

RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 10/2002

Nov - Déc 2002

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



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 "karcher" 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**

1

> 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 CO₂ 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 CO₂ 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

> 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 CO₂. 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 N₂O, 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

> 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

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 CO₂, 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

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