

*Recherche*  
*Environnement*  
*2000-2001*

Collection des lettres mensuelles  
du Service de la recherche et de la prospective

AOUT 2002

Ministère de l'Écologie et du Développement Durable  
Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale  
Directeur de la publication : Benoît LESAFFRE, chef du service de la recherche et de la prospective  
Conception et réalisation du document : Magali BARDOU, service de la recherche et de la prospective

***Recherche Environnement* 2000-2001,**

Une collection des lettres du service de la recherche et de la prospective

Editée chaque mois par le Service de la recherche et de la prospective, la lettre *Recherche Environnement* est le produit de l'activité de veille, placée au cœur des missions de la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale.

Elle a pour ambition de repérer l'apparition de signaux faibles précurseurs de changements ou de risques environnementaux, ou encore d'avancées scientifiques ou institutionnelles susceptibles d'éclairer les politiques publiques.

Son objet principal est la diffusion, auprès du ministre chargé de l'environnement, des services et établissements déconcentrés du ministère, mais également d'un public plus vaste, des résultats de la recherche dans les différents champs de l'environnement, de l'écologie et du développement durable.

La lettre *Recherche Environnement* participe également à la valorisation des recherches soutenues par le ministère, en diffusant régulièrement des informations sur les résultats des programmes pilotés par le ministère.

Publiée mensuellement, elle est éditée en version papier à 3 000 exemplaires et peut être consultée par tous sur le site Internet du ministère :  
<http://www.environnement.gouv.fr>

Ce recueil rassemble les 16 premiers numéros de la lettre *Recherche Environnement*, parus en 2000 et 2001. On pourra les parcourir soit au gré des articles soit en fonction de thèmes choisis, grâce à une indexation par mots-clés.

Le Directeur des études économiques  
et de l'évaluation environnementale,

**Dominique Bureau**

## SOMMAIRE GENERAL

Préface.....	p. I
Recensement des articles par mots-clés .....	p. III
Sommaire par mots-clés.....	p. VII
Lettre n° 10/2001, novembre - décembre 2001.....	p. 1
Lettre n° 9/2001, octobre 2001.....	p. 5
Lettre n° 8/2001, septembre 2001.....	p. 9
Lettre n° 7/2001, juillet - août 2001.....	p. 13
Lettre n° 6/2001, juin 2001.....	p. 17
Lettre n° 5/2001, mai 2001.....	p. 21
Lettre n° 4/2001, avril 2001.....	p. 25
Lettre n° 3/2001, mars 2001.....	p. 29
Lettre n° 2/2001, février 2001.....	p. 33
Lettre n° 1/2001, janvier 2001.....	p. 37
Lettre n° 6/2000, novembre - décembre 2000.....	p. 41
Lettre n° 5/2000, septembre 2000.....	p. 45
Lettre n° 4/2000, juillet - août 2000.....	p. 49
Lettre n° 3/2000, juin 2000.....	p. 53
Lettre n° 2/2000, avril - mai 2000.....	p. 57
Lettre n° 1/2000, mars 2000.....	p. 61
Lettre n° 0/2000, février 2000.....	p. 65

### Recensement des articles par mots-clés

Date	Titre	Mots-clés	page
novembre/ décembre 2001	Changement climatique : le rapport de synthèse du GIEC	Climat, Risques, Evaluation, Economie	1
	Réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes	Biodiversité, Restauration	2
	Conséquences du naufrage de l'Erika : colloque scientifique à Nantes	Pollution, Littoral et milieu marin, Evaluation, Economie	3
	"Invasion biologique" et "Action publique, agriculture et biodiversité" (appel à proposition de recherche)	Biodiversité, Agriculture, Espèces invasives, Politiques publiques	4
	L'environnement question sociale (ouvrage)	Société	4
	Avis de la CFDD sur l'agriculture raisonnée	Agriculture, Développement durable	4
octobre 2001	La qualité de l'ambiance sonore en milieu urbain	Bruit, Ville	5
	Les mécanismes par projets dans la lutte contre l'effet de serre	Climat, Évaluation, Economie	6
	La recherche européenne sur les OGM: une volonté affichée de communication et concertation	OGM, Europe	7
	Mobiliser le potentiel des régions européennes pour la création d'un Espace européen de la recherche	Europe	7
	Une conférence de citoyens sur le thème "changements climatiques et citoyenneté"	Climat, Débat public, Développement durable	7
	Séminaire "Concertation, décision et environnement"	Société	8
	Débat public et négociation : l'exemple des infrastructures	Débat public, Politiques publiques	8
septembre 2001	ESCOMPTE : une campagne de mesure de la pollution atmosphérique	Pollution, Air	9
	Radioécologie et écotoxicologie	Nucléaire, Ecotoxicologie, Bioindicateurs	10 ; 11
	Résistance aux biopesticides	Pesticides, OGM	11
	Retour d'expérience : le rapport Phillips sur l'Encéphalopathie Spongiforme Bovine	Santé, Crise, Risques	12
	Le mercure en Guyane et en Amazonie	Métaux lourds, Pollution, Eau, Sol, Santé, Risques	13 ; 14
juillet/août 2001	Quels polluants atmosphériques (non encore réglementés) surveiller en priorité	Pollution, Air, Santé	15
	Particules fines et mortalité/morbidité cardio-vasculaire	Pollution, Air, Santé	16
	Le programme Lit'eau, gestion durable du littoral	Littoral et milieu marin, Eau, Politiques publiques	16
	Séminaire "Concertation, décision et environnement"	Société, Débat public	16
	L'action du MATE dans le cadre du PREDIT II (1996-2000)	Transport, Santé, Pollution, Air, Politiques publiques	17
juin 2001	PRIMEQUAL 1995-2000 : Un programme de recherche pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale	Pollution, Air, Politiques publiques, Santé	18
	Bruit et nuisances sonores	Bruit	19
	Recherches stratégiques et déplacements non motorisés	Transport, Ville	20
	Des essais agronomiques de longue durée sur la séquestration du carbone dans les sols	Climat, Sol	21
mai 2001	Les coûts externes de l'agriculture intensive	Agriculture, Évaluation, Economie	22
	Les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé : l'apport du programme Primequal-Predit	Santé, Pollution, Air	23
	Antibiotiques utilisés en élevage et phénomènes de résistance	Sol	24
	Colloques de clôture de deux programmes de recherche, Recréer la nature et PNRZH	Biodiversité, Restauration, Politiques publiques	24
	Agriculture et biodiversité : un partenariat à valoriser (ouvrage)	Agriculture Biodiversité	24

<b>Date</b>	<b>Titre</b>	<b>Mots-clés</b>	<b>page</b>
avril 2001	Exposition aux polluants atmosphériques : les apports du programme Primequal-Predit	Pollution, Air, Bioindicateurs	25 ; 26
	Qualité de l'air intérieur : l'exemple du benzène	Pollution, Air, Bioindicateurs	26
	Un rapport d'IFREMER à la DG XI "L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France"	Espèces proliférantes, Pollution, Eau, Littoral et milieu marin	27
	Séminaire "Concertation, décision et environnement"	Société	27
	Utilisation des radars pour la prévision des crues	Risques	28
mars 2001	Nitrates et proliférations algales	Espèces proliférantes, Biodiversité	29
	Réseau de suivi "post-Erika"	Pollution, Littoral et milieu marin, Ecotoxicologie,	30
	Enjeux et acquis de la modélisation de la pollution	Pollution	31
	Filière électrique nucléaire, un avis de la CFDD	Développement durable	32
	APR "Forêt, vent et risques" (appel à proposition de recherche)	Forêt, Tempête, Risques	32
février 2001	Exposition des populations à certains polluants de l'environnement (métaux lourds, pesticides et phtalates)	Santé, Métaux lourds, Pesticides, Pollution	32
	Recherche et développement régional durable	Europe, Développement durable	33
	Les aspects socio-économiques de la pollution de l'air	Pollution, Air, Evaluation, Economie, Société	34
	Programme de recherche " Évaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides "	Pesticides	35
	Bilan de la recherche européenne en Environnement	Europe	35
	Préserver la biodiversité mondiale : un défi pour l'Europe	Biodiversité	35
	Pesticides et maladie de Parkinson	Santé, Pesticides	36
	Prévalence de l'asthme et polluants gazeux	Santé, Pollution, Air	36
	Pollution des sols par les antibiotiques	Ecotoxicologie	36
	Devenir des populations animales et végétales introduites ou réintroduites : déclin ou prolifération ? (ouvrage)	Biodiversité	36
janvier 2001	Séquestration du carbone dans les sols	Sol, Climat	37
	Programme GICC : deuxième appel à proposition de recherche	Climat	38
	Espèces envahissantes: des questions stratégiques pour la recherche	Espèces invasives, Biodiversité	39
	Brevetabilité du vivant, un avis de la CFDD	Développement durable	39
	Devenir des populations animales et végétales introduites ou réintroduites : déclin ou prolifération ? (ouvrage)	Biodiversité	39
	Que sait-on des risques induits par les cyanobactéries	Santé, Risques	40
	Priorités de recherche en environnement et 6ème PCRDT	Europe	40
	novembre/ décembre 2000	Gestion et impacts du changement climatique, avancement des recherches actuellement menées en France	Climat, Prospective
OGM et Mécanismes de flexibilité de Kyoto, 2 avis de la CFDD		Développement durable, OGM, Climat	43
Surveillance des risques sanitaires et pollution des sols d'origine industrielle, une recommandation du CPP		Santé, Pollution, Sol	43
Le programme mondial sur les espèces envahissantes		Biodiversité, Espèces invasives	44
Séminaire "Concertation, décision et environnement"		Société	44
septembre 2000	Le bruit des transports : Internoise 2000	Bruit, Transports	45
	Pollution de l'air et transport automobile	Pollution, Air, Transports	46
	Pollution à l'ozone et épithélium pulmonaire	Santé, Pollution, Air	47
	Particules et métabolisme cellulaire	Santé, Pollution, Air	47
	Pollution de l'air et mortalité	Santé, Pollution, Air	47

<b>Date</b>	<b>Titre</b>	<b>Mots-clés</b>	<b>page</b>
	Bruit et nuisances sonores, un volet du programme PREDIT	Bruit, Transports	48
	L'environnement au XXI ème siècle (ouvrage)	Société, Politiques publiques, Prospective	48
juillet/août 2000	Environnement : Expertise, Science et Société	Société, Débat public	49
	Évolution des forêts françaises : une vulnérabilité accrue face aux tempêtes ?	Forêt, Tempête	50
	La macrofaune du sol, une ressource en danger	Biodiversité, Sol	51
	Le programme GESSOL : gestion durable des sols	Sol	51
	Colloque PRIMEQUAL/PREDIT	Pollution, Air	51
	Gemitis : Évaluation des dommages d'un séisme sur la ville de Nice	Risques, Crise, Evaluation	52
	Villes, densités urbaines et développement durable (ouvrage)	Ville, Développement durable	52
	Modélisation en écotoxicologie (ouvrage)	Ecotoxicologie	52
	Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle (ouvrage)	Climat, Prospective	52
juin 2000	Événements extrêmes, changements climatiques et effet de serre	Climat, Tempête	53
	Tempête : une définition et quelques chiffres	Tempête	54
	Solidarité territoriale face au ruissellement érosif	Société, Risques	55
	Évaluation épidémiologique des effets psychologiques des inondations de 1992 dans le Vaucluse	Société, Inondation, Evaluation, Santé	55
	Lit'eau, programme de recherche sur la gestion durable du littoral	Littoral, Politiques publiques	56
	Les suites de la marée noire de l'Erika (appel à proposition de recherche)	Pollution, Eau, Littoral et milieu marin	56
	Les recherches sur le changement climatique	Climat	56
	Les recherches sur l'évaluation et la prise en compte des risques	Risques, Crise	56
avril/mai 2000	Emploi et environnement	Emploi	57
	Contamination microbiologique des eaux et des aliments	Santé, Pollution, Eau, Risques	58
	9ème Conférence sur le phytoplancton toxique	Espèces proliférantes, Santé	59
	Une publication du programme Seine Aval : les contaminants organiques qui laissent des traces	Pollution, Eau	59
	Un nouveau rapport de l'Académie des Sciences sur la pollution localisée des sols et sous-sols par les hydrocarbures	Pollution, Sol	59
	Sols pollués et bioremédiation	Sol, pollution	59
	Des bactéries contre l'effet de serre	Climat	59
	Europe, Économie, Environnement	Europe, Evaluation, Economie, Politiques publiques	60
	Un débat sur le thème "Science et gouvernance"	Europe, Société	60
	Inventaire et surveillance des sols en France	Sol	60
	Séminaire " Concertation, Décision et Environnement"	Société	60
mars 2000	Ecotoxicologie	Ecotoxicologie, Sol	61
	Liens entre action et science dans le domaine de l'environnement en Europe	Europe	62
	Retombées atmosphériques des métaux en France (ouvrage)	Pollution, Air, Métaux lourds	63
	Bilan de la mise en œuvre des recommandations de l'OCDE sur les performances environnementales de la France	Évaluation	63
	Le prix Environnement-santé récompense deux études médicales	Santé	63
	Des plantes halophytes nettoient les eaux des autoroutes	Pollution, Transport	64
	Une bactérie nettoie les eaux usées	Eau	64

<b>Date</b>	<b>Titre</b>	<b>Mots-clés</b>	<b>page</b>
	Mopitt, un instrument de mesure de la pollution troposphérique	Pollution, air	64
	Environnement et développement durable : sélection de 165 projets	Europe, Développement durable	64
	Vers un espace européen de la recherche	Europe	64
février 2000	Prolifération de micro-algues toxiques	Santé, Espèces envahissantes	65
	Le prix de l'eau dans l'agriculture	Economie ; Eau	66
	L'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé	Economie, Pollution , Santé	66
	Les instruments économiques au recyclage des déchets	Economie	66
	L'état des forêts en France	Forêts, Sol	67
	Dépenses de protection de l'environnement	Economie	67
	Boues de stations d'épuration urbaines	Santé, Pollution	67
	Formes urbaines du futur et mobilité non-motorisée	Transport	67
	Rapport annuel d'évaluation Eurêka	Economie	68
	Dossier : qui a peur des OGM	OGM, Risques	68
	Sciences et technologies, Indicateurs, 2000	Europe	68
	Deux ouvrages des Editions INRA sur l'eau et l'environnement	Eau	68
	Les transports aériens et l'environnement, communication de la communauté européenne	Pollution, Air, Transport	68

## Sommaire par mots-clés

<b>Mot-clé</b>	<b>Numéro de page</b>
Agriculture	4 ; 22 ; 24
Air	9 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 23 ; 25 ; 26 ; 34 ; 36 ; 46 ; 47 ; 51 ; 63 ; 64 ; 68
Biodiversité	2 ; 4 ; 24 ; 29 ; 35 ; 36 ; 39 ; 44 ; 51
Bioindicateurs	10 ; 11 ; 25 ; 26
Bruit	5 ; 19 ; 45 ; 48
Climat	1 ; 6 ; 7 ; 21 ; 37 ; 38 ; 41 ; 42 ; 43 ; 52 ; 53 ; 56 ; 59
Crise	12 ; 52 ; 56
Débat public	7 ; 8 ; 16 ; 49
Développement durable	4 ; 7 ; 32 ; 33 ; 39 ; 43 ; 52 ; 64
Eau	13 ; 16 ; 27 ; 56 ; 58 ; 59 ; 64 ; 66 ; 68
Economie	1 ; 3 ; 22 ; 34 ; 60 ; 66 ; 67 ; 68
Ecotoxicologie	10 ; 11 ; 30 ; 36 ; 52 ; 61
Espèces invasives	4 ; 39 ; 65
Espèces proliférantes	27 ; 29 ; 59
Europe	7 ; 33 ; 35 ; 40 ; 60 ; 62 ; 64 ; 68
Evaluation	1 ; 3 ; 6 ; 22 ; 34 ; 63
Forêt	32 ; 50 ; 67
Littoral et milieu marin	3 ; 16 ; 27 ; 30 ; 56
Métaux lourds	13 ; 14 ; 32 ; 63
OGM	7 ; 11 ; 43 ; 68
Pesticides	11 ; 35 ; 36
Politiques publiques	4 ; 8 ; 16 ; 17 ; 18 ; 24 ; 48 ; 56
Pollution	3 ; 13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 23 ; 30 ; 31 ; 46 ; 47 ; 56 ; 58 ; 59 ; 63 ; 64 ; 68
Prospective	40 ; 42 ; 48 ; 52
Restauration	2 ; 24
Risques	13 ; 14 ; 28 ; 32 ; 52 ; 56 ; 68
Santé	12 ; 13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 23 ; 32 ; 36 ; 40 ; 43 ; 47 ; 55 ; 58 ; 59 ; 63 ; 65 ; 67
Société	4 ; 8 ; 16 ; 27 ; 34 ; 44 ; 48 ; 49 ; 51 ; 59 ; 60 ; 61 ; 67
Sol	13 ; 14 ; 21 ; 24 ; 37 ; 43 ; 51 ; 59 ; 60 ; 61 ; 67
Tempête	32 ; 50 ; 53 ; 54
Transports	17 ; 20 ; 45 ; 48 ; 64 ; 67 ; 68
Ville	5 ; 20 ; 52





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## Changement climatique : le nouveau rapport de synthèse du GIEC

### SOMMAIRE

p 1 : Changement climatique :  
le rapport de synthèse du GIEC

p.2 : Réhabilitation, restauration  
et création d'écosystèmes

p. 3 : Conséquences du  
nauffrage de l'Erika : colloque  
scientifique  
à Nantes

p. 4 : Appels à proposition de  
recherche

*Vient de paraître*

Avis de la CFDD sur  
l'agriculture raisonnée

**n°10/2001**

**Novembre/ Décembre  
2001**

*Directeur de la publication :*  
*Benoît Lesaffre*

Le Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) a rendu public, le 1<sup>er</sup> octobre 2001, un rapport de synthèse sur le changement climatique, destiné aux décideurs.

Ce document résume principalement les connaissances accumulées depuis 1995, date du précédent rapport du GIEC, sur le changement climatique, ses impacts et les moyens de limiter ces derniers.

L'une des conclusions les plus importantes du rapport est que, même si l'on parvenait à réduire significativement les émissions mondiales de gaz à effet de serre au cours des prochaines décennies, les températures continueraient à s'élever durant quelques siècles, et le niveau des océans pendant plus d'un millénaire.

L'inconnue principale concerne l'ampleur de ces changements, et les écarts de résultats entre les différentes simulations numériques du climat, sont révélateurs des nombreuses incertitudes qui pèsent sur ces prévisions.

Le rapport s'efforce néanmoins d'éclairer le débat politique en apportant des réponses à neuf questions supposées centrales pour les décideurs engagés dans la négociation. Ces questions sont classées en quatre rubriques :

1/Interprétation de l'article 2 de la convention climat : déterminer ce qui constitue une "interférence dangereuse des activités humaines avec le système climatique" revient à évaluer le risque climatique à long terme, et en prenant en compte à la fois des considérations sociales (l'équité notamment) et les implications économiques et écologiques de l'évolution du climat.

2/ Observations récentes des modifications climatiques attribuables à l'influence des activités humaines, et mise en évidence d'effets attribuables à ces changements climatiques.

Les changements climatiques observés à l'échelle régionale ont déjà affecté plusieurs écosystèmes et aménagements humains, notamment dans les pays les plus pauvres, qui se trouvent être les plus vulnérables aux changements climatiques (risques accrus d'inondation ou de sécheresse, de vagues de chaleur, etc.). Il n'est pas impossible que des changements brusques et irréversibles surviennent d'ici 100 à 1000 ans : la modification de la trajectoire du Gulf Stream, entraînant un refroidissement de l'Atlantique Nord est, entre autres, un scénario à prendre au sérieux.

3/Projections pour le futur, selon divers scénarios d'évolution des émissions. Cette question inclut une évaluation des coûts et bénéfices associés à plusieurs options politiques et technologiques envisageables pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

4/ Relation entre le changement climatique et d'autres problèmes environnementaux. Le lien est fait notamment avec le problème de l'ozone stratosphérique, dont il est montré que la reconstitution au-dessus des pôles est ralentie par la hausse générale des températures.

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

## Réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes

En divers endroits, la dégradation des milieux naturels suscite depuis plusieurs années des initiatives de restauration. Gestionnaires et scientifiques ont exprimé le besoin d'outils et de concepts permettant de réussir ces restaurations. Le programme « Recréer la Nature » est né de ce besoin, et s'est articulé autour de ces quatre axes :

- quels sont les déterminants des choix et les motivations des praticiens ?
- comment sont choisis les systèmes de référence ?
- quelles sont les échelles spatio-temporelles pertinentes d'intervention ?
- quels indicateurs choisir pour le suivi et l'évaluation de ces interventions ?

Les 20 projets du programme, aujourd'hui arrivés à leur terme, se sont répartis sur l'ensemble du territoire national (métropolitain et DOM-TOM), reflétant en partie la diversité et la richesse paysagère française : systèmes humides ou aquatiques, arbustifs ou arborés, herbacés, coralliens ou insulaires, etc. Chaque projet comprenait une composante scientifique et une composante opérationnelle, et visait, à partir d'une analyse des conséquences des dégradations ou des pratiques de gestion sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes, à restaurer les fonctions écologiques et la biodiversité des milieux.

Le colloque de restitution du programme, qui s'est tenu à Grenoble, du 11 au 13 septembre 2001, a réuni près de 200 personnes : gestionnaires, chercheurs et, d'une manière générale, praticiens de la nature.

Un premier constat encourageant émerge du bilan de ce programme : il est possible de restaurer des milieux naturels altérés. Les trois projets suivants l'illustrent bien :

- Le premier concerne la restauration de récifs coralliens endommagés : à Bora Bora, en Polynésie française, une opération de restauration a été menée à bien. Le diagnostic poussé du site a conduit au choix des espèces à transplanter à partir de sites

proches, et au transport de ces espèces en immersion. La colonisation corallienne s'est accompagnée d'un retour des poissons. Une opération comparable menée à la Réunion, prouve que les techniques de transplantation des coraux sont actuellement bien maîtrisées.

- Le deuxième porte sur la restauration des écosystèmes dans les îles Amsterdam et Kerguelen, par éradication d'espèces introduites (bovins et lapins). Plusieurs conclusions ont été tirées concernant ce type d'opération :

Il est tout d'abord nécessaire d'en définir clairement les objectifs, de justifier rigoureusement l'intervention, et d'en évaluer préalablement les risques potentiels. Par ailleurs, on a pu mettre en évidence l'existence de seuils d'altération de certains paramètres environnementaux, au-delà desquels la restauration n'est plus possible.

Enfin, les changements climatiques en cours pèsent lourdement sur les processus de restauration. A Kerguelen par exemple, les changements climatiques récents se traduisant par un déficit hydrique, sont très défavorables à la flore autochtone. En revanche, le pissenlit, espèce introduite, envahit actuellement les communautés végétales : ceci limite énormément les processus de restauration, et limite du même coup l'impact de l'opération d'éradication du lapin.

- Le troisième concerne la dynamique de reconquête, par des plantes natives, des sols reconstitués en altitude au niveau des pistes de ski. Les engazonnements réalisés ont déterminé des processus conduisant au retour d'une diversité fonctionnelle et taxonomique des communautés restaurées.

L'ensemble des résultats obtenus a conduit par ailleurs à souligner trois conditions essentielles du succès des opérations de recréation de la nature :

1) L'insertion paysagère, qui consiste à replacer les sites à restaurer dans leur contexte paysager. Par exemple, les opérations de protection de berges par génie végétal, ne sont efficaces que lorsqu'elles s'inscrivent

dans des espaces suffisamment vastes pour que puissent s'exercer les dynamiques des écosystèmes.

2) La prise en compte du temps. Une connaissance de l'histoire régionale des écosystèmes est nécessaire, notamment afin de savoir quels systèmes de référence choisir, sachant que ceux-ci sont par nature évolutifs. Il est également essentiel d'accompagner durablement la dynamique végétale, de manière à structurer les peuplements à venir. Le suivi et l'entretien sur le long terme sont donc souvent les conditions indispensables du succès des opérations de recréation.

3) L'implication des acteurs locaux dès l'amont. En effet, quelle que soit l'importance du travail conceptuel ou expérimental réalisé, une opération de restauration ne peut réussir que si elle est acceptée localement.

Enfin, la question des échelles spatiales d'intervention, demeure une source de préoccupation pour les gestionnaires : comment définir des unités de gestion qui soient pertinentes à la fois du point de vue des gestionnaires et de celui des écologues ? La question est d'autant plus délicate que, pour une région donnée, les phénomènes écologiques que l'on perçoit, ne sont pas les mêmes selon l'échelle d'observation choisie. Il est probable, en définitive, que seule la formulation par le gestionnaire des problèmes qu'il entend régler, permettra de choisir, au cas par cas, la bonne échelle d'observation et d'intervention.

La plupart des projets du programme ont déjà fait l'objet de transferts de connaissances. Les partenariats entre gestionnaires et chercheurs mis en place à l'occasion de ces projets, ont permis de mettre en application certains résultats des recherches, et des propositions ont vu le jour en matière de réglementation. Certaines collaborations sont appelées à se poursuivre au-delà des limites du programme.

**Contact :**

*veronique.barrre@environnement.gouv.fr*

## Conséquences du naufrage de l'ERIKA :

### Colloque scientifique à Nantes

Les premiers résultats des programmes nationaux de suivi et de recherche sur les conséquences du naufrage de l'Erika, mis en place par le MATE, ont été communiqués lors du colloque qui s'est tenu le 6 novembre au centre Ifremer de Nantes. Le public présent était composé d'élus, de représentants d'associations, de gestionnaires de l'environnement, et de scientifiques.

Les projets en cours dans le cadre du « programme de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques dues au naufrage de l'Erika », portent en particulier sur les conséquences écologiques de l'arrivée des nappes de fioul sur les écosystèmes côtiers, et sur l'évolution des populations d'oiseaux, de poissons et d'autres organismes vivants, touchées par les nappes.

Le premier projet présenté lors du colloque concernait la répartition spatiale et temporelle des produits constituant le fioul de l'Erika dans les différents compartiments du milieu marin (colonne d'eau et sédiments). Ce sont principalement des HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), qui ont été mesurés, et parmi eux des HAP soufrés et alkylés, caractéristiques du fioul de l'Erika. Près de 200 hydrocarbures ont été systématiquement recherchés. L'analyse a montré que les sédiments sont plus contaminés que la colonne d'eau (les molécules e HAP étant hydrophobes), avec une contamination particulièrement forte des sédiments dans des zones alimentant des marais salants.

L'un des projets présentés avait pour objectif de réaliser un bilan des échouages et de la mortalité des oiseaux touchés par la marée noire. Ce comptage a demandé plusieurs mois d'enquête et l'équipe en charge du projet a procédé par recoupement des informations disponibles auprès de tous les intervenants de terrain (communes littorales, structures d'accueil pour oiseaux mazoutés, centres de soins et centres de transit, organismes ayant assuré la collecte des oiseaux mazoutés, etc).

Environ 77 000 oiseaux mazoutés échoués ont été effectivement dénombrés. Parmi eux, 33 000 ont été ramassés vivants mais seulement 2150 d'entre eux-ci ont pu être relâchés des centres de soins.

85% des échouages ont été enregistrés sur une très courte période, entre le 24 décembre 1999 et le 12 janvier 2000. Par la suite les échouages se sont échelonnés dans le temps jusqu'au mois de juin 2000.

67 espèces ont été touchées, mais plus de 90% des échouages concernent seulement 10 d'entre elles. L'essentiel des échouages et des décès a concerné les Guillemots de Troil (82% des oiseaux ramassés).

Malgré les difficultés de l'estimation, l'étude conclut à un total de 150 000 à 300 000 individus morts. Cette estimation fait de la marée noire de l'Erika un événement sans précédent du point de vue du nombre d'oiseaux mazoutés .

Un projet de suivi écologique, toxicologique et physiologique des poissons exposés à la marée noire, est en cours ; il s'intéresse à la contamination par les HAP, à l'état sanitaire, à la croissance, et à la reproduction des populations de soles et des civelles d'anguilles dans une région de nurseries impactée par la marée noire : entre la baie de Vilaine et le Pertuis Breton. L'impact direct de l'Erika sur ces populations est faible en première analyse, mais difficile à évaluer car, contrairement aux oiseaux, on ne retrouve pas de cadavres de poissons échoués. Si l'on peut supposer un pic de mortalité pendant les semaines ou les mois ayant suivi le naufrage, à l'automne 2001, les peuplements de poissons étudiés avaient recouvré un état normal, à la fois en termes de structure du peuplement et de dynamique saisonnière de recrutement. Cependant, la marée noire pourrait avoir eu un impact sur le taux de croissance des juvéniles, et sur l'état de santé des organes reproducteurs. Cette hypothèse reste à tester.

Les recherches menées dans le cadre du programme Lit'Eau ERIKA sont complémentaires de la mise en place du réseau de suivi, et concernent d'une part la dynamique du polluant et son devenir (biodégradation), et d'autre part son impact sur les espèces (moules, poissons, oiseaux) ou, d'une manière plus globale, sur l'écosystème marin.

Dans le cadre de ce programme, les effets du fioul sur la croissance et la santé des bivalves d'intérêt commercial, sont l'objet d'un projet en cours : le seul effet noté actuellement concerne les coques, avec une augmentation de la présence de lésions dues à des spores de champignons. Ces parasites sont probablement favorisés par le dérèglement des défenses immunitaires de l'organisme suite à l'exposition aux hydrocarbures.

Au titre des conséquences économiques du naufrage de l'Erika, les effets de la marée noire sur les pertes d'aménités des résidents se consacrant à la pêche à pied ont été l'objet d'une présentation. Il a été montré que plus d'un quart des résidents vivant à proximité du littoral pratique ce loisir au moins deux fois par mois. La valeur nette d'une journée de pêche étant estimée (par la méthode dite « des coûts de déplacement ») à 300 F environ, l'étude conclut à une perte totale d'aménités liées à la pêche à pied, de près de 700 millions de francs.

Les travaux engagés devraient permettre de mieux connaître la toxicité à long terme des polluants issus des produits pétroliers, vis à vis du milieu marin, et suggérer de nouveaux indicateurs de pollution pour la flore et la faune benthiques.

#### **Contacts :**

*catherine.bastienventura@environnement.gouv.fr*

*patrick.flammarion@environnement.gouv.fr*

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

## Deux appels à propositions de recherche :

### « Invasions biologiques », et « Action publique, agriculture et biodiversité »

En coordination avec l'Institut Français de la Biodiversité, le Ministère chargé de l'Environnement lance en 2001 les seconds appels à propositions de recherche des programmes « Invasions Biologiques », et « Action publique, agriculture et biodiversité ».

Le programme « Invasions Biologiques » a pour objectif d'accroître les connaissances conceptuelles et théoriques relatives aux invasions biologiques, et d'améliorer nos connaissances concrètes sur les invasions animales et végétales auxquelles le territoire français est confronté, en vue de constituer des outils d'aide à la décision pour les gestionnaires.

L'appel à propositions de recherche est articulé autour de 3 axes complémentaires :

- 1/ les mécanismes qui sous-tendent les phénomènes invasifs,
- 2/ la perception sociale et l'évaluation économique des invasions biologiques,
- 3/ le contrôle et la gestion des phénomènes de type invasifs.

Le programme « Action publique, agriculture et biodiversité » vise à susciter des recherches contribuant à définir et/ou à mettre en œuvre des actions publiques qui répondent aux enjeux de préservation et de prise en compte de la biodiversité dans l'évolution de l'agriculture.

Cet appel à propositions de recherche est articulé autour de 2 axes :

- 1/ Caractérisations, représentations et justifications de la biodiversité en lien avec l'agriculture,
- 2/ Elaboration, suivi et évaluation des politiques à l'interface entre agriculture et biodiversité, aux niveaux national, européen et international.

Le texte complet des deux appels 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 :

<http://www.environnement.gouv.fr>

rubrique « actualités/appels à propositions de recherche ».

**Les réponses sont attendues  
avant le 4 février 2002  
pour le programme « Invasions  
biologiques, et  
avant le 28 février 2002  
pour le programme « Action  
publique, agriculture et  
biodiversité ».**

#### Contacts :

*martine.atramentowicz@environnement.gouv.fr*

*veronique.barre@environnement.gouv.fr*

*jbaudry@roazhon.inra.fr*

#### Vient de paraître

### L'environnement, question sociale.

Dix ans de recherche pour le  
ministère de l'Environnement.

Ouvrage collectif coordonné au  
CREDOC par Michel Boyer, Guy  
Herzlich et Bruno Maresca

**Editions Odile Jacob, 305  
pages, 24,40 €**

Cet ouvrage présente 31  
contributions et répond à une double  
préoccupation : présenter un ouvrage  
accessible à un large public, et mettre  
en valeur les traits les plus saillants  
des relations entre environnement,  
société et politique.

Les contributions sont organisées  
sous trois grands thèmes :

Le premier thème, intitulé  
*Représentations*, traite des savoirs, des  
opinions, des perceptions sociales de  
l'environnement (qu'il soit urbain,  
rural, ou « naturel »).

Le second thème, *Acteurs*, regroupe  
des textes portant sur des groupes  
d'acteurs particuliers (appartenant  
aux mondes associatif, politique,  
professionnel, et institutionnel) et  
leurs rapports à l'environnement.

Le troisième thème, *Risques et  
Développement Durable*, aborde les  
préoccupations touchant aux  
« risques majeurs », ainsi que les  
débats suscités par la notion de  
développement durable.

#### Contact :

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

### Un avis de la Commission Française du Développement Durable sur l'agriculture raisonnée

La Commission française du  
développement durable (CFDD),  
vient de rendre un avis sur le rapport  
de G. Paillot au ministre de  
l'agriculture et de la pêche (février  
2000), portant sur l'agriculture  
raisonnée.

Dans cet avis, la CFDD met en avant  
les points suivants :

- Le rapport semble reposer sur un  
certain nombre de postulats a priori,  
qui apparaissent discutables, et qui  
concernent notamment le  
consentement à payer du  
consommateur ou la primauté de la  
compétitivité en agriculture.

- La mise en pratique d'une  
agriculture durable suppose une  
révision complète du mode de  
fonctionnement économique de  
l'agriculture, en particulier du  
système d'attribution des  
subventions ; une telle révision n'est  
pas envisagée dans le rapport.

- Si l'appropriation par l'agriculture  
des progrès scientifiques et  
technologiques est nécessaire, c'est  
avant tout sur un dialogue  
approfondi et systématique entre  
agriculteurs, chercheurs et  
consommateurs que devraient  
s'appuyer les choix en matière de  
recherche et de technologie pour une  
agriculture durable.

- Le rapport ne propose pas de  
véritable approche globale de  
l'agriculture : les aspects sociaux et  
territoriaux de l'activité agricole en  
sont absents, et la réflexion  
économique est réduite à la  
rentabilité de l'exploitation. Une  
approche globale est nécessaire si  
l'on veut poursuivre la réflexion en  
vue d'une agriculture durable.

#### Contact :

*bertrand.galtier@environnement.gouv.fr*



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## La qualité de l'ambiance sonore en milieu urbain

### SOMMAIRE

p.1 : La qualité de l'ambiance  
sonore en milieu urbain

p.2 : Les mécanismes par  
projets dans la lutte contre  
l'effet de serre

p.3 : La recherche européenne  
sur les OGM

Dimension régionale de l'espace  
européen de recherche

Changements climatiques et  
citoyenneté : une conférence de  
citoyens

p.4 : Débat public et  
négociation

### Annnonce de séminaire

**n°9/2001**

**Octobre  
2001**

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

Le bruit ambiant de nos villes, lié essentiellement au trafic routier, est souvent considéré dans les sondages comme la nuisance la plus vivement ressentie par nos concitoyens. C'est une des raisons pour lesquelles les 3èmes Assises de la qualité de l'environnement sonore (Angers, 11, 12 et 13 septembre 2001), organisées à l'initiative du MATE, ont insisté sur les actions à mener, dans le domaine du bruit urbain, par les pouvoirs publics : résorption des "points noirs bruit", isolation de façades, aménagements urbains, etc. Ces assises ont été également l'occasion d'exposer les résultats des dernières recherches menées dans le domaine, notamment dans le cadre du programme PREDIT (1996-2001).

L'atelier "recherche" a été l'occasion de débattre des résultats des projets développés autour de la réduction du bruit à la source, de la propagation du bruit dans les espaces urbains, et de la perception des ambiances sonores, notamment celles riches en basses fréquences.

1. Au sujet de la réduction à la source, des résultats significatifs ont été obtenus :

- les progrès réalisés en matière du bruit contact pneu/chaussée par des enrobés "expérimentaux" sont appréciés tant par les conducteurs automobiles (confort acoustique) que par les riverains ; cependant, des progrès restent à réaliser pour que les fabricants d'enrobés puissent garantir des résultats auprès des maîtres d'ouvrage que sont l'Etat et les collectivités locales.

