



Entreprises, territoires et environnement

# Colloque

## Biodiversité et climat avant et après Copenhague

**Décembre 2009**

Retrouvez les moments forts des interventions synchronisées  
avec les présentations PowerPoint, sur le DVD joint ou sur [www.oree.org](http://www.oree.org)





Entreprises, territoires et environnement

## Une dynamique environnementale au service des territoires

Depuis 1992, Orée rassemble entreprises et collectivités pour concevoir et expérimenter des solutions concrètes dans la gestion intégrée de l'environnement au niveau des territoires, avec une expertise basée sur :

- > un réseau multi-acteurs riche de sa diversité ;
- > une solide expérience du partenariat territorial ;
- > un centre de ressources et de mutualisation de bonnes pratiques sur le management environnemental ;
- > un accompagnement terrain.

## Une force de proposition constructive et pragmatique

### DES ADHÉRENTS ACTEURS DE LEUR TERRITOIRE

entreprises, collectivités, organismes professionnels, regroupements d'entreprises, associations...

### RÉUNIS

pour dialoguer et échanger, pour mettre en place une gestion environnementale, pour formuler des propositions, pour expérimenter...

### SUR DES THÉMATIQUES TRANSVERSALES

biodiversité, écologie industrielle, concertation, transports, risques, éco-conception, sensibilisation du personnel, etc.

### PAR UN ENGAGEMENT PARTAGÉ

La Charte de l'Association Orée et de ses membres.

## Une aide et des outils pour agir efficacement

### SERVICES + ADHÉRENTS

- > un communiqué hebdomadaire
- > un panorama de presse mensuel
- > un espace de travail collaboratif en ligne
- > un site internet sur la gestion environnementale [www.oree.org](http://www.oree.org)
- > une veille personnalisée
- > un annuaire de bonnes pratiques
- > des journées et rencontres thématiques
- > des groupes de travail

### DES GUIDES PRATIQUES

- > Le plan de déplacement inter-entreprises un outil de management de la mobilité sur les zones d'activités
- > Une plateforme Internet pour l'éco-conception des produits et services : <http://ecoconception.oree.org/>
- > Intégrer la biodiversité dans les stratégies des entreprises
- > Mettre en oeuvre une démarche d'écologie industrielle sur un parc d'activités
- > Guide sur les performances environnementales des pratiques de transport et de logistique
- > Guide de la relation clients fournisseurs
- > Kit de sensibilisation du personnel
- > Guide de management environnemental sur les parcs d'activités
- > Vade-Mecum de la concertation locale

## Mot d'accueil

### Ghislaine HIERSO

Présidente d'Orée, directrice des relations institutionnelles de Veolia Propreté

Le changement climatique constitue une menace directe modifiant la température, la pluviométrie, l'acidité des océans et la fréquence des événements extrêmes. Les effets indirects du changement climatique sur la biodiversité sont plus inquiétants encore : ils modulent à la hausse l'effet des autres facteurs aujourd'hui responsables de l'érosion de la biodiversité, d'une part ; ils induisent des stratégies d'adaptation des activités humaines pouvant générer des externalités négatives vis-à-vis de la biodiversité, d'autre part. L'humanité n'est pas épargnée par l'érosion de la biodiversité, dont elle-même fait partie. Les réfugiés climatiques illustrent l'effort d'adaptation à un nouvel environnement. Les inégalités sociales et écologiques se superposent et les catégories défavorisées y sont les plus exposées, tant dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Dans les pays où l'agriculture constitue un secteur prépondérant, les paysans sont les premiers à subir les conséquences de l'érosion de la biodiversité liée au changement climatique.

Pourtant, ces dernières années, les instances internationales, européennes et nationales n'ont pas assez pris en compte la question de l'érosion de la biodiversité, en dépit des études réalisées et des alertes, parmi lesquelles on peut citer l'objectif mondial visant à réduire sensiblement les taux de perte de biodiversité d'ici 2010, adopté en 2002 par la CDB et le Sommet de Johannesburg sur le développement durable.

Orée étudie la biodiversité depuis 2006, avec la mise en place du groupe de travail «biodiversité et entreprises». Présidé par Jacques Weber (CIRAD) et Mathieu Tolian (Veolia), ce groupe de travail a été initié par Orée et l'IFB (Institut français de la Biodiversité), devenu la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB), dont Orée est un membre actif.

