer les programmes nationaux exécutés conjointement. L'accent est mis entre

## > Impacts des changements climatiques : des réponses écologiques variées

Dans un article récemment publié dans la revue *Nature*, Walther et al. présentent une synthèse analytique de leurs travaux et de la littérature, sur les réponses écologiques au changement climatique observé depuis 30 ans. Passant en revue tous les grands groupes taxinomiques, les auteurs ont privilégié quatre angles de recherches : phénologie et physiologie des organismes, distribution des espèces, composition et dynamique des communautés, structure et dynamique des écosystèmes.

De nombreuses études de phénologie, réunissant des données collectées au cours des dernières décennies, montrent que les activités printanières de la faune et de la flore terrestre et aquatique (migration, floraison, reproduction ...) ont tendance à commencer de plus en plus tôt depuis les années 1960. A titre d'exemple, un étude menée en Grande Bretagne, réunissant les données phénologiques des 23 dernières années pour 18 espèces de papillons, montre que la période des naissances a

avancé, en moyenne, d'environ trois jours tous les dix ans. A partir de mesures effectuées par satellite, d'autres chercheurs (Lucht & al.) ont montré un allongement de la période de croissance des forêts des hautes latitudes au cours des 20 dernières années ; à l'aide d'un modèle dynamique de végétation, ils interprètent cette augmentation comme une réponse au réchauffement observé localement.

De nombreux travaux récents montrent également une influence du changement climatique sur les limites géographiques des habitats, qui ont eu tendance au cours des dernières décennies à migrer vers de plus hautes altitudes et latitudes. On constate, par exemple, une remontée de 1 à 4 mètres par décennie de la flore alpine dans les Alpes européennes.

Outre les différentes réponses et modifications des écosystèmes, les changements climatiques démultiplient les effets des activités anthropiques, rendant critiques des situations qui jusque là ne l'étaient pas. La fragmentation des habitats par l'homme, par exemple, pose problème pour les espèces qui doivent changer de latitude pour conserver les mêmes caractéristiques climatiques : certaines espèces particulièrement sensibles, incapables de coloniser un habitat éloigné, peuvent disparaître, du fait des aménagements humains. La pêche à la morue en mer du Nord est un autre exemple de l'exacerbation des effets du réchauffement climatique par l'activité humaine : la longue durée de vie adulte du poisson compensait les aléas dus aux changements climatiques, mais la pêche, qui tronque le som-

met de la pyramide des âges, affaiblit les résistances des populations lors d'un réchauffement prolongé.

On recense déjà un très grand nombre de recherches montrant que les modifications récentes du climat ont eu des impacts sur la phénologie des organismes, les habitats et la distribution des espèces, et la dynamique des communautés. Les mécanismes expliquant ces impacts commencent à être bien connus. Mais la complexité des interactions écologiques, et les échelles auxquelles se jouent les dynamiques des écosystèmes, font qu'il est difficile de les intégrer aux modèles climatiques : ceux-ci simulent les processus à moyen et à long terme, et à des échelles globales ou continentales, alors que les dynamiques des écosystèmes sont le plus souvent locales et de court terme.

Néanmoins les nombreuses observations déjà réunies devraient nous alerter sur les conséquences écologiques et socio-économiques des changements à venir, ainsi que sur leur caractère largement imprévisible.

*Références : G-R Walther, E Post & al., Ecological responses to recent climate change, Nature, vol. 416, p. 389-395.*

*Lucht et al., Climatic control of the high-latitude vegetation greening trend and Pinatubo effect, Science, vol. 296, p. 1687-1689.*

### contact

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)  
[judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr](mailto:judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr)

autres sur le renforcement de passerelles entre recherche et innovation, la mobilité des chercheurs, et l'approfondissement du dialogue entre science, citoyens, et gouvernance.

La thématique "environnement et développement durable" sera abordée principalement au sein de quatre priorités : "aéronautique et espace", "qualité et sûreté alimentaire", "développement durable,

changements planétaires et écosystèmes", et enfin "politiques communautaires et sujets en émergence". Le Centre commun de recherche pour la Communauté européenne, dont la mission est de fournir un appui et un suivi aux politiques communautaires, abordera également les questions d'environnement et de développement durable.

Une conférence de lancement se déroulera

du 11 au 13 novembre prochain à Bruxelles. Un appel à manifestation d'intérêt a été lancé, du 20 mars au 7 juin 2002, auprès des chercheurs européens. Le démarrage du nouveau programme cadre est prévu pour janvier 2003.

### contact

[laurence.colinet@environnement.gouv.fr](mailto:laurence.colinet@environnement.gouv.fr)

## > Flux de gènes manipulés via le pollen : un rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement

L'Agence Européenne de l'Environnement vient de publier un rapport intitulé : "OGM : l'importance du flux de gènes via le pollen".

Ce rapport analyse les résultats des recherches récentes et en cours menées dans le cadre du programme "Evaluation des impacts des plantes GM" piloté par la Fondation Européenne de la Science, et synthétise également les résultats de nombreuses autres études, réalisées notamment aux Etats Unis et au Canada.

L'importance des flux de transgènes via le pollen y est examinée pour six plantes (colza, betterave sucrière, pomme de terre, maïs, blé et orge), dont les cultures ont chacune leurs caractéristiques propres de production de pollen, de dispersion et de croisement externe, d'où des niveaux de flux variables.

Actuellement, aucune de ces six espèces n'a un pollen qui puisse être confiné : il est donc nécessaire d'apprendre à mieux estimer et à mieux gérer, à l'avenir, le mouvement des semences et des pollens.

Les implications possibles de l'hybridation et de l'introgession<sup>1</sup> entre cultures et

espèces de plantes sauvages sont encore mal connues car il est difficile de prévoir comment les gènes manipulés s'expriment dans les espèces sauvages apparentées. La valeur d'adaptation<sup>2</sup> des espèces sauvages contenant des gènes infiltrés de cultures GM dépend en effet de multiples facteurs, impliquant à la fois les gènes infiltrés et l'écosystème récepteur.

Plus que sur la connaissance des fréquences d'hybridations entre cultures et espèces sauvages apparentées, l'accent devrait être mis aujourd'hui sur une meilleure estimation des niveaux d'infiltration de gènes manipulés au-delà desquels l'impact écologique sur les populations sauvages devient significatif.

Pour limiter les flux de gènes modifiés et leur propagation aux espèces sauvages ou aux autres cultures, deux types de méthodes sont actuellement explorées. Le premier est l'utilisation de barrières biologiques : il s'agit de créer des plantes génétiquement modifiées ayant entre autres des propriétés biologiques permettant de réduire la propagation de transgènes ou de limiter l'exposition de l'environnement à ces transgènes.

L'utilisation de zones d'isolation, de barrières de cultures ou de végétation entre sources polliniques et cultures de réception, constitue un deuxième type de solution pour limiter la propagation de gènes

manipulés via le pollen (flux direct de gènes entre cultures) et pour minimiser les populations de banques de semences<sup>3</sup> et de resemis<sup>4</sup>. Mais tout changement des conditions climatiques et environnementales, pouvant entraîner des dispersion de pollen à grande distance et au-delà des barrières et des zones de protection, représente une véritable menace pour l'efficacité de ce type de dispositif. Par ailleurs, des flux de gènes pouvant d'ores et déjà se produire sur de très longues distances, les distances officielles d'isolation actuellement retenues ne permettront probablement pas de maintenir un complète "pureté" génétique. Le rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement recommande donc de revoir les distances officielles d'isolation et de développer les recherches sur les barrières biologiques.

<sup>1</sup> *Introgession : Infiltration d'un nouveau gène dans le génome d'une population*

<sup>2</sup> *Valeur d'adaptation : apport génétique d'un individu à la génération suivante*

<sup>3</sup> *Banque de semences : population de semences dormantes sous la surface du sol.*

<sup>4</sup> *Resemis ou repousses : plantes de cultures qui persistent pendant quelques saisons sans travaux de culture délibérés.*

### contact

[sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr](mailto:sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr)

## CULTURE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : UN NOUVEL AVIS DE LA CFDD

La Commission française du développement durable vient de rendre un avis intitulé "Culture et développement durable".

Dans cet avis, la Commission note l'absence de références à la culture dans les divers documents relatifs au développement durable. Considérant l'accès à l'éducation, à la connaissance et aux ressources culturelles de l'humanité, ainsi que la possibilité pour chacun de développer sa créativité, comme des besoins essentiels au développement humain, la Commission insiste sur la nécessité de faire de la culture le quatrième pilier du développement durable.

Elle considère également que la diversité des cultures, patrimoine de l'humanité, au même titre que le patrimoine naturel qu'est la biosphère, doit être protégée afin qu'en soit assurée la transmission aux générations futures.

La Commission constate par ailleurs une mainmise croissante de quelques compagnies multinationales, à la fois sur les outils d'éducation, et sur la production et la distribution de l'information et des biens culturels. De ce fait, elle rappelle que la culture, bien commun de l'humanité, ne saurait être l'objet d'une marchandisation

généralisée, et souhaite que soit pris en compte l'aspect inaliénable du domaine culturel : les relais d'une telle prise de position politique devraient être trouvés selon elle au niveau européen et international. Cet avis conclut sur l'idée qu'il est indispensable, pour qu'un modèle de société durable trouve son sens, de maintenir et de développer des pratiques culturelles libres, diverses et accessibles à tous.

### contact

[bertrand.galtier@environnement.gouv.fr](mailto:bertrand.galtier@environnement.gouv.fr)

## > Effets à long terme d'une pollution marine : la mort des iguanes des Galápagos

Le 17 janvier 2001, suite à une erreur de navigation, le pétrolier équatorien Jessica s'échouait à proximité de San Cristobal, l'une des îles de l'archipel des Galápagos, laissant 3 millions de litres de carburant s'échapper de ses flancs endommagés.

L'impact immédiat de la marée noire du Jessica fut jugé mineur : peu d'animaux furent mazoutés car des vents favorables et un fort ensoleillement dispersèrent rapidement la nappe d'hydrocarbures. Sur les plages de l'île de Santa Fe, les plus contaminées, les concentrations maximales en hydrocarbures atteignirent seulement 44 p.p.m. (parties par million), un taux de contamination faible d'après les standards internationaux.

Pourtant, des résultats récemment publiés dans Nature suggèrent qu'en réalité ces faibles quantités d'hydrocarbures ont eu à long terme des effets très néfastes sur la population d'iguanes, herbivores marins endémiques de cet archipel. L'équipe de chercheurs à l'origine de cette découverte, menée par le biologiste Martin Wikelski, collecte des données depuis 1987. D'après leurs comptages, 62% des iguanes marins peuplant l'île de Santa Fe sont morts durant l'année 2001 ; en comparaison, ils ont relevé au cours de la même période une mortalité quasi-nulle parmi les iguanes vivant sur un site proche mais non contaminé (Genovesa). L'hypothèse d'un manque de nourriture (qui avait expliqué quelques années auparavant un pic de mortalité comparable) a été écartée, compte tenu de l'abondance d'algues dans la région au cours de l'année 2001 - les algues constituant la principale source de nourriture des iguanes.

Deux hypothèses principales sont avancées pour expliquer cette forte mortalité : selon la première, c'est en consommant des algues elles-mêmes contaminées par les hydrocarbures que les iguanes se seraient peu à peu empoisonnés. La

seconde hypothèse, finalement retenue par les auteurs, suggère que l'absorption de faibles doses d'hydrocarbures aurait détruit chez les iguanes les micro-organismes du système digestif, les rendant incapables de digérer leur nourriture. Les taux anormalement élevés de corticostérone relevés au cours des mois suivant l'échouage chez cette population d'iguanes sont la signature du stress important ayant accompagné cet épisode de mortalité aiguë.

Même si ce travail est limité à un seul compartiment de l'écosystème, il montre comment une pollution, dont l'impact environnemental semblait faible à première vue, peut en réalité affecter durablement l'écosystème. Une contamination considérée comme très faible par les standards internationaux, n'est en réalité pas sans conséquences, ce qui interroge, à l'instar d'un nombre croissant d'études éco-toxicologiques, sur la validité des termes de référence : la question des effets à long terme d'une exposition à de faibles doses est, une nouvelle fois, posée.

L'auteur estime que la reconstitution de la population d'iguanes de Santa Fe devrait, dans des conditions optimales, prendre entre 7 et 10 ans.

Source : M. Wikelski & al., "Marine Iguanas die from trace oil pollution", *Nature* 417, pp. 607 - 608

### contacts

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)  
[wikelski@princeton.edu](mailto:wikelski@princeton.edu)

### SOMMAIRE

- |   |   |   |   |   |   |   |  |   |  |
|---|---|---|---|---|---|---|--|---|--|
| 1 | <b>EFFETS À LONG TERME D'UNE POLLUTION MARINE :</b><br><i>la mort des iguanes des Galápagos</i> | 2 | <b>RETOUR D'EXPÉRIENCES SUR LES CRUES ÉCLAIR :</b><br><i>décrire et comprendre pour mieux gérer</i> | 3 | <b>UTILISATION DES RADARS pour la modélisation hydrologique</b> | 4 | <b>QUALITÉ DES EAUX :</b><br><i>la Seine et la Moselle</i> | 4 | <b>ECOSYSTÈMES CORALLIENS ET RECHERCHE EUROPÉENNE :</b><br><i>pour la gestion durable d'une ressource méconnue</i> |
|   |   |   |   |   |   |   |  |   | <b>LE COIN DES LIVRES</b>  |

## > Retour d'expériences sur les crues éclair : décrire et comprendre pour mieux gérer

Les crues éclair, crues soudaines provoquées par des événements pluvieux orageux, constituent sans aucun doute le risque naturel le plus destructeur en France. Malgré la menace qu'elles représentent et les nombreuses questions qu'elles suscitent, elles n'ont pas fait l'objet par le passé d'études systématiques, et l'état des connaissances est actuellement loin d'être à la hauteur des ambitions désormais affichées par les pouvoirs publics en matière de prévention.