- le développement d'une méthode capable de localiser les sources de bruit d'un véhicule en mouvement a progressé ; ainsi la SNCF, par des approches différentes, a identifié les différentes sources de bruit du TGV et évalué leurs contributions respectives

au bruit global ; la SNCF a participé activement au programme bilatéral franco-allemand DEUFRAKO en étudiant particulièrement le bruit aérodynamique du pantographe et le bruit de freinage des trains de marchandises. Sur ce dernier point, les recherches et leurs applications ont permis d'atteindre l'objectif de réduction du bruit de 10dBA, en combinant roues performantes (rugosité améliorée) et absorbeurs au niveau des rails.

- l'exploitation des bases de données sur les trafics a conduit à mettre en place des outils pour réaliser un PDU (plan de déplacement urbain) "acoustique" à Lyon.

Le choix d'indicateurs pertinents de l'environnement sonore constitue toujours, néanmoins, une forte préoccupation pour les services techniques des villes souhaitant appréhender de façon pragmatique la gestion du bruit urbain.

2. Les recherches sur la propagation ont permis d'évaluer les vibrations transmises par le contact roue-rail dans différentes configurations de sol et d'étudier la diffusion du bruit dans les espaces urbains. Deux projets non achevés ont insisté sur la nécessité d'intégrer des paramètres morphologiques aux caractéristiques du trafic.

3. Enfin, dans le cadre des recherches sur la perception, l'existence d'une différenciation entre l'empreinte sonore réelle d'une infrastructure, son empreinte "administrative", et la gêne ressentie, a été mise en évidence. A terme, la connaissance des déterminants de cette différenciation devrait permettre une meilleure gestion des conflits intervenant lors de la mise en place de nouvelles infrastructures routières ou ferroviaires.

### Contact :

*jean-claude.serrero@environnement.gouv.fr*

## LES MECANISMES PAR PROJETS DANS LA LUTTE CONTRE L'EFFET DE SERRE

Dans le cadre des mécanismes de flexibilité du protocole de Kyoto, deux types de « mécanismes par projets » ont été instaurés : la mise en œuvre conjointe (MOC) et le mécanisme de développement propre (MDP). Tous deux consistent en la réalisation, par des pays de l'Annexe I du protocole (pays industrialisés ayant pris des engagements quantifiés de réduction de leurs émissions), de projets contribuant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (G.E.S.), et conduits dans des pays hors Annexe I. En échange, des crédits d'émissions supplémentaires sont accordés à l'entreprise ou à l'Etat conduisant le projet.

Plusieurs grandes catégories de projets sont susceptibles d'être éligibles au titre de la MOC ou du MDP : les projets d'énergie renouvelable (éolien, solaire, géothermique, hydraulique ...), d'offre énergétique (substitution énergétique ou réseaux de chaleur), de maîtrise de l'énergie, de capture du méthane, et de séquestration de carbone.

Une étude récente analyse la difficulté principale de la mise en œuvre de ces mécanismes : comment évaluer l'impact environnemental de ces projets, et comment vérifier l'efficacité des crédits consentis ?

Afin d'évaluer la quantité d'émissions de gaz à effet de serre évitées grâce à la mise en place du projet ("additionnalité environnementale"), il est obligatoire, pour chaque projet, d'établir un scénario de référence : celui-ci indique les quantités qui auraient été émises si le projet n'avait pas été réalisé.

Pour être recevables, ces projets doivent également satisfaire au critère de « l'additionnalité financière », afin de réserver l'attribution de crédits aux seuls projets qui n'auraient pu voir le jour sans ces revenus supplémentaires.

L'étude a consisté à analyser, de ce double point de vue, 15 projets français déposés pendant la phase pilote de l'application de ces mécanismes ; une analyse du même

type a été menée parallèlement sur 36 projets américains.

Les résultats de l'analyse montrent dans un premier temps que le critère d'additionnalité environnementale a été systématiquement au cœur des préoccupations des organismes chargés d'évaluer ces projets (Fonds Français pour l'Environnement mondial, FFEM, et US Initiative on Joint Implementation, USIJI). En revanche, l'additionnalité financière a généralement été mal prise en compte, les données financières disponibles étant trop imprécises. Par ailleurs l'étude met en évidence une différence majeure entre FFEM et USIJI dans les méthodes d'évaluation environnementale : alors que les projets français ont été crédités sur la base d'un scénario de référence dynamique, régulièrement réévalué, les projets américains sont crédités à long terme (jusqu'à 50 ans pour un projet immobilier) et sur un scénario de référence statique (non réévalué), plus favorable à l'investisseur menant le projet, puisque les crédits dont il dispose ne peuvent être remis en cause une fois le projet engagé.

L'étude présente un tableau analytique des différents projets en fonction des deux critères sus-cités : la part de la valeur des crédits attribués dans les coûts totaux d'investissement (évaluation de l'additionnalité financière), et le volume de réduction des émissions (additionnalité environnementale).

Ces critères ont permis d'établir une typologie pour les différents projets, allant des petits projets d'énergie renouvelable, qui génèrent peu de réductions et dont la rentabilité financière est faible, aux projets de séquestration de méthane, qui génèrent d'importantes réductions et sont financièrement rentables, en passant par les projets d'efficacité énergétique et les projets agro-forestiers.

Or les investisseurs français et américains ne privilégient clairement pas le même type de projets : les

projets agricoles et forestiers représentent 40% des réductions d'émissions de l'ensemble des 36 projets américains étudiés, alors qu'ils sont absents des projets français. Les projets d'énergie renouvelable, quant à eux, représentent 63% des réductions d'émissions des projets français, et seulement 10% du total des réductions d'émissions des projets américains. Les projets de récupération du méthane contribuent, pour les deux pays, à plus d'un tiers du total des réductions.

L'étude conclut donc à la nécessité d'adopter des méthodes plus standardisées et plus souples pour l'évaluation des petits projets d'énergie renouvelable, afin de minimiser les coûts de transaction (c'est-à-dire les coûts générés par la certification et la validation des projets). Pour les grands projets, en revanche, une détermination de scénarios de référence au cas par cas et une vérification précise des résultats sont nécessaires et moins pénalisantes.

En tout état de cause, si les mécanismes par projets présentent l'intérêt d'offrir une soupape de sécurité aux entreprises en cas de renchérissement des permis d'émission, l'étude souligne la nécessité de rendre les formalités de validation et d'évaluation plus transparentes, et de les harmoniser pour tous les pays de l'Annexe I du protocole de Kyoto; ainsi, les crédits d'émission pourraient plus facilement acquérir une valeur acceptable par les autres pays.

### **Contacts :**

*jean-marc.salmon@environnement.gouv.fr*  
*eve.roumiguieres@environnement.gouv.fr*

### **Source :**

*Les entreprises françaises et les mécanismes par projets dans la lutte contre l'effet de serre*, étude réalisée par l'Association ARMINES.

### La recherche européenne sur les OGM : une volonté affichée de communication et de concertation

Le 9 octobre dernier, la Commission européenne, à l'initiative du Commissaire à la recherche P. Busquin, a organisé une table ronde sur le thème de la sécurité des OGM. Ce processus, qui devait « faire entendre la voix de la science dans le débat sur les OGM » a été l'occasion de rassembler les connaissances, d'examiner les avancées scientifiques et technologiques sur la biosécurité dans l'Espace européen de la recherche, et d'identifier les nouveaux secteurs de recherche à développer, en concertation avec les différents acteurs intéressés : étaient invités des représentants des gouvernements des différents Etats de la Communauté Européenne et des pays candidats, et de pays tiers comme les Etats-Unis, des parlementaires européens, des représentants d'ONG intéressées au débat sur les OGM, d'associations de consommateurs, du monde de l'industrie et du commerce agro-alimentaire, et enfin, bien sûr, des chercheurs et des experts en sciences environnementales et en biotechnologies.

Le sujet de cette table ronde était le maïs Bt, maïs qui exprime la toxine de *Bacillus thuringiensis*, l'une des premières plantes transgéniques cultivées en Europe (Espagne), et sur laquelle des programmes de suivi, en Europe et aux Etats-Unis surtout, ont déjà été lancés. Les résultats publiés portent principalement sur la vulnérabilité à la toxine Bt des insectes non ciblés, et les transferts involontaires du transgène aux cultures avoisinantes, à l'animal et à l'homme.

Les discussions ont porté d'une part sur les risques et les bénéfices de la production et de la culture de maïs Bt, et d'autre part sur les risques et les bénéfices de son introduction dans l'alimentation humaine et animale. Les principales conclusions en ont été les suivantes : parmi les risques envisagés, aucun n'est encore avéré, mais le faible recul des recherches menées ne permet pas d'en tirer de conclusions définitives. A l'occasion de cette table ronde, un bilan de la recherche communautaire

menée depuis 1985 sur les biotechnologies et la sécurité a été dressé : en 25 ans, 81 projets sur la sécurité des OGM ont été soutenus par la Communauté, impliquant plus de 400 équipes. Ce bilan est accessible sur Internet à l'adresse suivante :

<http://europa.eu.int/comm/research/quality-of-life/gmo/index.html>

Les projets sont répartis en 7 thèmes : plantes, microbiologie des plantes, biocontrôle, alimentation, bioremédiation, outils, poissons, et vaccins.

Le thème de l'alimentation est particulièrement développé ; 12 projets en cours y sont présentés, qui visent à :

- mettre au point de nouveaux protocoles de détection des OGM dans les produits alimentaires (qu'il s'agisse d'OGM autorisés ou interdits),
- détecter les transferts éventuels de gènes modifiés à la microflore intestinale (animale et humaine)
- utiliser les techniques de l'usine cellulaire dans l'évaluation du risque,
- mettre en place une meilleure information du public.

Afin d'examiner et d'évaluer les méthodologies issues de la recherche dans le champ de la sécurité des OGM, un réseau thématique européen composé de chercheurs, d'industriels, d'ONG et d'autres porteurs d'intérêts, « ENTRANSFOOD », a été mis en place pour une durée de trois ans en février 2000. Il complète le dispositif de concertation mis en place par la Commission sur le thème des OGM. Sources : <http://biosociety.dms.it/>

#### Contact :

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

Mobiliser le potentiel des régions européennes pour la création d'un Espace européen de la recherche.

La Commission européenne vient d'adopter une communication sur « la dimension régionale de l'Espace européen de la recherche ».

Cette communication a pour objet la valorisation du potentiel de recherche et d'innovation des différentes régions d'Europe (notamment celles a priori les moins avancées dans ces domaines), grâce à

un ensemble de mesures et d'initiatives, dont certaines seront opérationnelles dès le lancement du prochain programme cadre (2002-2006). Ces mesures devraient concourir à encourager et à faciliter la mise en place de réseaux entre les équipes régionales de recherche et de technologie, et la création de synergies entre des régions déjà avancées et des régions plus « périphériques ». L'accent sera mis entre autres sur la mobilité inter-régionale des chercheurs européens. De nouveaux instruments de coopération seront créés, qui devraient être plus accessibles aux régions et aux acteurs régionaux.

**Source :** Communiqué de presse DG Recherche, 4 octobre 2001.

Une conférence de citoyens sur le thème "changements climatiques et citoyenneté"

Une conférence de citoyens sur le thème « changements climatiques et citoyenneté » se tiendra les 9 et 10 février 2002 à la Cité des Sciences et de l'Industrie (Paris la Villette).

Organisée conjointement par la CFDD et la Cité des Sciences et de l'Industrie, cette conférence de citoyens a pour but de faire émerger un avis citoyen sur la question du changement climatique. Dans cette optique, un panel de 15 citoyens (sélectionné par l'IFOP) recevra une formation sur l'ensemble des enjeux liés au changement climatique, avant de rencontrer au cours d'une séance publique les experts et porteurs d'intérêts qu'ils auront choisi de questionner. A l'issue de ce débat les citoyens rédigeront leurs conclusions et recommandations.

Celles-ci doivent être notamment communiquées aux membres de la délégation française à la réunion de Rio + 10, qui aura lieu à Johannesburg, en septembre 2002.

#### Contact :

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

## **Débat public et négociation : l'exemple des infrastructures.**

Une séance du séminaire trimestriel d'animation du programme "Concertation, Décision et Environnement" s'est tenue à l'ENGREF le lundi 17 septembre sur le thème : "Améliorer les débats publics sur l'implantation des infrastructures : quels apports de l'expérience et quels apports de la recherche ?". Elle s'est appuyée sur des travaux de consultants et de chercheurs impliqués dans un programme d'études conduit par le Conseil Général des Ponts et Chaussées dans le cadre de la préparation de la nouvelle loi sur l'utilité publique.

La première présentation a porté sur un projet routier dans le Nord de la France. La deuxième présentation a cherché à faire un bilan sur les recherches accomplies au cours des dernières années et a fait le point sur les perspectives ouvertes.

Quatre discutants - chercheurs, consultants, ingénieur de l'équipement, représentant d'associations de protection de la nature - ont commenté et complété les analyses proposées par les deux conférenciers.

Plusieurs idées ressortent du débat. D'abord, la question de la concertation autour des projets d'aménagement, qui n'était présente il y a vingt ans que dans des débats de spécialistes, a été très largement institutionnalisée. Ainsi, ces dernières années notamment, tous les grands opérateurs publics d'infrastructures tels que le Ministère de l'Équipement, EDF/RTE (Réseau de Transport d'Électricité) ou la SNCF/RFF (Réseau Ferré de France) se sont officiellement saisis du problème au point de constituer en leur sein des équipes spécialisées chargées d'améliorer les processus de décision du point de vue du débat public. Ces équipes intègrent notamment des étudiants ayant effectué leur formation (sous forme de doctorat, par exemple) au sein d'équipes de recherches travaillant sur la concertation. La recherche joue donc ici un premier rôle : alimenter le réseau de compétences internes et externes.

Ensuite, le développement de tels réseaux d'expertise accompagne un changement graduel mais profond de mode de pensée, de communication, mais aussi de pratique, même si bien des progrès restent à accomplir. Dans cette évolution des idées, la recherche a sans doute joué un rôle en incitant à des changements de point de vue, par exemple, celui qui consiste à considérer que la participation du public constitue en elle-même un intérêt général.

Par ailleurs, au fil des années 90, les recherches ont accompagné d'une part les grandes vagues de conflictualité environnementale (du début des années 90 en particulier) et d'autre part les grandes expériences de réformes (la circulaire Bianco, en particulier). Les recherches se sont essentiellement attachées à des analyses fines des processus de concertation et de décision, mettant en relief la diversité des situations, la dimension territoriale des conflits, les formes de mobilisation des acteurs locaux, qui débouchent sur des processus de plus en plus ouverts, et de plus en plus complexes, de formation de la décision. Ces évolutions accompagnent celles des réactions et attentes du public qui sont passées, pour reprendre la formule d'un participant au séminaire, du « pas chez moi » au « dites-nous pourquoi ».

L'acquis principal de ces recherches a été de bien faire saisir la nécessité, et surtout la possibilité, d'un apprentissage collectif pour conduire des processus de décision plus ouverts.

Enfin, plusieurs perspectives ont été notées pour l'évolution de la recherche.

D'abord, il importe de mettre le plus possible à disposition des acteurs la véritable bibliothèque de cas de références que constituent les recherches de terrain déjà menées.

Ensuite, il manque aujourd'hui des recherches expérimentales associées aux projets, nécessaires pour accompagner l'évolution des processus de décision au-delà de la prise de conscience initiale, déjà bien engagée. Enfin, au-delà de la dimension de dialogue et d'apprentissage liés au débat, il faut maintenant s'intéresser plus en détail

à la manière dont le débat public peut s'articuler de manière opérationnelle à la procédure de décision, débouchant sur de nouvelles formes de négociation.

### **Contacts :**

*mermet@engref.fr*

*bille@engref.fr*

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

### **Annonce de séminaire**

Le prochain séminaire du programme « Concertation, Décision et Environnement » se tiendra à  
**l'ENGREF,  
19 Av. du Maine  
75015 Paris  
le 29 novembre 2001,  
de 14h-18h.**

Le thème en sera **l'appui des outils informatiques à la concertation : deux illustrations.**

A propos de deux études de cas, on s'interrogera sur les rôles que l'on peut faire jouer à l'outil informatique dans la recherche, dans la formation et dans l'action, et sur la valeur ajoutée spécifique des efforts de formalisation qu'exige ce support.

- Le premier exposé, par Laurence de Carlo, traitera de la place du multimédia dans la formation à la concertation à propos du CD Rom *La Francilienne*.

- Le second, par Olivier Barreteau, traitera de l'utilisation combinée des systèmes multi-agents et des jeux de rôles, pour l'aide à la discussion sur la gestion des ressources renouvelables à propos de deux exemples au Sénégal.

### **Contact :**

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





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## ESCOMPTE : une campagne de mesure de la pollution atmosphérique

### SOMMAIRE

- p.1 : ESCOMPTE :  
une campagne de mesure de la  
pollution atmosphérique
- p.2 : Radioécologie et  
écotoxicologie
- p.3 : Résistance aux biopesticides
- p.4 : Retour d'expérience :  
le rapport Phillips sur  
l'Encéphalopathie Spongiforme  
Bovine

**n°8/2001**

**Septembre  
2001**

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

Du 5 juin au 16 juillet dernier s'est déroulée la campagne ESCOMPTE autour de Marseille et du complexe scientifico-industriel de Fos-Berre. Plus de cent chercheurs français et étrangers ont déployé un dispositif de mesure de la pollution atmosphérique : radars, sodars, lidars, moyens de radiosondages, stations de mesures chimiques fixes et mobiles (terrestres, aéroportées et maritimes).

L'objectif de cette campagne est de documenter quelques épisodes de pollution en caractérisant de façon très détaillée la dynamique atmosphérique et les concentrations de polluants gazeux et particulaires. La base de données ainsi constituée doit permettre de valider et d'améliorer les modèles prédictifs et diagnostiques de chimie et de transport de polluants à l'échelle régionale ; ces modèles sont notamment dédiés à l'étude d'une forme préoccupante de pollution : la pollution photochimique. Cette pollution est liée aux émissions d'oxydes d'azote et de composés organiques dues aux activités humaines. Elle se traduit par des niveaux élevés d'ozone et d'autres espèces chimiques toxiques pour l'homme et les végétaux. Cette pollution se manifeste de manière préférentielle en été et dans les régions ensoleillées où l'activité humaine est importante. Ces raisons ont motivé le choix de la région de Marseille-Etang de Berre comme lieu de réalisation d'ESCOMPTE. Cette campagne doit permettre en outre de mieux décrire et comprendre les

phénomènes de pollution photochimique dans cette région.

ESCOMPTE s'inscrit dans les efforts de recherche nationaux en matière de pollution de l'air menés depuis plusieurs années par les pouvoirs publics au travers de deux programmes nationaux : PRIMEQUAL-PREDIT, piloté par le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et l'ADEME, PNCA (Programme National de Chimie atmosphérique), piloté par le CNRS / INSU.

A la faveur de conditions météorologiques propices au développement d'épisodes fortement pollués, les coordinateurs scientifiques ont pu déclencher quatre périodes d'observation intensive (POI). Les mesures réalisées en continu et lors de ces POI ont ainsi permis aux scientifiques de récolter un nombre considérable de données dynamiques et chimiques. La phase d'analyse et d'exploitation de ces résultats, qui débute cet automne, s'étendra sur plusieurs années. Un cadastre d'émissions sera également disponible au cours du premier semestre 2002 et conduira à l'amélioration des modèles à partir de 2002 - 2003. Enfin, sous l'égide des deux programmes, les performances de plusieurs modèles français et étrangers seront évaluées à la lumière des observations recueillies au cours de ces POI.

**Contact :**  
*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

## Radioécologie et écotoxicologie

La radio-écologie est une discipline récente, initiée à partir de 1950 aux Etats Unis, à la suite des premiers essais nucléaires. Elle est restée pendant longtemps une discipline à part, localisée dans des organismes de recherche spécifiques (En France, CEA-IPSN). Elle concerne l'étude des radioéléments nucléaires dans le domaine plus large de l'écologie et de l'écotoxicologie. Durant les premières années, les études se sont concentrées sur quelques éléments (dérivés de l'uranium), sur les doses élevées de contamination et sur les risques encourus par les travailleurs du nucléaire. L'accident de Chernobyl, avec la contamination globale des milieux qui en a résulté, a accéléré l'évolution de la discipline.

Un congrès, organisé par l'IPSN à Aix-en-Provence du 3 au 7 septembre 2001, a fait le point sur cette évolution.

Les radionucléides, d'origine naturelle (Pb, uranium...) ou artificielle ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ...), posent certains problèmes analogues à ceux créés par les polluants organiques persistants (dioxines, HAP, ...) ou les éléments traces toxiques (As, métaux lourds,...). On observe la même dynamique dans les milieux (sols, air, eau), des transferts analogues dans les êtres vivants et bien souvent les mêmes incertitudes générant les mêmes inquiétudes en terme d'effets. Les mêmes points importants de discussion concernent les notions de spéciation et de biodisponibilité, les seuils de toxicité (s'ils existent), avec les mêmes incertitudes sur les effets à long terme (cancérigène ou non) des faibles doses.

Un nouveau programme de l'IPSN abordera le sujet peu connu des accumulations chroniques (en particulier les très faibles doses) dans les écosystèmes et chez l'être humain (notamment par la chaîne alimentaire). La validation se fera sur des sites ateliers avec la recherche de bioindicateurs pouvant servir ensuite à la surveillance. Une application concernera la surveillance du bassin versant rhodanien soumis à des effluents d'installations nucléaires susceptibles de s'accumuler dans les

sols ou les sédiments, dont le plutonium.

Au niveau européen, des programmes analogues sont mis en place, tels que les programmes FASSET (Framework for Assessment of Environmental Impact) et EPIC (Environmental Protection from Ionising contaminants in the Arctic).

Tout d'abord on assiste à une évolution importante des méthodologies (faisant appel à diverses techniques de spectrométrie), ce qui va permettre d'accroître les recherches sur les faibles doses. L'exposition chronique à des faibles doses est en effet un domaine de recherche qui s'applique déjà à la radioactivité naturelle ; les doses moyennes d'exposition au niveau mondial représentent 2,2 mSv dont 1 dû à l'inhalation de radon et 0,9 lié aux rayonnements cosmiques. Les pollutions historiques passées ont également été analysées.

On peut ainsi montrer l'importance des pollutions radioactives résultant des essais nucléaires réalisés à l'air libre depuis 1950. Ils ont été très nombreux : 423 au total, 193 aux USA, 142 en URSS, 45 en France, 22 en Chine et 21 en Grande Bretagne. La pollution totale engendrée en une trentaine d'année est équivalente à 500 fois celle de Chernobyl et cela explique les pollutions encore importantes constatées dans certains états des Etats Unis voire même dans les régions arctiques avec des bioconcentrations dans les chaînes alimentaires (lichens-rennes).

• Les pollutions des milieux dues aux retombées de Chernobyl ont été discutées pour différents territoires : en Europe ou en France avec les retombées régionales en Corse, en Provence ou dans l'est de la France. Avec des sols pollués montrant une radioactivité de 5000 à 35000 Bcq/m<sup>2</sup>, une concentration dans les champignons (avec un facteur de concentration pouvant être proche de 100) existe, mais on estime qu'il faudrait consommer plus de 100 kg de champignons par an (poids frais) pour

atteindre la dose limite admissible de 1 mSv par an.

• Les problèmes rencontrés dans les régions proches de Chernobyl sont évidemment différents. La radioactivité des sols peut être de 100 000 à 1 million de Bcq/m<sup>2</sup>. Les doses qui viennent s'ajouter à la radioactivité naturelle dépassent la dose limite admissible et atteignent 1,2 à 2,8 mSv. La part liée à l'irradiation externe par le sol et l'environnement pollué est majoritaire (50 à 70 %) et il est difficile de s'en affranchir. On retrouve, comme autres voies privilégiées de contamination de l'homme, le lait et les champignons qui peuvent concentrer jusqu'à 100 000 Bcq par Kg.

La requalification des sols pollués par le Cs ou le Sr radioactifs pour différents usages et en particulier pour l'agriculture pose des problèmes difficilement solubles, analogues aux autres sols pollués par les métaux ou les polluants organiques. Pour les radionucléides toujours concentrés sur quelques centimètres en surface, le mélange avec les horizons de profondeur du sol représenterait une solution pour diluer et atténuer la pollution. Il n'en est pas de même pour les autres polluants.

Les espoirs représentés par la phytodépollution des sols pollués sont contrariés dans le cas de la pollution par  $^{137}\text{Cs}$ . Si on peut en expérimentation en pots extraire sélectivement par des cultures de 20 à 30 % du Cs radioactif, cela devient inopérant en conditions naturelles, sans que l'on en comprenne la raison. Il n'existe donc pas encore de solution opérationnelle pour requalifier les sols qui stockent pourtant l'essentiel des radionucléides en surface et pendant des dizaines d'années.

Les inquiétudes soulevées et les attentes de la société sont grandes, ce qui exige à la fois de nouvelles connaissances et une information complète des citoyens.

L'expérience réalisée dans le Nord-Cotentin, près de la Hague, a fait

l'objet de plusieurs présentations. Elle a fait suite à la controverse sur les risques élevés de leucémie (1955-1997) dans la région de la Hague. (4 cas observés en 14 ans contre 1,4 attendus). Les ministères chargés de l'environnement et de la santé ont été impliqués dans la création d'un groupe radioécologique du Nord Cotentin rassemblant les habitants, les techniciens, les politiques, les organisations non gouvernementales. Un volet recherche a été financé en accompagnement. Une expertise pluraliste a été mise en place (près de

88 experts de différents pays) et elle a été réalisée en contact étroit avec la population et le groupe de pilotage. La discussion a porté sur les résultats des mesures mais aussi sur les méthodes d'évaluation des risques qui se révèlent le point clé. Le rapport final de cette expérience est prévu en octobre 2001.

L'ouverture de la discipline à l'écotoxicologie, la diffusion et la discussion des résultats, le fait de rendre des comptes au citoyen sont donc des évolutions récentes

importantes qui étaient absolument nécessaires et dont le milieu de la recherche rend maintenant compte.

Ces évolutions sont d'autant plus importantes qu'en France l'IPSN va constituer avec l'OPRI (Office de protection contre les rayonnements ionisants) le futur institut de recherches sur la sûreté nucléaire (IRSN).

**Contact :**  
michel.robert@environnement.gouv.fr

### Résistance aux biopesticides

Le plus utilisé des biopesticides provient de la bactérie *Bacillus Thuringiensis*, qui produit lors de sa sporulation des cristaux protéiques insecticides. Découverte pour la première fois au Japon au début du siècle, dans un élevage de vers à soie, cette bactérie du sol se trouve notamment en quantité importante dans les poussières des silos à grains. Des centaines de souches de cette bactérie existent, qui produisent chacune une protéine insecticide, dont la synthèse est commandée par un seul gène. Le premier insecticide commercial produit à partir de cette bactérie a été disponible en France en 1938. Homologués et largement utilisés en agriculture biologique aujourd'hui, les produits à base de toxines provenant de *Bacillus thuringiensis* représentent 90% du marché des biopesticides, évalué lui-même à 200 millions de dollars en 1995.

Utilisées en pulvérisation sur les cultures, les formulations à base de *Bacillus thuringiensis* sont actives sur différentes espèces d'insectes, comme les lépidoptères, les coléoptères et les diptères, mais aussi sur les acariens et même les nématodes.

Une fois ingérées par les insectes, les protoxines contenues dans les cristaux subissent une transformation enzymatique dans le tube digestif du ravageur ; les toxines polypeptidiques ainsi produites se fixent sur des récepteurs présents sur l'épithélium intestinal, aboutissant à la formation de pores dans la membrane puis à la lyse cellulaire. L'insecte meurt alors en 24 à 48 heures.

L'ingénierie génétique a permis d'insérer les gènes codant pour les toxines Bt dans des plantes comme le tabac, la tomate, le coton, le colza, le maïs, la pomme de terre et le riz. Une telle introduction a, en théorie, l'avantage de protéger des parties de la plante qui le sont de façon incomplète par les techniques de pulvérisation classique. Mais, dans la plupart des cas, la plante ainsi obtenue n'exprime qu'une seule toxine, ce qui facilite l'apparition d'individus résistants. La pression de sélection est encore accrue par le fait que les ravageurs sont soumis en permanence à la toxine présente dans la plante, alors que le rayonnement solaire ultraviolet détruit rapidement les cristaux après épandage.

Alors que la toxine Bt est bien différente, par son origine, son mode d'action et son usage, des autres produits insecticides, elle partage avec eux le problème lié à l'apparition de résistance chez les insectes ravageurs. Le premier cas de résistance à la toxine Bt a été décrit en 1985 dans une population de pyrale des fruits secs, élevée en laboratoire. Depuis, une quinzaine d'espèces ont développé une résistance en laboratoire. Au champ, jusqu'à présent, seule la teigne des crucifères est devenue résistante. Les lignées résistantes, découvertes à Hawaï avaient subi de nombreux traitements à base de Bt (15 en 18 mois pour l'une et de 50 à 400 en 7 ans pour l'autre). Les mécanismes par lesquels les insectes résistent à l'effet létal des toxines Bt, renvoient au mode d'action de ces toxines : les mutations

survenant chez les insectes affectent des gènes impliqués dans la synthèse des récepteurs membranaires ou de protéines enzymatiques agissant sur la liaison toxine-récepteur. Une recherche récente, menée chez le nématode *Caenorabditis elegans*, a en effet montré que, plutôt que la mutation d'un récepteur, la perte d'une enzyme - de type  $\beta$  galactosyltransferase - en affectant le motif carbohydrate de récepteurs par ailleurs totalement différents, peut conduire à un niveau très élevé de résistance, et même à des résistances croisées. Chez *Heliothis virescens*, ravageur du coton, l'étude du DNA a mis en évidence que l'essentiel de la résistance est porté par un gène (*BR4*), responsable de la synthèse des protéines auxquelles se lie Bt. Des études précédentes ont montré qu'au moins un insecte sur 700 est porteur d'un gène de résistance, ce qui devrait aboutir à l'apparition de problèmes sérieux de résistances en moins de 10 ans, même si dans le cas de plantations OGM, les recommandations de l'Environmental Protection Agency (USA) (zones refuge [HDR]) sont bien suivies.

*Références : Science, 2001, 293, 860-864 et Biofutur, 2000, 201, 42-45.*

## Retour d'expérience : le rapport Phillips sur l'Encéphalopathie Spongiforme Bovine

Le Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) "Risques Collectifs et Situations de Crise", qui bénéficie de l'appui du Ministère, a consacré le premier numéro de ses cahiers à une analyse du rapport de la commission d'enquête britannique sur l'Encéphalopathie Spongiforme Bovine (ESB) au Royaume-Uni entre 1986 et 1996, établi par Lord Phillips.

P. Lagadec, du laboratoire d'économétrie de l'Ecole Polytechnique, auteur de cette analyse - qui porte sur le volume central du rapport -, exprime d'abord sa surprise sur l'écart entre la version du déroulement de la crise communément répandue en France et les constats du rapport. Il présente ensuite les grandes lignes de l'approche de Lord Phillips, caractérisée par l'attention donnée à la rigueur des procédures et par l'équité dans les examens et jugements, pour venir à bout de sa mission. Les deux écueils du retour d'expérience ont de ce fait, été évités : l'examen rapide limité aux aspects techniques et logistiques, l'examen global autour d'une thèse simple et globalisante, désignant des boucs émissaires.

La démarche adoptée par Lord Phillips peut être résumée ainsi :

- une logique de questionnement nette et déterminée,
- une investigation elle-même résolument ouverte sur le terrain de l'information publique,
- une recherche des responsabilités prenant en compte la complexité organisationnelle,
- une vigilance vis à vis des interprétations faisant barrage à l'examen ouvert,
- une explicitation des pièges.

Les difficultés inhérentes à la procédure sont rappelées ainsi que les modalités pour les surmonter.

La "force des croyances" (*beliefs*) est un des enseignements du rapport : "au plus profond d'eux-mêmes, ils croyaient que cela n'arriverait jamais". Les pièges des représentations initiales, l'enfermement dans l'erreur, et les blocages du questionnement ressortent des témoignages.

L'information et la communication au fil de la crise sont décortiquées ; s'il n'y a pas eu dissimulation de l'information - au moins après les six premiers mois, souligne le rapport (ce qui peut prêter à discussion, y compris à la lecture du rapport lui-même)-, le public n'a pas été destinataire d'une information équilibrée et ouverte au sujet du risque et, en raison notamment de conflits d'intérêts, a même reçu de fortes assurances sur le fait qu'il était sans danger de manger du bœuf.

L'analyse des dysfonctionnements liés aux comités d'experts et à leurs relations avec les décideurs publics est particulièrement intéressante. Les pièges à éviter par les experts, le mode de pilotage des comités, les enseignements opérationnels pour gérer les comités devraient être précieux pour les décideurs de haut niveau confrontés à des risques nouveaux.

Cette analyse apporte un éclairage nouveau sur la conduite de crise et l'application du principe de précaution. La sécurité de base peut être très insuffisante sur des maillons apparemment "secondaires", les plus faibles, qui vont jouer un rôle critique dans la diffusion du mal. Les structures n'étaient pas préparées aux situations de risque non-conventionnel, situations

différentes des urgences claires, répertoriées, immédiates et spécifiques. Une approche d'ensemble était nécessaire. L'absence de stratégie, un cloisonnement administratif entre les secteurs concernés, et des cultures incapables de se mouvoir dans des univers de crise expliquent les dysfonctionnements et les délais de la gestion de la crise.

Enfin, les principales difficultés caractéristiques du dossier et propres à l'ESB sont discutées, en particulier, celles concernant la décision dans un contexte de fortes incertitudes et la proportionnalité des mesures de précaution.

En conclusion, pour l'auteur, l'analyse du Rapport Phillips, fait ressortir une profonde impréparation culturelle, organisationnelle, technique des administrations dont l'action a été examinée, à affronter les crises contemporaines : non-conventionnelles, transverses, pleines de surprises. Pour prévenir ce type de fiasco, ce sont des efforts déterminés de mutation qui devront être engagés si l'on veut mettre en oeuvre le principe de précaution

### Contact :

Patrick Lagadec, [plagadec@club-internet.fr](mailto:plagadec@club-internet.fr)  
Pour les cahiers du GIS :  
Claude.Gilbert@upmf-grenoble.fr



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## LE MERCURE EN GUYANE ET EN AMAZONIE

### SOMMAIRE

p.1 : Le mercure en Guyane et en Amazonie

p.3 : Quels polluants atmosphériques surveiller en priorité ?

p.4 : Particules et mortalité cardiovasculaire

Le programme Lit'eau, gestion durable du littoral

Annnonce de séminaire

**n°7/2001**

**Juillet/Août  
2001**

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

**L'exploitation de l'or en Guyane** est à l'origine de la résurgence du problème de la pollution par le mercure, même si cette activité n'est pas la seule responsable des difficultés rencontrées.

Que peut on dire de cette activité ?

. On se situe, depuis 1970, dans un second cycle d'exploitation de l'or, qui se traduit par un certain essor des activités (le premier cycle se situant de 1854 à 1950).

. La production déclarée de 2,8 tonnes par an (la production réelle est plus proche de 7 tonnes) ne représente que 1 à 3 % de la production mondiale ; l'enjeu international est donc faible malgré la valeur élevée du kg d'or et sa valeur emblématique.

. L'exploitation actuelle concerne majoritairement l'or dit secondaire, qui a été redistribué à partir d'un gisement primaire dans les colluvions ou les alluvions des cours d'eau.

. Les titres d'exploitations attribués, au nombre de 196 en 2000 (dont 25 % à des PME), concernent 2775 km<sup>2</sup> (3 % du territoire Guyanais) sur un potentiel minier possible recensé par le BRGM de 24 100 km<sup>2</sup> (27 % du territoire).

. Les surfaces en jeu sont néanmoins considérables, et les problèmes proviennent du fait que les zones de potentiel minier recouvrent les zones de potentiel écologique (Znieff, Ramsar...) et que les zones d'exploitation se situent en forêt et sur des cours d'eau, avec des risques directs pour les milieux (déboisement, rejets de boues, remaniement du lit des cours d'eau) et pour les populations qui y vivent.

. Des conflits d'usage importants sont engendrés (en particulier dans la vallée du Maroni), dont la presse s'est fait l'écho.

**L'état des lieux sur le mercure en Guyane : des causes humaines et naturelles.**

Le cycle du mercure a été étudié par le CNRS dans les différents compartiments du milieu : stocks dans les sols et les sédiments, passage dans l'eau et l'air et méthylation.

