



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.**

- À 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 :**

*micbel.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*

**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.gov.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.gov.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 agro-chimiques 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.gov.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> PCRD

Un groupe de représentants des acteurs de la recherche française dans le domaine de l'environnement (GTN - groupe thématique national - environnement) a, sous la coprésidence 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> PCRD), 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*