L'étude hydrologique des crues éclair pose des problèmes méthodologiques particuliers. Ces crues touchent le plus souvent des cours d'eau non équipés de stations de mesure limnimétriques et lorsque une telle station existe, et qu'elle n'est pas détruite par la crue, les niveaux d'eau atteints sortent très largement de la gamme pour laquelle la relation cote-débit au niveau de la station a pu être calée. L'analyse hydrologique des crues éclair ne peut donc reposer que sur des données relativement imprécises : reconstitution pluviométrique à partir des mesures radar, estimation des débits de pointe de crue à partir du niveau atteint par les eaux dont témoignent les laisses de crues. L'absence d'informations

sur l'évolution temporelle des débits des cours d'eau, limite rapidement les possibilités d'analyse. Devant ce constat, plusieurs équipes de recherche se sont engagées dans une démarche de retour d'expérience hydrologique à la suite de plusieurs crues éclair, avec une double ambition : construire un corpus de connaissances sur l'hydrologie des crues éclair, et mettre au point une méthodologie de retour d'expérience avec pour objectif leur systématisation à terme. Ces travaux, qui ont fait notamment l'objet d'une thèse que soutiendra prochainement Eric Gaume, ont bénéficié du soutien du Ministère de l'écologie et du développement durable dans le cadre du programme de recherche «Risque Inondation». Une dizaine de crues ont été étudiées au cours des quatre dernières années, dont sept crues d'affluents de l'Aude touchés lors des épisodes de novembre 1999.

L'une des principales originalités de la méthode réside dans le recueil et l'exploitation systématique des récits des témoins oculaires, seule source d'information concernant l'évolution temporelle du niveau et donc des débits des cours d'eau. D'un point de vue méthodologique, ces premières études de cas soulignent l'importance de la mesure de pluie par radar : malgré leurs imperfections, les mesures radar permettent de donner un sens à la très grande disparité géographique des écoulements lors de ces crues - des rapports de débits de pointe de 1 à 10, voire 1 à 100, sont parfois observés sur deux bassins situés seulement à quelques kilomètres de distance. Par ailleurs, les repères chronologiques donnés par les témoins se sont avérés, après validation, souvent assez précis. Les conclusions concernant le comportement hydrologique des bassins

versants sont convergentes :

- les débits observés localement en pointe de crue (10 à 20 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) indiquent que les coefficients d'écoulement peuvent atteindre des valeurs proches de 100 %, une fois atteint un certain degré de saturation des sols ;
- les déficits d'écoulement lors de ces crues sont élevés : environ 200 mm de pluie ne participent pas à la crue et s'infiltrent probablement dans les sols des bassins versants ;
- malgré des intensités de pluie élevées (plus de 50 mm/h dans l'Aude par exemple), la réponse des bassins versants aux pluies intenses est tardive et assez soudaine : les pluies intenses ne provoquent pas immédiatement de ruissellement généralisé ;
- l'impact éventuel de l'occupation des sols sur la genèse des crues n'a pas pu être mis en évidence : s'il existe, il est probablement de second ordre.

Ces premiers résultats, à la fois assez surprenants et très encourageants, incitent à poursuivre cette démarche de retour d'expérience : le nombre d'études de cas est encore trop limité pour pouvoir tirer des conclusions sur l'influence des caractéristiques géomorphologiques, pédologiques ou de l'état antérieur d'humidité des bassins versants. Ces travaux devraient se poursuivre dans le cadre de l'Observatoire hydro-météorologique Cévennes-Vivarais et du Centre hydro-météorologique prévu à Toulouse.

### contacts

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)  
[gaume@cereve.enpc.fr](mailto:gaume@cereve.enpc.fr)  
[marc.livet@equipement.gouv.fr](mailto:marc.livet@equipement.gouv.fr)

## > Utilisation des radars pour la modélisation hydrologique

Une étude, commandée par le Ministère de l'écologie et du développement durable au Laboratoire central des Ponts et Chaussées, dresse un état des connaissances scientifiques dans le domaine de la mesure de la pluie par radar. Cette étude s'appuie notamment sur les travaux publiés dans la littérature scientifique.

Les hydrologues ont perçu très tôt l'intérêt du radar météorologique et ont contribué de façon significative aux progrès de la mesure de pluie par radar. Leurs besoins dans le domaine sont particulièrement

contraignants, car ils doivent pouvoir disposer de mesures à toutes les échelles spatiales et temporelles, et notamment de mesures quasi ponctuelles à des pas de temps de quelques minutes. Pour l'annonce

et la prévision de crues, et la gestion des systèmes d'évacuation des eaux pluviales urbaines, l'information doit leur parvenir en temps réel.

Récemment, des progrès significatifs ont

été accomplis dans les domaines suivants :

- Une bien meilleure connaissance de la physique de la mesure radar, et des progrès sensibles dans la modélisation des différentes sources d'erreur, ont permis d'améliorer nettement le traitement des images brutes.
- Les radars eux-mêmes sont nettement plus performants. La stabilité accrue des composants électroniques réduit les dérives de l'émetteur et du récepteur radar, et permet un étalonnage électronique plus fiable. Le perfectionnement des calculateurs radar permet également d'améliorer très nettement le traitement des données brutes transmises par le récepteur radar. Les gestionnaires des réseaux de radar mettent par ailleurs en place des procédures de contrôle qualité, qui concourent à l'amélioration de la donnée transmise aux utilisateurs.
- Enfin, l'utilisation conjointe de l'information radar et de la modélisation numérique constitue très certainement la voie d'avenir de la prévision des pluies à très

courte échéance, à des résolutions spatiales et temporelles adaptées aux besoins des hydrologues : les méthodes d'advection, qui consistent à calculer la vitesse de déplacement de la zone pluvieuse soit à partir du repère fixe constitué par la zone de couverture radar, soit en suivant individuellement les cellules pluvieuses en mouvement, permettent de prévoir, à des échéances de quelques heures à quelques minutes, le déplacement horizontal des zones pluvieuses. L'utilisation combinée d'un radar fonctionnant en mode volumique (permettant d'estimer la quantité d'eau précipitante contenue dans l'atmosphère), permet de disposer également d'une information quantitative sur l'évolution des précipitations. De nombreuses équipes travaillent actuellement à l'intégration de ces deux types de données dans des modèles de prévision numériques.

La diffusion des images radar aux services hydrologiques opérationnels pourrait, à

terme, modifier les principes de surveillance des régions sujettes à des crues-éclair. L'utilisation du radar devrait en effet permettre d'élaborer des systèmes d'annonce des crues qui ne concentrent pas uniquement leur attention sur des cibles ponctuelles (risques hydrologiques localisés), mais qui assurent une surveillance générale de l'ensemble de la zone de couverture du radar. Ceci pourrait permettre une surveillance du risque hydrologique diffus, particulièrement utile pour les bassins versants non équipés de réseaux de mesure hydrologique (pluviométrie et limnimétrie) mais soumis à des risques hydrologiques. Les infrastructures de transport (réseaux routiers et voies ferrées) pourraient également bénéficier de la surveillance du risque diffus.

#### contacts

*genevieve.baumont@environnement.gouv.fr*  
*herve.andrieu@lcp.fr*

## > Qualité des eaux : la Seine et la Moselle

### Modélisation du transfert des nitrates :

Au cours des 50 dernières années, les pratiques agricoles dans le Bassin de la Seine ont beaucoup évolué, induisant un recours de plus en plus massif à l'utilisation d'intrants industriels (engrais azotés et produits phytosanitaires). Dans le même temps, les sols ont perdu une partie de leur capacité de rétention vis-à-vis des matières solides, des nitrates et des pesticides. Il en résulte une pollution accrue aussi bien des eaux de surface que des eaux souterraines. L'étude de ces pollutions est l'une des priorités du programme de recherche PIREN - Seine.

Au niveau de la parcelle ou du bassin versant, un modèle agronomique a été mis au point, qui simule, sur un pas de temps journalier, le fonctionnement du système sol - eau - plante - atmosphère ; il est alimenté par quatre bases de données (sol, météo, plantes, et pratiques agricoles), spatialisées grâce à un système d'information géographique. Une évaluation du modèle a été réalisée sur différents sites expérimentaux. Ce modèle a d'ores et déjà permis la simulation de scénarios divers, avec une évaluation des pratiques de fertilisation et de leurs impacts sur la qualité des eaux. Pour l'un des scénarios

envisagés, le modèle a montré qu'une fertilisation azotée réduite de 20 % n'aurait aucun effet sur la qualité de l'eau. Ce résultat remet sérieusement en cause certaines des propositions de l'agriculture «raisonnée».

Le bénéfice de ce genre d'outils pour les gestionnaires, se heurte au problème de leur complexité d'utilisation. Pour y remédier, sur les sites où le besoin en est le plus manifeste, sont en cours de montage des GIP de maîtrise d'ouvrage, qui permettront d'apporter un appui technique aux gestionnaires. Ce type de démarches est à encourager, si l'on veut que les modèles mis au point puissent bénéficier pleinement aux acteurs de terrain.

### Une zone-atelier sur la Moselle :

Depuis plusieurs années s'était fait jour l'idée d'un programme de recherche intégré sur la qualité de l'eau en Moselle.

Grâce à un financement de l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, le CNRS a mis récemment en place une première zone atelier. Un observatoire devrait également bientôt y voir le jour.

L'intérêt d'un programme de recherche intégré sur le bassin-versant de la Moselle réside dans la succession de plusieurs

sous-bassins dont les particularités déterminent des qualités de l'eau et des méthodes de gestion différentes :

- le premier, en amont, est constitué de roches cristallines ; la forte occupation forestière entraîne à cet endroit des eaux très acides, toxiques pour la faune aquatique et pour l'homme ; pour lutter contre cette acidité on pratique de longue date le chaulage de sols forestiers ;
- le second, sur roches sédimentaires, voit dominer l'élevage ; il sera l'objet d'études portant sur les pollutions d'origine agricole et les pratiques alternatives envisageables ;
- plusieurs autres sous-bassins au passé minier et/ou industriel, abritent d'importantes métropoles, sources de pollutions diverses.

Les enjeux de ce programme de recherche sont importants puisque plusieurs métropoles s'alimentent en eau dans la Moselle (notamment Epinal et Nancy) et que, vers l'aval, le fleuve emprunte un tracé international.

#### contact

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

## > Ecosystèmes coralliens et recherche européenne : pour la gestion durable d'une ressource méconnue

La présence de récifs coralliens dans les eaux européennes est encore largement méconnue. Les eaux de la Zone Economique Exclusive européenne abritent pourtant de tels récifs, soumis aujourd'hui à des pressions croissantes du fait de l'augmentation de l'activité et du trafic commercial dans les mers européennes.

Ces coraux sont menacés aujourd'hui, pour la première fois, par l'activité humaine. Les impacts les plus importants résulteront sans doute de la pêche au chalut en eaux profondes qui, dans les marges océaniques européennes, est déjà opérationnelle aux profondeurs de 2000 m abritant les écosystèmes coralliens. La recherche et l'exploitation industrielle d'hydrocarbures sous-marins constituent la deuxième menace majeure : ces activités sont désormais pratiquées

jusqu'aux mêmes profondeurs. Ces problèmes ont déjà fait l'objet d'une prise de conscience, illustrée par des récentes controverses entre ONG environnementalistes et industriels.

Dans le cadre du 5<sup>ème</sup> PCRD européen, le programme de recherche « Ocean Margin Deep-Water Research Consortium » a été lancé en 1999 pour compléter l'inventaire des ressources minérales et biologiques des eaux profondes des marges océaniques européennes, en vue d'une gestion durable des ressources biologiques de ces types de milieux.

Parmi les 7 projets constituant le programme, le projet ACES, Atlantic coral ecosystem study, qui regroupe des équipes belges, irlandaises, néerlandaises, britanniques et allemandes, se concentre sur trois objectifs scientifiques :

- réaliser une cartographie de l'évolution de ces écosystèmes en terme de structure et de peuplement, et de potentiel de longévité ;
- évaluer les facteurs hydrographiques et physiques déterminant les dynamiques sédimentaires au voisinage des coraux profonds ;
- décrire ces écosystèmes, leur dynamique et leur fonctionnement, et évaluer leur sensibilité aux facteurs de stress d'origine naturelle et anthropique.

Les résultats obtenus doivent permettre, une fois identifiés les problèmes majeurs auxquels est confrontée la conservation de ces écosystèmes, de formuler des recommandations pour une gestion durable de cette ressource naturelle originale.

Lancé en janvier 2000, ce projet, d'une durée de 3 ans, repose sur l'utilisation de technologies de pointe, notamment des plates-formes sous-marines pour l'observation vidéo et photographique. Il fait appel non seulement à des connaissances en biologie (intégrant aussi bien les techniques de la génétique moléculaire, que des études comportementales in-situ), mais aussi à la géologie, à l'océanographie physique, à la sédimentologie, et à la biochimie, ce qui permet une véritable approche écosystémique intégrée. L'intérêt et la nouveauté de ce projet résident aussi dans la position originale de cet écosystème, réparti entre le littoral, la plate-forme continentale, et les fonds abyssaux.