♦ Les mesures de **stocks dans les sols** constituent un apport incontestable aux connaissances. Bien que les roches mères (granites et roches volcaniques ou sédimentaires) contiennent peu de mercure (3 à 7 ng/g), leur altération sous climat tropical, durant des centaines de milliers d'années, a conduit à une concentration du mercure dans les altérites épaisses (où les teneurs sont multipliées par 3 à 5) et dans certains sols (les "oxisols", avec des teneurs de 50 à 100 ng/g). La rétention forte du mercure s'explique par la présence importante des oxydes et hydroxydes de fer. Les émissions volcaniques et les émissions anthropiques contribuent aussi, mais dans une faible proportion, aux apports de mercure dans les horizons de surface. Les transformations naturelles des sols sur le plateau Guyanais se traduisent par un appauvrissement en mercure dû à son entraînement principalement lié à l'érosion et au lessivage des particules. Ce mercure se retrouvera dans les cours d'eau. Les sols remaniés au cours de l'orpaillage sont très enrichis en mercure. Il en est de même des sédiments qui sont près des chantiers d'orpaillage ou en aval (ex Barrage du Petit Saut). Ceux-ci contiennent des

quantités considérables de mercure : de 500 à 2500 ng/g pour les fractions fines contre une centaine de ng pour les sédiments amonts.

- ♦ Le mercure dans l'air présent sous forme de Hg a été mesuré sur différents sites. Les flux estimés retombant sur les sols en Guyane seraient de 30 à 50 µg/m<sup>2</sup>/an.

- ♦ Les mesures dans l'eau ont été réalisées sur plusieurs sites ateliers (Haut Maroni, zone de Dorlin et d'Inini, zone de St Elie et barrage de Petit Saut). Elles montrent la présence plus abondante de mercure dans les eaux drainant des sites d'orpaillage. Les concentrations maximum vont de 3 ng/l (saison humide) à 8 ng/l (saison sèche) et le mercure total de 25 à 35 ng/l. La majorité du mercure est donc fixée sur les particules des sédiments.

. La réduction de ce mercure en méthylmercure relève d'activités bactériennes dans des milieux aquatiques pauvres en oxygène, donc dans les retenues ou réservoirs et dans les zones d'inondation. Conditions naturelles et actions anthropiques se conjuguent, aussi bien pour la méthylation que pour l'apport du mercure vers les lieux où elle se produit : il n'est pas possible de séparer les causalités, ni de les hiérarchiser.

### La bioamplification des risques

La contamination des poissons par le méthylmercure constitue l'aboutissement de la chaîne de transfert vers l'homme. Cette bioamplification se mesure dans la chair des poissons, où les teneurs en méthylmercure passent de 10 ng/g (poids sec) dans les poissons herbivores à 6000 ng/g dans les muscles des poissons carnivores. Les niveaux de contamination sur l'ensemble des stations de Petit Saut sont beaucoup plus élevés que ceux de la zone du Haut Maroni ; la constatation est la même entre aval et amont du barrage du Sunna-mary.

Si l'on considère la santé humaine, **les risques sont directement liés à la consommation de poissons** et plus particulièrement de quelques espèces de poissons carnivores. Les travaux de l'institut de veille sanitaire (InVS) et de l'INSERM ont permis d'établir, dans la population amérindienne, une corrélation entre la consommation hebdomadaire de

poissons carnivores et un indicateur de contamination humaine qui est la teneur en mercure des cheveux.

Les conséquences de cette imprégnation au méthylmercure sont l'apparition de signes d'atteinte neurologique précoces chez les adultes et les enfants.

### Une expertise collégiale de l'Institut de Recherches pour le Développement (IRD) a permis d'étendre l'étude à l'ensemble du bassin amazonien

Cette expertise a été réalisée à partir de questions posées par les services de l'Etat en Guyane (DIREN, DRIRE, DDASS, DSV)

Différents points sont mis en évidence :

- ♦ Les caractéristiques du milieu amazonien (climat, milieu forestier, sols...) font que le mercure aura un cycle particulier.

- ♦ L'Amazonie est fragilisée par des facteurs anthropiques aggravants :

- l'orpaillage, source directe (rejets) ou indirecte (aggravation de l'érosion des berges) de mercure.

- le brûlage des forêts

- le déboisement, la construction des infrastructures qui conduisent à une dégradation des sols et au développement de l'érosion, source principale de mercure pour les sédiments.

- ♦ L'Amazonie est un terrain favorable - à la formation de méthylmercure à cause des plaines d'inondation abondantes, des barrages... - et à la bioaccumulation dans les chaînes trophiques avec un maximum chez les poissons carnivores (dépassant 0, 5 µg/g poids frais).

- ♦ La variabilité géographique du risque sanitaire est grande au niveau amazonien. L'orpaillage revêt une importance relativement plus grande en Guyane, la déforestation en Amazonie.

La contamination humaine se fait selon deux modes spécifiques, entraînant des risques pour la santé des populations.

. L'alimentation humaine basée sur la consommation de poisson ( plus de 200 g/jour) est la source principale de l'imprégnation par le méthylmercure. Il y a, de plus,

conjonction au niveau des fractions de population autochtone touchées, avec une fragilisation par des conditions sanitaires précaires et des maladies endémiques.

La concentration de mercure dans les cheveux (avec des seuils bien inférieurs à 50 µg/g) constitue l'indicateur pertinent de l'imprégnation individuelle ; des atteintes neurologiques précoces (systèmes moteurs et visuels) sont observées au sein des populations amazoniennes les plus exposées.

. L'intoxication professionnelle par le mercure métallique chez les orpailleurs, raffineurs et bijoutiers exposés directement aux vapeurs de mercure est le second mode d'exposition. L'indicateur est alors la concentration de mercure dans les urines et les atteintes concernent le système nerveux mais aussi les voies respiratoires et le système gastro-intestinal.

### L'expertise de l'IRD propose un certain nombre de recommandations opérationnelles d'intérêt local, mais aussi régional

Au travers de cette expertise, les travaux scientifiques ont été valorisés auprès des gestionnaires qui ont reçus à la fois des réponses à leurs questions et des recommandations.

Il est notamment proposé de :

- ♦ améliorer l'information, et l'accès des populations à risque aux dispositifs de santé avec renforcement du suivi sanitaire.

- ♦ agir sur la contamination directe des orpailleurs ou bijoutiers.

- ♦ réduire l'exposition au méthylmercure en adaptant les habitudes alimentaires.

- ♦ maîtriser l'impact du mercure sur l'environnement, sur les sites actifs ou abandonnés.

- ♦ établir une charte des bonnes pratiques et une structure d'encadrement de l'orpaillage en Guyane.

- ♦ mettre en place un observatoire de surveillance (avec un réseau de sites à risque) pour le suivi des milieux et des populations, et poursuivre des recherches dans le domaine sanitaire et la définition de zones à risques.

*Sources : voir page suivante*

## Quels polluants atmosphériques (non encore réglementés) surveiller en priorité

Les préoccupations de santé publique conduisent à une évolution de la surveillance de la qualité de l'air vers la connaissance de l'exposition réelle des populations dans tous ses milieux de vie. Devant la multitude de polluants de l'air (non encore surveillés) considérés comme toxiques pour la santé ou précurseurs de la pollution photochimique, il est nécessaire de définir des priorités dans le choix des substances à étudier.

Aux Etats-Unis, le Clean Air Act (section 112) a retenu en 1990 une liste de 189 polluants prioritaires. Un travail ultérieur fait par l'Environmental Protection Agency des Etats Unis (EPA) (Woodruff *et al.*, 1998) a évalué la concentration de 148 polluants en divers endroits des Etats Unis. Les polluants dont les concentrations évaluées dépassent la valeur de référence sur tous les sites sont : dioctylphthalate (DOP), benzène, 1,3-butadiène, chloroforme, chlorure de méthylène, dibromoéthane, dichloroéthane, formaldéhyde, tétrachlorure de carbone.

Une précédente étude de l'EPA avait déjà retenu comme polluants prioritaires :

- benzène, benzo(a)pyrène, nickel, arsenic, cadmium (déjà traités par la directive européenne);
- 1,3-butadiène, chloroforme, chlorure de méthylène, dibromoéthylène, dichloroéthylène, formaldéhyde, tétrachlorure de carbone (cités ci-dessus) auxquels il faut rajouter béryllium, chrome et chlorure de vinyle (non encore pris en compte par la réglementation européenne).

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) quant à elle, a publié en 1999, dans le document « Air Quality

Guidelines », une liste qui comprend une cinquantaine de substances (<http://www.who.int/peh/air/Airqualitygd.htm>)

L'INERIS, dans le cadre des activités du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) ou dans le cadre de ses recherches propres, réalise déjà des travaux contribuant à faire progresser les connaissances dans ce domaine. On peut citer :

- **des mises au point de méthodes de mesures** (prélèvement et analyse) de composés nouvellement réglementés et non encore surveillés en routine ou des composés présentant des risques toxicologiques ; il s'agit notamment de : mercure, HAP, pesticides, dioxines, aldéhydes, butadiène, ...

- **des études relatives à la toxicité par inhalation** (in vivo, in vitro) de quelques aldéhydes considérés comme cancérigènes et irritants respiratoires,

- **des études de l'exposition individuelle** vis-à-vis du benzène et des aldéhydes,

- **des travaux relatifs au 1-3 butadiène** (cancérigène et toxique sévère de la reproduction) et aux hydrocarbures aliphatiques chlorés présents dans l'air intérieur et extérieur (trichloréthylène, perchloréthylène, dichloroéthane, chlorure de méthylène, chloroforme, tétrachlorure de carbone).

Par ailleurs, des recherches menées récemment par l'INERIS sur les HAP oxygénés ont permis de mettre en évidence des concentrations 30 fois plus élevées que les HAP « classiques » dans l'air ambiant sur un site de forte circulation automobile. La toxicité suspectée de ces composés justifie la poursuite de travaux sur ce sujet.

Toutes ces études doivent se poursuivre et se développer significativement tant en **métrologie** par la mise au point de méthodes de mesure d'analyseurs ou de dispositifs portables (la difficulté technique de la mesure de ces « nouveaux polluants » est liée à leurs très faibles niveaux de concentrations de  $10^{-3}$  à  $10^{-6}$  fois plus faibles que les polluants dits « classiques ») **qu'en toxicologie et en expologie**. Il reste également des voies à approfondir concernant, d'une part, les effets des mélanges de polluants et, d'autre part, l'étude des effets combinés des polluants avec des toxiques biologiques tels que : pollens, acariens, allergènes d'animaux domestiques,

Parmi les polluants à prendre en compte en priorité, on peut placer les cancérigènes, les toxiques de la reproduction et les produits allergisants. Ces produits conduisent à des pathologies graves (cancers, malformations, asthme) éventuellement mortelles et dont la fréquence semble augmenter dans la population générale. Rentrent en considération également les critères d'importance numérique des populations et des niveaux d'exposition, en considérant les taux de présence dans les différents lieux de vie (air intérieur et air extérieur) de ces populations.

Une liste des polluants prioritaires à prendre en considération peut être définie à partir des données existantes (OMS, EPA) et des études en cours tant françaises qu'internationales. Aux substances issues de ces listes (et indiquées ci-dessus), on peut ajouter et recommander l'étude des HAP oxygénés et nitrés, une meilleure connaissance de la phase particulaire, l'étude des mélanges de polluants chimiques et biologiques ...

**Contact :** [tamara.menard@ineris.fr](mailto:tamara.menard@ineris.fr)

### Le mercure en Guyane et en Amazonie : Sources

- ♦ *Programme "Mercure en Guyane" Rapport final (première partie) Février 2001 72p. Résultats du programme de recherche coordonné par le CNRS et financé par l'union européenne (Feder), le MATE et le CNRS*
- ♦ *Rapports InVS 1999 Fréy N., Maillot E., Deheeger M., Boudou A., Maury-Brachet R. Exposition au mercure de la population amérindienne wayana de*

*Guyane: enquête alimentaire. Paris Rapport InVS*  
*Cordier S. Garel M. : Risques neurotoxiques chez l'enfant liés à l'exposition au méthylmercure en Guyane française. Rapport InVS-INSERM.*

- ♦ *Le mercure en Amazonie : Rôle de l'homme et de l'environnement, risques sanitaires Expertise collégiale de l'IRD*

- *rapport final, Avril 2001, 408p. (à paraître aux éditions de l'IRD).*

- ♦ *L'or en Guyane, édats et artifices, Rapport Parlementaire de Mme Christiane Taubira-Delannon, Décembre 2000, 138 pages*

**Contacts :** [michel.robert@environnement.gouv.fr](mailto:michel.robert@environnement.gouv.fr), [dominique.douguet@environnement.gouv.fr](mailto:dominique.douguet@environnement.gouv.fr)

### **Particules fines et mortalité/morbidité cardiovasculaire**

Une étude épidémiologique effectuée à Boston (USA) suggère un lien entre une brève exposition à une catégorie de polluants atmosphériques, les particules fines (PM 2.5) et l'infarctus du myocarde. L'étude a porté sur 722 sujets, hospitalisés pour infarctus du myocarde dans les hôpitaux de la région de Boston. Un grand nombre de ces sujets était considéré comme à risque en raison de leurs antécédents d'infarctus ou d'autres facteurs tels que hypertension, diabète, obésité ou tabagisme. Un questionnaire a cherché à établir le moment où les symptômes d'infarctus étaient apparus. Les concentrations en polluants atmosphériques (particules PM 2.5, noir de carbone, ozone, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre et oxydes d'azote) relevées dans l'agglomération de Boston au moment de l'apparition des symptômes ont été comparées à celles relevées lors de périodes de contrôle. L'analyse des données a montré que le risque d'infarctus chez les sujets de l'étude, était augmenté de près de 50% dans les 2 heures qui suivaient l'exposition à une augmentation de la concentration en particules fines de 25µg/m<sup>3</sup>, et que cette augmentation du risque était aussi observée quand on considérait la période de 24 heures ayant précédé les symptômes.

Les mécanismes à l'origine de cette augmentation de risque sont mal connus, mais le déclenchement d'une réaction inflammatoire due à la pénétration de ces particules dans le poumon est suspecté.

Une autre étude menée en Allemagne, sur une cohorte d'hommes d'âge moyen, sans antécédents particuliers, a montré que l'augmentation de la pollution particulière était responsable de l'augmentation de la concentration sérique en protéine C-réactive, témoin d'un état inflammatoire.

### **Sources :**

*Circulation*, 2001, 103(23), 2810-15  
et *Eur Heart J*, 2001, 22(14), 1198-1204.

### **Le programme Lit'eau, gestion durable du littoral**

Dans l'ensemble de la problématique "eaux marines", le ministère chargé de l'environnement a mis la priorité sur l'étude du littoral, qui constitue la zone d'interface la plus fragile où les enjeux de durabilité sont les plus importants. Dans le but de répondre aux besoins des gestionnaires du littoral, un programme de recherche finalisée sur la gestion durable du littoral a été lancé en 1999.

Un séminaire scientifique s'est tenu du 21 au 23 mai dernier à Arcachon, pour lancer le programme et faire le bilan des recherches en cours, organisé en 7 thèmes.

Cinq projets de recherche sont consacrés au premier thème, qui concerne la gestion des apports et la maîtrise de leurs impacts sur le milieu marin : on retrouve ici les contaminants chimiques, les éléments nutritifs en excès et les apports de sédiments, avec en particulier le fonctionnement des bouchons vaseux des estuaires.

Le thème de la micropollution biologique rassemble trois projets ; sous-thème de la gestion des apports, il a sa propre cohérence scientifique et correspond à une problématique spécifique au niveau des risques pour l'homme.

Les trois projets consacrés à la gestion du trait de côte et de la zone intertidale expérimentent des nouvelles méthodologies, "plus douces", d'aménagement.

Six projets concernent la gestion des écosystèmes sensibles, en général écosystèmes riches, mais convoités. L'importance que revêt le problème du devenir des sédiments des ports ou des estuaires a justifié l'introduction du thème "réhabilitation et dragages (trois projets).

Le thème de la gestion des usages a suscité quatre projets.

Neuf projets sont consacrés à la gestion de la pollution accidentelle liée au naufrage de l'Erika et se proposent d'étudier la dynamique du polluant et son devenir, et son impact sur les espèces et de façon plus globale, l'écosystème marin.

### **Contact :**

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

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

#### **Améliorer les débats publics sur l'implantation des infrastructures : quels apports de l'expérience, et quels apports de la recherche ?**

Les projets d'infrastructure de transports sont générateurs de nombreux conflits, portant notamment sur leurs impacts environnementaux. Depuis la fin des années 70, recherches, expérimentations, réformes des procédures se sont multipliées pour améliorer le traitement de ces conflits et le contenu des projets. Le projet de loi en cours d'examen sur la "démocratie de proximité" a pour objectif d'améliorer l'information et la participation du public aux décisions locales.

Le séminaire du **17 septembre** prochain a pour but de présenter et mettre en discussion des études et recherches menées dans ce contexte.

La première intervention, faite par Claude Chardonnet, "*Retour d'expérience sur des cas récents de processus de décision concernant des infrastructures.*" rendra compte d'une étude menée pour le Conseil Général des Ponts et Chaussées.

La seconde, "*Aide à la décision, démocratisation de la vie publique ou nouvelle scène d'action collective ? Les regards de la recherche sur le débat public*" (Jean-Michel Fourniau), se propose d'esquisser le bilan des travaux de recherche en science politique, aménagement et sociologie, menés sur la transformation de la conduite des projets.

Le séminaire aura lieu  
**le lundi 17 septembre**  
**de 14 heures à 18 heures**  
**à l'ENGREF, 19 avenue du**  
**Maine, 75015 Paris**

### **Contact :**

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





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## L'ACTION DU MATE DANS LE CADRE DU PREDIT II 1996-2000 (PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DANS LES TRANSPORTS TERRESTRES)

### SOMMAIRE

- p.1 : L'action du MATE dans le cadre du PREDIT
- p.2 : PRIMEQUAL, un programme de recherche pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale
- p.3 : "Bruit et Nuisances sonores"
- p.4 : "Recherches stratégiques et Déplacements non motorisés"
- Actualités scientifiques*

**n° spécial  
sur le PREDIT**

**Juin  
2001**

*Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre*

Le programme interministériel de recherche PREDIT II, lancé le 14 mars 1996, a mobilisé plusieurs ministères, qui ont répondu conjointement à des priorités qui restent encore d'actualité :

- améliorer la vie quotidienne des français dont la demande de mobilité croissante exige fiabilité et qualité de service des systèmes de transport ;
- protéger l'environnement en favorisant notamment les modes de déplacement les plus économes et les moins nuisants ;
- favoriser un développement équilibré des territoires en proposant une offre attractive de transports urbains (tramways, transports guidés sur fer) ;
- contribuer à la politique de l'emploi par l'apparition de nouveaux métiers dans les services de transport.

Le programme a été organisé autour de quatre domaines : les deux premiers concernent les recherches de base sur les transports, les deux autres s'appliquent à la recherche-développement d'objets technologiques et à l'expérimentation de systèmes de transport.

Le Ministère de l'Environnement s'est impliqué essentiellement dans les deux premiers domaines (recherches stratégiques, sciences et technologies) en finançant des recherches sur les déplacements non motorisés, sur la réduction des nuisances sonores, et sur les effets sur la santé liés à la pollution

atmosphérique (programme PRIMEQUAL).

Afin d'assurer un suivi et une expertise scientifique des projets, des instances (comité d'orientation et conseil scientifique) ont été mises en place avec des missions spécifiques de sélection et d'évaluation scientifique des projets. Le ministère et l'ADEME ont financé plus de 150 projets sur la durée du programme. Certains ont fait l'objet de communications lors de colloques et de séminaires, d'autres ont conduit à des objets technologiques et des brevets. Les résultats du programme PRIMEQUAL font l'objet d'un premier document diffusé lors de ce carrefour.

Le rôle du ministère au sein des instances du PREDIT (comité d'orientation et secrétariat permanent) a été déterminant pour faire prévaloir les aspects environnementaux dans les thématiques de recherche propres aux transports.

Dans le cadre de l'élaboration du futur PREDIT, le MATE propose des thèmes de recherche ayant pour vocation de définir des outils d'aide aux politiques publiques. Ces propositions ont été présentées lors du séminaire du programme tenu en janvier 2001. La thématique « environnement énergie » a été retenue comme un des enjeux prioritaires au même titre que la sécurité, la mobilité, le transport des marchandises, la ville et les territoires.

## PRIMEQUAL 1995-2000 :

### UN PROGRAMME DE RECHERCHE POUR UNE MEILLEURE QUALITE DE L'AIR A L'ECHELLE LOCALE

Lancé en 1994 par les ministères chargés de l'environnement, des transports, du travail et de la recherche, par l'ADEME et le CNRS, le programme conçu pour une durée de 5 ans (1995-2000) s'articule autour de 5 axes :

#### **Axe 1 : Les enjeux socio-politico-économiques actuels**

Les projets soutenus dans ce cadre correspondent à quatre grandes thématiques.

- La perception du problème de la pollution de l'air par les populations : dans quelle mesure la pollution de l'air "fait-elle problème" ? Quels sont les différents modes de perception des problèmes de pollution par les acteurs et les populations concernées ?
- La construction du problème politique de la pollution de l'air comme un objet social et politique : par exemple, quelle argumentation est utilisée, au plan local, dans le choix d'un transport en commun ?
- Les instruments d'action publique dans la lutte contre la pollution de l'air : quelles sont les stratégies des acteurs locaux de la lutte contre la pollution automobile et les obstacles à une action publique efficace ?

Les approches économiques de la pollution de l'air : comment estimer les coûts sociaux, environnementaux ou économiques directement ou indirectement induits par le comportement des agents à la pollution de l'air ?

#### **Axe 2 : Les progrès dans la caractérisation des émissions et de la qualité de l'air**

Ce volet du programme a pour objet d'appréhender la nature et l'intensité de toutes les sources qui contribuent à la composition de l'air et d'en proposer une gestion efficace.

Peut-on dresser des bilans sur l'évolution des émissions unitaires et globales (réglementées et non-

réglementées) et évaluer les gains réels et positifs apportés par le durcissement des normes et les technologies qui accompagnent ces évolutions ?

#### **Axe 3 : L'amélioration des connaissances de la physico-chimie des polluants et les modèles météorologiques, chimiques, diagnostiques et prédictifs**

Les recherches développées ici concernent trois domaines.

- Le développement de modèles et de réponses pour la décision : A partir des modèles, peut-on évaluer les effets de la limitation de la pollution primaire sur les pointes de pollution ? Quels sont les facteurs importants qui interviennent (facteurs chimiques, pollution de fond et types de véhicules) ?
- Méthodes statistiques et prévision des pointes de pollution : les méthodes sont-elles fiables ? Comment les améliorer ?
- Mécanismes chimiques de la pollution : quel impact les nouveaux carburants et la reconfiguration des carburants oxygénés ont-ils sur la pollution urbaine ? Quels sont les effets sur la santé de leurs produits de transformation ?

#### **Axe 4 : La mesure des aérocontaminants : une meilleure évaluation de l'exposition humaine**

Dès sa mise en œuvre, le programme PRIMEQUAL-PREDIT a mis l'accent sur la nécessité d'approfondir les connaissances sur l'exposition de la population aux polluants atmosphériques. Cette recherche d'une meilleure évaluation qualitative et quantitative de l'exposition répond à la demande forte tant des épidémiologistes et des évaluateurs de risques que des décideurs qui souhaitent apprécier l'efficacité des mesures réglementaires et détecter les situations préoccupantes au regard

des normes sanitaires environnementales.

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

- Une meilleure estimation de l'exposition collective des populations est-elle possible ?
- Peut-on caractériser précisément les niveaux de pollution dans différents micro-environnements.
- Le développement de dispositifs portables pour les mesurages individuels est-il réalisable (en association éventuellement avec le dosage de biomarqueurs, dans divers échantillons de population) ?

#### **Axe 5 : Les risques sanitaires mieux évalués et mieux compris**

La prise en compte des risques sanitaires repose essentiellement sur l'identification des dangers sanitaires, l'estimation du niveau de risques en fonction de la dose et de l'exposition aux polluants et la compréhension de leurs mécanismes biologiques d'action.

- Quels types d'effets biologiques l'exposition aux polluants atmosphériques, tels les particules diesel ou les oxydants photochimiques, provoque-t-elle ?
- Ces effets biologiques sont-ils modifiés par le mélange des polluants ou l'influence d'autres facteurs ?
- Y a-t-il des populations plus sensibles que d'autres, et dans quelle mesure ?

L'ensemble des recherches financées a permis de progresser de façon importante dans la compréhension des problèmes soulevés. Mais, malgré ces progrès, il reste encore beaucoup d'efforts à faire pour comprendre les processus de formation et d'action des polluants et les risques sanitaires qui y sont liés.

## « BRUIT ET NUISANCES SONORES »

L'objectif des recherches sur le bruit et les nuisances sonores des transports terrestres est tout autant d'offrir pour les usagers, confort et sécurité, que de préserver la tranquillité et la qualité de vie des riverains. Le groupe de travail du PREDIT « bruit et nuisances sonores » s'est focalisé sur le second aspect. Les deux appels à propositions ont mis l'accent sur la réduction du bruit à la source qui demeure une priorité et sur l'acceptabilité du bruit des transports par le public, d'autant plus forte que la qualité sonore est prise en compte. Les industriels de l'automobile et du transport ferroviaire ont compris l'intérêt d'une telle démarche en améliorant la qualité acoustique des véhicules. En revanche, les bruits émis dans l'environnement urbain par tous les modes de transports terrestres (véhicules de tous types, tramways, trains, deux-roues) particulièrement intenses et de qualité médiocre, méritent une mobilisation de la communauté scientifique et des autres acteurs (collectivités locales, industriels, institutions).

L'affichage d'objectifs prioritaires tels que : la multi-exposition impliquant le croisement des connaissances de plusieurs disciplines ; les impacts sur la santé notamment les effets extra-auditifs ; les approches socio-économiques du bruit des transports, n'a pas suscité de propositions de recherche, d'où la nécessité de renforcer la communauté scientifique dans ces domaines.

Suite aux deux appels à propositions, 17 projets ont été retenus pour un

montant voisin de 20 MF H.T, auquel il faut ajouter des projets financés dans d'autres groupes thématiques du PREDIT.

Parmi les résultats les plus significatifs, le projet sur la mise au point d'un silencieux à volet actif pour poids lourd est le plus marquant tant au plan scientifique qu'au plan de l'innovation technologique (plusieurs brevets déposés). Dans un tout autre registre, la recherche sur le « cadastre bruit » couplé à l'établissement des PDU (site choisi, la ville de Lyon) servira de référence pour les futurs PDU. La recherche sur le bruit ferroviaire a été également soutenue : la SNCF avec le concours d'universitaires a développé des « cartes de bruit » permettant ainsi d'identifier les différentes sources et d'en évaluer les contributions respectives dans le bruit global des TGV, l'objectif étant l'optimisation des solutions envisagées pour le traitement des sources les plus bruyantes. Les recherches engagées sur le bruit ferroviaire en collaboration avec l'Allemagne ont porté sur le bruit aérodynamique et sur le bruit des freins. Les recherches sur le bruit lié au contact entre le pneu et la chaussée ont apporté une contribution aux travaux de normalisation ISO sur la mesure des caractéristiques acoustiques des revêtements de chaussées. Les retombées en terme socio-économique sont loin d'être négligeables (emplois, santé, réduction de matières premières,...).

Les perspectives souvent citées en matière de thèmes de recherche

concernent : la vibro-acoustique et ses impacts ; le vieillissement lié à la notion d'analyse du cycle de vie ; la multi-exposition et la multi-nuisance en tenant de la qualité acoustique ; la définition d'indicateurs pertinents pour la mise en œuvre d'observatoires et de plans d'action exigés par la future directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant. Le sujet concernant le bruit des deux-roues semble être abandonné par la communauté scientifique, alors que ce bruit est souvent cité dans les enquêtes.

Une partie des résultats obtenus ont été présentés dans le cadre du congrès INTERNOISE qui s'est tenu à Nice en septembre 2000. Les autres seront présentés aux 3<sup>èmes</sup> Assises de la qualité de l'environnement sonore, (cf. ci-dessous). Ils apparaîtront dans une monographie, actuellement en préparation, destinée aux services techniques des villes, aux industriels, aux bureaux d'études ainsi qu'à un public averti.

Le bruit des transports étant une des premières nuisances citée par les Français dans les enquêtes (CREDOC, INSEE), il est prévu que le futur PREDIT poursuive le soutien des efforts de recherche engagés depuis de nombreuses années, en mettant l'accent sur les lacunes constatées dans le PREDIT II.

### TROISIEMES ASSISES NATIONALES DE LA QUALITE DE L'ENVIRONNEMENT SONORE ANGERS (11-12-13 septembre 2001)

Six thèmes sont prévus qui seront traités sous forme de conférences, ateliers et débats :

bruit des transports  
confort acoustique dans les bâtiments  
activités commerciales, industrielles et de loisirs  
bruit et vie quotidienne  
recherche sur la qualité sonore et la vibro-acoustique  
éducation-information-formation-sensibilisation

## RECHERCHES STRATEGIQUES ET DEPLACEMENTS NON MOTORISES

Le MATE et l'ADEME ont participé aux groupes de travail du domaine « recherches stratégiques », notamment les groupes « déplacements non motorisés » et « monétarisation des effets externes des transports ». Plus de 250 projets ont été financés durant la période 1996-2000 et ont conduit à plusieurs publications de valorisation auxquelles le MATE s'est associé.

Pour ce qui concerne le groupe « **déplacements non motorisés** » dont le secrétariat a été assuré par le MATE, les recherches menées depuis quatre ans ont permis d'établir plusieurs constats : étalement et dispersion de l'habitat et des activités en périphérie des villes ; place dominante de l'automobile dans les transports, les déplacements des personnes et des biens enclenchant ainsi un processus largement cumulatif ; accroissement des effets externes (insécurité, consommation d'espace, bruit, pollution atmosphérique,..) dont l'évaluation économique est nécessaire pour être pris en compte dans les décisions publiques en matière de transport et d'environnement. A partir de ces constats, le groupe, au travers des résultats obtenus, a mis en évidence plusieurs points importants :

- les innovations techniques dans le domaine de l'automobile ne suffiront pas pour réduire les effets externes négatifs de ce mode de transport : d'une part, la réduction unitaire des émissions polluantes et l'introduction de nouvelles technologies dans la gestion du trafic seront insuffisantes pour compenser le nombre croissant de déplacements automobiles ; d'autre part le mode « automobile » est consommateur d'espace urbain

pour lequel les coûts d'utilisation sont loin d'être estimés de façon fiable ;

- les déplacements non motorisés ou « doux » sont opérants pour des trajets relativement courts et efficaces lorsqu'ils sont combinés à d'autres modes de transport (transports publics plus particulièrement les transports guidés) ; l'organisation pertinente de cette combinaison est un déterminant du choix modal des usagers, et mérite une attention particulière pour améliorer la mobilité urbaine future.

Les appels à propositions ont montré que :

- les problématiques liées aux déplacements non motorisés ont intéressé un nombre croissant de nouvelles équipes offrant ainsi un réservoir potentiel d'études et d'expérimentations innovantes ;

- les déplacements non motorisés sont un révélateur pertinent du fonctionnement et de l'organisation des systèmes de mobilité urbaine, et donc associés au processus de développement urbain durable et de qualité de la ville.

La concrétisation des résultats de recherche devrait faciliter l'application des schémas collectifs de transport. Les déplacements non motorisés s'inscrivent dans l'enjeu du futur PREDIT « ville, territoire, mobilité » mais ne doivent pas être confondus avec la thématique « intermodalité » dans la mesure où cette dernière peut préconiser la constitution de pôles d'échanges, ce qui renforcera encore le rôle de l'automobile.

Dans le cadre du groupe « **monétarisation des effets externes des transports** », le MATE a suivi, en lien avec le programme PRIMEQUAL - PREDIT, la

première phase concernant la recherche sur la monétarisation des effets de la pollution sur la santé (calcul des émissions, concentrations, et dispersion des polluants).

L'ADEME a également financé des projets présentés dans les autres groupes comme celui sur les « systèmes d'information ».

### ACTUALITES SCIENTIFIQUES

- Le programme de recherche « gestion et impacts du changement climatique » (GICC), initié par le MATE et piloté avec la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES) vient de lancer un second appel à propositions portant sur trois axes : les négociations internationales ; la réduction des gaz à effet de serre ; l'évaluation, les impacts et l'adaptation au risque climatique. 34 projets et 24 déclarations d'intention ont été recueillis et sont en cours d'évaluation scientifique.(contact : M. Muller).
- La première conférence nationale du programme national de lutte contre l'effet de serre (PNLCC), adopté en janvier 2000, se tiendra à Paris les 19 et 20 juin; (contact : E. Martinez)
- Le nouveau conseil national de l'air, présidé par J.F. Bernard, a été installé par Madame D. Voynet. Il a notamment entendu une communication sur les résultats de PRIMEQUAL 1995-2000.



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## DES ESSAIS AGRONOMIQUES DE LONGUE DURÉE SUR LA SÉQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS

### SOMMAIRE

p.1 : Evaluation de la séquestration  
du carbone dans les sols

p.2 : Les coûts externes de  
l'agriculture intensive

p.3 : Les impacts de la pollution  
atmosphérique sur la santé

p.4 : Antibiotiques utilisés en  
élevage et phénomène de résistance

Actualités des programmes de  
recherche

Vient de paraître

**n°5/2001**

**Mai 2001**

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

La séquestration du carbone dans les sols, par les impacts qu'elle peut avoir tant sur l'effet de serre que sur les caractéristiques agronomiques, fait l'objet d'un intérêt scientifique croissant. Son évaluation ne peut s'envisager qu'au moyen d'essais de longue durée, où l'on a pu suivre l'évolution des stocks de matières organiques sur une durée suffisante, au minimum 10 à 20 ans.

Beaucoup de modèles existants sont basés et calés sur des essais historiques, dont les plus significatifs sont présentés ici.

Le plus connu est celui de Rothamsted en Grande Bretagne qui date de 1843, où le passage de la prairie à la culture se traduit par une perte de 50% du carbone du sol en 10 à 15 ans. Les expérimentations montrent également qu'en rapportant les résidus de récolte avec le labour, les stocks de matière organique du sol peuvent rester stables.

A l'INRA-Versailles, sur de petites parcelles, sans culture, (dispositif dit des 42 parcelles), le sol travaillé a vu son stock de matière organique décroître de 40 % en 70 ans alors que avec des apports réguliers de 100 t. de fumier par an, le stock a augmenté de 50 %.

Mais l'essai le plus instructif en France, qui peut servir de base de réflexion et de référence pour les agriculteurs, est celui mené depuis 30 ans par l'ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages) à Boigneville, dans les systèmes de grandes cultures (rotation blé-maïs) sur des sols de limon argileux. Les essais agronomiques sont réalisés dans les conditions de grande culture, avec des niveaux de fertilisation et des traitements phytosanitaires analogues ; dans tous les cas les résidus de récolte sont rapportés au sol.

Les comparaisons portent sur différentes techniques culturales : labour traditionnel, techniques de labour simplifiées sur 10 cm à l'aide de déchaumeurs ou de

rotavatorset ou véritable non-labour et semis direct.

Le stock initial de matière organique est de 40T de carbone pour 3900T/Ha de terre superficielle. Les effets des différents modes de culture ont été appréciés sur les variations de stock sur 26 ans (1994).

Avec le labour traditionnel, et grâce aux restitutions des résidus de culture, on constate une légère augmentation des stocks (+2,6T), liée à l'augmentation des rendements.

Avec un travail du sol simplifié, on aboutit à une augmentation de 6,1T de carbone, valeur très proche de ce que l'on obtient sans travail du sol (+ 5,8T).

En moyenne, sur 26 ans, l'augmentation est de 0,26 T de C par Ha, chiffre qui se situe plutôt dans la fourchette basse des valeurs données par les américains (0,3 à 0,6T/Ha/an) pour le labour dit de conservation, qui est très proche des techniques de cultures simplifiées françaises.

Notons que la localisation de ces stocks s'effectue dans les horizons supérieurs du sol (sur 10 cm), et que le carbone séquestré peut être minéralisé si on réutilise le labour conventionnel.

Les leçons pratiques de ces résultats ne sont pas encore toutes tirées. Sur le plan agronomique, ces techniques culturales simplifiées intéressent les agriculteurs français, déjà simplement pour des gains de temps de travail et d'énergie. Selon l'ICTF, 30 % du blé et 40 % colza seraient déjà conduits de cette manière, ce qui représente déjà des millions d'hectares.

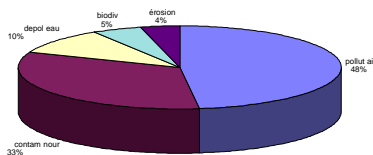
Il s'agit cependant d'un nouveau système de culture très élaboré qui doit encore être mis au point. Le MATE s'est associé à l'INRA pour évaluer les conditions de stockage du carbone et les modalités agronomiques à mettre en place.