Orée s'est attaché à placer le sujet du climat au cœur du débat public, dans la perspective de la Conférence des Nations Unies à Copenhague en décembre prochain. Nous sommes convaincus que la crise doit nous permettre de reconstruire une croissance durable. Nous espérons que la Conférence de Copenhague sera un succès qui conduira les pays à un engagement courageux. Le sommet Union européenne - Etats Unis qui a lieu en ce moment même à Washington doit pousser l'Amérique à prendre ses responsabilités.



## Introduction

**Danielle NOCHER**  
Fondatrice et directrice  
de la revue Valeurs Vertes  
Animatrice de la rencontre

Chaque espèce vivante et chaque organisme, à l'intérieur d'une même espèce, constitue une entité distincte du reste de la nature. C'est particulièrement vrai de l'espèce humaine, dont l'évolution a été presque exclusivement culturelle, et non biologique. Il nous faudrait modifier sans cesse notre façon de percevoir la réalité, si nous ne voulons pas séparer la vie humaine du reste de la nature. La crise actuelle tient au fait que les hommes n'ont pas su prévoir les conséquences de leurs actes. A travers le climat et la biodiversité, c'est toute cette histoire qui nous oblige à vivre ensemble en symbiose, pour un monde non figé et non destructeur.

**Jacques WEBER**  
Co-président du groupe de travail Orée  
sur la biodiversité  
Chercheur au CIRAD

Il est temps de comprendre que le climat et la biodiversité constituent les deux faces d'un même Janus et que l'évolution de la dynamique du vivant impacte autant le climat que ce dernier impacte la dynamique du vivant. C'est la raison pour laquelle nous avons souhaité réunir des spécialistes examinant l'une ou l'autre des deux faces de cette réalité. «Pour que l'humanité ait un avenir sur terre, il lui faudrait prendre conscience de ce qu'elle est en interaction avec tous les êtres vivants, humains ou non humains, sur la planète. C'est pourquoi je ne suis pas optimiste. Le monde a commencé sans l'homme et se terminera probablement sans lui, si les choses continuent d'évoluer comme elles le font». Je souhaiterais que nous fassions mentir, aujourd'hui, ces propos de Claude Lévi-Strauss.

## Avec le soutien de :



Fédération  
Française  
des Sociétés  
d'Assurances



Confédération  
Nationale des  
Producteurs  
d'Agriculture  
de France



VEOLIA  
ENVIRONNEMENT  
LVMH  
MOÛT HENNESSY, LOUIS VUITTON

## En partenariat avec :



**Sources mixtes**  
Groupe de produits issus de forêts bien  
gérées et d'autres sources contrôlées  
www.fsc.org Cert no. SGS-COC-006231  
© 1996 Forest Stewardship Council

# Changements climatiques : ce qui est en jeu à Copenhague



**Hervé LE TREUT**

*Directeur de l'Institut Pierre-Simon Laplace,  
directeur de recherches au CNRS*

*Professeur à l'Ecole Polytechnique*

*Membre de l'Académie des Sciences, membre du GIEC*

## I Introduction

La conférence de Copenhague constituera un moment très particulier. Elle constitue la 15<sup>ème</sup> « convention de parties » de la Convention Climat qui a fait suite au Sommet de la Terre, à Rio, en 1992. L'une de ces conventions avait donné lieu à la signature du protocole de Kyoto, qui a programmé des efforts de réduction d'émissions de gaz à effet de serre jusqu'en 2012. Tous les pays ne l'ont pas signé : certains ont refusé de le ratifier ; d'autres (les pays émergents) n'étaient pas inclus dans le périmètre des Etats auxquels il a été proposé de le ratifier.

## II Climat et échelles

Le problème climatique constitue un problème d'échelle. Les échelles temporelles du problème climatique, notamment, sont mal comprises et donnent souvent lieu à des malentendus. Depuis dix mille ans, le climat de la planète, de type interglaciaire, est plutôt chaud. Réalisées à partir de bulles d'air dans la glace, les analyses montrent qu'une rupture brutale s'est produite au cours des dernières années, en décalage complet avec la phase relativement stable pendant laquelle nos civilisations se sont développées.

Cette rupture a commencé avec la Révolution industrielle et le début de

l'explosion démographique. Elle s'est fortement accentuée, toutefois, au cours des dernières décennies et en particulier après la Seconde guerre mondiale. Le diagramme représentant la part des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'évolution de la combustion du charbon et des gaz naturels confirme cette accélération spectaculaire. Un niveau de référence est souvent cité : 3 ou 4 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>. Il a été dépassé au cours des années 70 ou 80 et notre monde a cessé, dès lors, d'être durable.