Source : <http://www.cordis.lu/eesd/ka3/cluster1.htm>

### contact

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)

## LE COIN DES LIVRES

### Vient de paraître

De 1995 à 2000, le programme de recherche inter organismes PRIMEQUAL-PREDIT, piloté par le ministère chargé de l'Environnement, a soutenu environ 150 actions de recherche sur la pollution atmosphérique locale et ses impacts. Les principaux résultats sont regroupés en six ouvrages (cf Recherche environnement n° 4/2002), dont le quatrième et le cinquième viennent de paraître.

Quels sont les facteurs influençant les émissions des véhicules ?

J. Delsey

La Documentation Française, T.R.I. Synthèses Primequal 2002.

Etat des connaissances concernant les différents polluants réglementés ou non,

accompagné d'études d'impact des technologies antérieures à 1995, cet ouvrage est destiné à faire le point des connaissances acquises sur les émissions de différents types de véhicules (utilitaires et poids lourds) et dans différentes conditions de fonctionnement.

Ces acquis permettent de dresser un bilan précis de l'évolution des émissions unitaires et globales, et d'évaluer les gains réels et positifs apportés par le renforcement des normes et les technologies nouvelles qui accompagnent ces évolutions.

Que sait-on de la pollution photo-chimique urbaine ?

B. Koffi

La Documentation Française, T.R.I. Synthèses Primequal 2002.

La concentration moyenne d'ozone dans la troposphère de l'hémisphère nord a augmenté

d'un facteur 4 depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Les phénomènes de pollution photochimique mis en évidence au-dessus de quelques grandes agglomérations se généralisent à l'ensemble des pays développés.

Cet ouvrage a pour ambition de répondre aux questions qui se posent actuellement aux techniciens et gestionnaires de terrain, sur la pollution photochimique, plus spécifiquement urbaine et périurbaine. Il leur apportera une meilleure connaissance des processus mis en jeu à différentes échelles, ainsi que de leur prise en compte par les modèles de qualité de l'air. Ces acquis devraient contribuer à améliorer la définition des stratégies de gestion locale de la qualité de l'air qui seront mises en place pour remédier au problème de l'ozone.

### contact

[pascale.ebner@environnement.gouv.fr](mailto:pascale.ebner@environnement.gouv.fr)

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : **Benoît Lesaffre**  
 RÉDACTRICE EN CHEF : **Magali Bardou**  
 CONCEPTION ET RÉALISATION : **Aristophane - Tel : 01 42 12 92 12**



# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 7/2002

Juillet/Août 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE  
ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

## > Pollutions liées aux échanges : un indicateur du transfert de charge environnementale

La revue *Ecological Economics* publie un article qui apporte un éclairage nouveau sur les indicateurs de « transfert de charge environnementale », et sur l'interprétation de la courbe environnementale de Kuznets.

Développant la notion de « mémoire environnementale » des flux physiques, les auteurs ont évalué la pollution incorporée aux échanges commerciaux entre 18 pays industrialisés et le reste du monde, et entre les mêmes 18 pays et quelques pays en développement, de 1976 à 1994. L'évaluation a été réalisée en terme de flux physiques, afin d'éviter les aléas liés aux variations de prix, en utilisant la base de données de la Banque Mondiale « Industrial Pollution Projection System », qui permet de calculer l'intensité en pollution des différents secteurs économiques. Ils ont sélectionné les huit secteurs d'activité les plus polluants, parmi lesquels figurent, entre autres, les industries chimiques, les raffineries pétrolières, les industries du fer et de l'acier, des résines synthétiques et des matériaux plastiques.

L'étude porte plus particulièrement sur « l'équilibre des émissions associées aux échanges », en d'autres termes, sur la différence entre les émissions associées aux importations et celle associées aux exportations. D'une manière générale, les auteurs constatent que, au cours des dernières années de la période étudiée, les importations totales du Japon, des Etats-Unis et de l'Europe de l'Ouest ont occasionné des émissions polluantes plus importantes que celles suscitées par leurs exportations. Plus précisément, l'équilibre des émissions associées aux échanges commerciaux a semblé suivre, au cours du temps, une courbe en forme de « U » inversé au Japon et en Europe Occidentale, et en forme de « N » aux Etats-Unis : durant la période considérée, la dimension écologique des termes de l'échange du Japon et de l'Europe occidentale avec les pays en développement s'est « améliorée »

après avoir connu une tendance à la dégradation, alors que celle des Etats-Unis a plutôt tendance à se « détériorer » à nouveau. Il faut donc conclure qu'il n'y a pas un seul schéma évolutif pour le transfert de charge environnementale des différents pays riches vers les pays en développement, et que cette question mérite d'être observée pour chaque pays séparément.

Ces résultats suggèrent par ailleurs que, malgré de nombreuses imperfections, ce genre d'évaluation des pressions environnementales associées aux flux physiques internationaux devrait apporter un éclairage nouveau aux programmes et politiques du développement durable. En particulier, ce type d'indicateurs oblige à repenser d'une part la question de la répartition des coûts environnementaux du commerce, et d'autre part celle de la corrélation, si elle existe, entre la croissance économique et l'intensité de la dégradation de l'environnement, souvent décrite jusqu'ici par la courbe environnementale de Kuznets.

Les estimations réalisées ici remettent en cause l'explication selon laquelle la courbe de Kuznets révélerait un découplage entre croissance économique et dégradation environnementale : selon les auteurs, elle serait en réalité le résultat de l'augmentation du transfert de charge environnementale, qui semble liée étroitement, mais selon des modalités différentes d'un pays à l'autre, à celle des richesses nationales.

Source : R. Muradian et al., *Embodied Pollution in Trade : Estimating the "Environmental Load Displacement" of industrialised countries*

### contacts

Judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr

### SOMMAIRE

- 1 **POLLUTIONS LIÉES AUX ÉCHANGES** : un indicateur du transfert de charge environnementale
- 2 **CONNAISSANCE ET GESTION DU RISQUE GLACIAIRE EN EUROPE** : le programme *Glaciorisk*
- 3 **GESTION ET PRÉVENTION DU RISQUE** : les études probabilistes de sûreté
- 4 **EFFETS DES POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES SUR LES VÉGÉTAUX** : utilisation des plantes comme bio-indicateurs  
**LE COIN DES LIVRES**

## > Connaissance et gestion du risque glaciaire en Europe : le programme Glaciorisk

Il existe trois principaux types de risques en milieu glaciaire : le développement de lacs proglaciaires, la création de poches d'eau à l'intérieur des glaciers, et la chute de blocs de glace.

Des poches d'eau peuvent apparaître à l'intérieur des glaciers lorsque des cavités sans évacuation se forment et se remplissent d'eau. La rupture de la poche se produit quand la pression hydrostatique de l'eau est suffisante pour faire exploser les parois de glace qui faisaient office de bouchon. Ces poches d'eau sont difficilement détectables, et le sont en général a-posteriori, lors de la rupture du bouchon.

Les lacs apparaissent le plus souvent en avant du glacier. Ils se forment lorsque la langue du glacier recule, notamment en période de réchauffement des températures. Ces lacs accumulent les précipitations et se chargent des eaux de fonte. Les digues retenant ces lacs sont le plus souvent des formations morainiques qui se trouvent fragilisées lors du dégel, et menacent alors de libérer des masses d'eau parfois colossales, charriant en outre jusqu'à dix fois plus de matériaux que le volume d'eau libéré. La formation de ce type de lacs est bien sûr hautement liée à l'équilibre global du climat, et le réchauffement en cours y est favorable dans la plupart des régions montagneuses d'Europe.

Les chutes de glace représentent le troisième risque majeur en région de glaciers. Ces chutes de blocs de glace sont liées aux mouvements du glacier, à la lubrification de la base du glacier et à la topographie du site.

On comprend alors que le réchauffement climatique, l'urbanisation croissante des zones montagneuses et le développement des infrastructures touristiques, accentuent considérablement les risques glaciaires.

Le programme de recherche européen Glaciorisk a été mis en place en 2001, dans le cadre du 5ème Programme Cadre de Recherche et Développement, afin de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des risques glaciaires, et de proposer des méthodes de gestion du risque applicables à l'ensemble des massifs montagneux européens.

Il regroupe 11 équipes, issues de 6 pays concernés par le risque glaciaire (France, Suisse, Italie, Norvège, Autriche, Islande). Ce projet de 1,3 millions d'euros est coordonné et animé par l'unité « Erosion torrentielle, neige et avalanches » du Cemagref de Grenoble et comprend également des chercheurs du CNRS et de l'ONF.

Ce programme se décompose en 5 axes de travail :

- la création d'une base de donnée, GRIDBASE, regroupant des informations sur les événements passés et les différents sites glaciaires à risque dans les pays partenaires,
- la réalisation d'études de différents processus physiques à l'œuvre, sur un certain nombre de sites sélectionnés,
- le développement de modèles pour simuler les phénomènes et déterminer des zones à risques,
- l'élaboration d'un guide de prévention et de réduction des risques glaciaires,
- le transfert des connaissances acquises et des méthodologies élaborées aux utilisateurs finaux (gestionnaires de terrain, aménageurs, élus locaux etc.) afin d'améliorer la prise de décision.

L'actualité et l'utilité de ce projet européen viennent d'être illustrées par une intervention du Cemagref au Mont Rose, au début du mois de juillet, à la demande de la sécurité civile italienne. En un an, la fonte brutale du glacier due à une forte canicule avait engendré la création d'un lac de retenue glaciaire, d'une superficie supérieure à quinze hectares et contenant plus de 3 millions de mètres cubes d'eau. Le « lac éphémère » risquant de déborder ou les parois de se rompre, une intervention

est devenue nécessaire pour préserver la sécurité des habitants du village de Macugnaga, situé en aval du lac. Une opération de pompage a été mise en place après expertise. Aidé par une baisse des températures et un ralentissement de la fonte, le niveau du lac est redescendu à un niveau écartant le risque majeur.

Outre le pompage, la mise en place d'un chenal régulateur aménagé à l'intérieur de la digue morainique, et le bétonnage d'un seuil de vidange dans les parois du barrage morainique, sont des solutions qui peuvent aider à limiter les risques de rupture. Les résultats du programme Glaciorisk aideront à mieux anticiper ces risques afin d'utiliser ces technologies à bon escient.

Pour en savoir plus :

<http://www.grenoble.cemagref.fr>

<http://www.cordis.lu/fr>

<sup>1</sup> Survey and prevention of extreme glaciological hazards in European mountainous region

**contacts**

[judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr](mailto:judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr)

## > Gestion et prévention du risque : les études probabilistes de sûreté

La sixième Conférence sur la gestion et les études probabilistes de sûreté (EPS), organisée à San Juan en Juin 2002, a permis à plus de 600 spécialistes de la gestion et de la prévention des risques de résumer leur travaux.

A l'origine, ces rencontres étaient essentiellement tournées vers l'élaboration d'outils et de méthodes probabilistes destinés à quantifier le risque de fusion des réacteurs nucléaires, et si les EPS dans le domaine nucléaire constituent toujours plus du tiers des travaux présentés, d'autres types de risques (séisme, incendie, marée noire, pollution...), d'autres secteurs et d'autres disciplines ont peu à peu été intégrés.

Les industriels de la chimie et de l'aéronautique, les responsables du secteur de la santé, de la construction, des transports (chemin de fer, aviation, route) s'appuient en effet de plus en plus sur des outils et des méthodes de quantification des risques pour étayer leurs décisions. Face à ces besoins nouveaux, les méthodes et les outils développés par le passé pour résoudre des problèmes de fiabilité de conception ou de maintenance, évoluent et trouvent de nouvelles applications.

En outre, depuis les attentats du 11 Septembre 2001, de nouvelles demandes ont émergé dans le domaine de l'évaluation de vulnérabilité. Les grands laboratoires liés au secteur nucléaire militaire ou au département de l'énergie (Los Alamos, Sandia) ont vu croître les demandes de gestion des risques, de sécurisation des infrastructures vis-à-vis des risques de terrorisme, et ont renforcé leur effectifs. L'OCDE a également pris la mesure de ces évolutions.

De l'ensemble des présentations, il ressort que, de plus en plus, aux outils mis au point pour gérer les différentes dimensions du risque nucléaire, s'ajoutent d'autres méthodes d'évaluation, qui peuvent constituer une aide efficace à la décision publique dans la mesure où elles permettent de travailler sur des scénarios évolutifs dans le temps, qui prennent en compte les compromis entre les différents

risques, hiérarchisés selon de multiples critères. Ces études sont en outre de plus en plus multi-disciplinaires : elles intègrent les multiples facettes et de la gestion du risque, notamment les aspects humains et organisationnels, ainsi que les différentes étapes à suivre pour atteindre un consensus et une acceptabilité des risques. La question du débat public émerge comme une donnée essentielle.

On citera quelques études d'un intérêt particulier :

L'OCDE a présenté une étude en cours de réalisation, ayant pour objet d'identifier les futurs travaux à mener pour gérer les risques systémiques qui jouent sur le développement économique. Cette étude prend en compte les risques naturels (80 000 morts et 200 millions de personnes affectées chaque année), les accidents technologiques (8 000 morts et 67 000 personnes affectées), les problèmes de santé (13 millions de victimes pour les 6 maladies les plus meurtrières chaque année), et le terrorisme. Les premières recommandations seraient les suivantes : un management des risques plus systémique et anticipatif, un renforcement de la coopération internationale, un réexamen des rôles respectifs des secteurs privés et publics, une information et une implication des parties prenantes, un meilleur usage des technologies et un renforcement de la recherche.