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

## LES COÛTS EXTERNES DE L'AGRICULTURE INTENSIVE

Les conclusions d'un article sur les coûts indirects de l'agriculture intensive, publié originellement dans *Agriculture System* (J.N. Pretty *et al* 65(2), 113-136, 2000) en réponse à une commande de l'Agence English Nature ont été reprises dans *New Scientist* puis par l'hebdomadaire *Courrier International*. Globalement les coûts externes de l'agriculture s'élèveraient à 2 343 millions de livres pour l'Angleterre (1 449 millions d'euros), soit 208 livres par hectare, c'est-à-dire presque autant que l'industrie, à partir du moment où l'on inclut les coûts réels.

Ces coûts concernent dans l'ordre d'importance décroissante : la pollution de l'air et l'émission de gaz à effets de serre (48 %), la contamination de la nourriture (33 %), les frais de dépollution de l'eau potable (traitements pour les nitrates, pesticides, pathogènes) (10 %). Viennent ensuite des rubriques comme la biodiversité (5 %) et l'érosion du sol (4 %).



Le coût estimé par cette étude est deux fois plus élevé que celui qui avait été trouvé en Allemagne et aux Etats-Unis, car les rubriques prises en compte sont plus nombreuses. On doit donc s'interroger sur le contenu de ces rubriques.

**1** Le coût le plus important concerne la **qualité de l'air** avec les émissions de gaz à effet de serre ou d'ammoniac. Ce coût a été imputé au chapitre des externalités liées aux impacts des changements climatiques sur la santé, l'élévation du niveau de la mer, les inondations....

Le coût du N<sub>2</sub>O est le plus élevé avant le méthane

Avec le même type de raisonnement et en tenant compte des impacts du changement climatique, J. Pretty et A. Ball évaluent le prix de la tonne de carbone stockée en agriculture ou sylviculture en Europe à 95 dollars. Ceci est particulièrement intéressant car le marché mondial du carbone, qui commence à voir le jour avec les investissements privés, se situe plutôt dans une fourchette de prix de 1 à 38 dollars, très proche de la fourchette utilisée lors des négociations internationales.

**2** Vient ensuite le coût correspondant aux dommages infligés à la **qualité de l'eau** où sont pris en compte par ordre décroissant les pesticides et les nitrates dans l'eau potable, la part de l'agriculture dans l'eutrophisation par les phosphates, la contamination par *cryptosporidium* provenant des élevages. Sont comptés dans ce coût les frais des réseaux de surveillance de la qualité de l'eau.

**3.** On retrouve ensuite les dommages infligés au **capital sol** lui-même, avec la prise en compte de l'érosion et de la perte de matière organique (se traduisant par une émission de CO<sub>2</sub>).

Aux Etats Unis, Pimentel a évalué, en 1995 (*Science*, 1995, 267, 1117-1123), le coût de l'érosion à 44 milliards de dollars par an alors que le coût des mesures de prévention au niveau de l'agriculture ne s'élèverait qu'à 6,4 milliards de dollars (40 dollars par hectare).

**4.** Les dommages infligés au **capital nature** concernent à la fois la biodiversité (papillons, oiseaux) les atteintes portées aux colonies d'abeilles et celles portées au paysage (disparition des haies, murettes....).

En 1992 déjà, un bilan de l'utilisation des pesticides aux Etats Unis avait été réalisé, (Pimentel *et al*, *Bioscience*, 42(10), 750-760, 1992). Avec des coûts de traitement de 4 milliards de dollars, on préserve un excédent de récolte pour une valeur de 16 milliards de dollars. Cependant, une évaluation du coût environnemental et social montre qu'il faut rajouter un coût de 8 milliards de dollars.

**5.** Les dommages portant atteinte à la santé humaine concernent l'effet des pesticides, mais aussi la prise en compte de nouvelles maladies (ESB) ou de phénomènes induits de résistance aux antibiotiques.

Ces coûts externes, qui affectent l'environnement et les ressources naturelles, sont généralement mal pris en compte au plan économique. Leur évaluation est plutôt minorée dans cette étude sur certains postes comme, par exemple les effets sur la santé humaine ou la biodiversité, très difficiles à apprécier. C'est également le cas pour l'érosion.

Ces coûts externes compromettent pourtant la durabilité de l'agriculture. Les différents coûts estimés devraient servir de référence pour apprécier les réformes proposées au niveau de la PAC ou de la loi agricole en France.

### Contact :

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

## LES IMPACTS DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE SUR LA SANTE :

### L'apport du programme PRIMEQUAL - PREDIT

Les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé ont été une préoccupation majeure du programme dès son lancement en 1995. Sa principale innovation est d'avoir insufflé des recherches pluridisciplinaires associant l'épidémiologie, la toxicologie et diverses spécialités médicales en contact avec les patients.

Les projets de recherche retenus ont cherché à répondre à trois grandes questions :

- Quels types d'effets biologiques et sanitaires l'exposition aux polluants atmosphériques provoque-t-elle ?
- Ces effets biologiques sont-ils modifiés par des mélanges de polluants ou l'influence d'autres facteurs ?
- Y-a-t-il des populations plus sensibles que d'autres ?

#### Quels effets au sein de la population ?

Au lancement du programme, un certain nombre d'études et de recherches épidémiologiques avaient déjà mis en évidence un lien entre la pollution atmosphérique et la morbidité à court terme, d'origine respiratoire ou cardio-vasculaire.

La première des recherches épidémiologiques financées par le programme met en évidence une association entre les concentrations en oxydes d'azote et de soufre et l'apparition de crises d'asthme ou de toux dans une population de sujets asthmatiques adultes ; cette relation persiste jusqu'à 72 heures après le pic de pollution ; oxydes d'azote, de soufre et particules fines sont aussi liés à des phénomènes irritatifs (nez, gorge, yeux). La même recherche montre, dans une population d'enfants asthmatiques, une relation entre les concentrations journalières moyennes en oxyde d'azote, fumées noires et ozone et l'apparition de crises. Des travaux en cours, s'intéressent à une possible relation entre qualité de l'air et admissions en réanimation pour causes respiratoires. Les effets à long terme sont explorés dans l'enquête PAARC (Pollution atmosphérique et affections respiratoires chroniques), qui

compare, depuis plusieurs années la santé des populations vivant dans des régions où les niveaux de pollution sont très différents.

#### Quels mécanismes mis en jeu ?

Ce sont des recherches expérimentales, menées sur organes ou tissus isolés, qui tentent de donner une base mécanistique aux effets observés sur les populations humaines. Elles ont montré que la pollution urbaine, et notamment les particules diesel, déclenchent une réaction inflammatoire à différents niveaux de l'appareil respiratoire. D'autres composés tels les aldéhydes et l'ozone, augmentent la réactivité bronchique dans un modèle de bronches humaines isolées.

Le dernier aspect des recherches expérimentales concerne les effets cardio-vasculaires. L'exposition sub-chronique de rats au monoxyde de carbone à faible dose est à l'origine de troubles du rythme cardiaque (tachycardies, arythmie) pouvant éventuellement expliquer l'accroissement des admissions pour raison cardio-vasculaire au cours des épisodes de pollution.

#### Quelle influence des mélanges de polluants ?

Les quelques recherches expérimentales qui ont tenté de répondre à cette question très importante restent très parcellaires. L'une d'entre elles conclut que l'exposition à l'association de deux aldéhydes ou à celle d'un aldéhyde et de l'O<sub>3</sub> a un effet additif sur les modifications de la réactivité bronchique. Ces recherches sur les mélanges de polluants sont un des points faibles du programme et devraient être développées dans l'avenir malgré leur difficulté de mise en œuvre ; de plus, la recherche fondamentale n'intervient que depuis peu sur l'étude des mélanges de polluants et de nombreuses questions demeurent sur les interactions, modifications, réactions chimiques qui régissent ces mélanges de molécules.

#### Les populations à risque

Connaître les facteurs de susceptibilité à l'impact des polluants afin de mieux cerner les populations sensibles est une des préoccupations majeures des recherches épidémiologiques. Celles-ci ont confirmé que les sujets asthmatiques constituaient une population sensible. Les recherches expérimentales qui ont comparé des tissus provenant de sujets normaux et de sujets atopiques ou asthmatiques montrent bien qu'il y a une sensibilité plus importante des individus de ces deux populations à la pollution atmosphérique. Les recherches du programme PRIMEQUAL ont aussi confirmé la sensibilité d'autres groupes particuliers : les enfants, les personnes souffrant de bronchite chronique ou d'affections cardio-vasculaires chroniques, les personnes âgées.

En conclusion, ces quelques projets du programme PRIMEQUAL montrent des progrès sensibles dans la compréhension des effets biologiques de certains polluants tels que les particules Diesel ou les oxydants photochimiques. Ils soulignent aussi qu'il reste encore beaucoup à faire sur d'autres catégories de polluants tels que les COV (composés organiques volatils) ou sur les associations de polluants. Les recherches épidémiologiques et expérimentales concernant les effets à court terme vont toutes dans le même sens : la pollution atmosphérique particulaire et oxydante est associée à la recrudescence des pathologies respiratoires et en particulier des crises d'asthme lors des épisodes de pollution. Les mécanismes biologiques, même s'ils ne sont pas encore complètement élucidés, passent par le déclenchement de réactions inflammatoires au niveau des cellules cibles. Il reste cependant à mieux comprendre quels sont les éléments qui sont à l'origine de ces réponses dans des polluants complexes tels que les particules.

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

## Antibiotiques utilisés en élevage et phénomènes de résistance

La Direction Santé et Protection du consommateur de la Commission Européenne a demandé à un comité scientifique de réexaminer les antibiotiques utilisés comme additifs alimentaires en élevage sous l'angle de leur capacité à induire une résistance aux antibiotiques. En élevage en effet, l'utilisation des antibiotiques a deux objectifs : thérapeutique et zootechnique. Cette dernière utilisation est basée sur l'observation de l'amélioration du gain de poids des animaux auxquels on administre de faibles quantités d'antibiotiques dans la nourriture pendant la croissance. La conséquence de cette utilisation est la sélection de bactéries résistantes. L'aggravation de ce phénomène a fait l'objet de nombreuses publications récentes, insistant sur le transfert aisé des gènes de résistance. La liste des antibiotiques examinés par le comité scientifique comprenait 7 produits, dont 2 seulement sont encore autorisés, qui ne sont pas analogues aux antibiotiques utilisés en médecine humaine. Des recherches récentes mettent en évidence la persistance de ces antibiotiques dans l'environnement. Le comité scientifique a insisté sur la nécessité de vérifier l'hypothèse selon laquelle ces antibiotiques entraîneraient des changements irréversibles dans l'écologie microbienne globale des sols et des eaux. Ces changements seraient par exemple susceptibles d'affecter des bactéries essentielles pour la dégradation des produits chimiques et pour la disponibilité des nutriments dans les sols.

### Source :

*EC/DG Santé et protection du consommateur. Scientific Steering Committee, 2<sup>nd</sup> Opinion on anti-microbial resistance, 10-11 may 2001.*

## Colloques de clôture de deux programmes de recherche

- Face à la dégradation générale des écosystèmes et à la nécessité de préserver la biodiversité à l'échelle mondiale, l'idée et les actions de restauration des milieux se sont imposées au cours des dernières décennies.

Ceci s'est traduit par la volonté des gestionnaires et des scientifiques d'intervenir de façon raisonnée sur les écosystèmes, au vu des enjeux écologiques, socio-économiques ou éthiques.

Dans ce but a été lancé en 1995 le programme **Recréer la nature**.

Les recherches sélectionnées à la suite de l'appel à propositions de recherche visaient à comprendre les processus écologiques et socio-économiques caractérisant les opérations de restauration de différents types de milieux.

Un colloque de restitution des résultats de la recherche d'adressant à tous les praticiens de la nature se tiendra

**les 11, 12 et 13 septembre  
à Grenoble.**

### Contact :

*veronique.barre@environnement.gouv.fr  
colloque.recreer@grenoble.cemagref.fr*

- Réagissant à la disparition du tiers des zones humides de France en 30 ans, le gouvernement a lancé en 1995, un plan d'action en faveur des zones humides. Le **programme national de recherche sur les zones humides (PNRZH)** fait partie de ce plan d'action. Lancé en 1997, il a mobilisé 126 équipes de recherche et a bénéficié d'un financement de 16 MF, apportés par les agences de l'eau et les ministères chargés de l'environnement, de l'agriculture et de l'équipement.

Un colloque de restitution des

résultats des recherches est organisé autour de 4 ateliers

**les 22, 23 et 24 octobre prochain  
à Toulouse.**

Ces ateliers auront pour thèmes :

- . des fonctionnalités de zones humides à la légitimité de la conservation,
- . connaissance des zones humides : outils, méthodes et savoir-faire,
- . mise en forme des connaissances scientifiques pour une action durable,
- . usages et enjeux dans les zones humides : conjoncture et perspectives.

### Information :

*europa@europa-organisation.com*

### Vient de paraître

#### **Agriculture et biodiversité : un partenariat à valoriser**

Julie Bertrand  
*Educagri Editions*

Les premières actions agri-environnementales se sont surtout axées sur la prévention des pollutions. L'appropriation des objectifs liés à la biodiversité était moindre. La prise en compte de la faune et de la flore sauvages, des habitats et processus naturels en agriculture est aujourd'hui reconnue. Elle va de pair avec un développement durable des territoires.

L'intégration de la biodiversité dans la gestion agricole est l'un des grands enjeux de demain.

Cet ouvrage recense les actions possibles à réaliser (aménagements spatiaux, usages, pratiques agricoles...) et se veut être un outil d'aide à la décision. Il est le fruit de l'expérience acquise, d'une part par l'Office national de la chasse et de la faune sauvage auprès de groupes d'agriculteurs, d'autre part par la Bergerie nationale de Rambouillet auprès des établissements d'enseignement agricole





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

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

### SOMMAIRE

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

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

L'eutrophisation des eaux marines  
*Annonce de séminaire*

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

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

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

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

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

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

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

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

**n°4/2001**

**Avril  
2001**

*Directeur de la Publication :*  
*Benoît Lesaffre*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Contact :**

*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

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

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

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

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

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

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

**Contact :** [andre.cicoella@ineris.fr](mailto:andre.cicoella@ineris.fr)

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

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

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

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

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

d'évaluer les biomasses produites chaque été.

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

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

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

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

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

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

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

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

**Contact :**  
[martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr](mailto:martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr)

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

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

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

Les thèmes couverts concernent les deux problématiques principales suivantes :

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

### ***Une controverse scientifique : pluviographes contre radars.***

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

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

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

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

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

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

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

### ***Contacts :***

*genevieve.baumont@environnement.gouv.fr*  
*H. Sauvageot sauh@aero.obs-mip.fr*



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## NITRATES ET PROLIFÉRATIONS ALGALES

### SOMMAIRE

- p.1 : Nitrates et proliférations  
algales
- p.2 : Réseau de suivi "post-Erika"
- p.3 : Les enjeux de la  
modélisation de la pollution
- p.4 : Filière électrique nucléaire,  
un avis de la CFDD
- APR "Forêt, vent et risques"
- Veille Scientifique*  
Métaux lourds, pesticides et  
phtalates

**n°3/2001**

**Mars  
2001**

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

Les proliférations des algues appelées Ulves observées sur nos côtes, obéissent au moins à deux facteurs : la concentration en azote minéral dissous (nitrate et/ou ammonium), mais également l'influence des courants marins côtiers, ce qui explique qu'il n'y ait pas de relation linéaire entre flux de nitrate et développement des Ulves. Il y a nécessité de prendre en compte la circulation résiduelle des eaux. Ainsi, dans les baies de Saint-Brieuc ou de Lannion très touchées par les proliférations, celles-ci ne se manifestent que dans les zones de balancement des marées où la dérive résiduelle est quasi-nulle ; ces zones peu profondes (donc à éclaircissement maximum) sont les seules où de fortes concentrations en nutriments peuvent persister et être transformées progressivement en biomasse algale. Les simulations portant sur les apports de nutriments démontrent la responsabilité du nitrate, l'absence d'effet du phosphate et le rôle des apports azotés de chaque rivière débouchant dans la baie. A contrario, dans la Rade de Brest, où les apports de nitrate ont doublé les 20 dernières années, le développement massif des Ulves ne se produit pas : l'hydrodynamique ne le permet

pas du fait d'une marée intense et de l'entraînement et de la dilution des nitrates vers la mer d'Iroise.

Les apports de nitrate croissants, par comparaison à ceux, constants, de silicium, contribuent à déséquilibrer la balance nutritive dans les eaux côtières influencées par les panaches de dilution des grands fleuves.

En baie de Seine par exemple, lors des étiages estivaux, les apports du fleuve sont beaucoup plus appauvris en silicium qu'en nitrate et phosphate en raison de la prolifération de diatomées d'eau douce dans le fleuve ; la baisse des rapports  $\text{SiO}_2/\text{P04}$  et  $\text{SiO}_2/\text{N03}$  induite en mer dans le panache de dilution de la Seine, favorise la prolifération de dinoflagellés (dont certains sont toxiques) au détriment des diatomées. L'application des réglementations et la limitation des apports de nutriments au littoral se justifient donc plus que jamais et, si certains effets bénéfiques sont déjà visibles dans le cas des phosphates, par exemple en baie de Seine, la situation relative aux nitrates est toujours aussi critique.

#### **Contacts:**

*michel.robert@environnement.gouv.fr*  
et *alain.menesguen@ifremer.fr*

**RESEAU DE SUIVI POST-ERIKA**  
**Premier bilan du dispositif relatif aux études de suivi et aux recherches engagées**  
**pour connaître les effets sur les milieux et les espèces**

Parmi les mesures décidées par le CIADT du 28 février 2000, figure la création d'un réseau scientifique de suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire. Prévu pour une durée de 10 ans, avec 30 MF de crédits prévus pour les 5 premières années, à l'issue desquelles un bilan sera réalisé, ce réseau doit permettre d'estimer l'intensité des dégâts (écologiques et écotoxicologiques) sur les écosystèmes et les espèces exploitées et d'analyser le retour vers l'équilibre des écosystèmes. Le réseau est complété par des études d'impact sur les milieux et les espèces, dotées de 30 MF sur 3 ans.

Dès mars 2000, un groupe de travail comprenant le MATE, les DIREN concernées, l'IFEN, l'INERIS et l'IFREMER, a préparé la mise en place d'un programme de suivi "post Erika". Les travaux ont porté sur deux volets : la création et l'installation d'instances officielles de pilotage et de suivi, et l'élaboration d'un contenu technique et sa mise en œuvre.

Le dispositif institutionnel et opérationnel, désormais installé, comporte : un comité de pilotage national, présidé par le directeur de l'eau, chargé de rendre un avis sur les orientations et la stratégie d'exécution du programme, un conseil scientifique, présidé par Lucien Laubier, directeur du centre d'océanologie de Marseille, destiné à valider l'architecture scientifique du programme, la qualité des projets et

des résultats, un secrétariat permanent, présidé par le chef du Service de la Recherche et de la Prospective, chargé de la mise en œuvre du programme et un secrétariat scientifique et technique, assuré conjointement par INERIS et IFREMER dans le cadre d'une convention passée avec le MATE.

Un cahier des charges a défini les objectifs et les 4 volets techniques du programme de suivi, qui sont :

- 1- l'analyse et le suivi de la répartition du polluant dans les milieux et les compartiments (eau, sédiments, organismes vivants) ;
- 2- l'étude de la transformation et de la biodisponibilité du polluant ;
- 3- l'étude des impacts (écologiques et écotoxicologiques) sur les organismes vivants, au niveau des espèces et des communautés ;
- 4- le suivi de la restauration et de l'évolution du trait de côte.

La mobilisation de connaissances et le financement d'études spécifiques pour le suivi des conséquences écologiques et écotoxicologiques de la marée noire due au naufrage de l'Erika, sur une durée suffisamment longue, sont justifiés par l'état actuel des connaissances sur le polluant en question et ses effets dans le milieu marin, mais aussi par les premières observations réalisées qui renforcent l'hypothèse de persistance du phénomène.

En effet, les mesures effectuées par l'IFREMER dans le cadre du Réseau National d'Observation (RNO) de la qualité du milieu marin, qui concernent les côtes atlantiques polluées par le fuel de l'Erika, ont fait apparaître des concentrations très élevées de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) dans la matière vivante (moules, huîtres) près du Croisic. Le suivi mensuel des analyses dans la matière vivante fait apparaître des fluctuations de la concentration des composés suivis (HAP en particulier), ce qui suggère une « réserve » de polluants dans les sédiments qui seraient remobilisés sous l'influence de facteurs physiques ou chimiques, voire biologiques.

La mise en place de ce réseau de suivi permettra de mieux connaître la toxicité à long terme de polluants issus de produits pétroliers, vis à vis du milieu marin. Elle peut suggérer de nouveaux indicateurs de pollution pour la flore et la faune benthique qui seraient intégrés au Réseau National d'Observation.

Toutefois, la réalisation d'un état "zéro" de référence par les dispositifs existant aujourd'hui est difficile à établir. Les instances du réseau devront se saisir de cette question qui dépasse le cadre strict de cette catastrophe et pose la question de la mise en place d'observations pérennes sur le littoral.

**Contact :**

<http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/erika/projets.htm>

*Thèmes traités par les premiers projets retenus :*

Dans le cadre du suivi du polluant et de ses métabolites et de leur bioaccumulation (volets 1 et 2) :

- étude et suivi de la contamination de la colonne d'eau et étude comparative avant et après le naufrage de l'ERIKA de la contamination des sédiments par les HAP ;
- suivi de la contamination chimique des mollusques par les HAP alkylés et soufrés, le nickel et le vanadium ;

- exposition des organismes marins aux HAP et autres contaminants - recherche de métabolites et biodisponibilité ;

Dans le cadre des études des impacts sur les organismes vivants et les écosystèmes et du suivi de la restauration des milieux (volets 3 et 4) :

- suivi des effets biologiques du pétrole de l'ERIKA sur la moule ;
- impact de la marée noire sur les peuplements de la zone supérieure de la zone intertidale- analyse du processus de recolonisation ;

- suivi à long terme des conséquences de la marée noire sur les végétaux supérieurs et les habitats littoraux terrestres ;

- élaboration d'un état de référence de la végétation littorale terrestre ;
- impact sur les populations d'oiseaux marins ;
- impact sur les oiseaux et gestion/restauration des habitats ;
- bilan des échouages et mortalités d'oiseaux ;
- bilan des centres de soins aux oiseaux ;
- observatoire des habitats marins insulaires du Morbihan.

## ENJEUX ET ACQUIS DE LA MODELISATION DE LA POLLUTION URBAINE

La modélisation de la pollution urbaine est un outil indispensable pour pouvoir comprendre les processus importants, suivre les évolutions temporelles, permettre une interpolation optimale entre les stations de mesure, fournir des champs en altitude là où les mesures sont lacunaires et in fine prévoir les niveaux de pollution. Certes, on ne doit pas considérer le modèle indépendamment des mesures : les mesures servent à initier les modèles, les caler et les valider et ont leur propre intérêt scientifique et informatif : la complémentarité modèle/expérimentation doit être un élément déterminant du dispositif de surveillance de la pollution atmosphérique. Le modèle est un outil intégrateur des connaissances acquises et en cours d'acquisition sur les processus essentiels ; il révèle également les maillons faibles des bases scientifiques mobilisées. Dans sa version opérationnelle, il doit permettre de répondre à des questions de décideurs par exemple sur l'aménagement de la circulation urbaine, l'aménagement du territoire etc... en permettant d'établir des scénarios réalistes, de tester des hypothèses. Il doit également être un outil innovant en permettant d'analyser le comportement de certains contaminants non encore considérés comme des "polluants officiels" mais qui pourraient préfigurer la pollution du futur : le rôle d'anticipation des modèles est également important.

Les modèles peuvent également aider à établir des indicateurs pertinents et des normes de pollution, aider à comprendre certaines variabilités spatiales et temporelles des paramètres observés, ou obtenir une information plus représentative qu'une seule interpolation entre des mesures.

Le programme **PRIMEQUAL-PREDIT**, lancé en 1995 et dont les principaux résultats ont été présentés au colloque de Toulouse fin 2000 (cf. lettre n°5/2000) a notamment mis l'accent sur le développement de modèles de pollution urbaine.

### ***Développement de modèles et réponses pour la décision***

- Les différents modèles ont été mis à l'épreuve et validés sur un grand nombre d'épisodes. Il s'est avéré qu'un des éléments essentiels pour l'amélioration des prévisions de la pollution urbaine est l'amélioration des prévisions météorologiques (aux échelles locales et régionales) ainsi qu'une connaissance la plus précise possible des conditions aux limites : c'est l'objet du projet ESCOMPTE (Expérience sur site pour contraindre les modèles de pollution atmosphérique et de transport d'émissions).

- Concernant les échelles micro-locales, le modèle SUBMESO est opérationnel, des schémas de turbulence à très petite échelle ayant été élaborés et des mécanismes au niveau de la rue ayant été explicités et validés.

- La réduction des émissions à l'échelle locale ne suffit pas à limiter les pointes de pollution, notamment les pics d'ozone, pour lesquels les masses d'air chargées de ce polluant et de ses précurseurs jouent un rôle important. Les mesures de réduction de la circulation ont toutefois un effet non négligeable sur la diminution des polluants primaires (oxydes d'azote et composés organiques volatils).

### ***Méthodes statistiques de prévision de pointes de pollution***

La prévision statistique des pointes de pollution dépend au premier chef de la qualité des prédictors vent, température, ensoleillement. Diverses méthodes ont été appliquées avec un réel succès que ce soit à Paris, Lyon ou Strasbourg. Cependant on peut penser que ces méthodes devraient s'enrichir des connaissances acquises dans l'analyse des divers processus précédemment évoqués.

### ***Mécanismes chimiques de la pollution***

Les nouveaux carburants et la reconfiguration des carburants oxygénés ont un impact sur la pollution urbaine. Concernant les dérivés hydrogénés polycycliques

HAP, des études d'oxydation ont suggéré que des photo-oxydants qui en sont issus pouvaient avoir un rôle plus dangereux que les HAP eux-mêmes ce qui devrait initier de nouvelles études épidémiologiques. Les réactions entre les dérivés azotés et les suies se sont avérées comme étant peu importantes sur la chimie du dioxyde d'azote.

### ***Mécanismes particuliers et de dépôt***

Le dépôt de l'ozone et des particules à l'interface de la végétation et de l'atmosphère joue un rôle important dans le cycle de l'ozone anthropique et présente un cycle diurne qu'il convient de prendre en compte.

Les retombées des métaux lourds dans le système urbain sont importants. Le lessivage par les précipitations montre des particules de métaux très divers dont l'origine est à élucider, afin de mettre en évidence les particules d'origine automobile.

### ***Grandes expériences et bases de données sur la pollution urbaine***

Des bases de données remarquables sur la pollution ont été acquises en France lors des expériences ESQUIF et Nantes 1999.

On attend d'ESCOMPTE la constitution d'une base de données exhaustive sur la pollution urbaine, mais aussi sur la documentation de mécanismes de la pollution oxydante.

En conclusion, le programme PRIMEQUAL-PREDIT a permis le développement de modèles complexes associant les phénomènes de transport et de transformations physico-chimiques (de l'échelle locale à l'échelle régionale), qui constitueront les modèles du futur. Afin de pouvoir les valider, des bases de données de qualité sont nécessaires : c'est cet objectif que visent des campagnes de mesures comme ESQUIF ou ESCOMPTE. De meilleures connaissances en matière de physico-chimie des polluants, et notamment en chimie multiphasique, permettront d'affiner ces modèles.

**Contact :**

*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

**Avis  
de la Commission française  
du développement durable  
sur la filière électrique  
nucléaire**

La Commission française du développement durable (CFDD) a émis un avis sur un rapport traitant de la prospective de la filière électrique nucléaire, élaboré à la demande du Premier ministre par Jean-Michel CHARPIN, René PELLAT et Benjamin DESSUS.

Dans cet avis, la CFDD met en avant les points suivants :

- l'intérêt d'un document préparé par trois auteurs dont le point de vue sur la question traitée était *a priori* divergent ;
- le coût élevé du parc nucléaire existant, y compris pour l'avenir, si l'on prend en compte les coûts d'exploitation et de démantèlement ;
- Les inconvénients économiques et environnementaux de « l'option MOX » ;
- Les gains importants d'une politique de maîtrise de l'énergie, y compris sur le coût unitaire du kwh ;
- L'intérêt que pourrait présenter une méthode, proposée par le rapport, de comparaison des filières fossile et fissile, sur la base d'une valorisation tant des émissions de CO2 que des déchets nucléaires.

Cet avis, comme tous ceux émis par la Commission, est disponible sur le site internet du MATE.

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

**Appel à propositions de  
recherches**

**Forêt, vent et risques**

Les tempêtes de fin 1999, leurs impacts en forêt, les mesures à mettre en œuvre, ont suscité de très nombreuses interrogations, montrant la nécessité de mener un effort de recherche particulier.

L'appel à propositions de recherche est centré autour de la problématique des risques liés au vent sur la forêt, les activités qui y sont liées, les fonctions qui en sont attendues.

Cet appel à propositions est consultable sur le site Internet du ministère : [www.environnement.gouv.fr](http://www.environnement.gouv.fr)  
rubrique : actualités

**Exposition des populations à  
certains polluants de  
l'environnement  
(métaux lourds, pesticides,  
phtalates...)**

Les CDCs (Centers for Disease Control and Prevention) des Etats Unis ont rendu public le 21 mars dernier un rapport qui documente, pour la première fois, l'imprégnation d'un échantillon de la population US vis à vis d'un certain nombre de polluants environnementaux : en plus du plomb, du cadmium et de la cotinine (un indicateur de l'exposition au tabagisme passif), qui ont déjà fait l'objet d'études et de publications dans le passé, le rapport présente les résultats obtenus à propos de 24 autres produits : métaux, métabolites des pesticides organophosphorés et des phtalates.

Il s'agit là de "niveaux de référence", les populations étudiées n'ayant pas d'exposition connue aux polluants considérés.

Le rapport met en lumière l'exposition aux phtalates, des composés utilisés de façon courante dans une multitude de produits : plastiques, savons, shampoings, autres produits cosmétiques. Sept métabolites de ces produits ont été dosés. La surprise vient du fait que ce ne sont pas les métabolites des phtalates les plus utilisés que l'on retrouve en concentrations les plus importantes, mais les métabolites des diéthylphtalates et dibutylphtalates qui sont bien moins utilisés. Les phtalates ont une action sur la reproduction et peuvent être à l'origine de malformations congénitales ; toutefois des recherches sont nécessaires pour apprécier les voies d'exposition et pour évaluer les risques de l'exposition aux doses et aux produits considérés, notamment chez les femmes en âge de procréer.

Le rapport met aussi en évidence la diminution de l'imprégnation saturnine chez les enfants de 1 à 5 ans depuis la période 1991-1994, à l'exception de certaines

populations d'enfants à haut risque, qui vivent dans des logements contenant des peintures au plomb et des poussières contaminées par ce métal.

Il documente l'exposition au mercure des enfants et des femmes de 16 à 49 ans.

En France, la Direction Générale de la Santé et le MATE ont financé des études sur l'imprégnation de la population vis à vis du risque saturnin, mais aussi vis à vis du risque représenté par le mercure et le cadmium.

On observe en France la même diminution de l'imprégnation vis à vis du plomb ; toutefois, les plombémies des jeunes enfants sont aujourd'hui en moyenne comparables à ce qu'elles étaient il y a 10 ans en Amérique du Nord, l'Europe ayant pris une dizaine d'années de retard dans les mesures prises pour éradiquer le plomb.

Si l'imprégnation au cadmium reste relativement stable entre 1982 et 1995, l'imprégnation au mercure augmente significativement sur la période dans les deux régions qui ont fait l'objet de l'étude la plus approfondie (la Lorraine et la Bretagne). Cette observation témoigne peut être du retard pris par la France vis à vis de l'éradication de ce métal. Les mesures prises récemment n'auront un impact que dans quelques années compte tenu du caractère cumulatif du mercure.

**Sources :**

National report on human exposure to environmental chemicals, CDC, 2001 & National Health and Nutrition Examination Survey III, MMWR, Dec. 2000.

*et*

Imprégnation en mercure et en cadmium de la population de jeunes hommes résidant au sein de régions françaises (métropole et DOM-TOM), recherche cofinancée par le MATE/ programme Santé-Environnement Des précisions peuvent être obtenues auprès du coordonnateur scientifique responsable de l'étude : [huel@vjf.inserm.f](mailto:huel@vjf.inserm.f)





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

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

### SOMMAIRE

#### Thèmes

- Recherche et développement régional durable
- Les aspects socio-économiques de la pollution de l'air

#### Actualité des programmes

- Programme de recherche « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides »
- Bilan de la recherche européenne en Environnement
- Préserver la biodiversité mondiale : un défi pour l'Europe

#### Résultats

- Pesticides et maladie de Parkinson
- Prévalence de l'asthme et polluants gazeux
- Pollution des sols par les antibiotiques

#### Vient de paraître

**n°2/2001**

**Février 2001**

Directeur de la publication :  
Benoît Lesaffre

Un symposium européen, co-organisé par le MATE, la Direction Générale Recherche de la Commission Européenne et l'Université de Tours s'est tenu à Tours les 18 et 19 Décembre 2000 sur les relations entre la recherche et le développement régional durable, avec pour objectif une confrontation entre recherche et action. La forte participation française reflète les besoins de recherche des collectivités territoriales sur le développement régional durable, concept aujourd'hui plus porté par les acteurs que par la recherche.

S'agissant du cadrage conceptuel, après une analyse de la dimension territoriale des politiques publiques de développement durable, l'accent a été mis sur le déplacement des enjeux d'aménagement du territoire induit par la problématique du développement durable et sur les spécificités de l'appropriation par les régions du concept de développement durable.

La session technique consacrée à l'eau a montré comment l'approche développement durable avait pu mettre en synergie de nombreux acteurs institutionnels (villes, régions, Etat) et civils (populations concernées) au niveau par exemple du Plan Loire, alors qu'un programme comme le programme d'aménagement du Rhin, dans le cadre du fond structurel européen INTERREG mobilise d'abord les Etats.

La session consacrée aux indicateurs a fait apparaître

comment, au niveau de trois pays, la France, l'Allemagne et la Belgique, les approches renvoyaient aux spécificités culturelles, politiques et administratives nationales.

La session sur l'innovation institutionnelle a été l'occasion d'une illustration des transformations en cours de la gouvernance : il y a passage d'une planification essentiellement régulatrice du pouvoir central à une planification constructive et négociée avec tous les acteurs ; le territoire s'impose comme niveau de gestion et d'apprentissage de la nouvelle gouvernance.

Une table ronde finale a tenté de faire le point sur les questions posées à la recherche qui pourraient concerner :

- la gouvernance des territoires, en aidant à la compréhension des modes de fonctionnement des réseaux d'interaction entre niveaux de compétence,
- le niveau régional et le développement durable, comme exemple du nouveau rapport local/global,
- la diversité des stratégies des régions, comme potentialité de développement,
- la capitalisation des savoirs et savoir-faire au niveau européen.

#### Contact :

*odile.hanappe@environnement.gouv.fr*

## Les aspects socio-économiques de la pollution de l'air

### Les apports du programme Primequal

Le programme PRIMEQUAL (*programme de recherche interorganisme pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale*) a, dès son lancement, porté attention aux aspects sociaux, économiques et politiques de la pollution de l'air au même titre qu'à d'autres aspects (physico-chimie, évaluation des expositions,...)<sup>1</sup>. Cette approche apparaissait en effet indispensable pour fonder les politiques de prévention des pollutions sur des connaissances sur les coûts d'usage et sur les coûts et avantages des différentes mesures, sur les comportements des agents à l'origine des émissions et sur leurs possibles évolutions, sur les modes de gestion et d'organisation du système de décision, et enfin sur la perception des problèmes et sur l'acceptabilité des mesures.

Aussi les appels à propositions de recherche lancés dans le cadre du Programme comportaient un volet « socio-politico-économique », visant à apporter une meilleure connaissance des facteurs humains dans la mise en place de stratégies de réduction de la pollution atmosphérique.

Au total une quinzaine de projets ont été sélectionnés au cours des 5 années du programme. Toutefois, les chercheurs restent difficiles à mobiliser sur ce thème.

Les réponses sélectionnées ont porté sur quatre grands thèmes.

