

RECHERCHE ENVIRONNEMENT

n° 5/2002

Mai 2002

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



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

> Climat : Résultats du programme GICC

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

Deux modèles économiques permettent désormais d'évaluer les coûts sectoriels et macro-économiques des différentes politiques et mesures susceptibles de réduire les émissions de gaz à effet de serre, telles la mise en place de marchés de permis d'émissions négociables (avec différentes options pour l'allocation initiale des quotas d'émission), l'instauration d'une taxe sur le CO₂ (taxe dont le produit serait redistribué ou non sous la forme d'aide à la Recherche-Développement ou à l'emploi,...). Ces outils sont encore perfectibles, mais ils représentent déjà une aide précieuse pour la décision publique.

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

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

Des progrès importants ont été accomplis dans l'estimation des flux et des stocks de carbone aux niveaux européen et national, grâce au développement de deux méthodes complémentaires : d'une part la modélisation inverse des mesures de CO₂ atmosphérique à grande échelle (désagrégation) et d'autre part, l'agrégation des stocks et des flux biosphériques "locaux" (en utilisant les champs climatiques d'un modèle d'écosystème). Ces travaux se poursuivent dans le programme GICC mais également dans le cadre du programme européen CARBO-EUROPE, dont l'objectif est de mettre au point une méthode de quantification et de vérification des sources et des puits de CO₂ valable pour toute l'Europe.

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

(suite p.2)

SOMMAIRE

- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1 <i>CLIMAT : Résultats du programme GICC</i> | 2 <i>IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES : des réponses écologiques variées</i>

<i>RECHERCHE EUROPÉENNE : vers un 6ème PCRD</i> | 3 <i>CLIMAT ET COUCHE D'OZONE : la recherche européenne en pointe</i> | 4 <i>FLUX DE GENES MANIPULÉS VIA LE POLLEN</i>

<i>CULTURE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : un nouvel avis de la CFDD</i> |
|--|--|--|--|

(suite de la p. 1)

La comparaison des simulations effectuées en climat présent (période 1981-1998 pour laquelle la méthode a été validée) et en climat perturbé (scénario de doublement de CO₂ à l'horizon 2050) montre que les régimes hydrologiques des affluents du Rhône sont en général modifiés par le changement climatique, mais différemment selon les caractéristiques propres à chaque bassin.

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

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

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

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

contact

maurice.muller@environnement.gouv.fr

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

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

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

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

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

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

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

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

contact

magali.bardou@environnement.gouv.fr

RECHERCHE EUROPÉENNE : VERS UN 6^{ÈME} PCRD

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

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

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

> Impacts des changements climatiques : des réponses écologiques variées

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

contact

magali.bardou@environnement.gouv.fr
judith.raoul-duval@environnement.gouv.fr

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

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

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

Une conférence de lancement se déroulera

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

contact

laurence.colinet@environnement.gouv.fr

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

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

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

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

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

Les implications possibles de l'hybridation et de l'introgession¹ entre cultures et

espèces de plantes sauvages sont encore mal connues car il est difficile de prévoir comment les gènes manipulés s'expriment dans les espèces sauvages apparentées. La valeur d'adaptation² des espèces sauvages contenant des gènes infiltrés de cultures GM dépend en effet de multiples facteurs, impliquant à la fois les gènes infiltrés et l'écosystème récepteur.

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

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

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

manipulés via le pollen (flux direct de gènes entre cultures) et pour minimiser les populations de banques de semences³ et de resemis⁴. Mais tout changement des conditions climatiques et environnementales, pouvant entraîner des dispersion de pollen à grande distance et au-delà des barrières et des zones de protection, représente une véritable menace pour l'efficacité de ce type de dispositif. Par ailleurs, des flux de gènes pouvant d'ores et déjà se produire sur de très longues distances, les distances officielles d'isolation actuellement retenues ne permettront probablement pas de maintenir un complète "pureté" génétique. Le rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement recommande donc de revoir les distances officielles d'isolation et de développer les recherches sur les barrières biologiques.

¹ *Introgession : Infiltration d'un nouveau gène dans le génome d'une population*

² *Valeur d'adaptation : apport génétique d'un individu à la génération suivante*

³ *Banque de semences : population de semences dormantes sous la surface du sol.*

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

contact

sylviane.gastaldo@environnement.gouv.fr

CULTURE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : UN NOUVEL AVIS DE LA CFDD

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

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

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

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

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

contact

bertrand.galtier@environnement.gouv.fr