Des études dans le domaine du risque routier, ferroviaire (évaluation de l'introduction de système automatique), et aérien (contrôle aérien, probabilité d'un crash selon l'altitude au moment de l'ordre d'atterrissage) ont également fait l'objet de restitutions.

Dans le domaine de l'évaluation des risques associés aux projets de développement durable, a été présenté un travail

particulièrement vaste et novateur. Un groupe suédois spécialisé dans le domaine de l'énergie, a réalisé une étude sur les différents scénarios de choix d'énergie pour la Chine. 100 personnes, de nombreuses institutions et universités ont été impliquées dans ce projet. Le potentiel d'aide à la décision publique de ces travaux est remarquable, dans la mesure où la Chine devra faire face à une énorme demande : sa consommation d'énergie risque d'être multipliée par trois d'ici 20 ans, alors que la pollution atmosphérique liée à l'utilisation du charbon est déjà très importante.

Selon les choix d'investissement et de filière, « charbon sale » comme actuellement, « charbon + ou - polluant » ou scénarios diversifiés, la pollution résultante, son impact sur la population et les coûts indirects (pollution, accidents pour les travailleurs, mortalité liée aux accidents graves) ont été chiffrés. Il en ressort que les investissements économiques pour des filières propres seraient beaucoup plus faibles que les coûts dérivés engendrés par la pollution due à des filières peu évoluées, qui impliqueraient une augmentation considérable des années de vie perdues. Le problème reste la difficulté pour la Chine de trouver les capitaux nécessaires à de tels investissements.

Enfin, plus d'une cinquantaine de présentations ont été proposées sur le sujet du débat public, traitant à la fois de la réglementation des modes de gestion des débats publics et de leur coût, et de la responsabilité des parties prenantes impliquées dans les décisions. Ce domaine d'investigation est en pleine expansion et mérite d'être suivi.

### contacts

[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## > Effets des polluants atmosphériques sur les végétaux : utilisation des plantes comme bio-indicateurs

Dans le cadre du programme de recherche PRIMEQUAL, piloté par le Ministère de l'écologie et du développement durable, un projet visant à tester l'utilisation de plantes comme bio-indicateurs de certains polluants atmosphériques vient d'être mené en Alsace.

Lorsqu'ils sont absorbés par des cellules vivantes, les polluants cancérigènes peuvent se fixer sur le matériel génétique. Il se forme alors des "adduits" de différents types que l'on peut détecter et séparer par des analyses moléculaires. On utilise ces adduits comme marqueurs biologiques d'exposition à des cancérigènes chimiques

chez l'homme. Des travaux antérieurs avaient montré que l'exposition à des polluants cancérigènes provoquait également l'apparition d'adduits dans le matériel génétique des plantes.

L'objectif du projet était de déterminer si la quantité d'adduits formée dans des plantes-test exposées sur différents sites urbains et suburbains était proportionnelle au taux de polluants cancérigènes atmosphériques auquel ces plantes avaient été exposées. Il s'agissait ainsi de remplacer la mesure de multiples polluants, et d'éviter les expériences avec des animaux.

Les résultats obtenus montrent que des phénomènes propres aux plantes ainsi que certains facteurs environnementaux autres que les polluants atmosphériques jouent un rôle important dans la formation d'adduits chez les végétaux. En conséquence, la

quantité totale d'adduits formée dans les plantes-test ne suit pas le taux des polluants cancérigènes majeurs présents dans l'air ambiant (benzène, toluène, xylène) et ne peut pas être utilisée en tant que telle comme un bio-indicateur d'exposition. En revanche, un adduit individuel spécifique de la pollution atmosphérique, et dont le taux reflète celui des polluants cancérigènes majeurs, a été mis en évidence avec l'une des espèces de plante-test. Cet adduit individuel peut donc être considéré comme un bio-indicateur. La méthode proposée, qui se voulait globale, se trouve ainsi renvoyée à des analyses beaucoup plus spécifiques.

### contact

[pascal.ebner@environnement.gouv.fr](mailto:pascal.ebner@environnement.gouv.fr)  
[andre.dietrich@ibmp-ulp.u-strasbg.fr](mailto:andre.dietrich@ibmp-ulp.u-strasbg.fr)

## LE COIN DES LIVRES

### Vient de paraître

#### Environnement et gestion des territoires : l'expérience agri-environnementale française

J.-P. Billaud, V. Barre (dir.)  
MEDD, CNRS, La Documentation Française, 2002, 372 p.

*L'expérience agri-environnementale française a bientôt dix ans.*

*Elle s'est traduite par de multiples opérations engageant les acteurs de l'espace rural dans toute leur diversité.*

*Elle s'est inscrite dans un contexte d'attentes nouvelles de la société, en particulier en faveur de produits et de paysages de qualité. Elle a été le creuset d'une révision visible de certains fondements de l'agriculture française.*

*Cet ouvrage donne la parole aux porteurs de divers points de vue disciplinaires, mais également aux acteurs locaux de la politique agri-environnementale : chacun d'entre eux est invité à évaluer, selon son propre point de vue, ce qui semble annoncer un renouveau de la ruralité, dans la mesure où la question agricole et la question environnementale convergent pour réinventer la problématique de l'aménagement du territoire. A la lecture de ces textes, on découvre en effet que la*

*France est sortie d'une logique d'accompagnement de la baisse de la production agricole, pour prendre la voie d'une réorientation qualitative de la production et de ses modalités. Il devient dès lors indéniable qu'un premier pas est déjà franchi, et qu'il n'est plus possible de faire marche arrière.*

### contact

[veronique.barre@environnement.gouv.fr](mailto:veronique.barre@environnement.gouv.fr)

# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 8/2002

Septembre 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



Un programme de surveillance épidémiologique, coordonné par l'Institut de Veille Sanitaire, permet de quantifier l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans 9 villes françaises de plus de 200 000 habitants (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse). Initié en 1997 dans le contexte de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, ce programme vise à éclairer les décisions prises dans le cadre de cette loi, pour la prévention et la diminution des risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique urbaine.

## > Impact sanitaire de la pollution atmosphérique : une corrélation quantitative

Les résultats de la deuxième phase de ce programme, intitulé "PSAS-9", sont disponibles aujourd'hui. Ceux de la première phase, portant sur l'analyse des relations à court terme entre la pollution atmosphérique et la mortalité pour la période 1990-1995, ont été rendus public en avril 1999.

L'objectif principal du second volet de ce programme était de quantifier, à l'échelle de la population, les relations entre des indicateurs de pollution atmosphérique et des indicateurs de l'état de santé de la population, de nombreux travaux ayant déjà montré que la pollution atmosphérique était associée à une augmentation de la fréquence de survenue de crises d'asthme, de bronchites ainsi que d'autres pathologies pulmonaires chroniques et cardiaques.

La méthodologie de PSAS-9 repose sur le croisement de variations dans le temps, à court terme, (d'un jour à l'autre) d'indicateurs de l'état de santé d'une population (mortalité, admissions hospitalières) avec les variations d'indicateurs d'exposition de la même population à la pollution atmosphérique (polluants mesurés). Le croisement des variations d'indicateurs "santé" et d'indicateurs "pollution" permet de déterminer des relations exposition/risque, exprimées en pourcentage d'augmentation du risque de mortalité (ou d'admissions hospitalières) à court terme et pour une augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par jour des niveaux d'indicateur de pollution. La population totale étudiée est de plus de 11 millions de personnes réparties dans les neuf villes ; seuls les décès et hospitalisations de personnes résidant à l'intérieur des zones géographiques étudiées, ont été comptabilisés dans cette étude.

Pour l'ensemble des neuf villes, le nombre annuel de décès anticipés<sup>1</sup> attribuables à des niveaux de pollution atmosphériques supérieurs à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

est de 2786 pour la mortalité totale, 1097 pour la mortalité cardiovasculaire et 316 pour la mortalité respiratoire. On estime que 1834 décès anticipés auraient pu être évités si les niveaux de pollution avaient été réduits de moitié. D'une manière générale, ce sont les niveaux de pollution photo-oxydante (dioxyde d'azote et ozone) qui conduisent le plus souvent au nombre de décès anticipés le plus élevé.

Pour les admissions hospitalières, il existe une association entre les admissions pour pathologie cardio-vasculaire chez les 15-64 ans et une augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par jour de dioxyde de soufre. L'augmentation du risque varie de 1,4% pour un exposition de 0-5 jours avant l'hospitalisation, à 1% pour une exposition la veille. Par ailleurs, l'augmentation du risque d'admission pour pathologie respiratoire suite à une exposition au dioxyde d'azote durant les cinq jours précédents l'hospitalisation est de 3,7% chez les enfants. On estime que 748 hospitalisations auraient pu être évitées si les indicateurs de pollution avaient été ramenés à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans huit villes.

Ces résultats montrent que la pollution atmosphérique urbaine reste un facteur de risque pour la santé, d'où l'importance de disposer d'un système permanent de surveillance épidémiologique permettant de quantifier ce risque.

<sup>1</sup> Il s'agit de décès qui surviennent un jour donné en relation avec la pollution, indépendamment de l'âge et d'autres facteurs de risque, et qui, en l'absence de pollution ce jour-là, ne se seraient pas produits.

Pour plus d'informations :

<http://www.invs.sante.fr>

### contacts

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)  
[pascale.ebner@environnement.gouv.fr](mailto:pascale.ebner@environnement.gouv.fr)

## SOMMAIRE

- 1 **IMPACT SANITAIRE DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE : une corrélation quantitative**
- 2 **AGRICULTURE EUROPÉENNE : une synthèse sur la coexistence des cultures génétiquement modifiées, conventionnelles et biologiques**
- 3 **DISSÉMINATION DE PLANTES GÉNÉTIQUEMENT MODIFIÉES**
- 4 **LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : vers une plus grande efficacité économique des mécanismes du Protocole de Kyoto. LE COIN DES LIVRES**

## > Agriculture européenne : une synthèse sur la coexistence des cultures génétiquement modifiées, conventionnelles et biologiques

L'Institut des études de prospective technologique du Centre Commun de Recherche (CCR) de la Commission européenne, vient de publier un rapport portant sur six études commandées par la Communauté européenne en mai 2000 et réalisées par différents instituts français, britanniques et allemands.

« Consommateurs, industrie alimentaire (...) et vendeurs demandent un degré raisonnable de choix entre produits dérivés et non dérivés des OGM. » affirment les rapporteurs. C'est en partant de ce constat qu'a été lancée cette étude destinée à estimer la faisabilité et les conditions d'une co-existence de cultures GM (génétiquement modifiées) et non GM, ainsi que les coûts potentiels de la mise en place d'une telle co-existence.

L'étude couvre trois sortes de cultures dans différents types de fermes situées dans des zones de production représentatives des régions de l'union européenne : colza d'hiver pour la production de semences (France, Allemagne) ; maïs pour l'alimentation animale, en cultures intensives et non-intensives (Italie, France) ; pommes de terre précoces et normales pour la consommation directe et la transformation (Grande Bretagne et Allemagne). Pour estimer les niveaux de présence fortuite de plantes GM dans les cultures non GM et pour comparer les effets du changement des pratiques de culture, on a utilisé une combinaison d'avis d'experts scientifiques et de modèles informatiques (modèles non encore complètement validés, précise le rapport).

L'estimation des coûts résultant de la nécessité de réduire la présence fortuite de plantes GM dans les cultures non GM est basée sur l'imputation de tous les coûts à la production

non OGM. Ceci reflète la situation actuelle où il n'y a pas d'obligation légale pour la production commerciale de plantes GM d'introduire des mesures pour minimiser la présence fortuite.

Les résultats des travaux menés sont instructifs.

Les sources à l'origine de la présence fortuite de plantes GM au niveau de la ferme sont les impuretés dans les graines, la dissémination de pollen et de graines de champ à champ par le vent, les insectes et les machines, les plantes passant l'hiver et les plantes provenant de graines disséminées aussi bien que de mélanges après récolte. Le pourcentage de cultures GM dans une région est un facteur important. Deux scénarios sont retenus : 10 % (proportion qui cause déjà des niveaux significatifs de contamination et illustre une phase d'introduction en Europe) et 50 % (situation actuelle au Canada et aux Etats-Unis).

Les seuils de contamination étudiés sont de 1 % (maïs et pomme de terre), 0,3 % (production de semences) et 0,1 % (colza, maïs et pomme de terre). Ce dernier (0,1%) reflète la limite de quantification des méthodes courantes d'analyse et imite les conditions du « zéro OGM » correspondant à la situation de l'agriculture biologique.

Le rapport conclut que les seuils de 1 %<sup>1</sup> et 0,3 %<sup>2</sup> peuvent être atteints en changeant les pratiques agricoles, la coopération entre voisins semblant l'une des plus efficaces. Le coût additionnel (changement des pratiques agricoles, système de surveillance, assurance) pour respecter le seuil de 1% serait de 1 à 9 % du prix courant du maïs et de la pomme de terre. Pour la production de semences, (seuil à 0,3 %) le coût additionnel serait de 10 à 41 %. Donc, si la co-existence des différents types de production au niveau régional est « techniquement possible, elle reste difficile économiquement en raison des coûts et de la complexité des changements associés. »

Les auteurs estiment que le seuil de 0,1 % serait très difficile à atteindre, même avec des changements significatifs dans les

pratiques agricoles : la production biologique ne serait donc pas possible dans une région de production GM. Les rapporteurs concluent finalement que la co-existence de cultures GM, conventionnelles et biologiques au niveau de la ferme, même de grande taille, est un scénario irréaliste.