- **La perception du problème de la pollution de l'air par les populations.** Dans quelle mesure la pollution de l'air « fait-elle problème » ? Quels sont les différents modes de perception des problèmes de pollution par les acteurs et les populations concernés ? A ce titre des recherches ont porté sur l'évaluation de la sensibilisation de la population en matière de pollution atmosphérique et de risque pour la santé et sur l'identification des freins à la mise en oeuvre de mesures de lutte anti-pollution automobile. L'enquête menée dans ce cadre auprès de 300 personnes habitant dans l'agglomération de Grenoble

met bien en évidence les préoccupations de la population vis-à-vis de la pollution de l'air mais une assez faible connaissance des effets sur la santé. De même, si les personnes interrogées se disent prêtes à renoncer à prendre leur véhicule en cas de pointe de pollution, beaucoup connaissent mal les moyens de remédier à la pollution. D'autres recherches en cours proposent des éclairages variés sur cette question de la perception et de la représentation de la pollution de l'air. Il s'agit d'une part d'un travail qui présente une approche plus qualitative mettant en évidence les contenus et les processus de construction des représentations des habitants de plusieurs quartiers de Paris, Strasbourg et Nantes sur les questions de l'air, de l'environnement et de la santé, et d'autre part d'une analyse sociologique sur les représentations de la pollution atmosphérique et leurs relations aux initiatives d'alerte et de contrôle en région Ile-de-France. Enfin, en complément, une recherche analyse l'évolution de la sensibilisation des maires dans la région du Nord Pas de Calais.

- **La construction du problème politique de la pollution de l'air.** Plusieurs projets de recherche sélectionnés cherchaient à analyser la question de la pollution de l'air comme un objet construit socialement et politiquement. Un premier travail aborde les modes de construction des problèmes de pollution de l'air à l'échelle des habitants (dans le cas de Rennes et de Genève) en lien avec l'argumentaire utilisé pour le choix d'un transport en commun. Dans un autre travail de la même équipe, la construction régionale du problème de la pollution de l'air dans le cadre de l'élaboration du Plan Régional de la Qualité de l'Air de Bretagne est abordée. Une recherche s'attache à la construction du problème à l'échelle des pouvoirs publics (dans le cas de Paris et d'Athènes), mettant en évidence

la mise en avant de la pollution automobile à Athènes parallèlement à son absence à Paris.

- **Instruments d'action publique et lutte contre la pollution de l'air.** Un troisième thème est constitué des recherches portant sur les modes d'action publique dans le domaine de la pollution de l'air. Un travail a visé ainsi à analyser les différentes fonctions de la communication dans les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air, tandis qu'un autre présente l'absence d'intégration du thème de la pollution de l'air dans le cadre de l'élaboration des Plans de Déplacements Urbains de Lille et Valenciennes. Les recherches encore en cours devraient permettre de mieux connaître les stratégies des acteurs locaux de la lutte contre la pollution d'origine automobile et de mettre en évidence les obstacles à une action publique efficace.

- **Les approches économiques de la pollution de l'air.** Un projet aborde la question de l'évaluation des coûts induits par la pollution de l'air avec une démarche originale, associant approches économique et anthropologique. Ces recherches devaient permettre de compléter les estimations des coûts sociaux, environnementaux ou économiques directement ou indirectement induits par les comportements des agents à l'origine de la pollution de l'air. Les efforts développés devraient permettre tant une amélioration des méthodes à utiliser que leur application à des cas concrets et spécifiques à la pollution de l'air.

L'ensemble de ces recherches devraient s'achever d'ici la fin 2001. Les résultats produits contribueront à asseoir la lutte contre la pollution de l'air sur une meilleure connaissance des comportements et des représentations de l'ensemble des acteurs et devraient permettre d'anticiper les difficultés de la mise en oeuvre de cette politique.

**Contact :**

*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

<sup>1</sup> Voir : *Lettre Recherche Environnement* n° 5, Septembre 2000

### **Programme de recherche « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides »**

Les pesticides<sup>2</sup> destinés à lutter contre les organismes jugés nuisibles, sont utilisés en quantités importantes, dans différents domaines d'application : en premier lieu l'agriculture, mais aussi la voirie (entretien des routes et des voies ferrées) et divers usages privés (jardinage, traitement de locaux...). La France est l'un des principaux pays utilisateurs de pesticides (environ 100 000 tonnes des pesticides sont utilisés annuellement), avec une grande diversité des substances actives (≈ 800) et formulations commercialisées (≈ 8000).

Les campagnes d'observation de la qualité des milieux (eaux continentales superficielles ou profondes, destinées notamment à la consommation, eaux estuariennes ou côtières, eaux de pluie) mettent en évidence la présence de certains pesticides et de leurs produits de dégradation dans les différents compartiments de l'environnement, avec pour conséquence possible l'apparition d'effets non intentionnels.

Le programme de recherche soutenu par le MATE et intitulé « Evaluation et réduction des risques liés à l'utilisation des pesticides », a pour objectif de mieux connaître les voies de dispersion, de transformation et d'accumulation des pesticides dans l'environnement. Le but est de concevoir des outils permettant de réduire la présence des pesticides dans les différents milieux : zones tampon, amélioration des procédures d'homologation des produits, évaluation des risques liés à l'utilisation des pesticides et mesures pour limiter les effets non intentionnels.

Le premier appel à propositions de recherche de ce programme, lancé en 2000, était structuré en 3 volets.

**1) Dynamique des pesticides dans l'environnement :** identification et quantification des voies de contamination et de dispersion ; représentation de l'étendue et de la variabilité spatiale et temporelle de la contamination chimique ; transferts et rétention dans les différents compartiments de l'environnement (atmosphère, sol et cours d'eau) où les molécules peuvent être transformées et dégradées.

**2) Evaluation des effets des pesticides sur des systèmes biologiques complexes :** mesures de variables biologiques individuelles ; analyse des effets en cascade à différents niveaux d'organisation biologique ; conséquences sur les interactions entre espèces et sur les processus écologiques ; étude des effets de faibles doses de produits et des synergies potentielles des pesticides entre eux et éventuellement avec d'autres produits.

**3) Conception d'outils d'aide à la décision pour diminuer les risques environnementaux liés à l'emploi des pesticides, et de nouvelles techniques limitant l'usage de ces produits :** démarches d'évaluation des risques ; méthodes de protection intégrée des plantes ; mise au point de méthodes alternatives.

Sur 67 projets reçus en réponse à l'appel à propositions de recherche, 13 projets ont été retenus en 2000 pour un soutien financier d'environ 8 millions de francs.

**contact :**  
*catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr*

### **Bilan de la recherche européenne en Environnement**

La Commission européenne vient de publier le bilan 2000 des activités de recherche et de développement technologique de l'Union Européenne (communication du 19/12/2000). Pour le sous-programme "Environnement et développement durable", l'année 1999 avait été marquée par le lancement effectif du 5<sup>ème</sup> programme-cadre avec un premier appel à propositions relatif aux activités du programme, puis la négociation et l'établissement des contrats de recherche pour les projets sélectionnées.

En 1999, près de 950 propositions avaient été reçues, pour une contribution financière demandée d'environ 1600 M€. 165 propositions ont été retenues pour un montant de 208 M€. Sur l'ensemble des contrats négociés au 31 mars 2000, 47% ont été attribués à la recherche universitaire et 44% aux centres de recherche publics et privés (autres 9%).

En 2000, outre l'évaluation des propositions soumises au 2<sup>ème</sup> appel à propositions et la préparation des contrats, les activités ont concerné la coordination des contrats de 1999, la mise en œuvre de la communication sur "l'espace européen de la recherche" et les questions de la coordination de la recherche avec les Etats membres.

**Sources :** *Bilan 2000 des activités de recherche de la commission ; communiqué de presse de la Commission.*

**Contact :**  
*odile.hanappe@environnement.gouv.fr*

### **Préserver la biodiversité mondiale : un défi pour l'Europe**

La Commission Européenne va s'impliquer dans une nouvelle initiative internationale, le "Centre d'information sur la Biodiversité Mondiale" (CIBM/ GBIF en anglais). Destiné à proposer un accès universel aux informations sur le biodiversité, le CIBM est une entreprise ambitieuse pour développer la connaissance - actuellement très limitée - de la vie sur la terre. Avec le CIBM, se met en place un outil pour la protection, la gestion et l'utilisation durable des ressources biologiques dans le monde entier. Actuellement 32 pays et organisations internationales sont impliqués dans la préparation du CIBM, parmi lesquels plusieurs Etats membres de la commission européenne.

Un appel à propositions sera proposé par la Commission pour mettre en place un réseau européen d'informations sur la biodiversité, qui viendrait compléter les contributions nationales au CIBM.

**Sources :** *communiqué de la commission européenne et JO des Communautés Européennes.*

**Contact :**  
*martine.atramentowicz@environnement.gouv.fr*

<sup>2</sup> Le terme générique de pesticides désigne tous les produits visant à la destruction d'organismes vivants (animaux, végétaux, micro-organismes...) ou au contrôle de leurs populations dès lors qu'ils sont utilisés à cet effet dans le sol, l'air ou l'eau, que ce soit pour les cultures, les élevages, le jardinage, les constructions, la voirie, etc... donc au-delà des usages agricoles.

## Résultats

### Pesticides et maladie de Parkinson

Deux études expérimentales publiées récemment ont exploré les liens entre l'exposition à certains pesticides et l'apparition chez les animaux traités de symptômes pouvant évoquer une atteinte neurologique de type "maladie de Parkinson". La première réalisée chez des souris a montré qu'une association de paraquat (utilisé comme herbicide) et de maneb (un fongicide) produisait chez ces animaux, outre les symptômes évoqués ci-dessus, des modifications biochimiques et anatomo-pathologiques elles aussi évocatrices de la maladie (altération des régions du cerveau et des enzymes impliquées dans le système dopaminergique), alors que les produits administrés seuls produisaient peu ou pas de lésions. D'autres études sont nécessaires, mais on peut déjà noter que, en général, la réglementation et les doses maximales tolérées ne sont basées que sur les effets connus d'un seul produit.

La seconde étude portait sur un autre produit naturel d'origine végétale, la roténone, qui, administrée seule chez le rat, entraîne aussi des signes anatomiques, neurochimiques et comportementaux de type "Parkinson". Ces résultats récents viennent conforter des études épidémiologiques antérieures qui avaient soulevé la question du lien entre pesticides et cette maladie.

#### Sources :

*J Neurosciences*, Décembre (15) 2000, et *Nature Neurosciences*, vol. 3, Décembre 2000.

### Prévalence de l'asthme et exposition de longue durée aux polluants gazeux de l'air

Une augmentation constante de la prévalence des maladies allergiques dans les pays développés a été observée dans les 30 dernières années. L'étiologie de ces maladies est multifactorielle, mais des changements dans l'environnement

sont suspectés d'agir en faveur de l'augmentation observée. Une étude épidémiologique, portant sur 2445 enfants vivant à proximité de l'étang de Berre, a eu pour objectif de comparer les niveaux moyens de polluants gazeux présents dans l'air avec le taux de prévalence de la rhinite, de l'asthme et des symptômes asthmatiques. Les données sur la pollution particulière n'ont pas été incluses dans cette étude. Cette zone géographique avait été choisie car c'est une zone où certains groupes d'habitants sont soumis à la pollution photochimique la plus élevée de France, en raison de la proximité d'un complexe pétrochimique, mais aussi d'un important trafic automobile et de l'ensoleillement. Les enfants fréquentaient les classes de 4<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> et vivaient dans cette zone géographique depuis au moins 3 ans. L'étude n'a pas permis de mettre en évidence de relations entre les niveaux moyens de dioxyde d'azote et de dioxyde de soufre et les symptômes asthmatiques. On a, par contre, observé une association significative entre les concentrations moyennes d'ozone et ces symptômes. L'interprétation de tels résultats est toutefois difficile car une telle réponse peut être interprétée comme une irritation provoquée par une exposition à des stimuli non-spécifiques des voies aériennes, ou comme un état asthmatique véritable.

#### Source :

*Allergy*, vol. 55, Décembre 2000

### Pollution des sols par les antibiotiques

L'office fédéral de l'environnement allemand a demandé à l'université de Göttingen de réaliser une étude concernant la pollution des sols par les antibiotiques administrés aux animaux d'élevage. Les résultats font apparaître que des quantités, parfois importantes, d'antibiotiques très solubles, en particulier la tétracycline, ont été

détectées dans les sols et les eaux. Cependant, les effets écotoxicologiques et le mode d'infiltration de la tétracycline n'ont pas encore été analysés. Les auteurs proposent d'étudier au plus tôt les mesures à mettre en œuvre pour diminuer les quantités d'antibiotiques présents dans les sols. A plus long terme, la question que doivent se poser l'agriculture et la médecine est la diminution des antibiotiques ingérés par les animaux, en particulier les porcs.

#### Source :

*Vigie Environnement*, n° 58, Déc. 2000/Janv. 2001

### Vient de paraître

#### Devenir des populations animales et végétales introduites ou réintroduites : déclin ou prolifération ?

*Edité par la Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France*

*In « La Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie) », 2000, supplément 7, 146 pages*

*ISSN 0249-7395*

Depuis quelques années, des recherches s'intéressent à la biologie des petites populations, qu'il s'agisse de populations résiduelles en cours d'extinction ou de réinstallations. Dans le même temps des praticiens de la conservation se préoccupent des réintroductions ou des invasions. Le colloque qui s'est tenu à Niederbronn du 6 au 8 mai 1999, dont cet ouvrage rapporte les travaux, avait pour but de confronter ces deux types d'informations. Il n'est pas de pratique de conservation durable, donc efficace, qui ne s'inscrive dans le cadre d'un partenariat permanent entre hommes de science et hommes de terrain.



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## SEQUESTRATION DU CARBONE DANS LES SOLS

### SOMMAIRE

p.1 : Séquestration du carbone  
dans les sols

p.3 : Espèces envahissantes

Brevetabilité du vivant, un avis de  
la CFDD

Vient de paraître

p.4 : Risques induits par les  
cyanobactéries

Priorités de recherche en  
environnement et 6<sup>ème</sup> PCRDT

n°1/2001

Janvier  
2001

Directeur de la Publication :  
Benoît Lesaffre

Afin de lutter contre l'accroissement du gaz carbonique atmosphérique et de l'effet de serre, on évoque souvent les possibilités de séquestration du carbone dans les forêts et dans les sols. Concernant les forêts, la conférence des parties de La Haye a donné lieu à de nombreuses discussions sur la quantification du carbone stocké et sur les questions de vérification. **Les puits de carbone que constituent les sols** soulèvent des difficultés d'évaluation comparables.

- Le stock de carbone des sols constitue le stock le plus important de l'écosystème terrestre ; **il est estimé à 1500 Gt (milliards de t) soit plus du double de ce que représente la végétation. Une faible variation en plus (accumulation) ou en moins (émission) représente donc un flux de CO<sub>2</sub> important. Ce carbone correspond à la matière organique des sols présente à la surface ou dans la structure du sol où elle est protégée de la minéralisation. Son temps de résidence est très variable, entre 1 et 1000 ans (dans le cas de l'humus protégé).**

- **La quantité de carbone accumulée est dépendante de nombreux facteurs climatiques et pédologiques, mais ce sont l'occupation du sol et les pratiques culturales** (prises en compte dans l'article 3.4 du protocole de Kyoto) **qui jouent le rôle déterminant.**

En effet, les stocks sont importants dans les sols de forêts et de prairies, mais ils sont moindres en sols cultivés.

On peut faire le constat que le développement récent de l'agriculture au cours du 20<sup>ème</sup> siècle, aux dépens des prairies et forêts, s'est généralement accompagné d'une forte minéralisation de la matière organique et donc de fortes émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (plus de 40 Gt). Cette évolution s'est par ailleurs accompagnée d'autres effets néfastes pour l'environnement (érosion, perte de biodiversité).

- **Les évolutions peuvent être réversibles**, mais avec une vitesse moindre et une capacité maximale de stockage mal connue ; ainsi les sols après avoir joué le rôle de source peuvent devenir des puits de carbone.

Pour cela, on peut évidemment planter des forêts ou des prairies, mais **on peut aussi jouer sur les pratiques culturales**. De manière générale, c'est la réduction du travail du sol qui a l'effet le plus positif sur le stockage. L'INRA, le CEMAGREF et l'ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages), ont développé, dès les années 1970, des recherches sur les façons culturales simplifiées en montrant les avantages mais également les inconvénients.

Le contexte socio-économique a favorisé le développement d'une agriculture plus intensive. Toutefois, de nouvelles pratiques ont pu être introduites, évaluées en particulier par le CIRAD, dans les zones tropicales ; elles peuvent se résumer à un maintien durant toute l'année d'une couverture du sol par la végétation ou les résidus de récolte (succession de plusieurs cultures y compris de cultures dites de couverture) et une suppression ou

une simplification des pratiques culturales, en particulier du labour, ce dernier favorisant la minéralisation du carbone (pratique du labour de conservation et du semis direct).

Dans les zones tropicales (en particulier au Brésil), on observe un développement considérable de ce type de pratiques aussi bien sur les cultures industrielles (soja) que sur les petites exploitations traditionnelles (au total, près de 20 millions d'hectares sont concernés). Le développement de **l'agroforesterie**, qui associe les plantations d'arbres avec les cultures ou l'élevage, permet de limiter la déforestation et de stocker le carbone, tout en contribuant au développement économique.

Dans les **zones arides**, l'aménagement des terrains de parcours et des pâturages (en particulier l'implantation de légumineuses à enracinement profond) représente également un potentiel important de séquestration du carbone sous des formes très stables.

Les estimations des quantités de carbone stocké vont de 0,5 à 2 Gt par an en fonction de l'importance des surfaces concernées (1 à 2 milliards d'hectares) et ceci pendant plusieurs dizaines d'années.

Les variations de stocks sont évaluables sur des périodes de 5 ans pour chaque pratique agricole et peuvent être mesurées par **des réseaux de surveillance des sols**, à l'instar de celui en préparation en France.

- **Le stockage du carbone sous forme de matière organique dans les sols a d'autres avantages considérables.**

- En effet, la matière organique affecte de nombreuses propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols, en particulier la rétention de l'eau ou la perméabilité des sols, la résistance à l'érosion, **la biodiversité**.

- Le fait de couvrir le sol toute l'année par une végétation morte (ou mulch) ou vivante, diminue évidemment la sensibilité des sols à l'érosion hydrique ou éolienne et au ruissellement qui sont la première cause de dégradation des sols (plus d'un milliard d'hectares sont concernés au niveau mondial).

### **La résistance à la désertification se trouve également renforcée.**

- A la suite du développement important de l'érosion ("dust bowl") dans les années 1950, les Etats Unis ont été le pays ayant le plus développé ces pratiques dites de "labour de conservation" (avec maintien des résidus de culture sur le sol sur près de 40 millions d'hectares). L'objectif des mesures d'encouragement gouvernementales mises en place, qui était de lutter contre l'érosion, fut atteint.

- La séquestration du carbone dans les sols représente donc au niveau mondial un moyen de concilier les trois conventions internationales sur le Changement climatique, la Lutte contre la désertification et la Préservation de la biodiversité.

- Dans les pays du sud, elle est un moyen de lutter contre la dégradation de la ressource en sol qui peut devenir limitante pour la fourniture alimentaire et de promouvoir une agriculture durable.

**Le mécanisme de développement propre** (MDP) prévu dans le protocole de Kyoto, malgré ses difficultés d'application, pourrait être un moyen de promouvoir ces techniques (effet incitatif ou de levier).

- Pour les pays du nord (Etats Unis, Europe), l'incitation à stocker le carbone par le développement de nouvelles pratiques agricoles pourrait s'intégrer dans une politique plus générale d'aménagement de l'espace et des bassins versants, (avec les réseaux de haies, les bandes enherbées...) dans la mesure où cela constitue un bon moyen de contrôler le ruissellement et l'érosion, et de limiter les crues et inondations. Les bénéfices à attendre seraient également notables en matière de qualité de l'eau (diminution des pollutions diffuses). Ces pratiques pourraient entrer dans un mécanisme d'**écoconditionnalité**.

- En France, où le puits de carbone de la forêt s'est développé ces dernières décennies, il faut considérer les potentialités de puits des sols des prairies et espaces cultivés, qui représentent la majorité du territoire. Les avantages

environnementaux qu'il faut mieux évaluer, semblent importants.

- La communauté scientifique française se montre particulièrement active dans ce domaine, aussi bien dans les régions tropicales (IRD, CIRAD) que tempérées (INRA, CNRS...). Les programmes de recherche incitatifs lancés par le MATE (GICC, GESSOL) sont en plein développement.

**Contact :**

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

Le programme "**Gestion et impacts du changement climatique**" (GICC), piloté par le MATE en étroite liaison avec la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre (MIES), propose un second **appel à propositions de recherche**. Le contenu de l'appel à propositions ainsi que les modalités de soumissions peuvent être consultés sur le site Internet du ministère : [www.environnement.gouv.fr/rubrique actualité](http://www.environnement.gouv.fr/rubrique_actualite)

**Attention : la date de clôture de l'appel est fixée au 31 mars 2001**

### **Espèces envahissantes : des questions stratégiques pour la recherche.**

La "plate-forme européenne pour une stratégie de recherche en biodiversité" est un groupe européen informel dont les membres ont été nommés par le comité du programme « Environnement et Développement durable » du 5<sup>ème</sup> Programme Cadre de Recherche Développement européen. Dans le cadre de la présidence française, une réunion de la plate-forme a eu lieu à Montpellier du 4 au 6 décembre 2000, sur le thème « la biologie des invasions : des questions stratégiques pour la recherche européenne en biodiversité ». L'objectif de cette réunion était de préparer la prochaine réunion de la commission scientifique, technique et technologique de la Convention sur la Diversité Biologique, dont le thème central portera sur les espèces envahissantes.

Les participants ont convenu de la priorité pour la recherche européenne des trois domaines-clés suivants :

- développer des méthodes et des techniques pour reconnaître et caractériser les organismes potentiellement envahissants et les écosystèmes particulièrement sensibles aux invasions et développer des prédictions de comportement envahissant ou de vulnérabilité aux invasions.
- améliorer la méthodologie de surveillance pour détecter précocement les organismes pouvant poser des problèmes d'invasion et évaluer leurs impacts écologique et socio-économique et, si possible, les contrôler.
- développer un soutien scientifique multidisciplinaire à des politiques appropriées de prévention, de contrôle et gestion, d'élaboration de législation et d'information et de sensibilisation du public.

Les participants, s'accordant sur le fait que les avantages conférés aux OGM (organismes génétiquement modifiés) de résistance à des contraintes écologiques peuvent encourager un comportement envahissant, ont aussi convenu de la priorité, pour la recherche européenne, de développer des méthodes pour prédire et prévenir le

comportement envahissant des OGM libérés dans l'environnement.

#### **Contact :**

*martine.atramentowicz@environnement.gouv.fr*

#### *Vient de paraître :*

### **Devenir des populations animales et végétales introduites ou réintroduites : déclin ou prolifération ?**

Edité par la Société nationale de protection de la nature et d'acclimatation de France.

In « La Revue d'Ecologie (La Terre et la Vie) », 2000, supp.7, 146 p.  
ISSN 0249-7395

Depuis quelques années, des recherches à caractère fondamental s'intéressent à la biologie des petites populations, qu'il s'agisse de populations résiduelles en cours d'extinction ou de réinstallations. Dans le même temps des praticiens de la conservation se préoccupent des réintroductions ou des invasions. Le colloque qui s'est tenu à Niederbronn du 6 au 8 mai 1999, dont cet ouvrage rapporte les travaux, avait pour but de confronter ces deux types d'informations. Il n'est pas de pratique de conservation durable, donc efficace, qui ne s'inscrive dans le cadre d'un partenariat permanent entre hommes de science et hommes de terrain.

#### **Contact :**

*veronique.barre@environnement.gouv.fr*

### **“Brevetabilité du vivant”, un avis de la Commission Française du Développement Durable.**

La Commission française du développement durable (CFDD) a émis, en décembre 2000, un avis sur la « brevetabilité du vivant ».

Pour la CFDD, la réglementation européenne en matière de brevetabilité du vivant n'est pas conforme aux objectifs d'un développement durable. Selon la commission, le système des brevets permet aux grandes entreprises agrochimiques de peser sur la recherche publique, d'absorber facilement de fragiles start up construites hâtivement à partir d'un seul brevet, et de développer des variétés

végétales cultivables sur de grandes surfaces, au détriment de la diversité génétique, et en contradiction avec les principes d'un développement durable.

L'avis affirme que l'octroi précoce de brevets dans le processus de recherche est défavorable aux équipes les moins dotées. Il serait un frein au développement d'innovations dérivées et pousserait au contraire les entreprises à prendre des risques, tant en matière d'expérimentations sur l'homme, que de commercialisation de produits insuffisamment testés.

La réglementation maintiendrait la confusion entre invention brevetable et découverte, ce qui reviendrait à breveter le gène. Dès lors, les retombées d'intérêt public qui pourraient être tirées de la connaissance du gène se trouveraient inéquitablement réparties, en matière de santé et d'agriculture par exemple.

Enfin, les pays en développement ne tireraient que trop rarement bénéfice des gènes collectés sur leur territoire. Ils paieraient les technologies brevetées au prix fort, alors que des dispositifs comme les licences d'office pourraient être appliquées pour faciliter l'accès à ces technologies en matière de santé, d'environnement et d'agriculture.

En conclusion, la CFDD estime que la société civile devrait être associée à la révision de la convention européenne sur les brevets.

#### **Contact :**

*bertrand.galtier@environnement.gouv.fr*

### Que sait-on des risques toxiques induits par les cyanobactéries ?

Les cyanobactéries (autrefois appelées algues bleues ou cyanophycées) sont des organismes unicellulaires doués de capacité de photosynthèse qui sont susceptibles de former des efflorescences (blooms) dans les plans d'eau. Certaines souches peuvent produire des toxines (hépatotoxines, neutoxines) dangereuses pour les animaux (oiseaux, poissons, bétail, animaux de compagnie) et l'homme. L'eutrophisation et des conditions climatiques particulières (soleil, absence de vent) semblent favoriser l'apparition de ces fleurs d'eau, sans toutefois qu'on puisse leur attribuer un caractère prédictif absolu. Leur développement affecte les différents usages des plans d'eau (captage d'eau potable, baignade, activités piscicoles...). Alors que ces phénomènes bénéficient d'un suivi régulier dans de nombreux pays, en particulier en Europe, la connaissance qu'on en avait sur le territoire national était limitée.

Aussi le MATE a jugé nécessaire de s'associer à la Direction Générale de la santé et de financer une recherche sur les risques induits par les cyanobactéries d'eau douce. L'objectif était double :

- réaliser une enquête sur les proliférations algales en eau douce et leurs conséquences éventuelles (mortalité d'animaux, dermatoses et troubles gastro-intestinaux chez l'homme, par exemple) ;
- entreprendre des recherches dans le but d'établir une typologie des plans d'eau concernés par les efflorescences afin de disposer, si possible, d'éléments prédictifs plus robustes.

Les résultats de cette recherche ont été présentés lors d'une journée co-organisée par l'Institut Pasteur de Paris, l'INRA de Thonon et le MATE le 24 novembre dernier, qui regroupait scientifiques et acteurs de terrain. Cette journée a aussi été l'occasion de présenter des expériences de gestion de ces efflorescences dans un lac de barrage de la région Ouest et au niveau d'un lac alpin.

Cette recherche a mis en évidence le caractère largement disséminé sur l'ensemble du territoire métropolitain des proliférations de cyanobactéries.

Le développement massif des cyanobactéries n'apparaît pas lié de

façon univoque au statut eutrophe des écosystèmes. Il semble que des changements brutaux dans les apports de nutriments puissent favoriser la croissance d'organismes qui, comme les cyanobactéries, sont capables de s'adapter rapidement. Les conditions de production des toxines restent mal connues. Cette production, ainsi que la composition des blooms, présente une grande variabilité inter-annuelle et même inter-mensuelle, ce qui rend les prévisions encore plus difficiles : on peut toutefois souligner que tous les sites, parmi la quarantaine de sites suivis dans l'ouest de la France durant les six dernières années, ont été contaminés au moins une fois.

#### Contact :

*dominique.douquet@environnement.gouv.fr*

### Les priorités françaises de recherche en environnement pour le 6<sup>ème</sup> PCRDT

Un groupe de représentants des acteurs de la recherche française dans le domaine de l'environnement (GTN - groupe thématique national - environnement) a, sous la co-présidence du Ministère de la Recherche et du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, élaboré des propositions d'axes de recherche en environnement, destinés à être pris en compte dans le sixième programme cadre de recherche et développement de l'Union européenne (6<sup>ème</sup> PCRDT), actuellement en préparation à Bruxelles.

La réflexion du groupe a pris en compte un contexte marqué par :

- une forte demande sociale et institutionnelle dans les domaines de l'environnement et du développement durable ;
- le rôle moteur joué par l'Union européenne dans le processus de négociations internationales enclenché à la suite de la conférence de Rio ;
- un cadre réglementaire et politique communautaire, intégrant explicitement le développement durable et le principe de précaution, et devant encore connaître de nouvelles inflexions, avec, en particulier, l'adoption, en 2001, d'un sixième plan d'action pour l'environnement (PAE) et d'une

stratégie européenne de développement durable ;

- l'émergence d'un "espace européen de la recherche" qui s'efforcera de prendre en compte des exigences accrues de dialogue et de partage entre la science et les citoyens.

Le document propose d'articuler la recherche environnementale communautaire autour de :

- trois axes sectoriels :
  - milieux et pressions anthropiques, ce thème se déclinant en quatre sous-thèmes : changement climatique ; biodiversité ; eau et sols ; mer et littoral ;
  - risques et société ;
  - villes et territoires.
- deux axes transversaux :
  - mobilisation des sciences économiques et sociales ;
  - systèmes d'information sur l'environnement.

Le document de propositions est disponible sous forme papier et électronique auprès du Service de la recherche et de la prospective du MATE.

#### Contact :

*bertrand.galtier@environnement.gouv.fr*





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## Gestion et Impacts du changement climatique *Avancement des recherches actuellement menées en France*

### SOMMAIRE

#### Thèmes

p.1 : Gestion et impacts du  
changement climatique

p.3 : OGM, Mécanismes de  
flexibilité de Kyoto, 2 avis de la  
CFDD

Risques sanitaires et pollution des  
sols d'origine industrielle, une  
recommandation du CPP

p.4 : Le programme mondial sur  
les espèces envahissantes

#### Annnonce de séminaire

n°6/2000

Novembre / Décembre  
2000

Le programme "Gestion et Impacts du Changement Climatique" (GICC) (soutenu par le MATE) a tenu à Toulouse, les 27 et 28 septembre 2000, près de deux ans après son lancement, son premier séminaire scientifique. Ce séminaire a été l'occasion de vérifier le degré d'avancement des recherches, et aussi de réfléchir avec les acteurs scientifiques à l'évolution des thèmes à soutenir.

Le programme a été structuré autour de trois grands thèmes de recherche : *la scène des négociations internationales ; les stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) ; l'évaluation, les impacts potentiels et les stratégies d'adaptation au risque climatique*. L'objectif est de répondre aux besoins de la négociation sur le changement climatique et de la mise en œuvre des politiques et mesures de prévention et d'adaptation.

Dans le cadre de cette organisation sont ainsi progressivement mises en place les bases d'une modélisation intégrée « climatico-socio-économique ».

Parmi les travaux en cours plusieurs résultats significatifs sont à noter.

#### Négociations et politiques sectorielles

♦ Dans le cadre du protocole de Kyoto et de la convention climat, la négociation internationale sur la mise en œuvre du mécanisme de développement propre (MDP), dans les pays pauvres et ceux en voie de développement, a cherché à mettre en rapport des additionalités environnementales et économiques. Les travaux de recherche montrent

qu'il serait fructueux de prendre en considération leur « effet de levier » sur le développement économique national des pays concernés.

♦ Il y a souvent compatibilité technico-économique entre stratégies de réduction des GES dans l'espace rural et d'autres logiques politiques concernant l'agriculture (par ex. : discussions à l'OMC ou dans le cadre de l'élargissement de l'Union Européenne - UE). Des modèles sur l'agriculture, en cours de développement, vont permettre d'optimiser ces choix politiques pour les pays de l'U.E.

♦ Les travaux sur les potentialités de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> confirment le rôle important du marché, des entreprises et de l'opinion publique. Les travaux de recherche montrent l'équivalence entre d'un côté, le potentiel de réduction offert par le développement de l'usage de la pile à combustible et de l'autre, le surplus de CO<sub>2</sub> qui serait généré par un abandon de l'électricité nucléaire à l'horizon 2025.

♦ Il a été montré que, à l'instar du secteur des transports, les travaux sectoriels doivent s'attacher à mettre l'évaluation des coûts marginaux en relation avec la disposition à payer des différents acteurs concernés. Ceci demande une analyse poussée de toutes les externalités, mais aussi une recherche sociologique approfondie sur les comportements et l'implication de la société civile dans la lutte contre l'effet de serre.

## Sources et puits de gaz à effet de serre

♦ Sur le sujet sensible du rôle de la forêt, les travaux menés montrent que les gestionnaires de forêt pourraient, avec des incitations financières adaptées, prolonger la durée de vie de leurs arbres de quelques années, afin d'augmenter de manière conséquente le volume total du carbone stocké (au moins provisoirement) dans les arbres et dans les produits à base de bois. Ainsi, les simulations montrent que les 500 000 ha de pins maritimes étudiés permettraient (avec des coupes à 60 ans au lieu de 40) de capter à eux seuls, et sans accroissement des surfaces forestières, 10,3 Mt. e. C supplémentaires (millions de tonnes équivalent carbone enlevés de l'atmosphère), et les 200 000 ha de hêtres considérés, 3,4 Mt. e. C. Soit, à 500 F/T. e. C, une valeur totale de 6,9 milliards de F, ou, en première approximation, l'équivalent de 149 000 ha de forêts plantées.

♦ Un modèle a été mis au point pour permettre la simulation de l'évolution des stocks de carbone organique dans les sols sous l'effet de facteurs naturels (pédoclimatiques) et anthropiques (impacts locaux des usages des sols agricoles, prairiaux, forestiers...).

Son développement doit permettre des estimations à l'échelle du territoire ou de l'U.E. (comptabilisation et vérification des séquestrations de carbone prévues à l'article 3.4 du protocole de Kyoto).

♦ Des mesures atmosphériques des flux de CO<sub>2</sub> combinées à des modèles d'inversion ont permis de vérifier la localisation et l'intensité des sources et des puits de CO<sub>2</sub> (et leur variabilité inter-annuelle) à l'échelle de la France et de l'Europe. L'adaptation de ces méthodes aux autres GES est en cours.

## Scénarios et impacts régionaux d'évolution du climat

♦ Une analyse approfondie des températures mesurées en France montre qu'elles ont augmenté en moyenne de 0,8 °C au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Des simulations effectuées avec 2 modèles différents prédisent un réchauffement moyen au 21<sup>ème</sup> siècle de 2°C dans le cas du doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique (scénario dit de "2 x CO<sub>2</sub>") qui

interviendrait vers 2060 au rythme actuel des émissions. Les précipitations augmenteraient en hiver sur la partie Nord et les épisodes de sécheresse augmenteraient en été sur la partie Sud ; la localisation de la "frontière" entre ces deux zones géographiques diffère de quelques centaines de kilomètres d'un scénario à l'autre. Il faut donc rester prudent et donner à chaque fois les résultats des projections du climat à l'échelle régionale avec la quantification des erreurs. Pour la suite du programme, il est prévu de fournir aux chercheurs étudiant les impacts potentiels du changement climatique, des scénarios incluant cette quantification.

♦ Une méthode d'évaluation statistique des zones de génération et d'amortissement des perturbations atmosphériques a été mise au point. L'adaptation de cette méthode pourrait éventuellement déboucher sur son utilisation pour la prévision statistique de l'évolution des "tempêtes" (trajectoire, fréquence, intensité) dans le climat modifié (sous "2 x CO<sub>2</sub>").

D'autres impacts régionaux des changements climatiques sous scénario "2 x CO<sub>2</sub>" ont été présentés :

♦ dans les Alpes et les Pyrénées, on peut s'attendre à une baisse de l'activité avalancheuse globale, sauf pour le mois de mars où il y aurait une hausse du risque d'avalanche de neige humide ou de fonte ;

♦ pour les prairies et les exploitations d'élevage bovin-viande dans le Massif Central, les simulations indiquent une augmen-

-tation de la production annuelle d'herbe de l'ordre de 20 % (compte non tenu des risques d'épisodes secs) et des modifications de la qualité des fourrages ce qui pourrait inciter les éleveurs à reconverter des prairies temporaires en prairies permanentes ; ce changement dans l'utilisation des terres tendrait alors à augmenter le stock de carbone des sols ;

♦ l'impact sur les écosystèmes méditerranéens résulte d'interactions complexes entre, d'une part, les effets directs de l'environnement climatique et de la contrainte hydrique et, d'autre part, des modifications du régime des incendies conduisant à des

changements brutaux de la biomasse aérienne et de la composition de la flore. Pour un maquis arboré, les simulations indiquent l'absence de changements dans le processus de la succession végétale mais mettent en lumière l'aggravation du stress hydrique entraînant une diminution de l'intervalle de temps entre deux feux successifs (cet intervalle passe de 30 à 20 ans pour les maquis bas et de 100 à 40 ans pour les stades forestiers). Cet accroissement très net des risques de feu conduit à des paysages méditerranéens dominés par les stades buissonneux et augmente significativement, dans le bilan hydrique, les termes de drainage et d'écoulement.