## III Gaz à effet de serre et effets sur le climat

L'augmentation des gaz à effet de serre revient à mettre le chauffage sous la marmite, qui met un peu de temps à bouillir. Cet effet se mesure en observant les océans de surface et les changements climatiques ont été perçus de façon claire, à cet égard, au cours des dernières décennies. Un problème demeure néanmoins : on ne peut juger l'importance du changement climatique à l'aune de ce que l'on observe. Nous ne voyons en effet que les premiers signes d'un phénomène appelé à croître dans le futur. Il existe, à cet égard, une très grande confusion dans la façon dont on s'adresse à nous et dans les discours ambiants : y est-il question de ce que nous voyons aujourd'hui ou de ce que l'on peut craindre pour le futur, qui est d'une autre ampleur ?

La nature du problème qui se posera à Copenhague présente une nouveauté. Les émissions de CO<sub>2</sub> par pays, en milliards de tonnes et en tonnes par habitant, montrent que les deux principaux pays émetteurs sont les Etats-Unis et la Chine, qui sont quasiment à égalité en milliards de tonnes mais dans un rapport de 20 à 1 pour le nombre de tonnes par habitant.

Un des principaux enjeux de la conférence de Copenhague consistera donc à réintégrer ces deux pays dans le cadre du protocole de Kyoto, dont ils sont, jusqu'à présent, absents. L'objectif défini, en préparation de la conférence de Copenhague, consiste à diviser par deux les émissions globales de CO<sub>2</sub> à l'échelle mondiale. Cela suppose que le niveau moyen d'émission par habitant soit d'une demie tonne de carbone. On peut ainsi mesurer l'effort à consentir par les habitants des différents pays de la planète : pour un Américain, cela signifie diviser par dix ses émissions ; pour un Chinois, il faudra les diviser par deux et pour un européen par quatre. Les efforts doivent donc être importants. D'aucuns considèrent même qu'ils sont sous-estimés, au regard de la capacité de l'atmosphère à stocker le CO<sub>2</sub> pendant plus de cent ans.

## IV Le cycle du carbone

Nous assistons à une perturbation d'un système naturel qui présente des caractéristiques étranges. Le cycle du carbone donne lieu à des échanges entre les océans, la végétation et l'atmosphère. On pourrait considérer que les modifications imposées par les activités humaines sont relativement faibles. En réalité, la stabilité du niveau de concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, entre 270 ppm et 280 ppm, pendant dix mille ans, témoigne d'un équilibre absolument exceptionnel au cours de cette période. Les perturbations que l'homme impose depuis cent cinquante ans aux milieux sont considérables, par comparaison.

En l'absence des gaz à effet de serre, la température de la planète serait de - 18°C. Elle s'élève en réalité à 12 ou 15°C en moyenne. Le système est régulé par de toutes petites quantités de gaz, présents à l'état de traces dans l'atmosphère et empêchant le rayonnement infrarouge terrestre de s'échapper.

La vapeur d'eau a un cycle très rapide et les activités humaines ne sont pas en mesure de la modifier de manière directe. Les «autres gaz à effet de serre» contribuent à hauteur de 30 % à ces mécanismes qui rendent la planète vivable. Ils incluent le CO<sub>2</sub>, le méthane, l'oxyde de soufre (N<sub>2</sub>O), les CFC (dont la durée de vie est comprise entre quelques dizaines et quelques centaines d'année) et l'ozone. Les activités humaines ont pris sur tous ces gaz, dont la concentration dans l'atmosphère a fortement augmenté. Sur le plan énergétique, l'effet de serre naturel a un impact d'environ 150 W/m<sup>2</sup> et l'effet additionnel représente environ 3 W/m<sup>2</sup>. Cela peut paraître très faible. En réalité, une modification de 3 W entraînera une modification de quelques degrés sur l'ensemble de la planète, ce qui constitue un niveau de perturbation fort.

L'émission de gaz à effet de serre s'accompagne de l'émission de poussières, qui ont tendance à refroidir la planète. Elles restent présentes pendant une quinzaine de jours dans l'atmosphère et ont pu masquer, pour un temps, du fait de leur présence permanente, l'effet des gaz à effet de serre. Nous aurons néanmoins à payer un «surcoût climatique» lorsque les gaz à effet de serre l'emporteront et que ces poussières seront éliminées.