Les coûts indicatifs d'assurance ont par ailleurs été calculés, sur une base de pertes à court terme et sur différents taux d'échecs. Ils pourraient représenter jusqu'à 16 % des coûts additionnels pour le colza, 29 % pour le maïs, et 70 % pour la pomme de terre. Plus le taux d'échec est élevé, plus le coût de l'assurance croît. A moyen et long terme des coûts additionnels pour la gestion des repousses GM, les tests et contrôles peuvent survenir. Pour les fermes biologiques, retrouver le statut biologique peut prendre du temps et impliquer d'autres pertes de revenu.

L'absence d'expérience dans le domaine des contaminations n'incite pas les assureurs à couvrir les éventuels dommages. En France, les compagnies d'assurances refusent pour le moment d'assurer les OGM. Le risque commercial est très difficile à estimer, mais les rapporteurs suggèrent que « la contamination involontaire de cultures avec du matériel GM peut être gérée en assurant le risque commercial par une assurance générale responsabilité ou par une assurance spécifique couvrant les risques commerciaux spécifiques associés à la dissémination d'OGM. ». Ceci ne concernerait que les productions conventionnelles et transgéniques au niveau régional, seules « viables » selon l'étude.

<sup>1</sup> Productions pour l'alimentation humaine et pour l'alimentation animale.

<sup>2</sup> Production de semences.

**Source** : « Scenarios for co-existence of genetically modified, conventional and organic crops in European agriculture », Mai 2002, E.C. Joint Research Centre

### contacts

[sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr](mailto:sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr)

## > Dissémination de plantes génétiquement modifiées

Pour aborder l'impact de la dissémination des plantes génétiquement modifiées, l'INRA a mené, de 1998 à 2001, une action incitative programmée sur le thème « OGM et environnement ». Ses résultats, restitués le 30 avril 2002, donnent des éléments pour construire les dispositifs de biovigilance en ce domaine.

Les communications ont été groupées en quatre domaines : dispersion du pollen, flux de gènes intraspécifiques, flux de gènes interspécifiques, et impacts environnementaux et économiques. Observations et relevés de terrain sont combinés à la modélisation physique de la dispersion pour mieux appréhender les risques de contamination inter et intra-spécifique. De nouvelles voies de modélisation ont été présentées, qui prennent en compte les longues distances, les discontinuités du paysage, les caractéristiques variétales et les aspects climatiques.

L'une des conclusions vers lesquelles tendent la grande majorité des chercheurs ayant participé à ce programme, est qu'il est impossible de confiner un transgène strictement dans les parcelles cultivées, même si certaines hybridations ne se produisent qu'à des fréquences très faibles. Si l'on souhaite créer une double filière agro-alimentaire et conserver une filière « sans OGM », il faudra donc savoir quantifier la pollution génétique d'un champ vers un autre, afin de mettre en place des consignes de culture garantissant des produits qui répondent aux normes choisies.

La nécessité de limiter la dispersion du pollen transgénique aurait probablement des conséquences très importantes en

termes d'aménagement du territoire, mais aussi de gestion et de pratiques agricoles : cahiers des charges drastiques pour les agriculteurs ; coordination voire contrats entre agriculteurs, pour gérer l'occupation des sols au sein d'un même bassin de production ; mise en place de contrôles accrus et de réseaux de biovigilance, autant de changements prévisibles en cas d'adoption d'une double filière agro-alimentaire.

Malgré le très bon niveau scientifique des études menées dans le cadre de cette action incitative programmée, il a été souligné lors de ce colloque que leurs résultats présentaient certaines limites :

- la plupart des études ont été menées sur des cas de cultures spécifiques. Les résultats de chacune ne sauraient donc être extrapolés à d'autres cas ;
- aucune des problématiques abordées n'est entièrement couverte par les études réalisées, ce qui limite l'ampleur des conclusions de ce séminaire.

Ces résultats restent donc à compléter pour permettre d'orienter des choix techniques ou politiques, mais le travail doit être poursuivi en France, notamment dans le cadre de l'appel d'offre « impacts des OGM » lancé au début de l'année 2002 par le Ministère délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies.

Enfin, certains membres du comité de l'action incitative programmée ont constaté que les problèmes abordés dépassaient largement le cadre des OGM, et ont souligné le besoin d'une étude approfondie des impacts multiformes de l'ensemble des pratiques culturelles sur l'environnement, véritable sujet d'intérêt.

### contacts

[sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr](mailto:sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr)

## ANNONCE DE SÉMINAIRE

**Un séminaire sur les particules atmosphériques se tiendra les 21 et 22 novembre 2002 au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable**

*Les programmes de recherche PRIMEQUAL (Programme de recherche pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale) et PNCA (Programme National de Chimie Atmosphérique) organisent un séminaire destiné à faire le point sur l'état des connaissances dans le domaine des particules atmosphériques non fibreuses afin d'élaborer un appel à propositions de recherche sur ce sujet en 2003.*

*La première journée sera consacrée à l'exposé de synthèses faisant l'état des connaissances et des besoins sur sept thèmes : les sources extérieures, les sources intérieures, la métrologie, la physico-chimie, les impacts sur la santé/toxicologie, les impacts sur les écosystèmes et le bâti. Les synthèses, élaborées par de petits groupes de spécialistes, seront présentées par l'animateur du groupe considéré et feront l'objet d'un ouvrage destiné aux utilisateurs.*

*La seconde journée comprendra des ateliers en parallèle, qui débattront des synthèses présentées la veille, et se terminera par une discussion générale qui identifiera les sujets à approfondir dans l'appel à propositions de recherche.*

### contacts

[pascale.ebner@environnement.gouv.fr](mailto:pascale.ebner@environnement.gouv.fr)

## > Lutte contre les changements climatiques : vers une plus grande efficacité économique des mécanismes du Protocole de Kyoto

La faisabilité et l'efficacité des mécanismes mis en place par le Protocole de Kyoto est actuellement débattue dans les cercles scientifiques. Peter Bohm, professeur d'économie à l'université de Stockholm, a présenté son point de vue le 17 septembre lors du séminaire « Economie de l'environnement et du développement durable », organisé conjointement par la direction des études économiques et de l'évaluation environnementale (D4E) du ministère de l'écologie et du développement durable et l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri).

Son intervention était organisée autour de cinq points : l'efficacité des politiques hybrides, l'introduction d'une possibilité d'emprunts de permis, les implications économiques de la « réserve pour la période d'engagement », l'intégration des pays en développement et les méthodes d'allocation des permis à polluer.

Les politiques hybrides des permis attribués (AAU : *assigned amount units*) permettent d'encadrer leurs prix. P. Bohm défend un marché des AAU le moins contraignant possible, afin d'augmenter l'efficacité économique et de diminuer les sujets de discordance entre pays. Cette solution aurait notamment pour avantage de favoriser le retour des Etats-Unis à la table des négociations sur le changement climatique, mais soulève quelques problèmes: augmentation des coûts de négociation, risque de manipulation, relâchement de l'objectif environnemental.

Le protocole de Kyoto offre actuellement la possibilité aux pays signataires d'épargner

leurs quotas afin de les utiliser ou de les vendre dans la période suivante. P. Bohm montre que la solution de l'emprunt, strictement définie, favoriserait l'engagement de nouveaux pays.

La réserve pour la période d'engagement (« Commitment Period Reserve ») limite au maximum le risque de « survente » puisque sa mise en oeuvre interdit aux Parties de vendre des permis d'émission au-delà d'une certaine limite. Elles peuvent en revanche acheter des crédits pour respecter leurs engagements. Cette mesure est analysée par P. Bohm comme non-efficace d'un point de vue économique, car elle contraint les vendeurs. Le problème central n'est cependant pas celui de la survente, mais bien celui de l'incitation au respect du dispositif (« compliance »).

Les Etats-Unis réclament que les pays en développement participent à la lutte contre le changement climatique. Or, selon P. Bohm, le mécanisme de développement propre (MDP) qui permet aux pays développés de mener des actions dans les pays en développement afin de bénéficier de permis d'émissions, présente le défaut d'inciter les pays d'accueil et les investisseurs à exagérer les réductions d'émissions effectuées. Il conviendrait selon lui d'en diminuer l'importance afin d'accélérer l'entrée des pays en développement dans l'adoption d'engagements quantitatifs.

Le dernier point abordé portait sur les effets des méthodes d'allocation de leurs quotas par les pays signataires : la méthode des droits historiques, où les permis sont alloués gratuitement sur la base des émissions passées des entreprises, et la mise aux enchères, où les entreprises achètent leurs permis. Dans le cadre d'une économie ouverte, la mise aux enchères est plus efficace économiquement. La méthode des droits historiques défavorise en effet les nouveaux entrants sur le marché et permet à des entreprises peu rentables de survivre.

### contact

[judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr](mailto:judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr)

## LE COIN DES LIVRES

### Vient de paraître

Zones Humides Infos, n° 36, 2<sup>ème</sup> semestre 2002

Edition Société Nationale de Protection de la Nature

Le dernier numéro de la revue « Zones Humides Infos » vient de paraître. Il s'agit d'un numéro qui traite, sur dix-neuf pages, des résultats du Programme National de Recherches sur les Zones humides (PNRZH) et constitue ainsi l'une des valorisations de ce programme, mis en place en 1995 dans le cadre du plan d'action national en faveur des zones humides et terminé en 2001 (cf. Recherche Environnement n°1/2002). Les premiers textes de cette revue positionnent le PNRZH, présentent les principaux acquis scientifiques puis opérationnels. Six articles exposent ensuite les résultats des travaux de quelques-unes des équipes du programme. Les résultats du programme ont fait l'objet de nombreuses valorisations : un colloque de restitution, des fiches récapitulatives, un site Internet ([www.pnrzh.org](http://www.pnrzh.org), en cours de réalisation), et des transferts de connaissances réalisés localement par les équipes de chercheurs. Une « manifestation d'intérêt PNRZH » a été présentée à l'Union européenne dans le cadre du 6<sup>ème</sup> PCRD. Deux documents seront publiés d'ici le premier trimestre 2003 : un cahier thématique intitulé « les zones humides, l'eau et le bassin versant », et les actes du colloque de Toulouse.

### contact

[veronique.barre@environnement.gouv.fr](mailto:veronique.barre@environnement.gouv.fr)

### Des clés pour la gestion des ressources génétiques, quelques acquis du 3<sup>ème</sup> colloque national

Bureau des Ressources Génétiques, Ministère de l'écologie et du développement durable.

Réalisé par le Bureau des Ressources Génétiques avec le soutien du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, cet ouvrage a été élaboré à l'intention des personnes impliquées dans la gestion de la diversité génétique *in situ* ou *ex situ*, des animaux, des végétaux et des micro-organismes. Après une introduction décrivant le contexte des ressources génétiques, la gestion y est abordée à travers cinq questions : dans quelle mesure les populations réagissent-elles à l'environnement ? Peut-on mélanger les populations ? Peut-on mesurer l'originalité d'une ressource génétique ? A financement donné, quelles ressources génétiques conserver ? Pourquoi et comment utiliser la technique de congélation pour les animaux ? Des repères sont proposés au lecteur afin de lui apporter les nouveaux éléments de réponse fournis par les chercheurs lors du colloque national organisé par le BRG à Toulouse en octobre 2002. Une orientation bibliographique et un choix de sites Internet complètent l'ouvrage. Cet ouvrage est disponible sur simple demande auprès du BRG.

### contact

[veronique.barre@environnement.gouv.fr](mailto:veronique.barre@environnement.gouv.fr)

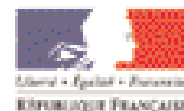


# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 9/2002

Octobre 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE  
ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

## > Un forum sur la qualité des sols

Un colloque sur la qualité des sols s'est déroulé au MEDD en présence de plus de 350 personnes, scientifiques et gestionnaires, pour discuter la publication de la communication sur les sols de l'Union européenne, et pour informer sur les réalisations récentes au niveau national, que ce soit pour la concertation des actions publiques, la mise en place d'actions nouvelles (notamment le réseau de surveillance RMQS) ou les premiers résultats des recherches lancées par le MEDD et l'ADEME en 1999.

Lors de ce colloque le sol a été décrit comme une ressource limitée, soumise à des contraintes et des dégradations croissantes, mais ayant des fonctions multiples. Si la fonction de production doit en être préservée, ses autres «fonctions environnementales» apparaissent également essentielles, ce qui justifie la mise en place de dispositifs de protection. Ces dispositifs doivent être imaginés à l'échelle de l'Europe, mais également au niveau mondial, dans le contexte des suites du Sommet de Rio et dans le cadre des 3 grandes conventions qui en sont issues (climat, biodiversité et désertification).

Afin de protéger les sols, la nécessité de bien les connaître et l'intérêt de la mise en place d'un réseau de surveillance sont apparus clairement. Le réseau français (RMQS, réseau de mesure de la qualité des sols) peut constituer, avec sa maille 16/16 km identique au réseau européen des forêts, un exemple intéressant à généraliser. Les recherches en cours fournissent déjà des indicateurs biologiques (biodiversité de la macrofaune et de la microflore), et d'autres destinés à l'évaluation des stocks de carbone, mais aussi de la qualité de la matière organique (indicateurs «précoces»). La nécessité d'indicateurs physiques s'est fait jour, en particulier pour assurer les relations avec la qualité de l'eau (Directive cadre) et déjà une proposition concernant l'évaluation de la stabilité structurale des sols et de leur sensibilité à l'érosion, a été évoquée. Les discussions ont fait apparaître la nécessité de compléter ce réseau de plus de 2000 sites par un sous-réseau de sites lourds consacrés à des objectifs thématiques : recyclage des déchets, érosion, qualité des eaux superficielles et souterraines, pollutions diffuses ou de proximité (proximité de sites pollués, de réseaux routiers...). Sur ces sites, il serait possible de mesurer les flux et transferts et d'évaluer les risques. De tels sites existent déjà pour les sols forestiers, le suivi des déchets, ou l'érosion.