♦ en combinant expérimentations (en conditions naturelles sur sites ateliers ou semi-contrôlées sous serres) et modélisation, il a été possible de simuler les effets sur l'intensité des contraintes hydriques chez le hêtre et le chêne sessile des forêts de plaine en Lorraine. L'analyse préliminaire des résultats montre que le hêtre est plus sensible au stress hydrique que le chêne. S'il est confirmé, ce résultat aura son importance dans le choix des essences pour le futur.

## Contact :

maurice.muller@environnement.gouv.fr

**“Organismes Génétiquement Modifiés” et “Mécanismes de flexibilité de Kyoto”, 2 avis de la Commission Française du Développement Durable.**

La Commission française du développement durable (CFDD), organisme consultatif placé auprès du Premier ministre, a émis récemment deux avis au Gouvernement.

L'avis 2000-02 sur les « **organismes génétiquement modifiés (OGM)** », émis en juillet 2000, fait le point, avec des préoccupations de développement durable, sur les organismes végétaux.

- Dans cet avis, la CFDD note d'abord une quasi-impossibilité d'accéder à des études scientifiquement validées démontrant les avantages des OGM. Elle considère que ce contexte ne se prête pas à la prise de décision. En conséquence, la Commission demande que des procédures d'évaluation des coûts économiques et sociaux liés à l'introduction des OGM soient mis en place, y compris à l'OMC, et que les coûts d'éventuelles conséquences soient assumés par l'industrie des biotechnologies.
- La CFDD observe un manque de lisibilité et de transparence, vis à vis des citoyens, des politiques françaises et européennes en matière d'OGM. Elle estime ainsi que les pouvoirs publics devraient présenter plus clairement le sens de leur action et en rendre compte plus régulièrement. Elle préconise l'organisation de conférences de citoyens qui permettraient d'enrichir les modes d'expression du public, en complément des autres procédures et institutions de la démocratie. Elle propose qu'un cercle citoyen autonome puisse convoquer des commissions d'experts. Elle demande que les citoyens puissent être associés à la définition des objectifs de recherche dans les grands organismes publics.
- Elle met enfin en évidence des insuffisances de la réglementation nationale et communautaire, et signale des sujets de recherche et de

réflexion qui devraient faire l'objet d'une mobilisation urgente.

L'avis 2000-03, émis en novembre 2000, à la veille de la conférence de La Haye sur le réchauffement climatique, porte sur les « **mécanismes de flexibilité de Kyoto** », qui autorisent les pays à atteindre leurs objectifs de limitation d'émission de gaz à effet de serre en ayant recours à des échanges de droit d'émission qui peuvent soit être de nature commerciale (permis négociables), soit être associés à des transferts de technologies « propres » au profit de pays en développement. (mécanisme de développement propre).

La CFDD, en rappelant les exigences de solidarité, d'équité et de souci du long terme du développement durable, met en garde contre les conséquences indésirables d'un emploi irrfléchi ou non maîtrisé de ces mécanismes :

- du point de vue du développement de nombreux pays : impacts sociaux négatifs des contraintes économiques liées à l'échange de permis négociables ; faible contenu en terme de développement et absence de bénéfices pour les pays les moins avancés des projets présentés au titre du développement propre ;
- du point de vue de la durabilité du développement : nécessité de prendre en compte d'autres risques d'environnement global qui, à l'instar de ceux associés à l'énergie nucléaire, pourraient être amplifiés par certaines mesures de réduction des gaz à effet de serre ; importance de viser une finalité de convergence à long terme des situations d'émission de l'ensemble des pays.

**Contact :**

bertrand.galtier@environnement.gouv.fr

*Les textes intégraux des avis de la CFDD et de la recommandation du CPP sont accessibles sur le site Internet du ministère.*

**" Surveillance des risques sanitaires liés aux sols pollués par une activité industrielle ",  
une recommandation du Comité de la Prévention et de la Précaution (CPP).**

La saisine du CPP sur les « risques sanitaires liés aux sols pollués » s'inscrit dans la saisine plus générale sur la « surveillance environnementale et sanitaire à organiser autour des sites industriels et des sites à risques ».

Les recommandations du Comité concernent les sites industriels et les zones de proximité de ces sites et des sources multiples.

- Pour les sites industriels, la principale difficulté est de sélectionner, parmi leur très grand nombre, ceux, en faible proportion, pour lesquels le risque sanitaire est à prendre en compte de façon prioritaire.
- Les zones de proximité des sites industriels et des sources multiples sont les plus préoccupantes, dans l'immédiat et à terme, dans la perspective d'un développement durable, en raison des populations qui y vivent et des risques résultant des possibilités de changements inconsidérés de l'occupation du sol.

Mais le comité appelle aussi l'attention sur le caractère général, préoccupant à long terme, de la contamination et de la dégradation des sols qui forment un continuum. La résorption des points les plus contaminés ne préserve pas d'une dégradation de qualité moyenne des sols.

Les recommandations visant à une meilleure surveillance sanitaire et environnementale des sols pollués par des sources industrielles concernent à la fois le plan réglementaire, les moyens techniques d'assistance aux politiques publiques, la recherche et la formation.

**Contact :**

geneviève.baumont@environnement.gouv.fr

## Les espèces invasives : une actualité mondiale

Le programme mondial sur les espèces envahissantes, connu par son acronyme anglais GISP [Global Invasive Species Programme] a été initié en 1996, lors de la réunion des Nations Unies qui s'est tenue sur ce thème en Norvège. Il s'est construit en réponse à la nécessité de relier la recherche scientifique au développement des activités internationales concernant les espèces envahissantes exotiques.

La première phase de ce programme lancé en 1997, s'est achevée cette année, avec la conférence qui s'est tenue du 17 au 22 septembre 2000 au Cap (Afrique du Sud). Cette conférence a réuni près de 130 délégués de 36 pays différents, représentants de ministères (environnement et agriculture pour la plupart), d'organismes internationaux (OMC, FAO, ONU, FEM, UNESCO-MAB, CDB, CABI) et d'ONG (WWF, UICN) ainsi que des scientifiques, des éducateurs, des juristes et des gestionnaires de milieux naturels.

On s'accorde actuellement pour admettre que les espèces exotiques envahissantes représentent une véritable menace pour la diversité biologique, et sont responsables de pertes économiques très importantes. La Convention sur la Diversité Biologique prévoit (article 8h) que chaque partie contractante, doit « dans la mesure du possible et selon qu'il conviendra » empêcher les espèces exotiques « qui menacent des écosystèmes, des habitats ou des espèces ».

L'objectif de ce programme est de permettre aux communautés nationales et internationales de construire des outils efficaces afin de mettre en place dès que possible des systèmes de prévention et de gestion face aux espèces envahissantes et aux problèmes qu'elles posent. Il doit également permettre d'identifier les priorités d'action, et de construire les bases de nouveaux instruments scientifiques, éducatifs et politiques.

Ce programme réunit une coordination de scientifiques

(sciences de la vie et sciences humaines), économistes, juristes et gestionnaires des ressources naturelles, organisée en comités thématiques qui pilotent les différents axes stratégiques : la dimension humaine des invasions, les changements globaux, les systèmes d'alerte, les évaluations des systèmes de gestion, les conséquences économiques, les cadres législatifs et institutionnels, l'écologie des espèces invasives, les critères d'évaluation des espèces invasives, les vecteurs et voies de transmissions des invasions, l'éducation, et l'évaluation des risques.

Cette conférence a permis d'identifier 5 problèmes clé pour lesquels des actions sont urgentes :

- les espèces exotiques envahissantes représentent un risque pour la biodiversité, la sécurité alimentaire, la santé et le développement économique
- il est urgent de développer des actions coordonnées pour prévenir la dissémination des espèces envahissantes.
- l'éradication est difficile et onéreuse, mais parfois encore possible. Une réponse rapide est cruciale.
- la limitation, l'élimination et le contrôle sont des actions alternatives, mais représentent souvent d'avantage de bénéfices que de coûts.
- une action globale aux niveaux international et national est nécessaire

Les points forts proposés pour la suite du programme sont les suivants :

- favoriser l'accès à l'information, la prévention et la gestion des espèces envahissantes
- agir contre les voies de transmission qui permettent l'introduction des espèces envahissantes.
- accélérer les recherches et le transfert des résultats
- renforcer la prise en compte et l'aide aux politiques publiques
- favoriser les coopérations entre institutions pour construire une plateforme mondiale de biosécurité permettant d'atténuer les conséquences des invasions.

- promouvoir les actions au niveau régional.

Les problématiques tant scientifiques, économiques, juridiques ou sociologiques liées aux espèces envahissantes doivent être appréhendées au niveau régional, national et international. Une coordination telle qu'elle est initiée par ce programme mondial permettra des avancées significatives à ces différents niveaux.

### Contact :

*martine.aramentowicz@environnement.gouv.fr*

### Séminaire « Concertation, Décision et Environnement »

Ce séminaire trimestriel consacre sa séance du 4 décembre (14h-18h) à l'analyse des négociations environnementales : **entre rationalité des objets et logique des processus.**

Lieu : ENGREF Paris, 19 Av du Maine

Qu'ils soient techniques (incinérateurs) ou économiques (taxes, permis d'émission), les instruments de gestion de l'environnement sont choisis et mis en place dans un contexte décisionnel marqué par d'importantes négociations. Comment analyser ces négociations ? Permettent-elles d'affiner le choix et le calibrage des dispositifs de gestion ? Les processus de négociation comprennent-ils au contraire des logiques qui s'opposent à la rationalité propre des choix d'instruments ? Pour aborder ces questions, deux séquences sont proposées : la première sur l'implantation d'incinérateurs, la seconde sur l'effet de serre.

Le programme du séminaire est disponible auprès de *martine.berlan-darque@environnement.gouv.fr*

Directeur de la publication : Benoît Lesaffre



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## LE BRUIT DES TRANSPORTS : INTERNOISE 2000

### SOMMAIRE

#### Thèmes

p.1 : le bruit des transports  
INTERNOISE 2000

p.2 : pollution de l'air et  
transport automobile

p.3 : **Nouvelles tirées de la  
presse scientifique**

Ozone et épithélium  
pulmonaire

Particules et métabolisme  
cellulaire

Pollution de l'air et mortalité

p.4 : **Actualité des  
programmes**

Bruit et nuisances sonores,  
un volet du programme  
PREDIT

**Vient de Paraître**

L'environnement au 21<sup>ème</sup> siècle

**n° 5/2000**

**Septembre 2000**

Directeur de la publication :  
Benoît Lesaffre

Le congrès « INTERNOISE 2000 » s'est tenu à Nice du 27 au 30 août 2000, rassemblant plus de 1200 scientifiques venus de 45 pays différents. Le thème principal retenu par les organisateurs a été « **le bruit des transports** » vu sous l'angle de tous les modes sauf les deux - roues : véhicules, trains, tramways, avions.

Si le trafic routier est la cause principale de la nuisance sonore pour les citadins, l'établissement d'un lien entre lutte contre le bruit du trafic routier et aménagement urbain s'est fait jour durant la décennie 90 avec, d'une part, la publication du livre vert de la Commission Européenne intitulé «les politiques futures sur le bruit» dans lequel le bruit du trafic routier est largement évoqué et, d'autre part, les nombreuses expériences réalisées dans différents pays hors Europe.

Les principaux enseignements qui peuvent être tirés de ce congrès sont les suivants :

- Au niveau de la **réduction à la source**, les résultats scientifiques les plus marquants sont les **gains obtenus en ce qui concerne le contact entre le pneu et la chaussée** : le traitement de la chaussée par des enrobés « expérimentaux » apporte un gain supérieur à 5 dB(A). Ce gain peut paraître dérisoire mais il contribue à atténuer le bruit de roulement caractéristique en ville où la vitesse est limitée et offre pour le conducteur un confort apprécié (rayonnement vibratoire réduit, habitacle moins bruyant). Les autres sources de bruit provenant d'un véhicule ont été étudiées (ventilateurs, climatisation, pots d'échappement) mais les résultats restent peu significatifs.

- Au niveau des **politiques d'aménagement et de la réduction du bruit routier**, les résultats ont porté sur des **mesures de gestion du trafic** notamment sur les mesures pour limiter la vitesse (zones 30, ralentisseurs) mais également sur des mesures assurant

l'amélioration des structures cyclables et piétonnes, la gestion du stationnement, la gestion du trafic du fret. La **fermeture du trafic** a été étudiée pour en connaître **l'incidence sur le bruit dans l'environnement urbain**. En France, une réduction de 8 dBA a été constatée dans les rues en U, sans transport en commun ; cette réduction est de 3 dBA en présence de transport en commun. Toutefois, il convient d'être prudent sur les modalités des expériences engagées car la méthodologie est en discussion au niveau de la future directive européenne sur le bruit ambiant.

- **L'absence de recherches sur la multiexposition et la multinuissance** est à noter dans la mesure où, par exemple, les effets combinés des pollutions atmosphériques et du bruit seraient, pour les maires des grandes villes, à étudier.

- Des évaluations économiques faites au Danemark concernant la réduction du bruit des transports montrent que la **dépréciation des logements** due au bruit des transports est estimée à 1% par dB(A) de la valeur du logement.

- La **modélisation** était au rendez-vous avec une pléiade de modèles très souvent axés sur la prise en compte des flux de trafic pour l'élaboration de **cartographies sonores** plus ou moins sophistiquées.

Si ce congrès a tenu ses promesses sur les innovations technologiques comme le confort acoustique à l'intérieur des véhicules, il n'a pas abordé des sujets émergents comme la route « intelligente » et son incidence sur le bruit et sur la pollution atmosphérique, le développement du télétravail et son impact sur la réduction du trafic, ni la voiture électrique ou hybride pour laquelle les constructeurs automobiles mobilisent leurs efforts de recherche.

## POLLUTION DE L'AIR ET TRANSPORT AUTOMOBILE

**L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime qu'un grand nombre de métropoles européennes sont soumises actuellement à des niveaux d'oxydes d'azote et d'ozone supérieurs aux seuils jugés nocifs** (200µg/m<sup>3</sup>/h pour les oxydes d'azote et 120µg/m<sup>3</sup>/h sur 8 heures pour l'ozone), notamment chez certains groupes de sujets sensibles. Ces pollutions urbaines, principalement celles dues aux émissions automobiles, sont un sujet d'inquiétude de plus en plus important pour les citoyens.

Malgré leur complexité (mélange d'oxydes d'azote, de composés organiques et aromatiques...), les mécanismes de formation de cette pollution et ses impacts sont de mieux en mieux connus grâce aux nombreuses recherches réalisées.

### *Les caractéristiques de la pollution*

**Les processus de formation et la caractérisation des différents polluants** émis par les transports routiers, notamment en fonction de la composition des carburants (présence ou non d'additifs oxygénés), **du type de motorisation ou de post-traitement**, vont permettre d'affiner les modèles de pollution atmosphérique. Les modèles développés actuellement ont par exemple montré, par simulation, que l'utilisation de carburants aux normes "2005" aurait eu des conséquences favorables sur les épisodes de pollution.

### *Les apports de la modélisation*

Les travaux de modélisation montrent aussi que **la réduction des sources polluantes automobiles n'a pas d'influence immédiate sur la concentration en ozone estivale** et que celle-ci est souvent due en grande partie aux masses d'air atmosphériques chargées de ce polluant arrivant sur les agglomérations. En effet, la survenue d'épisodes de pollution photochimique (c'est-à-dire pour une teneur atmosphérique d'ozone supérieure à 180 µg/m<sup>3</sup>), souvent sur une grande aire géographique, est révélatrice de l'état chronique de la pollution de fond des basses couches de l'atmosphère. Ceci confirme la

nécessité primordiale de poursuivre et d'amplifier les efforts coordonnés de réduction à long terme et à l'échelle de l'Europe des émissions d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils par les sources fixes et surtout les sources mobiles. En revanche, **la diminution des émissions automobiles a un impact plus important sur les teneurs en oxydes d'azote**, facteur principal des épisodes de pollution en période hivernale.

### *La connaissance des expositions*

**Renforcer les connaissances en matière d'exposition** des populations est une nécessité. Un moyen en est le développement actuel de méthodes permettant d'évaluer ces expositions à partir des **réseaux de surveillance de la qualité de l'air**. De nouveaux outils pour la mesure en routine d'autres polluants ainsi qu'une meilleure connaissance des expositions à l'air intérieur sont nécessaires pour affiner cette évaluation.

### *Les effets sur la santé*

En matière de **risques pour la santé**, il convient de distinguer les effets relativement bien documentés d'expositions brèves à des teneurs élevées de ceux provoqués par l'exposition à des pollutions chroniques. Les **effets à court terme** de la pollution atmosphérique sur la santé sont désormais mieux cernés, aussi bien grâce aux recherches en toxicologie (**action synergique entre l'exposition aux polluants et les allergènes, réaction inflammatoire induite par les particules diesel sur les cellules épithéliales respiratoires...**) qu'aux travaux épidémiologiques (étude des neuf villes, Evaluation des Risques de la Pollution Urbaine pour la Santé...). Les **effets à long terme** sont moins connus mais les travaux convergent pour attribuer à la pollution **un rôle de cofacteur** vis-à-vis de nombreuses pathologies, notamment sur l'appareil respiratoire des populations sensibles. La priorité à accorder à la diminution de la **pollution de fond** plutôt qu'aux seules pointes de pollution, maintenant prévisibles à plusieurs heures, est également soulignée par

les premiers résultats des **études épidémiologiques** (étude OMS portant sur la France, la Suisse et l'Autriche) qui montrent que les effets à long terme d'une exposition chronique à la pollution de fond, tels que les cancers ou les affections cardio-respiratoires, sont loin d'être négligeables.

### *L'évaluation des dommages*

Au-delà de la connaissance de la nocivité qualitative des différents polluants, **la quantification et l'évaluation économique des dommages induits sont nécessaires pour dimensionner les dispositifs à mettre en place**. Cette évaluation pose cependant le problème des effets non marchands, et, en ce qui concerne la mortalité, celui de "la valeur de la vie". Quelques études, utilisant différentes méthodes d'évaluation économique (contingente, d'évitement, prix hédonistes, consentement à payer, capital humain) permettent d'attribuer aux effets de la pollution atmosphérique sur la santé et sur le patrimoine architectural des coûts très importants.

La mise en place des plans de déplacements urbains (PDU), rendus obligatoires par la Loi sur l'Air, semble plus répondre à des préoccupations de mobilité et d'urbanisme que de pollution de l'air, tout en créant néanmoins un cadre de réflexion et de sensibilisation au thème de la qualité de l'air. Bien qu'une étude ait montré que les automobilistes représentent l'un des groupes les plus exposés aux polluants, **le comportement individuel en matière d'usage de l'automobile est largement fonction des contraintes de la vie active, de la politique de la ville et des aspects économiques**. La pollution atmosphérique est souvent vécue comme un état de fait sur lequel il est difficile d'imaginer de pouvoir agir individuellement.

*Une grande partie de ces résultats sera présentée lors du colloque-séminaire PRIMEQUAL-PREDIT qui se tiendra à Toulouse les 29, 30 novembre et 1<sup>er</sup> décembre 2000.*

**Contact :**  
pascal.ebner@environnement.gouv.fr

## Pollution à l'ozone et intégrité épithéliale pulmonaire.

Deux équipes de recherche belge et italienne se sont associées pour apprécier les effets de l'ozone sur l'épithélium pulmonaire en étudiant la concentration dans le sang d'une protéine (CC16, CC10 ou CCSP) sécrétée par des cellules pulmonaires particulières, les cellules de Clara. Une élévation sévère de cette concentration traduit une atteinte de la barrière épithéliale pulmonaire. Cette concentration augmente avec l'exercice chez des cyclistes, mais elle augmente encore plus si cet exercice a lieu lors d'un épisode de pollution photochimique et ceci de façon proportionnelle à l'augmentation de la concentration du polluant. La vérification de ces résultats par des études de laboratoire chez la souris pour des niveaux d'ozone aussi faibles que 0,08 ppm pendant 8 heures conduit les auteurs à affirmer qu'il n'y a pas - au dessus des niveaux de base - de marge de sécurité quant aux effets de l'ozone sur la perméabilité des voies aériennes.

**Source :**  
*Environ Health Perspect*, juin 2000

## Mécanismes d'action des particules au niveau cellulaire.

Des travaux de recherche récents viennent éclairer les mécanismes d'action des particules (diesel ou autres particules) au niveau cellulaire. Des études *in vitro* sur des cellules épithéliales bronchiques humaines avaient montré l'augmentation de la production de cytokines inflammatoires lors de l'exposition à des émissions de particules diesel. La même équipe de chercheurs a retrouvé, dans des conditions expérimentales similaires, une augmentation (au niveau de l'expression génique et de surface) des molécules d'adhésion (ICAM-1) qui jouent un rôle dans l'accumulation des cellules inflammatoires. Ces effets sont significativement diminués lors de l'utilisation d'antioxydants. Les auteurs ont alors suggéré l'intervention d'un facteur nucléaire oxydo-dépendant (NF kappa B) associé à l'expression des gènes.

Cette intervention a pu être démontrée *in vivo* par une autre équipe, qui a fait inhaler à des souris des particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 2,5  $\mu$  (PM<sub>2,5</sub>). On retrouve alors une augmentation des ARN messagers correspondant aux gènes régulés par NF kappa B (gènes de cytokines pro-inflammatoires). L'élucidation de ces mécanismes peut permettre de mieux apprécier les risques de ce type de pollution chez les sujets souffrant déjà de maladies respiratoires.

**Source :**  
*Clin Exp Immunol*, Mai 2000 et  
*Am J Respir Cell Mol Biol*, Août 2000

## Pollution de l'air et mortalité

- Le Health Effect Institute, organisme résultant d'un partenariat entre l'Agence de Protection de l'Environnement des Etats Unis (EPA) et l'industrie, est une source d'information indépendante sur les effets sur la santé des émissions automobiles. Le HEI a fait réanalyser les données des études dites « des 6 villes<sup>3</sup> » et « de l'ACS /American Cancer Society<sup>4</sup> » sur l'association entre augmentation de la concentration en particules fines dans l'air et en sulfates et augmentation de la mortalité. Les résultats de ces études prospectives qui avaient respectivement porté sur plus de 8000 personnes pour la première et plus de 500 000 pour la seconde, avaient été contestés, l'argumentation portant sur la non-prise en compte d'autres polluants atmosphériques, de niveaux de vie différents ou d'autres facteurs de confusion.

La ré-analyse a porté sur la validation des données utilisées dans les deux études (population et données de qualité de l'air) et sur les possibilités de reproduire les résultats rapportés initialement. Dans un deuxième

temps des analyses furent faites pour tester la robustesse des résultats lorsqu'on tient compte de tous les facteurs de confusion.

Le panel réuni par le HEI est arrivé globalement aux mêmes résultats que les auteurs des travaux initiaux, concluant à une association entre la pollution particulaire et la mortalité. Parmi les points soulevés on peut relever l'interrogation sur le caractère linéaire ou non de cette relation, sur le rôle du niveau d'éducation et sur la cause des différences spatiales observées.

**Source :**  
*Health Effect Institute, Special Report of the Institute's Particle Epidemiology Reanalysis Project*, Juillet 2000

- Pour répondre à certaines des critiques qui s'étaient fait jour lors de la publication des travaux de recherche évoqués ci-dessus, le HEI a financé une étude intitulée « morbidité, mortalité par pollution atmosphérique » aux Etats Unis (NMMAPS). Les résultats obtenus sont en accord avec une augmentation de la mortalité toutes causes de 0,5% pour une augmentation de 10 $\mu$ g/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> (particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 $\mu$ m) mesurée le jour précédant le décès. En ce qui concerne la morbidité, le même accroissement de la concentration de PM<sub>10</sub> aboutit à un accroissement de 1% des admissions à l'hôpital pour maladies cardiovasculaires, et de 2% pour les pneumonies et les broncho-pneumopathies obstructives chroniques, chez les personnes âgées de 65 ans et plus.

**Source :**  
*Health Effect Institute, Research Report 94-II, The national morbidity, mortality, and air pollution study*, Juin 2000

- A noter la parution de :  
Künzli N, Kaiser R, Medina S *et al*. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution : a European assessment. *Lancet* 2000, 256, 795-801.

PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> désignent des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est respectivement inférieur à 10 et 2,5  $\mu$ m.

## Actualité des programmes de recherche : « Bruit et Nuisances sonores », un volet du PREDIT (Programme de recherche et d'innovation dans les transports terrestres)

Les premiers enseignements qui peuvent être tirés de la partie du programme PREDIT<sup>5</sup> consacrée aux « **Bruit et nuisances sonores** » sont l'excellente synergie entre les équipes de recherche et les industriels qui a conduit à la présentation de projets innovants. Des résultats issus du PREDIT et d'autres programmes (le Vème PCRD européen ou le programme national « Action Concertée Incitative Ville ») ont été présentés lors du récent congrès INTERNOISE 2000.

- Au niveau de la **réduction à la source**, les résultats les plus significatifs ont été enregistrés dans le **domaine du bruit ferroviaire** où la SNCF a développé plusieurs **modèles** quantifiant l'émission acoustique globale du train et **identifiant** ainsi **les sources prépondérantes** de bruit, notamment le bruit de contact « roue/rail ». Ce **bruit** étudié depuis de nombreuses années est **réduit actuellement de 6 à 8 dBA lorsqu'une action conjointe est réalisée sur la voie et sur les roues** (absorbeurs de vibration); ce gain est très significatif pour les trains de marchandise. Le savoir faire des équipes françaises sur ce sujet est recherché au niveau international.

- **La modélisation du bruit de contact pneu/chaussée** est en constante progression; ce bruit est conditionné par le défilement des motifs du pneumatique et la texture de la chaussée; le rayonnement acoustique du pneumatique est affecté par les caractéristiques de la chaussée (porosité, facteur de forme, perméabilité à l'air). Ce thème de recherche constitue un enjeu économique important pour les fabricants de pneumatique et de revêtements de chaussée et un

enjeu environnemental au niveau de la réduction du bruit en milieu urbain (un gain de 5 à 6dBA avec une chaussée type enrobé drainant est parfaitement ressenti en milieu urbain).

- La nécessité de réaliser des **cartes de bruit** (future directive européenne sur le bruit ambiant) conduit à un développement de plusieurs méthodes. L'une d'elles est basée sur l'information qualitative issue de la **distinction entre la représentation de l'environnement sonore estimé par un observateur « averti » et celle exprimée par les habitants**. Cette distinction a permis la création d'un **outil pédagogique** destiné aux **urbanistes** pour qu'ils intègrent dans leur démarche opérationnelle, les aspects « sonores » des quartiers à réhabiliter ou de tout autre projet urbain.

- Parmi les **effets du bruit sur la santé**, les études menées en population générale ne montrent, à l'inverse des études de laboratoire, qu'une relation faible entre le bruit et les maladies cardiovasculaires.

- En ce qui concerne la qualité des espaces sonores urbains, des **expériences sur la modulation sonore** au sein d'un parc en jouant sur la topographie, les effets sonores, les équipements ont été présentées. Le projet « persephone » qui consiste à construire un paysage sonore à partir de l'enregistrement de bruits en milieu rural associé à un corpus de photographies a été étendu à une application concrète, celle de la mise en place d'un parcours sonore dans un parc naturel pour raviver « l'écoute » des touristes. Cette démarche sera expérimentée pour un parcours urbain (Ville de Lyon). **La notion de paysage sonore développée dans les années 70 revient en force** car les acousticiens prennent conscience des limites de la quantification qui ne reflète pas à elle seule la réalité sonore de nos villes.

Les **perspectives de recherche** sont tournées vers la **multiexposition** et la **multinuisance**, deux notions certes difficiles à appréhender sans la définition d'indicateurs pertinents, mais indispensables pour comprendre la réalité physique et sensorielle de notre environnement. La recherche sur les **basses fréquences** perçues dans notre univers sonore de tous les jours est un objectif prioritaire pour la communauté scientifique car elles affectent la qualité sonore de notre environnement.

### Contact :

jean-claude.serrero@environnement.gouv.fr

° °  
°

### *Vient de paraître*

**L'environnement au 21<sup>ème</sup> siècle**  
vol III, 781 pages.  
Démocratie et politique à long terme  
sous la direction de J. Theys  
Editions Germes, Juillet 2000

Une partie importante de ce troisième volume des actes de Fontevraud s'attache à démontrer que « démocratie » et « gestion à long terme de l'environnement » ne sont pas antinomiques. Une majorité des textes réunis vise à explorer ce que pourraient être demain les nouvelles formes d'action publique ou privée dans le domaine de l'environnement; à faire une prospective des nouvelles formes de « gouvernance », avec l'affirmation de nouveaux principes d'action - le principe de précaution -, la remise en cause de l'action politique traditionnelle, l'intégration du développement durable dans les stratégies des entreprises et des collectivités locales, la réorganisation de l'expertise.

<sup>5</sup> Le programme PREDIT a été lancé en 1996, pour une durée de 5 ans, à l'initiative de quatre ministères (Recherche, Environnement, transports et Industrie) et de deux agences (ADEME et ANVAR).





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## ENVIRONNEMENT : SCIENCE, EXPERTISE ET SOCIÉTÉ

### SOMMAIRE

#### Thème

Environnement  
Expertise, Science et Société  
Evolution des forêts françaises

#### Actualité

La macrofaune du sol,  
une ressource en danger  
Le programme GESSOL

Colloque  
PRIMEQUAL/PREDIT

#### Résultats

Gemitis : Evaluation des  
dommages d'un séisme sur la  
ville de Nice

#### Vient de Paraître

n°4/2000

Juillet/Août 2000

A l'initiative d' "Entreprise pour l'Environnement" et du CNRS, en collaboration avec l'ADEME et l'ANVIE, un colloque s'est tenu le 15 juin dernier pour explorer les relations entre expertise, science et société.

Il a été l'occasion de faire le bilan des changements intervenus dans ces relations depuis un précédent colloque sur le même thème qui s'était tenu à Arc et Senans en 1989, et de présenter un certain nombre d'exemples illustrant la façon dont ont été traités, du point de vue de l'expertise, 3 cas particuliers, la dioxine, les OGM et les champs électromagnétiques.

#### Evolution du contexte

Les questions posées il y a 10 ans restent largement d'actualité : quelles sont nos connaissances scientifiques des différents problèmes d'environnement, quelles en sont les difficultés spécifiques, comment gérer la complexité et les incertitudes qui en découlent, quelle est la légitimité des experts ? Mais le contexte a fortement évolué avec l'irruption de crises (vache folle, OGM), et la mise en avant de démarches comme le principe de précaution ou de concepts comme le développement durable. La spécificité des problèmes d'environnement aussi bien en tant qu'objet de science que d'expertise a été soulignée à plusieurs reprises : gestion de la complexité,

du temps, du risque, de la pluridisciplinarité, et prise en compte de l'interdépendance des problèmes.

#### L'organisation de l'expertise

Science et expertise, bien que faisant souvent intervenir les mêmes acteurs, restent des domaines différents. Apparaît alors la nécessité de réfléchir aux méthodes et procédures permettant de rationaliser le travail d'expertise.

Au travers de l'expérience du Conseil pour les applications de l'Académie des Sciences, il apparaît nécessaire de constituer une expertise collective souple, adaptable aux diverses situations, capable d'apporter des réponses concrètes aux problèmes identifiés et de formuler en retour des questions nouvelles pour la recherche scientifique.

#### Les formes du débat public

Les rapports du profane et de l'expert et du politique furent au centre de la "conférence de citoyens" sur les OGM. L'avis des citoyens se situe dans l'ordre du débat public, mais ce type de conférence permettrait, selon les personnes ayant participé à son organisation, une mobilisation de l'expertise et un questionnement nouveau.

## EVOLUTION DES FORETS FRANÇAISES : UNE VULNERABILITE ACCRUE FACE AUX TEMPETES ?

### 1 - Une surface en expansion

La surface occupée par la forêt en France a atteint un minimum historique au début du 19<sup>ème</sup> siècle. Depuis, la forêt n'a cessé de regagner du terrain.

Aujourd'hui l'expansion de la forêt se poursuit, au rythme d'environ 80 000 ha/an (période 1991-1998/source Teruti) et la forêt occupe 15,2 millions d'hectares en 1998.

### 2 - Une accumulation de matériel sur pied

Le volume sur pied moyen de la forêt française progresse depuis sans doute plusieurs décennies : il est passé de 129 m<sup>3</sup>/ha en 1980 à 149 m<sup>3</sup>/ha en 1992.

Cette évolution est le corollaire d'une récolte de bois sensiblement inférieure à la production courante de la forêt (63% en 1995-1999). Elle est vraisemblablement accentuée par l'augmentation de la productivité des peuplements forestiers, phénomène actuellement en cours d'étude.

Le volume moyen demeure en deçà des valeurs observées dans les pays de tradition sylvicole germanique (280 à 360 m<sup>3</sup>/ha). Mais cette analyse globale ne doit pas occulter une grande hétérogénéité géographique : les situations extrêmes sont rencontrées dans le Nord-Est (200 à 250 m<sup>3</sup>/ha) et dans les régions à dominante méditerranéenne (moins de 100 m<sup>3</sup>/ha).

### 3 - Une structure des peuplements évolutive

L'évolution de la structure des peuplements peut être résumée ainsi :

- recul des mélanges futaie - taillis et des taillis au profit de la futaie régulière,
- vieillissement important des peuplements comportant du taillis,
- émergence d'une ressource résineuse jeune, concentrée dans les classes d'âge de 0 à 40 ans (en 1992).

### 4 - Une répartition par essence qui change

Dans ses grandes masses, la composition en essence de la forêt française n'a pas subi de bouleversements au cours de la période observée (1980-1992). La proportion des résineux a semble-t-il encore légèrement augmenté (36,7% en 1992 contre 36,1% en 1980), mais ces chiffres comportent une part d'incertitude importante.

### 5 - L'effet de la hauteur

La hauteur dominante des peuplements est un critère important de vulnérabilité aux dégâts de tempête. La comparaison des inventaires de 1980 et 1992 montre clairement une augmentation de la surface des peuplements de hauteur dominante élevée, et une diminution de la surface des peuplements de hauteur dominante inférieure. Les tendances sont similaires pour résineux et feuillus, avec un décalage de 5 m (inversion de la tendance pour la classe 15-20 m pour les feuillus, 10-15 m pour les résineux).

La proportion des peuplements dont la hauteur dominante est supérieure à 25 m est cependant relativement faible : 9% pour les feuillus et 10,6% pour les résineux.

### 6 - Le cas des peuplements résineux

Les travaux réalisés par l'IDF après les tempêtes antérieures à 1999 ont permis de déterminer des classes de stabilité des peuplements résineux en fonction de leur hauteur dominante et de leur coefficient d'élancement moyen. Les résultats issus d'une étude des placettes IFN d'essence principale résineuse, confirment le diagnostic d'une situation très défavorable des peuplements résineux quant à la résistance au vent.

L'évolution observée entre 1980 et 1992 est par ailleurs une dégradation générale, que deux facteurs sont susceptibles d'expliquer :

- le vieillissement d'une ressource déséquilibrée : il s'agit là d'un élément incompressible, contre lequel la seule mesure possible semble être le renouvellement (accélééré ?) des peuplements matures ;

- un éventuel déficit de sylviculture (absence de dépressage, éclaircies non réalisées), ou une installation initiale inadéquate (densité excessive), qui ont conduit à des coefficients d'élancement trop élevés.

Il n'existe pas de classification similaire pour les feuillus ; un examen rapide de la répartition de la surface par classes d'élancement moyen n'a pas mis en évidence d'évolution notable entre 1980 et 1992.

### Conclusion

Cette analyse succincte de la forêt française à partir des données de l'IFN semble confirmer la réalité d'une augmentation de la vulnérabilité de la forêt française aux dégâts de tempête. Les grandes tendances d'évolution expliquent sans doute en grande partie cette dégradation :

- extension de la surface,
- capitalisation du volume sur pied,
- vieillissement d'une ressource résineuse déséquilibrée, et d'une ressource feuillue en mutation.

La mise en oeuvre de la nouvelle politique forestière française devra tenir compte de ces enseignements, y compris en ce qui concerne les mesures fiscales incitatives.