Une convergence avec les objectifs des observatoires de recherche sur l'environnement serait à mettre en œuvre au niveau français, et des financements pourraient être recherchés au niveau européen, auprès de la DG Recherche. L'exemple présenté sur l'expérimentation agronomique de longue durée débutée en 1845 à

Rothamsted montre bien tous les enseignements que l'on peut en attendre pour la surveillance à long terme des sols et de l'environnement. Les données recueillies depuis 160 ans sur ce site, ont été par exemple d'une grande aide lors de la création des modèles de cycles nutritionnels aujourd'hui utilisés dans le monde entier (ROTH-C pour le cycle du carbone et SUNDIAL pour le cycle de l'azote). Cette expérience a également permis de recueillir les plus longues séries de données connues sur les pluies acides, et de montrer que sur ce type de site les pluies acides étaient de loin la première source d'acidification des sols, entraînant une réduction de la biodiversité par suite d'une biodisponibilité accrue des métaux lourds. Certaines interventions ont montré que la gestion des matières organiques était un élément essentiel de la durabilité des écosystèmes agricoles. Par leurs propriétés physico-chimiques, trophiques, et par leurs transformations, les matières organiques contribuent en effet à la plupart des fonctions que l'on reconnaît aux sols : fonction de support physique, de source d'éléments nutritifs, de filtre ou de source vis-à-vis de la composition chimique des eaux superficielles et de l'atmosphère, ainsi que de réservoir de biodiversité. Ces fonctions dépendent non seulement de la quantité de matières organiques présentes, mais également de leur nature, de leur dynamique et de leur localisation dans les différents horizons. Diverses pratiques agricoles destinées à mieux recycler et utiliser la matière organique, ont été recommandées.

Enfin la prise en compte d'éléments socio-économiques s'avère de plus en plus nécessaire, pour tenir compte des externalités liées à la dégradation des sols ainsi que des «services rendus» par les sols. On peut très bien concevoir d'en tenir compte dans le calcul de la valeur patrimoniale attribuée aux sols.

Ce colloque sur les sols n'est que la première étape d'un travail dans lequel la France, étant donné la place importante qu'elle a occupée dans le forum européen sur les sols, devrait être particulièrement impliquée.

### contacts

[michel.robert@environnement.gouv.fr](mailto:michel.robert@environnement.gouv.fr)

## SOMMAIRE

- |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 1 | <b>UN FORUM</b> sur la qualité des sols | 2 | <b>EFFET DE SERRE, IMPACTS ET SOLUTIONS : un colloque à l'Académie des Sciences</b> | 3 | <b>IMPACTS DES POLLUANTS SUR LES ÉCOSYSTÈMES : un séminaire du programme PNETOX</b> | 4 | <b>LES RELATIONS végétation - écoulement - transport solide dans le lit des rivières : ... UN SÉMINAIRE « Forêt, Vent et Risques »</b> |
|---|---|---|---|---|---|---|--|

## > Effet de serre, impacts et solutions : un colloque à l'Académie des Sciences

Un colloque intitulé « Effet de Serre, impacts et solutions : quelle crédibilité », organisé du 16 au 18 septembre à l'Académie des Sciences, a permis de dresser l'état des connaissances et incertitudes scientifiques sur les différents aspects du changement climatique lié à l'accroissement anthropique de l'effet de serre : un état de l'art fondé essentiellement sur les résultats les plus récents des travaux du G.I.E.C.<sup>1</sup> et de la communauté scientifique française, y compris les résultats du programme G.I.C.C.<sup>2</sup>, piloté par le ministère. L'objectif de ce colloque était d'éclairer les choix des décideurs et des citoyens en matière de lutte contre le changement climatique.

Les résultats des très nombreuses observations et modélisations convergent pour indiquer que le réchauffement de la planète, déjà amorcé, se poursuivra nécessairement au 21<sup>ème</sup> siècle, et même au-delà si les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) ne sont pas considérablement réduites dans les décennies à venir. Les modèles climatiques prenant en compte les GES annoncent un réchauffement global compris entre 2°C et 6°C à l'horizon 2100. Cette large fourchette reflète à la fois les incertitudes sur les scénarios d'émissions futures de GES, et les imperfections des modèles.

Les données météorologiques du dernier demi-siècle ne montrent, au moins pour la France, aucune augmentation du nombre des tempêtes ou des épisodes pluvieux violents. Mais les modèles climatiques, même s'ils reproduisent assez bien le climat actuel à

grande échelle, ont encore des difficultés pour prévoir les caractéristiques du changement climatique à l'échelle régionale et locale. Des efforts importants sont en cours pour améliorer les modèles sur ce point, de même que pour maintenir et développer les systèmes d'observation nécessaires.

Les milieux aquatiques seraient vraisemblablement affectés de manière significative par les changements climatiques à venir. Les études menées ont montré notamment que les zones côtières étaient déjà sensibles au réchauffement de ces dernières années. Les observations du blanchissement des coraux font craindre une diminution rapide de la surface des récifs coralliens ; de nombreuses espèces de poissons tropicaux africains et indiens commencent à être observées en Méditerranée, et il apparaît que les augmentations du CO<sub>2</sub> et de la température de surface de l'océan sont deux facteurs majeurs d'évolution de la faune marine libre vers le Nord.

De très nombreuses études des sédiments marins dans l'Atlantique Nord, en Californie et dans l'Océan Indien révèlent, en période glaciaire, au cours des 64 derniers milliers d'années, des variations brutales et brèves de 7 à 10°C, très probablement dues à d'importantes modifications de la circulation océanique. Un enjeu majeur pour la recherche paléoclimatique de ces prochaines années est de caractériser des événements similaires qui se seraient produits en période interglaciaire, et notamment dans celle où nous nous trouvons depuis 20 000 ans.

Les recherches sur les bio-systèmes terrestres s'efforcent d'évaluer à la fois leur réponse aux changements climatiques attendus et leur capacité à freiner l'accroissement de l'effet de serre en piégeant du CO<sub>2</sub> et en stockant du carbone. On a pu montrer que :

- les effets du changement climatique sur la biodiversité sont et seront nombreux et variés : modification certaine de la structure des communautés végétales et animales (au niveau des espèces et des génotypes), déplacement des aires de répartition de certaines espèces, ce qui pourrait fortement diminuer l'efficacité de la conservation de leurs habitats actuels (remise en question de la localisation des réserves naturelles concernées). La perte de diversité végétale

pourrait altérer le fonctionnement des écosystèmes et diminuer leur capacité à stocker du carbone ;

- le réchauffement observé en France au cours du siècle dernier a déjà un effet marqué sur la phénologie des espèces végétales (dates de floraison, de maturité) et pourrait avoir des répercussions sur la qualité des produits de l'agriculture, et sur les caractéristiques des différents terroirs (exemple de la vigne). En général, une sélection des espèces végétales et une redistribution de leurs aires de développement permettent de pallier à ces modifications ;
- l'évolution des forêts dans les régions tempérées et boréales, fait nettement apparaître une augmentation de la vitesse de croissance des arbres, en diamètre et en hauteur. Mais l'influence des divers facteurs pouvant expliquer cette augmentation (CO<sub>2</sub>, azote, température, eau, utilisation antérieure des terres,...) est encore mal connue.

L'importance du carbone actuellement stocké dans les sols agricoles a été soulignée. Diverses possibilités existent pour augmenter ce stock dans les prochaines décennies.

Enfin, il apparaît clairement que la société a pris conscience du problème de l'effet de serre et qu'elle débat aujourd'hui sur les actions à entreprendre, et non plus sur la nécessité d'agir. Le pas en avant que représente Kyoto a été souligné, mais les discussions ont montré que des solutions pourront difficilement être trouvées sans une remise en cause du type de croissance actuel - générateur de CO<sub>2</sub> - et surtout de nos modes de vie. L'information du public et les débats innovants de type conférence de citoyens auraient intérêt à être particulièrement développés.

L'ensemble du colloque a montré l'intérêt croissant des communautés scientifiques pour la question du changement climatique anthropique, conclusion d'autant plus positive que l'effet de serre mobilise avec succès des approches multidisciplinaires.

<sup>1</sup> Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

<sup>2</sup> Gestion et Impacts du Changement Climatique (cf. Recherche Environnement n°5/2002)

### contacts

[maurice.muller@environnement.gouv.fr](mailto:maurice.muller@environnement.gouv.fr)

## > Impacts des polluants sur les écosystèmes : un séminaire du programme PNETOX

Lancé en 1996 par le ministère chargé de l'environnement, le programme PNETOX (Programme National de recherche en Ecotoxicologie) a pour objectif de répondre à la demande des pouvoirs publics en matière d'expertise, de conseil et de recherche finalisée pour tout ce qui concerne l'impact des polluants sur les milieux et les organismes vivants. Renforcer nos connaissances dans ce domaine permet une meilleure évaluation et gestion des risques liés à la présence de substances chimiques ou biologiques dans notre environnement.

Lors d'un séminaire de programme organisé les 3 et 4 octobre derniers, les équipes ont présenté leurs résultats ou leurs projets en cours. Nous n'évoquons ici que quelques-uns des nombreux travaux présentés.

Présentée dans le cadre de la thématique « comportement, transfert et biodisponibilité<sup>1</sup> des contaminants », une étude réalisée sur un bassin viticole languedocien, a permis de mettre en évidence les effets « contradictoires » du pH du sol sur la biodisponibilité du cuivre, largement utilisé sous forme de sels de cuivre pour lutter contre certaines maladies de la vigne. Ces résultats remettent en cause une idée généralement admise sur la biodisponibilité des métaux : l'auteur a pu montrer que la biodisponibilité du cuivre n'augmentait pas nécessairement avec l'acidité du sol.

Au cours de cette même session, un exemple intéressant de modélisation couplée a été présenté dans le cadre d'une étude en cours sur la dissipation d'un pesticide (le parathion) dans le sol et son impact toxicologique sur la faune du sol (exemple des nématodes). Le modèle proposé a déjà permis de reproduire

correctement la rétention et la biodégradation du parathion dans le sol, ainsi que les cinétiques d'apparition et de disparition du paraoxon, l'un des premiers produits de la dégradation du parathion, connu pour être bien plus toxique que la molécule-mère. Couplé à des modules spécifiques relatifs aux pesticides, ce modèle devrait également aboutir à une meilleure connaissance des effets toxicologiques populationnels découlant de la biodisponibilité du paraoxon dans le sol.

Consacrée aux impacts sur les écosystèmes, une étude réalisée sur diverses stations de la Moselle a fourni des résultats précieux sur les indicateurs de biodiversité végétale et animale en tant que révélateurs du dysfonctionnement des écosystèmes aquatiques. Les résultats tendent à montrer que les macroinvertébrés benthiques constituent des indicateurs plus pertinents que les macrophytes aquatiques, du fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Ceci remet en cause la pertinence de certains indices (du type indice de Simpson ou de Margaleff) pourtant reconnus aujourd'hui dans plusieurs pays européens comme révélateurs de perturbations des écosystèmes aquatiques. L'auteur de l'étude souligne la nécessité d'analyser localement les conditions d'habitat, les caractéristiques physiques du milieu et les perturbations spécifiques à chaque écosystème, qui sont en réalité déterminants dans le choix d'un bon indicateur de perturbation écosystémique. Ce travail pourrait éclairer la mise en œuvre de la Directive cadre sur l'eau.

Des travaux réalisés par une équipe de l'INRA et s'attachant à l'analyse d'un mécanisme d'action toxique, ont permis de caractériser certains effets sublétaux<sup>2</sup> d'insecticides sur le comportement d'insectes parasitoïdes et sur leur efficacité parasitaire. Une partie de l'étude portait sur un insecte d'intérêt pour la protection des plantes, *Aphidius ervi*, insecte parasite du puceron. Il a été montré que des doses sublétales d'insecticide pouvaient perturber certains comportements essentiels à sa reproduction.

Ces résultats mettent plus généralement en évidence une toxicité « cachée » des doses sublétales d'insecticides, portant sur la probabilité de reproduction des insectes parasitoïdes à travers différents paramètres comportementaux, et biologiques (fécondité, longévité, durée de développement, etc.).

Illustrant les recherches sur l'exposition des organismes aux contaminants, un travail entrepris dans la réserve de Camargue depuis 1996 a eu pour objet la mise en évidence et la validation de biomarqueurs des polluants organiques persistants (POP) chez les peuplements de poissons. Cette étude a confirmé la présence transitoire de HAP dans la bile, alors que l'imprégnation musculaire renseigne sur un éventuel stockage à plus long terme, et par conséquent sur une possibilité de transfert de la contamination par le biais de la chaîne alimentaire. Ces résultats montrent également une réponse préférentielle des activités enzymatiques antioxydantes sur les activités de biotransformation, à la contamination par les polluants organiques persistants. La question de l'influence de la localisation tissulaire de l'imprégnation et du mode de contamination, sur la réponse des biomarqueurs, est ici posée.