*Source : " Evolution des forêts françaises : une vulnérabilité accrue face aux tempêtes ?", Inventaire Forestier National, juin 2000.*

Des précisions peuvent être obtenues auprès de l'auteur :

*Gérôme PIGNARD Inventaire Forestier National Place des arcades BP 1001 MAURIN 34971 LATTES cedex  
Tél : 04.67.07.80.84 - gpignard@ifn.fr*

## LA MACROFAUNE DU SOL, UNE RESSOURCE EN DANGER

**Les sols abritent plusieurs dizaines à plusieurs centaines d'espèces d'invertébrés d'une taille moyenne supérieure à un centimètre désignés sous le terme général de macrofaune.** La densité de la macrofaune s'élève de quelques centaines à plusieurs milliers d'individus par mètre carré selon les milieux, pour une biomasse de quelques grammes à quelques dizaines de grammes en poids frais.

**La macrofaune du sol constitue une ressource qui remplit au sein d'un écosystème des fonctions essentielles pour le maintien de la qualité des sols. Cependant, cette faune est actuellement gravement menacée** car la plupart des interventions humaines réduisent sa diversité et/ou diminuent fortement son abondance.

Un **séminaire international** organisé du 19 au 23 juin par l'IRD, dans le cadre de l'Année internationale d'observation de la biodiversité, s'est proposé de **mettre au point des outils plus efficaces pour mieux connaître l'impact de l'homme sur cette faune et mieux protéger cette richesse du sol.**

Le maintien de la qualité des sols fait intervenir des "transformateurs de litière" (arthropodes essentiellement), qui vivent dans les résidus organiques de la surface, en orientent et en stimulent la décomposition et des "organismes ingénieurs" (fourmis, termites et vers de terre), qui vivent principalement dans le sol et créent de nombreuses structures qui entretiennent les propriétés hydrauliques des sols.

Des techniques optimisant l'activité de cette faune, notamment celle des vers de terre ont été mises au point. Cependant, cette faune est actuellement gravement menacée. Le labour, les pesticides, les pollutions diverses (métaux lourds) et certains systèmes de culture ont des effets qui peuvent diminuer sa quantité de 90%. Les cultures pérennes, pâturages permanents ou systèmes agroforestiers maintiennent

l'abondance et même l'augmentent parfois, mais la diversité inter- et probablement intraspécifique est le plus souvent très réduite.

Dans de tels systèmes, des **"accidents de biodiversité" peuvent se produire lorsque l'énergie disponible dans les résidus organiques est utilisée majoritairement par une seule espèce ou un seul groupe fonctionnel.** Cette énergie est utilisée pour produire un seul type de structures, **dont l'accumulation exagérée peut engendrer de sévères dysfonctionnements.**

La macrofaune des sols est donc une ressource qu'il faut connaître, protéger et gérer au mieux. Car même lorsqu'elle est éliminée, l'organisation du sol héritée de ses activités ne disparaît pas tout de suite; c'est après plusieurs années que des problèmes se manifestent, sans qu'on puisse les relier à la disparition de la faune.

*Source : IRD, juin 2000*

## LE PROGRAMME GESSOL : gestion durable des sols.

Lancé par le MATE en 1998, ce programme vient d'être complété à la suite d'un nouvel appel à propositions 2000. Ce programme concerne les fonctions environnementales des sols dont l'étude a été négligée jusqu'à présent malgré leur importance pour la qualité de l'eau, de l'air et la sécurité de la chaîne alimentaire.

Ce programme comprend 15 projets pour un financement d'environ 8 millions de francs.

Les grandes thématiques concernent:  
- l'évaluation de la qualité des sols, en particulier la qualité biologique ou microbiologique en profitant des nouveaux apports de la biologie moléculaire [à peine 10% des microorganismes des sols sont connus];

- une meilleure connaissance de la matière organique ; la caractérisation du fond géochimique ou des apports anthropique en éléments traces et de leur biodisponibilité .

- d'autres recherches mettent en relation qualité des sols et qualité de l'eau avec la maîtrise de l'érosion hydrique, le fonctionnement des zones tampons pour la maîtrise des pesticides, ou les impacts de la récolte et de la régénération en milieu forestier.

- le rôle essentiel joué vis à vis de la qualité de l'air avec les émissions d'oxydes d'azote [gaz à effet de serre] ou au contraire la séquestration du CO2 atmosphérique par la matière organique des sols. Ces dernières recherches menées en relation avec le programme GICC revêtent une grande importance à cause des accords de Kyoto [prise en compte dans les articles 3.3 et 3.4 ]

- d'autres projets concernent la caractérisation de la qualité physique, chimique et biologique des sols avec l'objectif d'appliquer les résultats à la surveillance des sols à long terme qui est prévue dans le nouveau dispositif national mis en place dès cette année.

**Contact :**

*michel.robert@environnement.gouv.fr*

## ANNONCE

**COLLOQUE PRIMEQUAL/PREDIT**  
01/12/2000 à Toulouse

Cette journée est destinée à présenter les acquis du programme Primequal/Predit aux acteurs de la pollution atmosphérique avec un objectif de valorisation sociale. Elle s'articule autour de deux tables rondes centrées sur des thématiques pertinentes pour les utilisateurs d'informations scientifiques et techniques. L'objectif de ces tables rondes est de montrer les apports des recherches soutenues dans le cadre du programme, pour la mise en œuvre de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie et pour les choix des stratégies d'intervention à l'échelle locale.

**Contact :**

*pascale.ebner@environnement.gouv.fr*

**"Gemitis Nice, évaluation des dommages directs d'un séisme sur la ville de Nice : Scénario de risques et Extension des résultats au département des Alpes Maritimes".**

L'équipe du BRGM chargée de cette étude, a mis au point une méthode originale et innovante pour mener à bien un travail sur la vulnérabilité de Nice à un séisme équivalent de celui que la Côte d'Azur a subi en 1887, encore présent dans la mémoire des Niçois, d'une magnitude de 6,3. Cette méthode pourrait être transposable aux études de vulnérabilité des systèmes urbains en général. Cette étude a été financée par le MATE (cofinancement Direction de la prévention des pollutions et des risques et Service chargé de la Recherche).

Les résultats en sont les suivants : une cartographie des intensités sismiques, des effets induits et des dommages est dressée pour le séisme de référence à Nice. Les dommages sont évalués en fonction de différents paramètres de la vulnérabilité (physique, humaine, fonctionnelle, économique et culturelle).

Pour le séisme de référence, suivant l'heure de survenue, le nombre de personnes blessées gravement ou décédées serait compris entre 10 et 80, il y aurait entre 1500 à 3000 blessés légers et 20 000 à 60 000 sans abris. Les coûts totaux directs et indirects seraient compris entre 11 et 37 milliards de francs. Une extension au département des Alpes-Maritimes conduit à envisager de 30 à 100 000 sans-abris et de 30 à 80 milliards de francs d'impact global (dont 10 à 40 milliards de dommages directs). L'étude met aussi en évidence les dysfonctionnements qui pourraient survenir du fait de l'organisation des secours et des défaillances des réseaux et bâtiments essentiels.

Les résultats de l'étude ont été présentés à la mairie de Nice (juillet 1999) et à la préfecture des Alpes-maritimes (septembre 1999). Une réunion d'information aux maires des communes concernées a été organisée en février dernier par le Préfet. Les résultats chiffrés ont été

proposés comme ceux d'un exercice sur un scénario c'est à dire associés à une probabilité donc non certains. Toutefois, cet exercice est aussi apparu comme nécessaire à une meilleure préparation des services chargés des secours et à une plus grande sécurité des habitants et des touristes, assurée par des mesures d'urbanisme préventif et de construction pertinentes.

*Des précisions peuvent être obtenues auprès du responsable scientifique de cette étude, P. Masure du BRGM : p.masure@brgm.fr*

**Vient de paraître :**

**Villes, densités urbaines et développement durable**

*Actes du colloque des 14 et 15 octobre 1999 MATE, Août 2000*

Ce colloque organisé par le MATE, en collaboration avec le Plan Urbanisme, Construction, Architecture, a permis de dresser un bilan du volet densités urbaines du programme de recherche Villes et écologie

Trois sujets au cœur de la problématique du développement durable ont été abordés : les effets environnementaux du développement durable, les coûts et efficacité économiques, et enfin les systèmes d'acteurs du développement durable. La question des rapports entre la densité urbaine et la présence de la nature dans les villes se trouve ainsi élargie à celle du développement local.

**Contact :**  
*odile.hanappe@environnement.gouv.fr*

**Modélisation en Ecotoxicologie**

*Club CRIN/ MATE, Paris Juin 2000*

L'évaluation des risques liés à la présence de polluants dans les milieux est l'un des thèmes prioritaires du programme national d'écotoxicologie (PNETOX), lancé par le ministère en 1996. Les recherches sur les modèles d'exposition et d'effets, ainsi que celles établissant des liens entre approche écologique, approche écotoxicologique et modèles prédictifs sont considérées comme prioritaires.

Modéliser le devenir des substances et leurs effets, c'est se donner des

moyens de représentation et de prédiction. Modéliser peut alors servir à améliorer les outils d'aide à la décision. Ce document rassemble les communications présentées lors d'un séminaire qui s'est tenu le 25 mars 1999, organisé dans le cadre de PNETOX, en collaboration avec le club CRIN Environnement et Société. Ces communications contribuent, par la présentation et la discussion de différents modèles, à la mise en œuvre d'une meilleure évaluation prospective des risques liés à la présence de polluants dans les milieux.

**Contact :**  
*catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr*

**Impacts potentiels du changement climatique en France au XXIème siècle**

*Coédition MIES/MATE, Juin 2000.*

Cette nouvelle édition (la première date de 1998) rassemble l'état des connaissances et des incertitudes présumées de façon synthétique dans des chapitres rédigés par des experts de chaque domaine considéré : les modifications climatiques prévisibles dans les différentes régions, les impacts à attendre d'une élévation du niveau de la mer sur les côtes, la modification de la couverture neigeuse en montagne, les effets possibles sur les écoulements superficiels et les eaux souterraines, les impacts potentiels sur les sols, sur l'agriculture, sur les forêts et la sylviculture, sur les écosystèmes méditerranéens et alpins, sur le tourisme et sur la santé publique. Les données scientifiques contenues dans ce document confirment que nous serons confrontés dans les prochaines décennies à un changement climatique dont les impacts sur les milieux et les activités économiques en France seront nombreux et variés, et que nous devons donc nous préparer à en affronter les conséquences de tous ordres. Les résultats attendus du programme de recherche " Gestion et Impacts du Changement Climatique " (GICC) mis en place par le MATE devraient contribuer à nous y préparer.

Ce rapport est disponible au MATE (**contact** : *maurice.muller@environnement.gouv.fr*) ou à la MIES.



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## ÉVÉNEMENTS EXTREMES, CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET EFFET DE SERRE

### Les événements météorologiques de décembre 1999

Les deux tempêtes ou ouragans qui ont frappé la France, successivement le dimanche 26 et dans la nuit du 27 au 28 décembre, ont présenté un caractère de rare intensité pour nos latitudes.

Le 26 décembre, des vents d'une violence exceptionnelle ont accompagné la très profonde dépression (972 hPa à 07H le 26/12 aux environs de Rouen), avec des rafales entre 126 km/h (de la Bretagne à l'est de la France) et 173 km/h (à Orly) balayant une bande d'une largeur de 150 km environ centrée approximativement le long du 49<sup>ème</sup> parallèle.

Une seconde dépression très creusée (965 hPa sur la pointe de la Bretagne le 27/12 vers 16h) a été accompagnée de rafales de vent atteignant pratiquement 200 km/h à l'Île d'Oléron, et restant supérieures à 150 km/h sur la partie sud du pays.

Outre ces vents extrêmement violents et dévastateurs, ces deux tempêtes ont été accompagnées de fortes précipitations, entraînant au cours de la semaine suivante de nombreuses et très importantes inondations.

### Ces événements sont-ils exceptionnels ?

Les forces de vent enregistrées pendant ces deux événements sont comparables avec celles ayant accompagné, mais en certains points seulement, les très fortes tempêtes de 1987 et 1990 où des rafales dans la gamme de 140 à 175 km/h

avaient été mesurées en Bretagne et en Normandie.

**Toutefois, on peut affirmer que les deux tempêtes de décembre 1999 sont exceptionnelles tant par leur intensité que par l'extension du territoire concerné par des rafales supérieures à 120 km/h, et que par leur gravité et l'ampleur des conséquences et des dégâts enregistrés. Aucun phénomène comparable n'a été enregistré sur les cinquante dernières années.**

### Peut-on prévoir de tels événements ?

Le modèle de prévision numérique utilisé par Météo-France (ARPEGE) a permis de prévoir l'intense creusement de ces dépressions avec une très bonne précision (par exemple un creusement de 973hPa a été prévu 18h à l'avance pour la tempête du 26/12). Le modèle de prévision d'ensemble utilisé par le Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme (Reading, Royaume Uni) a lui aussi permis de simuler le développement violent de ces tempêtes parmi la gamme des évolutions possibles, mais cependant pas les plus probables, 4 jours à l'avance.

Des difficultés ont toutefois été rencontrées dans les phases intermédiaires de ces prévisions, où la prise en compte des précurseurs des dépressions a parfois été considérée comme peu probable par les schémas d'analyse actuellement en place, et où des observations très importantes mais peu nombreuses ont ainsi été rejetées. Parallèlement à la mise en place de

## SOMMAIRE

### Thème

Événements extrêmes,  
changements climatiques  
et effet de serre  
Une définition et quelques chiffres

### Résultats

Solidarité territoriale et ruissellement érosif  
Effets psychologiques des inondations de 1992 dans le Vaucluse

### Actualité des programmes de recherche:

Lit'eau, programme de recherche sur la gestion durable du littoral  
Changement Climatique  
Evaluation et Prise en compte des Risques

**n°3/2000**

**Juin 2000**

nouvelles méthodes d'analyse (analyse variationnelle à quatre dimensions) il sera nécessaire à l'avenir d'augmenter la quantité et la qualité des observations disponibles, notamment au-dessus des océans à l'aide de sondeurs spatiaux.

### **Constate-t-on un accroissement de la fréquence des événements extrêmes ?**

Outre les deux tempêtes de décembre 1999, les toutes dernières années ont vu de nombreux autres éléments météorologiques intenses : sécheresse en Indonésie, au Mexique et en Amérique Centrale, cyclone Floyd, inondations et coulées de boues au Venezuela,...

Il est pourtant difficile de construire une statistique de tels événements, peu fréquents par nature. Une étude systématique sur la France a néanmoins permis de montrer une stabilité du nombre des tempêtes entre 1962 et 1992. Cette étude devrait être complétée tant pour les années actuelles que pour les années antérieures, et étendue spatialement, afin de dégager une éventuelle tendance. Quoi qu'il en soit, **il ne semble pas exister actuellement d'indications indubitables d'une augmentation statistiquement significative, soit de la fréquence, soit de l'intensité de telles tempêtes.**

### **Y a-t-il un lien entre de tels événements et le changement climatique dû à l'effet de serre ?**

#### *Le réchauffement planétaire et l'effet de serre*

Le dernier rapport du Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), daté de 1995, estimait qu'il était peu vraisemblable que le réchauffement de la température de surface observé en valeur moyenne depuis le début du siècle (de 0,6° à 0,9°, selon la référence choisie) soit d'origine entièrement naturelle.

Depuis 1995, plusieurs arguments sont venus à l'appui de ce diagnostic : records de chaleur battus et rebattus ces dernières années, variation de l'étendue des glaces de mer, convergence accrue des simulations climatiques qui ont toutes besoin de faire appel aux effets anthropiques pour reproduire le climat actuel dans sa diversité spatiale et temporelle,...

**Le faisceau de présomptions indiquant que nous nous trouvons face à un changement climatique s'est donc renforcé.**

#### *Changement climatique et événements extrêmes*

Ce changement climatique pourra-t-il à l'avenir s'accompagner d'une multiplication des événements extrêmes ?

Les modèles de simulation climatique (qui sont construits pour nombre d'entre eux à partir de modèles de prévision numérique validés par de nombreux tests) prédisent que le climat se réchauffera à l'horizon 2070 d'une valeur moyenne comprise entre 1° et 4° selon les modèles (au taux actuel d'augmentation de la quantité atmosphérique des gaz à effet de serre). A cette valeur moyenne seront associées des différences importantes dans les effets suivant les zones géographiques. **Ainsi, les modèles prédisent, de façon assez cohérente entre eux, que simultanément le cycle hydrologique s'intensifiera** (zones humides plus humides, zones sèches plus sèches). **De même, le niveau moyen des océans s'élèvera de quelques dizaines de centimètres sur la même période**, modifiant l'évolution dynamique des zones littorales, et accentuant notamment le caractère dévastateur des inondations dans les zones les plus basses de la planète (deltas, atolls,...). **Enfin nombre de ces modèles prédisent des événements El Niño plus forts et, à nos latitudes, une intensification de la cyclogenèse et des routes dépressionnaires sur l'Atlantique, tant en fréquence qu'en intensité.** Pour cette dernière prévision en particulier, il faut souligner que le signal issu de la modélisation est à la limite de la significativité statistique.

Bien évidemment cette estimation statistique des risques dans un climat réchauffé reste à améliorer, et doit faire l'objet de recherches plus spécifiques.

#### **Conclusion**

Il est possible de résumer les éléments actuellement en possession de la communauté scientifique, tant météorologique que climatique, de la façon suivante : **"il n'est pas démontré que les événements météorologiques récents soient le signe d'un changement climatique, mais quand le changement climatique sera pleinement perceptible, il est très vraisemblable qu'il puisse s'accompagner d'une augmentation des événements extrêmes".**

*Ce texte a été rédigé à la demande du MATE par :*

Jean-Claude André, *Président du conseil scientifique du programme "Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC)*

Daniel Cariolle, *Directeur de la Recherche de Météo-France*

Gérard Mégie, *Président du "Comité de Coordination des Sciences de la Planète et de l'Environnement"*

Jean-François Minster, *Directeur Scientifique "Sciences de l'Univers" du CNRS, actuellement président-directeur général de l'IFREMER.*

° °  
°

#### **Une définition et quelques chiffres**

Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique ou dépression, affectant une zone de basses pressions de l'atmosphère, de 1000 à 2000km de large ; dans cette zone se confrontent deux masses d'air aux caractéristiques bien distinctes, en particulier leur température et leur teneur en vapeur d'eau. Cette confrontation engendre un gradient de pressions très élevé à l'origine de vents violents et le plus souvent de précipitations intenses. La force d'une tempête se mesure à l'échelle de Beaufort (0 à 12). On parle de tempête à partir de 10. Les deux tempêtes de décembre 1999 correspondent à 12 sur l'échelle de Beaufort.

Les données relatives aux principales tempêtes répertoriées en Europe Occidentale et en France métropolitaine sont, du point de vue statistique, rares et dispersées ; la mémoire des tempêtes s'inscrit d'avantage par leurs impacts que par leurs caractéristiques météorologiques ; il est difficile de rassembler le chiffrage de ces impacts (bilan humain, destruction forestière, impacts financiers, naufrages et pollutions induites,...).

On peut retenir les quelques données suivantes :

- à l'échelle mondiale, les tempêtes représentent 25% du nombre des catastrophes naturelles et 58% des sinistres assurés pour catastrophes naturelles ;
- les tempêtes qui sévissent en Europe Occidentale sont à distinguer des cyclones tropicaux, ne serait-ce que par la prévisibilité de ces derniers, liée à leur régulière périodicité ;
- les tempêtes les plus meurtrières peuvent être dues à des phénomènes de submersion marine : ce fut le cas de la tempête de 1953 qui a sévit sur les Pays-Bas et l'Allemagne et a fait 2000 morts.

*Source*: Les définitions et données ci-dessus ont été colligées au sein du SRP : [annie.ehrard-cassegrain@environnement.gouv.fr](mailto:annie.ehrard-cassegrain@environnement.gouv.fr).

## RESULTATS

### La solidarité territoriale face au ruissellement érosif

La population du Pays de Caux est confrontée à des risques environnementaux liés au ruissellement des eaux pluviales : **ravinement des sols, inondations boueuses catastrophiques, turbidité de l'eau potable et épidémies gastriques**. Ces troubles sont devenus un des soucis majeurs de la vie publique locale, comme le montrent les récentes inondations mortelles de Fécamp et Barentin et les fréquentes interdictions d'alimentation en eau potable. **Le ruissellement place les populations rurales et urbaines en interdépendance socio-économique**. Au sein de chaque bassin versant, les limites administratives (communes, cantons) et les clivages de gestion du territoire (rural/urbain) sont physiquement et socialement transgressés. **La gestion publique de l'eau réunit des acteurs dont les stratégies de développement s'ignorent ordinairement**.

Le cas témoigne des situations où des interdépendances physiques entre activités humaines obligent à **repenser les relations locales de solidarité sur un territoire** : entre exploitants agricoles voisins, entre collectivités amont et aval, entre utilisateurs du sol et utilisateurs de l'eau. Sociologiquement, le bassin versant ne correspond pas forcément à la dimension des groupes d'appartenance (l'entreprise, la parenté, l'association, la commune, le parti, le canton, l'Etat). **C'est donc implicitement sur la motivation collective à être ensemble que portent les efforts d'une gestion solidaire**.

Dans le microcosme de la décision publique locale, l'organisation perd de sa rigidité et devient à géométrie variable. **Comprendre l'évolution d'un dossier n'est alors possible qu'à la condition de le réinscrire dans un système d'échanges plus vaste** où les différents participants sont engagés selon leurs diverses responsabilités et jouent sur plusieurs tableaux la répartition des contraintes et des opportunités.

**Observer un cas de risque physique permet de comprendre l'imbrication de facteurs techniques, économiques**

### et culturels dans l'organisation sociale.

Cette approche anthropologique, encouragée par le programme Evaluation et Prévention des Risques du MATE, permet de rapprocher géographes et agronomes pour fournir aux acteurs locaux des outils d'aide à la décision.

*Source* : l'analyse développée ci-dessus reprend des éléments d'une thèse INRA SAD/CNRS LADYSS soutenue en 1999 à l'université de Paris X Nanterre. " *Entre recours à l'état et recours au marché, principes de solidarité face au risque de ruissellement érosif en Pays de Caux*". De plus amples renseignements peuvent être obtenus auprès de l'auteur : [cartier@jouy.inra.fr](mailto:cartier@jouy.inra.fr)

### Evaluation épidémiologique des effets psychologiques des inondations de 1992 dans le Vaucluse : une étude transversale en 1997.

Cette recherche épidémiologique avait pour objectif d'étudier, 5 ans après les faits, l'impact psychologique des inondations de 1992 sur les habitants de deux communes concernées, et notamment d'évaluer la faisabilité de la mise en place d'une telle étude et de valider des échelles psychométriques pour l'évaluation de l'état de stress post-traumatique, des troubles anxieux et des troubles dépressifs.

Une **étude pilote** a été effectuée en 1995-1996 pour évaluer l'acceptabilité de l'étude par les autorités locales et les habitants. Elle a **monté qu'une telle enquête plusieurs années après la catastrophe était faisable mais dépendait de son acceptabilité par les autorités locales et la population**, ce qui n'a pu être obtenu que dans une des deux communes.

L'enquête a eu lieu en juillet 1997 auprès de 500 personnes de cette commune tirées au sort dans le fichier France Télécom et interrogées par téléphone.

**Cette recherche a permis de mettre en évidence les deux points suivants :**

- **Un lien significatif entre la mesure de différents symptômes et l'exposition à l'inondation**. Ce lien s'accompagne d'une relation de type exposition-effet. Bien que l'inondation n'ait pas causé de décès dans la

commune, elle a pu contribuer à l'aggravation et au déclenchement de symptômes psychologiques et à une consommation de soins plus importante chez les personnes les plus exposées.

- **L'existence de certains facteurs de risque**, en particulier le fait d'avoir eu des troubles psychologiques au moment de l'inondation semble prédictif d'un impact psychologique à long terme.

En conséquence, **elle conclut à la nécessité de mieux prendre en compte l'impact psychologique des inondations, surtout en zone rurale**, où la prise en charge des troubles psychologiques peut être plus difficile pour des raisons d'accessibilité aux soins. **Cette recherche** est intéressante sur le plan méthodologique car elle **a fait la preuve de la faisabilité d'une étude post-catastrophe**, tout en soulignant qu'elle dépendait largement de l'acceptabilité des autorités locales et de la population. Elle a également permis la validation des outils utilisés, en particulier l'échelle d'évaluation des symptômes de stress post-traumatique. Enfin, elle a montré que l'interview téléphonique est une méthode fiable et efficace de recueil d'informations dans le domaine de la santé mentale.

Ces principaux résultats même s'ils ne permettent pas de conclure à une relation causale entre les effets évalués et l'inondation soulignent que la dimension psychologique devrait être mieux prise en charge à la suite d'une catastrophe naturelle. Les pouvoirs publics disposent avec ce travail **d'une première analyse sur la persistance, 5 ans après la catastrophe, de troubles psychologiques dans une population exposée et qui a subi des dommages essentiellement matériels et financiers**.

*Source* : Cette étude, réunissant des équipes de l'IPSN (Département de la santé de l'homme), de l'ORS PACA et de la Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education de Louvain (Belgique), a été financée par le programme Environnement et Santé du MATE (AO 1996). Des précisions peuvent être obtenues auprès du responsable scientifique de cette étude : [pierre.verger@ipsn.fr](mailto:pierre.verger@ipsn.fr)

## ACTUALITE SCIENTIFIQUE

### Lit'eau, programme de recherche sur la gestion durable du littoral

Le littoral, lieu d'interface entre la terre et la mer, correspond à une partie de l'écosystème marin particulièrement fragile et menacée par les multiples contraintes ou pollutions qui s'exercent sur elle.

En 1998, le MATE a mis en place Lit'eau, un programme de recherche pour une période de 5 ans [1998-2003] qui a pour objectif de **fournir des outils scientifiques d'aide à la décision et des méthodes applicables à la gestion durable du littoral**. Ce programme finalisé est complémentaire du programme national environnement côtier [PNEC] mené par l'INSU et les grands organismes de recherche.

Après deux appels à proposition [1998-2000], un total de 25 projets ont été retenus avec un financement incitatif de 15 millions de francs du MATE, complété par le Ministère de l'Équipement ou les Agences de l'eau.

Les **thèmes abordés** sont :

- **la gestion des apports et la maîtrise de leurs impacts sur les milieux** [excès de nutriments, contaminants chimiques ou microbiologiques, boues de dragage] ;
- **la gestion des écosystèmes littoraux** [nourriceries, espèces envahissantes ou amphyalines, zones à protéger] ;
- **la réhabilitation, la gestion des usages et les aspects socio-économiques**.

### Les suites de la marée noire de l'Erika

Dans le cadre des **engagements du CIADT de Nantes** consacré aux suites de la **marée noire de l'Erika**, un appel à proposition de recherche a été lancé dans le cadre de Lit'eau, concernant les **conséquences écologiques, écotoxicologiques et économiques de la marée noire**. Ces recherches sont destinées à fournir les bases et outils scientifiques pour un **dispositif de suivi** et l'installation d'**observatoires à long terme**.

Les projets sont en cours de sélection et des compléments de financement pourront être apportés par la fondation Totalfina.

Un premier colloque est prévu en mars 2001 qui rassemblera les scientifiques et les gestionnaires pour présenter d'une part les premiers retours d'expériences sur la marée noire de l'Erika mais aussi sur d'autres événements survenus en France ou à l'étranger, et d'autre part les projets de recherche par grandes thématiques.

*michel.robert@environnement.gouv.fr*



### Les recherches sur le changement climatique (Programme GICC 1999)

L'atmosphère et le climat sont soumis à un certain nombre de modifications du fait, notamment, des activités humaines.

L'opinion et les pouvoirs publics sont de plus en plus préoccupés par les changements climatiques liés à l'accroissement de l'effet de serre qui risquent d'entraîner des effets néfastes sur les écosystèmes et les ressources naturelles, sur les infrastructures et les activités économiques et plus généralement sur le bien-être des générations futures.

Le premier appel à propositions « Gestion et impacts du changement climatique » (GICC) a permis de sélectionner 22 projets.

Les différents **thèmes** de l'appel sont inégalement couverts par les projets retenus. Les sujets les mieux traités concernent :

- **le développement de modèles socio-économiques pour évaluer l'efficacité et les coûts de différentes stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)**, notamment dans les secteurs de l'énergie et de l'agriculture ;
- **les méthodes d'évaluation des sources de GES et des puits de CO<sub>2</sub> ; l'évaluation des impacts potentiels du changement climatique sur les régimes hydrologiques et la ressource en eau**, notamment dans le bassin versant du Rhône, ainsi que sur la filière "forêt-bois".

Par contre, sont insuffisamment traitées des questions aussi importantes que :

- la dimension juridique des mécanismes de "flexibilité" (en particulier, des

marchés de permis d'émissions négociables) ;

- la quantification du potentiel "puits net de carbone" que représentent les forêts et les sols en France ;
- les impacts potentiels sur l'agriculture, le littoral et la santé publique ;
- la prévisibilité de l'évolution future des événements extrêmes générateurs de catastrophes (tempêtes, inondations, sécheresses,...).

Le 2<sup>ème</sup> appel à propositions GICC en préparation pour la fin de l'année 2000 mettra l'accent sur ces thèmes mal couverts.

*maurice.muller@environnement.gouv.fr*



### Les recherches sur l'évaluation et la prise en compte des risques (Programme EPR 2000)

La prévention des risques, la gestion de la post-crise et le retour d'expérience sont les objets d'étude principaux relevant du programme « Evaluation et prise en compte des risques » (EPR). Le second appel à propositions a reçu 40 réponses ; 12 réponses ont concerné les événements survenus en fin 1999. 11 propositions ont été sélectionnées. La plupart des réponses mobilisent plusieurs disciplines avec une dominante de la sociologie, de l'économie, du droit et de la géographie.

Tous les axes de l'appel sont couverts, notamment **l'appropriation des risques**, et dans une moindre mesure, **l'organisation de la décision**, et **la mesure des risques**.

Deux types de remarques peuvent être faites.

Malgré les événements récents, le nombre de projets reste faible : cela est-il dû à la spécificité du Programme qui demande des recherches alliant réflexion théorique et effort d'opérationnalité, avec une obligation de multidisciplinarité ?

Malgré les efforts des proposant, une réflexion reste à mener sur les moyens de mieux prendre en compte les besoins effectifs des acteurs opérationnels.

*genevieve.baumont@environnement.gouv.fr*





Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## EMPLOI ET ENVIRONNEMENT

### SOMMAIRE

**Thèmes :**  
Emploi et Environnement

Contaminations  
microbiologiques

**Résultats :**  
Phytoplancton toxique  
Polluants organiques persistants  
Sols pollués  
Bioremédiation  
Bactéries et effet de serre

**Actualité :**  
Europe, Economie,  
Environnement  
Science et gouvernance  
Inventaire et surveillance des  
sols en France  
Séminaire « Concertation,  
Décision et Environnement »

**n°2/2000**  
**Avril/Mai 2000**

Le programme de recherche « les emplois du développement durable » a été lancé en 1998. Les résultats obtenus ont été présentés fin mars au Ministère, lors d'un séminaire de travail associant les équipes de recherche impliquées et le Centre d'étude de l'emploi qui gère ce programme pour le compte du ministère.

Les conclusions de ces travaux mettent en avant les faits significatifs suivants.

- Une approche du développement durable **centrée prioritairement sur le local**, qui intègre le rôle du secteur associatif, permet de développer les relations entre les acteurs locaux, les solidarités, les savoir-faire et à combiner les moyens de l'Etat ou des collectivités.

- **Les services environnementaux localisés n'ont pas seulement des effets « locaux »** : si la prestation est localisée, ses répercussions peuvent concerner, de façon plus ou moins diffuse, des territoires très vastes : les promeneurs peuvent venir de loin, la biodiversité protégée a des répercussions larges....

- Compte tenu de leur nature, ces services s'insèrent généralement dans plusieurs systèmes techniques **impliquant des compétences en partie inédites et de nouveaux modes de combinaisons des compétences** : système technique agricole (protection des haies par exemple), système écologique

(externalités concernant la biodiversité), système touristique, économie des loisirs, etc. Le croisement entre les différents secteurs d'expertise montre l'enjeu constitué par la production des compétences nécessaires à l'émergence de ce type de marché, à la définition de ces services, que cela concerne l'ingénierie, l'entretien des milieux, ou l'animation.

- **Les parties prenantes réclament plus de cohérence entre les politiques** régionales, nationales et européennes dans les différents domaines : emploi (formation, pérennisation concurrence entre dispositifs), environnement, agriculture... Ils se trouvent en effet confrontés à des problèmes, ignorés jusqu'à présent, de concurrence, d'intégration des activités marchandes (calculs de seuils de rentabilité par exemple), de concurrence entre dispositifs publics d'aide à l'emploi.

- Dans tous les cas, les conditions de développement des activités environnementales, dans une optique de développement durable, conduisent à retenir trois ensembles de critères sur l'emploi (caractéristiques des emplois, dispositifs de formation), sur les conditions économiques (caractéristiques de la demande et de l'offre, possibilités de financement) et aussi sur les stratégies des acteurs.

Le programme complet de la journée et son résumé sont disponibles auprès de Ph. Templé

(philippe.temple@environnement.gouv.fr)

## CONTAMINATION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX ET DES ALIMENTS

Une **journée d'animation scientifique**, organisée dans le cadre du **programme de recherche environnement et santé (PRES)** du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, a rassemblé le 27 janvier 2000 à l'Institut Pasteur une soixantaine de chercheurs impliqués dans les vingt-deux projets soutenus financièrement par le programme depuis 1996. Assistaient également à cette réunion des experts du conseil scientifique du programme ainsi que des représentants du comité inter-organismes (DGS, InVS, AFSSA, IFREMER notamment).

Sur les vingt-deux communications scientifiques, six ont porté sur **la contamination virale des eaux**, dix sur le **risque bactériologique** et six sur la **contamination parasitaire**. L'état d'avancement des projets est variable : quatre projets soutenus dès 1996 arrivent à leur phase finale ; six projets soutenus en 1999 en sont à leur mise en place. Néanmoins tous ont été présentés afin de favoriser des échanges entre les équipes qui travaillent sur des thématiques voisines.

Cette journée a permis de mettre en évidence **la réelle mobilisation d'équipes nouvelles** sur les problèmes de contamination microbiologique, équipes de provenance institutionnelle très variée : Universités et notamment facultés de médecine et de pharmacie, mais également INSERM, INRA, IFREMER, InVS, AFSSA, CNRS et Institut Pasteur notamment.

Pour ce qui est de **la contamination virale des eaux et des aliments**, le problème de la faible représentativité des indicateurs actuels de contamination microbiologique vis à vis du risque viral a été discuté. Les résultats de la recherche menée par l'IFREMER

sur la contamination virale de l'environnement lagunaire pendant un suivi de trois ans ont montré la présence de virus entériques dans des coquillages quelque soit la catégorie de la zone dans laquelle ils ont été testés. Cette recherche a également montré l'efficacité des **nouvelles techniques de biologie moléculaire** pour la mise en évidence de virus dans les échantillons environnementaux. Ces méthodes sont développées également par d'autres équipes soutenues par le programme (Institut Pasteur de Lille et laboratoire de virologie de Bordeaux notamment). Un travail associant des laboratoires de l'INRA et du CEMAGREF se met en place pour étudier par approches moléculaires le transfert éventuel de **contaminants microbiologiques** liés à l'utilisation en agriculture de **boues de station d'épuration**.

Ces problèmes de contamination microbiologique sont abordés dans de nombreux projets grâce à une **approche épidémiologique**. Les premiers résultats d'une recherche en population générale concernant la corrélation entre l'incidence moyenne de survenue de troubles digestifs avec la surveillance microbiologique de l'eau de boisson suggèrent que **le respect des normes bactériologiques actuelles n'élimine pas tout risque microbiologique**. Ces résultats ainsi que d'autres présentés devraient fournir des données pour une meilleure démarche d'évaluation des risques sanitaires d'origine microbienne.

Les recherches menées sur **le risque microbien** ont porté notamment sur les *Escherichia coli* producteurs de vérotoxines, *Salmonella*, *Légionella*, *Listéria*, *Clostridium botulinum*.

En ce qui concerne **les contaminations parasitaires**, les travaux de plusieurs équipes

universitaires hospitalières en collaboration avec la Compagnie Générale des Eaux ont permis une mise au point des méthodes de détection des **formes viables** de *Cryptosporidium* et de *Giardia* dans les échantillons d'eau. Les résultats obtenus par ces méthodes ont été comparés à ceux obtenus par les techniques moléculaires (PCR). Ces techniques sont appliquées dans des études en cours pour déterminer le niveau de contamination des eaux de consommation (notamment des eaux de captage) et de eaux de baignade en piscine.

Les discussions ont porté essentiellement sur les **modalités d'échantillonnage** des milieux étudiés et ont bien souligné l'importance de la représentativité de l'échantillonnage pour la qualité des études menées.