Les connaissances acquises au cours de ces recherches permettent, en lien avec les questionnaires, de développer des outils pour une meilleure gestion de l'environnement (création d'un logiciel pour la gestion des boues de dragages portuaires par exemple). Ce programme vise également une meilleure mobilisation des communautés scientifiques concernées par l'écotoxicologie : écologues, toxicologues, biologistes, chimistes, modélisateurs... En France, la capacité à mobiliser l'expertise dans ce domaine est nettement plus faible que chez nos voisins européens. La mise en œuvre des missions de l'AFSSE devrait accentuer le problème de l'insuffisance quantitative des compétences nationales et des formations dispensées, même si l'agence contribuera sans doute à en organiser les forces pour une meilleure protection de la santé humaine et pour une meilleure anticipation de nouveaux risques.

<sup>1</sup> Biodisponibilité : fait d'être disponible pour un être vivant (végétal ou animal)

<sup>2</sup> Sublétales : dose ou concentration d'un polluant qui est à la limite inférieure de celle causant une intoxication aiguë : les individus exposés à une dose sublétales survivent, mais certaines de leurs capacités sont diminuées ou disparaissent

### contacts

[catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr](mailto:catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr)

## > Les relations végétation - écoulement - transport solide dans le lit des rivières : une étude de l'Isère dans le Grésivaudan

Le développement d'une végétation arbustive dans certains lits fluviaux modifie les conditions d'écoulement. Il accroît localement les risques d'inondation en relevant le niveau en crue et en favorisant les érosions des berges et des digues du fait de la concentration des écoulements. Il augmente aussi considérablement les risques de formation d'embâcles à l'aval. Ce développement récent de la végétation a pour origine les modifications subies par la rivière et en particulier l'exploitation des matériaux alluviaux dans le passé.

En matière d'ingénierie de gestion des rivières et de sécurité vis à vis des inondations, ce thème présente des enjeux majeurs. Il concerne les rivières et les fleuves de piedmont qui ont une grosse activité sédimentaire, en charriage de galets et des sable, mais aussi les fleuves de plaine où le transport de sédiments fins est prédominant. Sa complexité et sa pluridisciplinarité ont limité son étude et les réponses opérationnelles des ingénieurs sont jusqu'à aujourd'hui très partielles.

Une recherche, menée dans le cadre du programme Risque inondation "RIO" piloté par le Ministère, a porté sur les conditions de l'évolution des lits des rivières à fonds mobiles, et en particulier sur la formation des bancs de matériaux solides et leur

transformation du fait de la végétalisation. Les observations menées pendant plusieurs années sur une section de 50 km de l'Isère par une équipe pluridisciplinaire (biologistes, géomorphologues, hydrologues et hydrauliciens), ont permis d'aboutir à une description mécaniste précise du processus : incision du lit et exhaussement des bancs, pavage renforcé par le colmatage et la cimentation des matériaux grossiers, fixation de la végétation, rétention de sédiments par la végétation, croissance de certaines espèces, et occupation des bancs par des espèces de taille de plus en plus élevée.

Ces travaux ont permis de préciser les moyens de surveillance et de développer des méthodes de mesure et d'étude. A partir de l'étude des dépôts sédimentaires fins

dans la végétation, ils formulent certaines recommandations pratiques pour la conduite des essartages, et pour l'entretien des chenaux secondaires. La poursuite des recherches reste néanmoins nécessaire dans le domaine, en particulier pour mieux comprendre l'érosion de berges et les facteurs favorisant la formation d'embâcles. Ces phénomènes ont aussi des implications dans d'autres questions qui intéressent les cours d'eau et leur environnement, comme le transit et le stockage de sédiments pollués, ou encore la limitation des échanges entre la rivière et les nappes environnantes.

### contacts

[philippe.belleudy@hmg.inpg.fr](mailto:philippe.belleudy@hmg.inpg.fr)  
[genevieve.baumont@environnement.gouv.fr](mailto:genevieve.baumont@environnement.gouv.fr)

## Un Séminaire « Forêt, Vent et Risques »

se tiendra les 5 et 6 décembre 2002 à l'ENGREF, 19 avenue du Maine, 75015 PARIS

*A la suite des deux tempêtes qui ont fortement affecté les forêts françaises en décembre 1999, un certain nombre de recherches ont été lancées pour répondre aux nombreuses interrogations soulevées : quels sont les facteurs prédominants de vulnérabilité au vent ?*

*Quels ont été exactement les impacts des tempêtes (impacts pour les écosystèmes, les populations locales, la filière bois, etc.) ? Peut-on limiter les risques liés aux chablis, et quelles techniques sylvicoles peut-on mettre en place pour la reconstitution des forêts endommagées ?*

*Dès avril 2000, le Ministère chargé de l'agriculture a mobilisé des financements pour lancer un premier appel d'offre, axé principalement sur l'évaluation des dégâts causés.*

*En 2001, un appel d'offres de plus grande envergure intitulé « Forêts, vent et risques » a été lancé conjointement par le Ministère chargé de l'agriculture, l'INRA, le Cemagref, et le Ministère de l'écologie et du développement durable. Le GIP ECOFOR en assure la gestion et la coordination.*

*Le séminaire des 5 et 6 décembre a pour objectif de présenter les résultats des projets*

*financés dans le cadre du premier appel d'offre, et s'organise autour de deux fils conducteurs : observer les dégâts provoqués par les tempêtes, et anticiper les questions liées à la reconstitution des forêts. Il sera aussi l'occasion de présenter les projets en cours dans le cadre de l'appel d'offre de 2001 : des projets à long terme axés sur l'évaluation, la vulnérabilité, et la gestion du risque. Ce séminaire s'adresse aussi bien aux scientifiques qu'aux gestionnaires et aux décideurs.*

### contact

[veronique.barre@environnement.gouv.fr](mailto:veronique.barre@environnement.gouv.fr)

# RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 10/2002

Nov - Déc 2002

LA LETTRE DU SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA PROSPECTIVE DE LA D4E



MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE  
ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

La nécessité d'un suivi à moyen et long terme des biocénoses et des milieux affectés par une marée noire, et d'une meilleure connaissance non seulement de l'ampleur des conséquences d'une telle pollution, mais aussi des mécanismes de contamination des espèces et des milieux, ainsi que des rythmes et des modalités de leur récupération, ont depuis quelques années donné lieu à divers dispositifs d'observation (réseaux de veille, observatoires opérationnels, programmes de suivi ...). Dans cette optique, le « programme de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire de l'Erika » a été mis en place en France depuis deux ans maintenant, et le récent naufrage du Prestige au large des côtes de Galice, a rappelé une fois de plus l'intérêt de tels dispositifs.

## > Conséquences des marées noires : le cas de l'Erika

Les 24 et 25 septembre 2002, un séminaire scientifique a rassemblé une soixantaine de participants au Centre Ifremer de Nantes, afin de faire le point sur les résultats de chacun des projets de ce programme scientifique, mais aussi de discuter, après 2 ans, de son avenir. En ce qui concerne le suivi chimique de la contamination, il ressort que les composés aliphatiques les plus légers du fioul de l'Erika sont entièrement dégradés contrairement aux composés lourds. La dégradation de la plupart des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) semble stagner. La contamination importante par les HAP liée au fioul de l'Erika est encore visible dans certains sédiments intertidaux et, deux ans après le naufrage, les concentrations en HAP dans les mollusques restent supérieures aux niveaux de concentration avant naufrage en certains sites de Loire Atlantique et Vendée.

Les capacités de biotransformation des HAP par certains autres animaux marins rendent complexe une interprétation détaillée des mesures chimiques dans ces organismes. La métabolisation des HAP dans les réseaux trophiques pousse à l'utilisation de mesures supplémentaires. Par exemple, un métal, le vanadium, présent en fortes concentrations dans la cargaison de l'Erika promet d'être un marqueur complémentaire intéressant.

Les liens, non linéaires, entre les marqueurs biochimiques et la contamination, et l'interprétation de la signification de ces marqueurs biochimiques, méritent d'être approfondis. Par exemple, les premiers résultats obtenus dans un site particulier impacté par les hydrocarbures de l'ERIKA, montrent chez l'huître creuse des lésions immunopathologiques et fonctionnelles. La mesure de la croissance journalière de la coquille Saint-Jacques permet de déceler de légères altérations des fonctions vitales de ce bivalve (notamment l'alimentation et la respiration) ce qui peut en faire un traceur de la contamination et de l'impact de la marée noire. D'autres études concernent les étoiles de mer (effets immunitaires, tests écotoxicologiques), les foraminifères benthiques (assemblage microfaunique, anomalies morphologiques), les champignons saprophytes.

Si, globalement, la richesse spécifique et l'abondance des espèces de poissons commerciaux ont été conservées, le suivi des populations de poissons, au-delà de la

contamination par la marée noire, a permis de mettre en évidence des effets chroniques des HAP sur les individus, dont les risques pour les populations sont à confirmer. Plusieurs études quantifient la re-colonisation par la flore des sites contaminés et nettoyés (lavages au "kärcher" notamment), laquelle n'est pas encore complète. A titre d'exemple, après une baisse de population en 2000, la salicorne, espèce bio indicatrice de la végétation terrestre côtière, s'est répandue à nouveau dans les zones touchées par la marée noire. Ce séminaire a par ailleurs été l'occasion de faire le point sur l'évolution stratégique du programme. Quatre ateliers thématiques (Suivi chimique, Végétaux terrestres et halophytes, Oiseaux et mammifères marins, Ecosystèmes et communautés marines) ont permis de progresser en groupe sur les évolutions à envisager pour le dispositif d'observation : regroupements des projets, lacunes à combler, intégration des enseignements du suivi dans des réseaux de surveillance, ont fait l'objet de discussions. Les questions posées à la recherche ont été plus clairement identifiées : établissement des niveaux de référence de la contamination, comportement des substances polluantes, état écologique, compréhension des mécanismes toxiques. Enfin, la question de la mobilisation de l'expertise des chercheurs dans le cadre des plans d'urgence a été également abordée.

Outre les résultats scientifiques concrets qui ont été présentés lors de ce séminaire, il est important de noter la convergence entre les orientations stratégiques données au programme et les besoins exprimés par les chercheurs. Ainsi, intégrer les projets de Suivi Erika dans un cadre plus large de réseaux d'observatoires pérennes correspond bien à la nécessité scientifique de posséder des données élargies à d'autres paramètres que ceux étudiés et surtout, d'en disposer sur une plus grande échelle temporelle et spatiale.

Un colloque de synthèse des principaux enseignements du programme est prévu en novembre 2003.

### contacts

patrick.flammarion@environnement.gouv.fr  
nathalie.david@ifremer.fr  
daniel.cossa@ifremer.fr  
eric.thybaud@ineris.fr

### SOMMAIRE

- 1 **CONSÉQUENCES DES MARÉES NOIRES : le cas de l'Erika**
- 2 **LA RECHERCHE EUROPÉENNE** examine les puits de carbone **SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS : bilan d'une expertise collective**
- 3 **EFFETS SANITAIRES DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE : un projet de surveillance européen**
- 4 **L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE : un indicateur de pression environnementale**  
**VIENT DE PARAÎTRE**  
*Ripisylves méditerranéennes*

## > La recherche européenne examine les puits de carbone

Le 18 octobre dernier, la ville de Valence (Espagne) a accueilli une journée de présentation publique du projet de recherche européen CarboEurope. Il s'agit d'un regroupement de 15 projets, financés par la Commission européenne. Cette initiative permet à 160 instituts de recherche à travers 20 pays de travailler ensemble sur la capacité de la biosphère terrestre à réduire la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, principale cause de changements climatiques. Selon le Commissaire européen en charge de la recherche, « ces travaux sont particulièrement importants si nous voulons être capables de respecter les engagements très stricts contenus dans le protocole de Kyoto ».

La biosphère terrestre absorbe plus de carbone qu'elle n'en rejette, ce qui fait des forêts européennes d'importants « puits de carbone ». Les premiers résultats de CarboEurope estiment l'absorption de carbone par les forêts à 30% des émissions industrielles annuelles.

Toutefois, ce projet attire également l'attention sur le risque que la biosphère perde sa capacité à jouer ce rôle de puits suite à des changements climatiques. A titre d'exemple, l'expérience étaye désormais les projections modélisées selon lesquelles dans un climat plus sec, les forêts pluviales saisonnières risquent de perdre leur capacité à agir comme puits de carbone. Les puits de carbone européens pourraient donc eux aussi devenir source de production de carbone.

Dans ce contexte, la gestion durable de la forêt jouera un rôle crucial dans la protection et le renforcement des stocks de carbone, ainsi que dans l'atténuation du changement climatique.

Ce projet a montré que les forêts semi-naturelles caractérisées par une forte biodiversité et une structure à tranches d'âges diversifiées sont celles qui répondent au mieux à cet objectif. Par ailleurs, il a établi que les anciennes forêts primaires continuent à fixer le carbone et que leur protection doit être absolument prioritaire afin de préserver les vastes stocks de carbone.

En phase finale, le projet CarboEurope pourra mesurer et vérifier la réduction du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère à laquelle se sont engagées les diverses parties. Cet objectif sera atteint

au moyen de mesures effectuées dans l'écosystème terrestre et l'atmosphère (localement), et de mesures aériennes régionales et continentales.

Ce projet est une réussite en terme d'intégration cohérente et exhaustive des sciences du carbone terrestre et atmosphérique à l'échelle continentale. Il est désormais considéré comme un modèle pour la recherche mondiale sur le cycle du carbone. Les États Unis, le Japon et la Chine envisagent des initiatives similaires.