Le programme complet de la journée et le résumé des communications sont disponibles auprès de Mme C. Courvalin [catherine.courvalin@environnement.gouv.fr](mailto:catherine.courvalin@environnement.gouv.fr)

## RESULTATS

### **Neuvième Conférence sur le phytoplancton toxique**

500 scientifiques de 47 nationalités ont participé à la neuvième conférence sur le phytoplancton toxique qui s'est tenue à Hobart (Australie) du 7 au 11 Février 2000.

On peut en retenir qu'on assiste à une extension géographique de ces organismes qui infestent les côtes de nombreux pays. Le déterminisme des efflorescences (blooms) fait toujours l'objet de nombreuses recherches ; les pistes actuellement explorées concernent la possibilité de contrôle de ces efflorescences par des parasites, et l'influence des facteurs physiques

Les toxines sécrétées se retrouvent dans les coquillages (moules, huîtres) et sont souvent impliquées dans des intoxications alimentaires ; la chaire des coquillages est aussi toxique, voire beaucoup plus, que la glande digestive. Les tests actuellement recommandés par la commission européenne ne s'avèrent pas toujours adaptés pour la mise en évidence de ces toxines (test souris sur extrait de glande digestive). Mais les techniques de biologie moléculaire sont déjà opérationnelles pour la détection des algues productrices de toxine amnésiante, la spectrométrie de masse étant quant à elle, la technique d'avenir pour la détection des toxines de type polyether.

Le transfert des toxines dans la chaîne alimentaire peut être rapide : aussi une toxine comme l'acide domoïque peut passer inaperçue dans le cadre d'un réseau de surveillance basé sur le contrôle des moules, les algues ayant un contenu toxinique assez élevé, les poissons étant fortement contaminés alors que les moules le sont très peu.

### **Une publication du programme Seine Aval: les contaminants organiques qui laissent des traces (Source, Transport et devenir) (AOP).**

Le programme de recherche sur l'estuaire de la Seine continue sa politique de publication de fascicules didactiques consacrés chacun à un aspect spécifique du programme. Ce fascicule nous rappelle que des polluants organiques persistants (PCB, HAP) sont toujours présents dans l'environnement et qu'ils se concentrent dans les estuaires, en particulier celui de la Seine. Les effets sur les organismes vivants (en particulier les poissons) et les écosystèmes sont envisagés.

### **Un nouveau rapport de l'Académie des Sciences (n° 44) sur « la pollution localisée des sols et sous-sol par les hydrocarbures et par les solvants chlorés ».**

*COLIN François 448 P février 2000.*

Cet ouvrage fait suite à celui sorti en août 1998 sur la pollution des sols par les éléments trace.

Les hydrocarbures (industries pétrolières et du charbon) et les solvants chlorés (nettoyage à sec, peintures, colles, caoutchouc ...), représentent les polluants organiques les plus abondants dans l'environnement. L'ouvrage aborde sur la base des connaissances très fragmentaires actuelles, l'état des contaminations (localisées), les impacts, les moyens d'action et les recommandations.

Un constat comme dans le cas des pollutions par les éléments traces métalliques, il y a encore beaucoup de travail à faire.....

### **Sols pollués et bioremédiation**

Grâce aux empreintes génétiques, il est possible de décrire la composition des communautés microbiennes présentes dans des sols contaminés par des polluants, des hydrocarbures par exemple. Comme ces communautés renferment nombre d'organismes ayant une grande variété de fonctions, le tri et l'interprétation du rôle de chaque bactérie reste complexe. La technique des empreintes génétiques permet d'étudier comment les proportions des différentes bactéries changent avec l'exposition à différentes concentrations de polluants, le toluène par exemple. On peut utiliser cette technique pour évaluer les capacités des communautés microbiennes présentes autour des industries ayant un impact sur l'environnement.

*Source: Vigie Environnement, avril 2000*

### **Des bactéries contre l'effet de serre**

Le méthane est un gaz qui contribue à l'effet de serre ; son oxydation aboutit à la formation de gaz carbonique, dont la contribution à l'effet de serre est moindre. On connaît déjà des méthanotrophes qui ont besoin de concentrations élevées de méthane pour croître en laboratoire. Une nouvelle technique vient de permettre de mettre en évidence pour la première fois la présence, dans des sols de forêt, de bactéries capables d'oxyder le méthane à des concentrations normalement présentes dans l'atmosphère.

*Source : Nature, 245, 2000*

## ACTUALITÉ

### Europe, Economie, Environnement

La douzième réunion d'ENVECO s'est tenue à Bruxelles les 6-7 avril 2000. Le groupe ENVECO est un groupe informel d'économistes commun aux deux DG XI (environnement) et XII (recherche) créé en 1995 qui se réunit tous les six mois pour conseiller la Commission européenne et lui permettre d'anticiper les réactions des Etats-membres dans la conception de ses directives et d'en évaluer a priori les impacts socio-économiques. Chacun des Etats-membres est représenté par quelqu'un des finances et quelqu'un de l'environnement.

Un tournant vient d'être pris par ce groupe : il est consulté plus en amont et plus sur un petit nombre de textes vraiment importants. Ainsi à cette session on a parlé :

- du Livre vert sur le commerce des permis d'émission négociables (PEN) ;
- des incitations que EcoFin (Conseil des ministres des finances de l'Union européenne) pourrait mettre en œuvre pour aider les politiques publiques environnementales ;
- de l'évaluation économique des problèmes environnementaux en Europe ;
- d'un projet de guide sur les aides d'Etat pour qu'elles concilient les règles la concurrence et l'efficacité environnementale.

Un consensus se dégage progressivement dans la plupart des Etats-membres pour une combinaison raisonnée d'instruments économiques et de politiques et mesures réglementaires. La démarche de la Commission européenne s'opère par des questionnaires « ouverts ». Cela pose le problème de l'organisation des relais interministériels dans notre pays.

Ces réunions sont en outre des occasions d'échanger des documents et des informations. Ainsi se constitue progressivement une communauté des études économiques et de l'évaluation environnementale.

### La Commission européenne ouvre le débat sur le thème "Science et gouvernance"

Dans le cadre du débat ouvert actuellement à la Commission européenne autour de la construction d'un "Espace européen de la recherche", un séminaire international s'est tenu fin mars 2000 à Bruxelles sur le thème "Science et gouvernance". Il s'agissait, après réexamen de la manière dont les politiques s'appuient sur la science et la technologie pour étayer leurs décisions, de proposer la création d'un système commun de référence scientifique et technique pour soutenir le processus de décision politique. Plusieurs objectifs ont été identifiés :

- identifier clairement "qui fait quoi" dans les différents comités, agences, organismes techniques, services de normalisation et organisations intergouvernementales au niveau des Etats membres comme au niveau de l'Union européenne ;
- se mettre d'accord, au niveau européen, sur des principes directeurs communs, comme le recours au principe de précaution, les modalités de transparence et d'ouverture des processus d'expertise... ;
- organiser un réseau de centres d'excellence qui formeraient le noyau stable d'un système européen de référence scientifique et technique ; un tel réseau pourrait alerter les décideurs quant aux risques et

incertitudes liés aux découvertes scientifiques ;

- développer des relais de communication adéquats avec le public, par exemple au moyen de "conférences de consensus" qui établiraient le dialogue entre scientifiques et non-spécialistes.

Ces réflexions doivent se poursuivre, notamment à l'occasion d'une conférence internationale qui sera organisée en fin d'année.

*Source : Commission européenne, Direction générale recherche, communiqué de presse du 31 mars 2000*

### La mise sur pied d'un dispositif d'inventaire et de surveillance des sols de France

Deux réunions du 3 février et du 4 avril 2000 entre le MATE (Direction de l'Eau), MAP et l'ADEME viennent d'entériner la mise sur pied et le financement sur 5 ans de ce dispositif proposé par l'IFEN et l'INRA. Il permettra d'achever l'inventaire des sols au moins à une certaine échelle (1/250000) et de créer un réseau de surveillance des sols avec 2100 sites englobant les sites déjà installés pour surveiller la santé des forêts. La France rattrape ainsi son retard dans le domaine et sera à même de proposer une solution originale pour l'Europe.

### Séminaire « Concertation, Décision et Environnement »

La première séance de ce séminaire trimestriel sera consacrée à **la médiation environnementale**. Elle aura lieu

le mardi **20 juin de 14h à 18h** à l'ENGREF

Le programme du séminaire est disponible auprès de Mme M. Berlan-Darqué (martine.berlan-darqué@environnement.gouv.fr)



Direction des Études Économiques  
et de l'Évaluation Environnementale

# Recherche Environnement

## ECOTOXICOLOGIE

Ce document est le premier numéro de la "Lettre du service de la recherche et de la prospective de la D4E", à paraître mensuellement, et qui comportera :

- la présentation relativement détaillée de deux thèmes d'actualité,
- une série de "brèves", résultats ou actualité de la recherche.

### SOMMAIRE

#### Thèmes :

Ecotoxicologie

Science et action

#### Résultats :

Retombées atmosphériques des métaux en France

Mise en œuvre des recommandations de l'OCDE sur l'environnement en France

Prix environnement-santé 1999

#### Actualité :

Des plantes halophytes nettoient les eaux des autoroutes

Une bactérie nettoie les eaux usées

Mopitt, un instrument de mesure de la pollution troposphérique

Environnement et développement durable : 165 nouveaux projets de recherche européens

Vers un espace européen de la recherche

**n°1/2000**

**Mars 2000**

**Le Programme national d'écotoxicologie (PNETOX)** a été lancé en avril 1996 par le Ministère chargé de l'environnement pour répondre à la demande des pouvoirs publics pour tout ce qui touche à l'impact des polluants sur les écosystèmes. Les programmes de recherche qu'il soutient intéressent à la fois l'industrie, l'agriculture, les aménageurs et les collectivités locales. Il a donné une impulsion aux recherches en milieu terrestre, le domaine des sols pollués constituant une préoccupation croissante face au problème des déchets, et du souci de promouvoir une agriculture plus respectueuse de l'environnement.

Les résultats déjà obtenus dans le cadre du premier appel à propositions de recherche, lancé en 1996, ont été présentés au colloque organisé les 8 et 9 décembre 1999, qui a réuni représentants de l'administration, chercheurs, et industriels.

Les résultats principaux sont les suivants :

- **l'étude des biomarqueurs et des bioindicateurs** appliquée aux écosystèmes aquatiques et terrestres fait émerger des indicateurs biologiques utiles aux gestionnaires pour apprécier le degré de perturbation du milieu;

- **l'étude des systèmes sol/plantes** apporte un éclairage nouveau sur certains mécanismes de résistance des végétaux, qui peuvent

être mis à profit pour la rémédiation des sols pollués et des friches industrielles;

- **les recherches sur les déchets et les sédiments contaminés** ont fait évoluer les approches d'évaluation de l'écotoxicité des déchets et des sédiments contaminés; leur intérêt supplémentaire est d'avoir souligné le danger de la fraction toxique adsorbée ou insoluble, trop souvent négligée dans les évaluations de risques;

- **les effets toxiques à long terme des dérivés persistants** et peu biodégradables, la biodisponibilité des polluants, les conséquences d'effets génotoxiques et de perturbations endocrines sur les populations exposées sont des préoccupations d'actualité qui rejoignent celles des écologistes et des industriels.

Le soutien aux recherches sur les écosystèmes terrestres et les indicateurs biologiques demeure une priorité dans le cadre du second appel à propositions PNETOX. Beaucoup reste à faire pour valider les modèles d'évaluation des risques actuellement en cours, et définir de nouvelles stratégies d'évaluation de la qualité de l'environnement qui tiennent compte des indicateurs biologiques.

Le programme complet de la journée et son résumé sont disponibles auprès de Catherine Bastien Ventura  
(catherine.bastien-ventura@environnement.gouv.fr)

## LIENS ENTRE ACTION ET SCIENCE DANS LE DOMAINE DE L'ENVIRONNEMENT EN EUROPE

Co-organisé par les Directeurs généraux français et autrichien de l'environnement et le Directeur scientifique du département britannique de l'environnement, ce séminaire a réuni dix pays de l'Union européenne, la Norvège, les Directions générales Recherche et Environnement et l'Agence européenne de l'environnement. Il poursuivait quatre buts :

- examiner les mécanismes de diffusion des résultats de la recherche communautaire et la manière dont ils sont utilisés par la politique ;
- analyser la correspondance entre la R & D et les besoins de recherche des programmes d'action en environnement ;
- étudier le rôle de l'expertise scientifique dans le processus de décision ;
- réfléchir aux perspectives pour les politiques d'environnement et de recherche en Europe.

**1) La diffusion des résultats scientifiques est insuffisante.** Les pays ne tiennent pas assez compte des résultats de la recherche et ils devraient réagir plus rapidement, au moyen d'outils diversifiés : publication de résumés - clés, de synthèses, conférences de consensus, forums, moyens d'études accrus, dialogue en amont entre politiques, chercheurs et utilisateurs.

**2) La couverture des besoins de recherche du 5<sup>ème</sup> Programme d'action par le 5<sup>ème</sup> Programme cadre de recherche et développement (PCRD) a été analysée de façon approfondie, en identifiant les aspects où elle a été créditée de **bonne, incomplète ou absente**.** Des thèmes de recherche transversaux ont été dégagés : le caractère générique des aspects socio-économiques, le besoin de

recherches en psychologie, sur les questions d'éthique, de méthodes et d'indicateurs, le pré-normatif, les pays en accession, la dimension régionale.

**3) L'expertise en appui à la prise de décision** s'organise selon un nouveau schéma, remettant l'expert en question, formé d'une succession de phases d'ouverture et de fermeture d'un débat s'élargissant à des collectifs pluriels et débouchant sur la production de «connaissances socialement robustes», partiellement de caractère scientifique, et posant aussi les problèmes de confiance, de responsabilité, de transparence.

La difficulté des politiques environnementales à la prise en compte de l'économie rend difficile un usage honnête de l'expertise économique : l'expertise économique doit être ouverte, s'inscrire dans la durée, chercher à comprendre les mécanismes en jeu. La discussion a montré qu'il est de plus en plus difficile de décider.

**4) L'agenda européen évolue rapidement.** L'évaluation du 5<sup>ème</sup> programme d'action a montré que sa mise en œuvre ne répond pas à tous les espoirs soulevés lors de son élaboration. Le 6<sup>ème</sup> programme sera stratégique, inscrit dans une démarche de développement durable et ouvert aux pays en accession. La Commission souhaite promouvoir un "Espace européen de la recherche" qui renforce les moyens consacrés à la recherche, assure une bonne articulation entre les programmes de recherche nationaux et la recherche européenne.

Cinq priorités ont été retenues :

a) le programme de recherche européen a besoin de plus de travaux d'ordre socio-économique;

b) les recherches menées dans les différentes actions-clés du 5<sup>ème</sup> PCRD nécessitent d'être mieux coordonnées ;

c) il est nécessaire d'impliquer tous les acteurs dans la préparation des 6<sup>èmes</sup> programmes d'action et de recherche ;

d) le nouveau programme d'action sur l'environnement devra prendre en compte les besoins de recherche dès sa phase de formulation;

e) les moyens de mobiliser la communauté et l'expertise scientifiques doivent être révisés.

La Suède, qui assurera la présidence de l'Union européenne au 1<sup>er</sup> semestre 2001, a décidé d'organiser une conférence sur l'interface entre recherche et politique.

## RESULTATS

### **Retombées atmosphériques des métaux en France : estimation par dosage dans des mousses",**

*Ademe Editions, 1999*

Publié conjointement par l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et le Ministère chargé de l'environnement, ce document rend compte de la première étude en France menée à l'échelle nationale sur les retombées atmosphériques diffuses de métaux lourds et autres éléments traces, grâce à leur estimation par dosage des teneurs accumulées dans des mousses.

Les résultats présentés montrent en particulier que la France apparaît globalement peu polluée par rapport aux autres pays européens, même si certains sites ou certaines régions présentent des niveaux de concentration importants de certains éléments ; ils montrent aussi que l'Ile-de-France apparaît globalement plus polluée que le reste du pays. Le réseau mis en place pour réaliser ces mesures est destiné à se pérenniser, pour permettre le suivi de l'évolution des retombées atmosphériques.

### **Bilan de la mise en œuvre des recommandations de l'OCDE sur les performances environnementales de la France**

L'OCDE a créé en 1992 le programme "Examen des performances Environnementales", dont l'objet est l'évaluation périodique des mesures et des programmes mis en œuvre par les 29 pays membres pour faire face à leurs obligations juridiques nationales, appliquer leurs politiques et plans nationaux et remplir leurs engagements internationaux dans les domaines du contrôle de la pollution et de la protection de la nature, de l'intégration des

politiques comme de la coopération internationale.

En ce qui concerne la France, l'opération a été engagée en novembre 1995 sous la coordination générale de Jean-François Saglio, alors Président de l'IFEN. Les conclusions ont été présentées en séance plénière le 20 novembre 1996 au GEP.

Six points forts et six points faibles ont ainsi été mis en évidence :

#### **Points forts :**

- prévention, réduction de la pollution industrielle, approche intégrée,
- utilisation de l'instrumentation économique en combinaison avec la réglementation et les accords volontaires,
- bas niveau des émissions de CO<sub>2</sub>,
- conservatoire du littoral,
- niveau de l'aide publique au développement en matière d'environnement,
- mise en œuvre du Plan national pour l'environnement.

#### **Points faibles :**

- mise en œuvre de la réglementation par les autorités locales en matière de dépollution et d'occupation des sols,
- planification stratégique à long terme dans une perspective de développement durable,
- intégration de l'environnement (notamment internalisation des coûts externes) dans les politiques:
  - agricoles,
  - de transports,
- gestions des zones côtières,
- image écologique de la France à l'échelle internationale.

Près de trois ans après, le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement a décidé de réaliser un bilan à « mi-parcours » de la mise en œuvre des 58 recommandations qu'avait formulées l'Organisation. Ce bilan montre des résultats plus satisfaisants pour les politiques

sectorielles que pour l'intégration de l'environnement dans les autres politiques. Les 35 recommandations visant directement la correction des points faibles, dont aucune n'est restée sans début de mise en œuvre, enregistrent des avancées encourageantes. Celles concernant notamment l'application de la réglementation dans les politiques sectorielles et l'efficacité des instruments économiques, en particulier l'introduction de la TGAP (Taxe générale sur les activités polluantes), bénéficient ainsi d'une mise en œuvre plus marquée que la moyenne des recommandations. Au total, le bilan de la mise en œuvre en France des recommandations de l'OCDE fait ressortir des résultats qui traduisent une inflexion sensible et positive des politiques.

### **Le prix Environnement-Santé 1999 récompense deux études médicales**

Le prix environnement-santé 1999, du mécénat Coca-Cola, remis le 21 février 2000, a récompensé deux études médicales soutenues par la MATE :

- la première, ayant bénéficié d'un soutien financier du programme PRIMEQUAL, concerne la mise au point de nouveaux tests toxicologiques permettant de déterminer la toxicité respiratoire de certains polluants, du type particules diesel;
- la seconde, ayant bénéficié d'un soutien financier du programme de recherche Environnement-santé, s'est intéressée aux relations entre cancer et proximité des sites nucléaires.

*Source : communiqué de presse du prix environnement-santé, du mécénat Coca-Cola, 21 février 2000*

## ACTUALITÉ

### Des plantes halophytes nettoient les eaux des autoroutes

Les eaux qui s'écoulent des autoroutes contiennent des quantités importantes de polluants : métaux lourds (zinc notamment), hydrocarbures polyaromatiques...). L'équipe de recherche en géo-écologie et le RITOX (Research institute of toxicology) de l'Université d'Utrecht aux Pays-Bas ont développé une méthode de traitement innovante de ces polluants : il s'agit de bassins de rétention où des plantes halophytes (roseaux et massettes) filtrent de 70 à 90% des métaux lourds et la quasi-totalité des hydrocarbures polyaromatiques. Cette méthode est testée actuellement par les Ponts et chaussées néerlandais.

*Source : Ambassade de France aux Pays-Bas, cité dans VIGIE Environnement n°49, février 2000*

### Une bactérie nettoie les eaux usées

Une équipe de recherche de l'Université technique de Delft aux Pays-Bas est parvenue à éliminer l'ammoniac contenu dans des eaux usées à l'aide d'une bactérie. Celle-ci transforme en azote l'ammoniac combiné avec du nitrate. L'utilisation de cette bactérie pourrait réduire les coûts d'épuration des eaux usées de 50 à 90% en application industrielle. Ce procédé de dégradation de l'ammoniac était connu depuis une dizaine d'années, mais personne n'avait encore réussi à isoler la bactérie en cause.

*Source : Ambassade de France aux Pays-Bas, cité dans VIGIE Environnement n°49, février 2000*

### Mopitt, un instrument de mesure de la pollution troposphérique

L'Agence spatiale canadienne (ASC) a fourni un instrument dénommé MOPITT (Measurements of

pollution in the troposphere), destiné à être embarqué dans le satellite Terra, système d'observation de la terre développé par les ETATS-UNIS, le Canada et la Japon, pour étudier les terres, les océans, les nuages et l'atmosphère de la planète. MOPITT réalisera en particulier des mesures du monoxyde de carbone et du méthane dans la troposphère à l'échelle planétaire.

*Source : Ambassade de France au Canada, cité dans VIGIE Environnement n°49, février 2000*

### Environnement et développement durable : sélection de 165 projets

La Commission européenne vient d'approuver le financement de 165 nouveaux projets de recherche relevant du programme thématique "Energie, environnement et développement durable", pour un montant de 207 millions d'Euros. Parmi ces 165 projets, 43 concernent l'action-clé n°1 "Gestion durable et qualité de l'eau", 56 l'action-clé n°2 "Changement global, climat et biodiversité", 19 l'action-clé n°3 "Ecosystèmes marins durables", et 17 l'action-clé n°4 "Ville de demain et patrimoine culturel". Dans la sélection de ces projets, une grande attention a été portée au caractère opérationnel des propositions, qui doivent prendre en compte les besoins de tous les acteurs du secteur.

*Source : Commission européenne, Direction recherche, communiqué de presse du 15 février 2000*

### Vers un espace européen de la recherche

Partant du constat que la situation actuelle de la recherche en Europe est préoccupante, la Commission européenne fixe comme objectifs d'accroître les moyens consacrés à la recherche scientifique et au développement technologique

("mieux investir dans la connaissance") ; de ne pas réduire l'effort de recherche public ; de stimuler les investissements privés en recherche & développement ; de mieux coordonner les actions des Etats membres, de l'Union européenne et des organisations de coopération intergouvernementale. A partir de ces grandes orientations, la Commission avance l'idée d'une véritable politique européenne, construite sur la base d'un "espace européen de la recherche", en faisant en sorte que la recherche européenne soit menée de manière beaucoup plus concertée et cohérente entre les différents pays et les différents organismes de recherche en Europe, à savoir :

- un ensemble de ressources et d'infrastructures optimisé à l'échelle de l'Europe,
- des instruments et des moyens publics utilisés en plus grande cohérence,
- un investissement privé plus dynamique,
- un système commun de référence scientifique et technique pour la mise en œuvre des politiques,
- des ressources humaines plus abondantes et plus mobiles,
- un territoire européen dynamique, ouvert et attractif pour les chercheurs et les investissements,
- un espace de valeurs partagé.

C'est sur la base de ce projet que la Commission prévoit d'élaborer le 6<sup>ème</sup> PCRD

*Source : communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social et au Comité des régions, 18 janvier 2000, COM (2000) 6*





MINISTÈRE DE  
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
ET DE L'ENVIRONNEMENT

Direction des Etudes Economiques et de  
l'Evaluation Environnementale

# Recherche

# Environnement

## PROLIFERATION DE MICRO-ALGUES TOXIQUES

### Succès et limites des réseaux de surveillance par les coquillages

Deux documents viennent de publier des informations sur deux cas récents de blooms (explosions ou efflorescences) de micro-algues toxiques, l'un (sur l'étang de Thau, en France) ayant montré l'efficacité des dispositifs de surveillance en place, l'autre (sur les côtes de la Californie) ayant montré ses insuffisances.

### "Retour d'expérience sur la contamination de l'Etang de Thau"<sup>1</sup>

En novembre et décembre 1998 une prolifération importante du dinoflagellé toxique *Alexandrium Tamarense* s'est produite pour la première fois dans l'étang de Thau. Les concentrations cellulaires maximales atteintes en zone conchylicole (85000 cellules par litre) ont été suffisantes pour rendre les moules et les palourdes impropres à la consommation (les huîtres pour leur part n'ayant pas présenté de teneurs dangereuses). Cette contamination a été détectée et suivie par les analyses systématiques de coquillages réalisées d'une part par les services vétérinaires nationaux et locaux, et d'autre part par les équipes IFREMER impliquées dans le réseau national de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (Rephy).

Le document publié par IFREMER présente un bilan de cette alerte, qui a duré deux mois et pour laquelle on constate rôle. Des enseignements en que les services de surveillance ont globalement bien joué leur rôle. Des

enseignements en sont néanmoins tirés pour améliorer encore la qualité des analyses et des contrôles : resserrement du dispositif Rephy, amélioration des procédures de tests...

### "Un bloom de diatomées toxiques provoque la mort de près de 400 lions de mer en Californie"<sup>2</sup>

Dans ce cas, localisé sur les côtes de la Californie centrale (près de Monterey), on a observé en mai et juin 1998 des signes de dysfonctionnement neurologique et une forte surmortalité dans la population des lions de mer. Au cours de la même période a été détectée dans cette région la présence de blooms de diatomées (*pseudo-nitzschia australis*), auxquels est associée la production d'acide domoic, une neurotoxine très puissante. L'autopsie de 48 lions de mer a montré que leur décès était bien dû à l'ingestion d'acide domoïque. En revanche, les dosages effectués sur les moules, considérées en général comme de bons révélateurs de la présence de toxines, se sont révélés négatifs. Cet exemple montre qu'il reste encore beaucoup à faire pour améliorer les connaissances sur le déclenchement et la détection de certaines efflorescences algales toxiques.

### SOMMAIRE

#### Thèmes abordés :

Prolifération de micro-algues toxiques

Economie de l'environnement

#### Résultats :

Etat des forêts en France

Dépenses de protection de l'environnement

Boues de stations d'épuration urbaines

Formes urbaines du futur et mobilité non motorisée

#### Publications :

Rapport annuel d'évaluation du programme EUREKA

Dossier : qui a peur des OGM ?

Sciences et technologie indicateurs, édition 2000

Deux ouvrages de l'INRA sur l'eau et l'environnement

Les transports aériens et l'environnement

**n°0/2000**

FEVRIER 2000

<sup>1</sup> Publication IFREMER sur l'épisode de nov-déc 1998

<sup>2</sup> Nature-volume 403 - 6 janvier 2000

## ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Le Ministère chargé de l'environnement, le Commissariat général du plan et la Direction de la prévision ont organisé à partir de la mi-1998 un séminaire sur "L'économie de l'environnement". L'objectif visé était de faire le point sur l'état des connaissances dans ce domaine et de dégager des voies de recherche pour l'avenir. En clôture de ce séminaire, un colloque s'est tenu le 19 janvier 2000 afin de présenter à un large public un certain nombre de réflexions menées dans le cadre de ce séminaire.

### **Le prix de l'eau dans l'agriculture**

L'utilisation de la ressource naturelle « eau » par l'agriculture exerce une pression importante sur l'environnement.

L'intensification de l'irrigation au cours des dernières années, favorisée notamment par certaines aides à l'agriculture, a conduit à améliorer les rendements techniques des exploitations ; toutefois, elle s'est faite dans des conditions de prix qui correspondent de fait à une subvention, qu'une gestion optimale de cette ressource rare supposerait de réduire.

Le débat a fait ressortir une forte opposition de la part des agriculteurs à ce type de projet. Le recours au principe de multifonctionnalité de l'agriculture pourrait faciliter l'acceptation par l'ensemble de la société d'un mode de régulation de la ressource spécifique à l'agriculture. Cependant les agriculteurs restent des producteurs, qui n'envisagent pas de devenir plus que des « jardiniers de la nature ».

### **L'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé**

L'évaluation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé comporte plusieurs étapes : la mesure des émissions de polluants, l'explicitation des courbes doses-réponses, l'estimation de l'exposition des populations aux polluants, l'estimation du coût des dommages ainsi provoqués.

Les intervenants ont montré que les méthodes économiques d'évaluation demeurent, pour chacune des étapes, encore imparfaites. De quels polluants s'agit-il ? Quelles situations examine-t-on, à l'intérieur des bâtiments, à l'extérieur ? Comment tenir compte des effets de court terme, de long terme ? De quelles informations de base dispose-t-on, notamment dans la phase de valorisation des dommages ? Les résultats obtenus pour l'Île-de-France conduisent à des évaluations de coûts de 150 millions de francs à court terme et de plus de 3 milliards de francs pour le long terme.

Au cours du débat, les différents intervenants se sont attachés à relativiser la portée de ces résultats. De nouveaux développements sont attendus tant en ce qui concerne les méthodes (amélioration des modèles doses-réponses, prise en compte du long terme, bases de l'évaluation monétaire...) que les informations de base (multiplication des mesures des émissions de polluants sur le terrain...).

### **Les instruments économiques au recyclage des déchets**

Le dispositif français de gestion des emballages ménagers mis en place en 1992 fait intervenir divers

acteurs : l'administration de l'Etat, les collectivités locales, l'ADEME et des entreprises spécialisées. L'étude de l'efficacité économique de ce dispositif montre que la performance économique du dispositif ne se situe pas à la hauteur de ce qu'on attendait.

Il a été suggéré, pour remédier à cette situation, de réfléchir à la régulation du flux des déchets par l'utilisation de permis transférables, cette modalité d'action a cependant été vivement contestée.

## RESULTATS

**L'état des forêts en France : des conditions variables, une forêt peu vulnérable vis-à-vis des dépôts atmosphériques**  
(Cahiers du Département de la santé des forêts, n° 5, 1998)

Mis en place il y a une dizaine d'années, le programme de surveillance de l'état des forêts en Europe repose entre autres sur un réseau extensif d'observations constitué par un ensemble de placettes de maille carrée de 16 km de côté.

Participant à ce programme aux côtés de 31 pays, la France a choisi de compléter l'inventaire des sols par une caractérisation écologique complète des 540 placettes situées sur son territoire, qui montre en particulier qu'il existe une très grande variabilité des conditions de milieu des forêts françaises, depuis les sols calcaires les plus superficiels jusqu'aux sols les plus acides et très dénaturés, et que la majorité des forêts françaises semble peu vulnérable vis-à-vis des dépôts atmosphériques.

**Dépenses de protection de l'environnement**, réunion de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, Paris le 5 janvier 2000

Pour la troisième fois depuis sa création en décembre 1998, la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement (CCEE) s'est réunie le 5 janvier 2000. A cette occasion, elle a examiné les comptes de la dépense de protection de l'environnement en 1998 : 150 milliards de francs, soit 1,75% du PIB, en augmentation de 3% par rapport à l'année 1997 ; 305 000 emplois liés à l'environnement, en augmentation de 2,5% dans les secteurs des déchets et de la protection du cadre de vie et de la nature.

La CCEE a aussi examiné deux dossiers thématiques, l'un sur l'eau (meilleure estimation des dépenses et de la qualité des cours d'eau), et l'autre sur les gaz à effet de serre (calcul de la contribution des différents secteurs industriels, permettant des comparaisons internationales).

### **Boues de stations d'épuration urbaines**

L'ADEME vient de publier deux ouvrages sur les boues de stations d'épuration urbaines. Le premier, à caractère technique, décrit les principaux parasites, virus et bactéries pathogènes que l'on peut trouver dans les boues d'épuration urbaines. Le second est une synthèse qui présente un panorama général de la filière de recyclage agricole des boues dans 19 pays (pays européens, USA, Canada, Australie) : cette filière utilise globalement 40 % de la production des boues en Europe, la France, les Etats-Unis, le Danemark et le Luxembourg se situant au-dessus de cette valeur moyenne (55 à 70 %) ; le rapport montre l'amélioration de la qualité des boues au cours des années et l'accroissement de l'encadrement par la réglementation.

### **Formes urbaines du futur et mobilité non-motorisée**, séminaire PREDIT, 17 décembre 1999

Le groupe "Déplacements non-motorisés" du PREDIT a organisé le 17 décembre 1999 à Paris un séminaire intitulé "Formes urbaines du futur et déplacements non-motorisés", dont l'objectif était de définir la place des modes non-motorisés dans les formes futures d'urbanisation, et de fournir des pistes de recherches pour une autre approche de la mobilité urbaine capable de maintenir le lien social des citoyens.

A partir de trois exposés qui ont fait le point sur des expériences européennes et nord américaines, le débat a montré la diversité des mesures (occupation de l'espace, tarification, fiscalité, institutions...) à mettre en œuvre pour favoriser la mobilité non-motorisée et tendre vers un développement urbain durable.

## PUBLICATIONS

### Rapport annuel d'évaluation du programme EUREKA

Elaboré à partir des rapports remis par les participants à l'issue des projets, de questionnaires et d'interviews réalisées auprès d'un échantillon d'industriels, ce document montre que les projets EUREKA génèrent un succès économique certain pour les participants et contribuent à accroître leur compétitivité, en augmentant leur chiffre d'affaire et en permettant de sauvegarder des emplois. Mais il déplore aussi un déclin de l'impact économique à l'extérieur des marchés domestiques.

Source : Europe environnement, n° 555, novembre 1999

### Dossier : qui a peur des OGM ?

"Qui a raison ? qui a tort ? Comment démêler le vrai du faux ?" Telles sont les questions posées au début du dossier sur les OGM publié dans la Recherche qui tente d'éclairer le débat, en considérant à la fois les risques et les avantages potentiels des OGM. Au sommaire de ce dossier : "Les aliments avec OGM sont-ils sans danger ?", "Le maïs et la résistance aux antibiotiques", "C'est la nature qui a commencé !", et en complément dans le même numéro de la revue : "La bataille non terminée de Terminator".

Source : La Recherche, n° 327, janvier 2000

### Vient de paraître : "Sciences & Technologie Indicateurs, édition 2000", éd. Economica

L'Observatoire des sciences et des techniques (OST) vient de publier son 5<sup>ème</sup> rapport biennal, qui présente un panorama très complet du potentiel de recherche français, européen et

mondial, et met en exergue quelques indicateurs-clés décrivant l'évolution récente de ce potentiel. Il en ressort pour la France une situation préoccupante : érosion lente et continue de l'effort national de recherche et développement, moindre niveau d'impact des publications scientifiques, baisse de la part des brevets français au niveau européen ou mondial.

Sources : Le Monde, 16 décembre 1999 ; La Recherche, n° 327, janvier 2000

### Recherche européenne : sélection de 307 projets dans le programme "Qualité de la vie et gestion des ressources du vivant"

La Commission européenne a approuvé en décembre 1999 le financement de 307 nouveaux projets de recherche relevant du programme thématique "Qualité de la vie et gestion des ressources du vivant" du 5<sup>ème</sup> Programme cadre de recherche et développement (PCRD). Parmi ces 307 projets, 25 concernent l'action-clé n°4 "Environnement et santé", bénéficiant d'un financement européen de 36 millions d'Euros (les questions traitées dans ces projets concernent les allergies, la toxicologie, la santé au travail, l'épidémiologie, les bioessais, l'action des champs électromagnétiques et des rayons ultraviolets), et 69 l'action-clé n° 5 "Agriculture, pêche et forêts et développement intégré des zones rurales", pour un financement de 95 millions d'Euros.

Source : Commission européenne, Direction recherche, communiqué de presse du 21/12/99.

### Deux ouvrages des éditions INRA sur l'eau et l'environnement

L'INRA publie, dans la collection "Un point sur...", deux ouvrages

sur l'eau et l'environnement :

- 1) Un ouvrage de base sur l'eau (coordination Gérard Grosclaude), en deux tomes : le tome 1 est consacré au milieu naturel et la maîtrise de l'eau, le tome 2 les usages et les polluants.
- 2) Un ouvrage sur "Environnement et aquaculture" (coordination Jean Petit), tome 1, aspects techniques et économiques. Le tome 2, qui paraîtra ultérieurement concernera les aspects juridiques et réglementaires.

### Les transports aériens et l'environnement, communication de la Commission européenne

L'ampleur des nuisances environnementales (bruit et émission de gaz polluants) générées par un trafic aérien en expansion constante ne fait plus de doute. Dans une communication adoptée le 1<sup>er</sup> décembre dernier, la Commission européenne a jeté les bases d'une intervention communautaire spécifique combinant un ensemble d'actions : normes plus strictes, intégration des coûts environnementaux dans les systèmes de redevances, amélioration des infrastructures, promotion de la recherche-développement. La Commission entend que cette communication constitue le texte de référence pour son programme de travail en la matière au cours des cinq prochaines années.

Source : supplément à Europe environnement n° 559, 7 janvier 2000.