### contacts

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)

## > Séquestration du carbone dans les sols : bilan d'une expertise collective

Le changement climatique est devenu un enjeu environnemental majeur. Dans ce contexte, le Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) participe avec la Mission interministérielle de l'effet de serre (MIES) aux négociations internationales et a lancé plusieurs programmes de recherche qui concernent plus particulièrement le rôle que pourraient jouer les « puits de carbone » vis à vis des émissions de CO<sub>2</sub>. Cependant ces phénomènes sont complexes et les données scientifiques acquises au plan international donnent encore lieu à des controverses, probablement dues aux manques de données issues d'expérimentations de longue durée et de réseaux de surveillance des sols. Une expertise collective, tenant compte du caractère multidisciplinaire des questions posées et de leurs implications agronomiques et économiques, vient d'être menée par l'INRA à la demande du Ministère.

Ce travail a donné lieu à un rapport scientifique complet, assorti d'une synthèse d'une trentaine de pages, traduite en anglais, et destinée aux gestionnaires. L'ensemble de ces documents apporte non seulement un bilan critique des connaissances acquises sur les puits de carbone, et des éléments de réponse aux questions posées, mais aussi une mise en perspective des éléments du débat. Sur le fond, il renouvelle la vision de la question posée aux experts, notamment par les lacunes qu'il soulève, et qui concernent en particulier le cycle de l'azote et les émissions de N<sub>2</sub>O, ainsi

que les aspects temporels de la modélisation. Plusieurs conclusions méritent d'être relevées :

- La collecte des données et la mise en place de systèmes d'observation vont nécessiter des investissements considérables. L'observatoire des sols, mis en place avec le Ministère chargé de l'agriculture et divers organismes, et en cours d'extension sur le territoire national, peut être une base de départ mais il ne sera pas suffisant. Parmi les difficultés à prévoir, a été mis en avant le temps nécessaire pour détecter des changements relativement faibles de stocks de carbone. Suivant les scénarios

d'émissions, cette détection devrait prendre entre 3 et 15 ans.

- L'aide à la décision reste difficile, car les mesures destinées à stocker du carbone sont délicates à mettre en œuvre. Une décision sage ne saurait s'appuyer uniquement sur l'impact du stockage du carbone sur l'effet de serre, et il s'agit de prendre en compte l'ensemble des impacts environnementaux tout en ayant une vision d'ensemble de l'article 3.4 du Protocole de Kyoto. L'incitation aux choix d'affectation des sols pose par ailleurs le problème de l'inertie de réponse des systèmes humains :

l'acceptabilité sociale de telle ou telle mesure, ou les tensions créées par le contexte de la PAC, ne peuvent être négligées par exemple. Il faut aussi noter que la vitesse de déstockage du carbone est supérieure à la vitesse de stockage, ce qui impose d'adopter ensuite des mesures visant à limiter le déstockage.

- Le sol n'est pas seulement un stock de carbone inerte, mais également une source de vie et un milieu biologique riche et complexe. Il est donc essentiel de le protéger, et ce souci rejoint la récente communication européenne sur les sols d'ores et déjà approuvée en conseil

européen en juin 2002. Dans ce contexte il s'agira d'évaluer les autres impacts des pratiques visant à séquestrer du carbone, sur la protection des sols (en particulier contre l'érosion le ruissellement, la prévention des inondations ...), ainsi que les liens avec la qualité de l'air et de l'eau, sur lesquels des travaux de recherche sont à conduire.

- Dans une analyse économique classique de type « coût - avantage », le stockage du carbone constitue une externalité positive. Des incitations externes seront donc nécessaires pour une application en agriculture.

Par ailleurs, le prix actuel de la tonne de carbone évitée (quelques dizaines d'Euros) n'est pas « compétitif » vis à vis des subventions actuelles de la PAC. Une « politique carbone », intégrant les autres gaz à effet de serre, devrait donc prendre place au sein d'une politique agro-environnementale, ou de protection des sols, plus large.

## contacts

[michel.robert@environnement.gouv.fr](mailto:michel.robert@environnement.gouv.fr)

# > Effets sanitaires de la pollution atmosphérique : un projet de surveillance européen

Malgré la sévérité des diverses normes d'émissions communautaires en matière de gaz polluants, de plus en plus d'études confirment les effets négatifs à long terme de la pollution atmosphérique sur la santé humaine (cf. encadré), ce qui confirme la nécessité d'actions ambitieuses en terme de pollution atmosphérique.

Initié par la Commission européenne, un projet de recherche européen, baptisé *People* (Exposition aux polluants atmosphériques en Europe), visant à évaluer les niveaux de pollution de l'air extérieur et intérieur dans dix capitales d'Europe, vient d'être lancé. Il permettra de fournir aux décideurs politiques, aux professionnels de l'environnement et de la santé, ainsi qu'au grand public, un instantané global de la pollution atmosphérique dans les grandes villes européennes.

Les promoteurs du projet vont inviter des volontaires à porter un détecteur de pollution pendant 12 heures, un jour par semaine, les laissant mener leurs activités habituelles. Fumeurs et non-fumeurs, piétons, usagers des transports en commun, cyclistes et conducteurs de voiture, les individus volontaires doivent couvrir la gamme des comportements urbains et des différents types d'exposition aux polluants. L'étude permettra de mieux connaître l'importance de l'exposition des sujets à la pollution en fonction de leur choix de transport et de leur mode de vie. L'importance de l'exposition individuelle à la pollution est en effet fonction de choix simples, tels que celui du mode de transport utilisé pour se rendre au travail. La mise en œuvre du projet a commencé dès

octobre 2002 à Bruxelles et à Lisbonne. Les résultats, notamment sous la forme de cartes présentant les niveaux d'exposition dans les villes, seront communiqués en janvier. L'étude s'étendra ensuite à Bucarest, Budapest, Dublin, Cracovie, Ljubljana, Madrid, Paris et Rome. Dans chaque ville, un maximum de 200 volontaires seront sélectionnés. Les chercheurs se pencheront prioritairement sur la présence du benzène, un des polluants primaires émis par le trafic routier : ce composé cancérigène présent dans l'essence est un bon indicateur d'autres polluants, tels que le monoxyde de carbone, les oxydes azotés, les hydrocarbures volatils et les particules produites par la circulation. Ce protocole et les résultats qui en seront obtenus, permettront à l'avenir de mieux se centrer sur des polluants dont la toxicité est chronique. Ils devraient notamment permettre de savoir si le taux de 1% de benzène, admis dans les hydrocarbures européens, est pertinent en terme de protection de la santé des usagers.

La qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments est également à surveiller. A la pointe européenne en matière de mesure de la qualité de l'air, le service d'analyse de la pollution intérieure de la Région bruxelloise a étudié environ 180 cas de pollution intérieure à ce jour. Parmi ceux-ci, on relève des taux élevés de benzène dans les logements occupés par les fumeurs, mais aussi dans les locaux peints récemment avec des peintures riches en benzène.

Le projet *People* permettra précisément d'intégrer dans une même recherche l'exposition externe et interne des individus. Dans le cadre de ce projet, d'autres polluants comme les particules fines ou les hydrocarbures poly-aromatiques seront analysés dans un deuxième temps.

## contacts

[magali.bardou@environnement.gouv.fr](mailto:magali.bardou@environnement.gouv.fr)

## Pollution de l'air et santé : de nombreux résultats

*Un numéro récent de la revue The Lancet consacre plusieurs articles à la présentation de résultats d'études diverses concernant les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé humaine.*

*Une étude, réalisée aux Pays-Bas, porte sur une cohorte de 5000 personnes participant à une étude en cours sur le cancer et l'alimentation. Grâce à l'utilisation d'un modèle de Cox à risques proportionnels, les auteurs ont pu analyser l'association entre l'exposition de long terme à la pollution atmosphérique liée aux gaz d'échappement, et la mortalité cardio-pulmonaire. Celle-ci s'est révélée fortement associée à la proximité d'un grand axe routier, et les auteurs concluent de cette étude que l'exposition à long terme au trafic routier semble diminuer l'espérance de vie.*

*Une seconde étude analyse l'impact d'une mesure anti-pollution à Dublin : en septembre 1990, la vente de charbon a été interdite à Dublin. Les concentrations de fumées noires s'en sont trouvées diminuées de 70%, et l'étude montre, entre les périodes 1984-90 et 1990-96, une nette diminution annuelle des morts par affection respiratoire (diminution de 15,5%) et des morts par suite de maladies cardiovasculaires (diminution de 10,3%).*

*Comme l'indique un troisième article, qui passe en revue les publications récentes dans le domaine, de nombreux travaux en cours se penchent ainsi sur l'impact des changements de concentrations atmosphériques en polluants. Les auteurs de cet article rappellent par ailleurs qu'une étude récente estimait à 40 000 par an le nombre de morts annuelles dues à la pollution atmosphérique sur la population totale de la France, de la Suisse, et de l'Autriche (en tout, 74,5 millions de personnes).*

*Source : The Lancet, vol 360, pp.1203-1214 et pp. 1233-1242*

## > L'empreinte écologique : un indicateur de pression environnementale

Une étude sur l'empreinte écologique en France a été publiée par le WWF-France à l'occasion du Sommet Mondial de la Terre à Johannesburg.

L'empreinte écologique évalue la surface productive nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins d'absorption de déchets. La méthode utilisée recense, au travers de 60 catégories de biens et services (l'alimentation, le logement, le transport, les biens de consommation et les services), la consommation nationale (production – exportations + importations), et multiplie cette dernière par la surface en hectares nécessaire à sa production. Cette surface peut répondre à plusieurs usages : urbanisation, absorption de CO<sub>2</sub>, pêche, forêts, pâturage, culture. La publication d'un article de Mathis Wackernagel dans PNAS (publication de l'académie des sciences américaines) en juin 2002, assure une assise scientifique supplémentaire à cet indicateur.

Les empreintes écologiques mondiale et française sont ainsi calculées depuis 1961, permettant diverses comparaisons. A l'échelle de la planète, le seuil de capacité biologique disponible, évalué à 2,1 hectares par habitant, a été dépassé au milieu des années 70. En 1997, l'empreinte écologique mondiale par habitant se situait

à 2,9 hectares par habitant. En France, l'empreinte écologique a augmenté de 48 % en moins de 40 ans, alors que dans le même temps la population augmentait seulement de 27 %. De 4,5 hectares par habitant en 1961, elle est passée à 5,3 en 1999. La moyenne nationale se situe aujourd'hui à 5,26 hectares par personne. L'étude prend pour exemple deux villes, Paris et Besançon : l'empreinte écologique de Besançon est de 5,2 hectares par personne, soit 1% de moins que la moyenne nationale, alors que pour Paris elle est de 6 hectares par personne, soit 16% de plus que la moyenne nationale.

Développé par l'association « Redefining Progress », cet indicateur possède plusieurs atouts : il permet d'effectuer des comparaisons spatiales et temporelles entre villes ou pays. Indicateur synthétique, il répond à la demande des décideurs d'une information simple, facilement compréhensible et communicable. A titre d'exemple, le communiqué de presse du WWF-France indique : « Si le monde entier avait le même impact écologique que la France, il faudrait près de trois planètes pour espérer vivre de façon durable » .

A l'égard de ce concept, de nombreuses critiques d'ordre conceptuel et méthodologique se sont élevées, notamment au sein de l'Institut d'Evaluation Environnementale de Göteborg au Danemark. L'empreinte écologique se fonde sur une définition de la durabilité au sens strict, où il n'existe pas de substituabilité entre les ressources naturelles et les ressources produites par l'homme. De plus, il n'est considéré comme surface « absorbante » de l'énergie que les forêts, les capacités des océans sont exclues. Or le poids du retraitement de l'énergie est considérable, et si ce dernier est relativisé, l'empreinte écologique de l'homme apparaît comme moins alarmante. D'autres biais méthodologiques sont à relever : d'une part, le fait que la biodiversité est considéré comme constante, ce qui est peu réaliste, et d'autre part, la linéarité du système développé - rappelant celui utilisé par le club de Rome - qui rentre en contradiction avec les estimations actuelles effectuées par l'ONU ou l'IPCC.

### contact

[judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr](mailto:judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr)

## Vient de paraître

### Ripisylves méditerranéennes

*Conservation des zones humides méditerranéennes, numéro 12*

*Henri et Odile Décamps, 2002, 140 pages.*

*Ce volume, le douzième de la série Medwet, est consacré aux ripisylves. Richement illustré, il explique très clairement l'intérêt patrimonial et les fonctions de ces boisements riverains, proposant aux multiples gestionnaires de ces milieux des pistes pour leur entretien et leur restauration.*

*Les ripisylves constituent en effet des milieux naturels très dynamiques, indispensables à l'équilibre des paysages méditerranéens. Composantes essentielles des écosystèmes d'eau courante, elles jouent un rôle considérable dans leur fonctionnement en stabilisant les berges, en atténuant les effets des crues, en filtrant certaines pollutions diffuses, en créant les conditions d'un développement équilibré des communautés d'eau courante. Les ripisylves sont aussi des foyers reconnus de la biodiversité à l'échelle des bassins versants.*

*La gestion des ripisylves s'inscrit à la fois dans une gestion des eaux et des terres, et plus généralement des paysages. Les auteurs soulignent l'importance de cette dimension paysagère dans une gestion durable respectueuse de la double identité des ripisylves, naturelle et culturelle.*

### contact

[veronique.barre@environnement.gouv.fr](mailto:veronique.barre@environnement.gouv.fr)