### ✓ Exercices de modélisation

Pour prévoir le futur, nous avons besoin de modèles. Un modèle constitue une tentative de simuler une planète artificielle à partir d'équations. La circulation atmosphérique est organisée à grande échelle et, dès le début, des modèles de résolution spatiale d'échelle relativement faible ont pu être définis. Ce niveau de maille était de 500 km au moment de l'élaboration du premier rapport du GIEC, aux alentours de 1990. Le gain, en résolution spatiale, s'est produit à un rythme lent. Dans le même temps, les modèles ont été complétés : ils sont devenus océaniques puis ont intégré des éléments de chimie (des sulfates, de l'ozone, du carbone...). Ils ont été utilisés afin d'étudier la façon dont l'impact des gaz à effet de serre pouvait être influencé. Pour cela, les modèles ont eu recours à des scénarios de

référence d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (tablant sur leur stabilité, sur leur multiplication par trois ou quatre, etc.).

Les quatre rapports du GIEC font apparaître une grande stabilité des messages émanant des modèles utilisés : ces études convergent pour indiquer qu'une augmentation de température de 2 à 6°C est probable d'ici la fin du siècle (cet écart découlant pour moitié de la marge de manœuvre qui demeure pour l'Homme et pour moitié des incertitudes scientifiques qui subsistent dans les modèles). Elles montrent aussi que



nous n'en sommes qu'aux prémises des évolutions observées aujourd'hui.

Selon une simulation réalisée dans le cadre du dernier rapport du GIEC, la carte du réchauffement annuel moyen montre que, sur la période 2020-2029, le système climatique connaîtra une certaine inertie, liée au stockage lent des gaz à effet de serre et au rôle des océans. Une diminution des gaz à effet de serre suppose donc d'étudier les simulations à une échelle plus lointaine. Les variations de température, depuis quinze ans, font apparaître un schéma spatial assez semblable aux prévisions résultant des modèles. A partir de 1970, une très bonne correspondance peut être observée entre le faisceau des simulations prenant en compte les gaz à effet de serre et le faisceau d'évolution des températures. La capacité à arri-

ver aux échelles régionales est encore limitée, toutefois, pour ces modèles, et cela constitue une difficulté pour simuler les effets du changement climatique.

La courbe observée du relèvement du niveau de la mer montre que ce relèvement est, globalement, de 3,3 mm par an en moyenne, à l'échelle du globe. Les simulations du dernier rapport du GIEC concluaient à un relèvement possible de ce niveau de 20 à 60 cm. De nombreux experts considèrent que l'accélération des phénomènes observés rend plus probable l'atteinte du niveau haut de cette fourchette. La fonte du Groenland, qui a commencé, alors qu'elle n'était pas anticipée il y a quelques années, conforte cette hypothèse.

Il existe de nombreuses méthodes permettant de passer des échelles globales aux échelles locales. Les études qui ont été réalisées ont confirmé l'existence d'un seuil de danger, d'abord établi à 2°C. Ce chiffre a été défini de façon médiane entre des changements dont on savait qu'ils seraient très importants et d'autres dont on pensait qu'ils seraient moins importants. Il apparaît en tout cas qu'au-delà de 2 ou 3°C, le système se modifie et évolue de façon moins contrôlable. Cette conclusion a considérablement rapproché les échelles de temps de l'action : la limitation à moins de 2°C du réchauffement climatique impose d'agir dès les prochaines années, et en tout cas avant 2050, date après laquelle il sera trop tard.

### ✓ Conclusion

Nous faisons face à un phénomène récent, ce qui ne nous permet pas de disposer de recul ni d'expérience face à lui. Le problème climatique est en tout cas urgent et impose de changer d'échelle temporelle : nous devons agir dans les toutes prochaines décennies. L'attente accroît les problèmes d'adaptation et risque d'écarter les positions des différents pays. Les années qui viennent sont donc des années clés pour la prise de décision sur ces sujets.

## Climat, écosystèmes et société : le contexte du changement climatique



### Sylvie JOUSSAUME

*Directrice de Recherche au CNRS, Institut Pierre-Simon Laplace  
Directrice du GIS «Climat-Environnement-Société»  
Membre du GIEC*

#### Enjeux

Le réchauffement climatique est avéré et le dernier rapport du GIEC l'a chiffré à 0,7°C, en moyenne, au cours des cent dernières années. La seconde phase du changement climatique, depuis les années 70, est très probablement due à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre par les activités humaines. Il s'agit de la seconde conclusion forte du dernier rapport du GIEC.

Les modèles climatiques permettent de simuler l'évolution possible du climat, à partir de scénarios économiques. Un scénario «haut» aboutit à un réchauffement de l'ordre de 3,4 °C supplémentaires aux alentours de 2100. Un scénario «bas», tablant sur un niveau de concentration de CO<sub>2</sub> de 550 ppm en 2100, conduirait à un réchauffement, de près de 2°C. Le réchauffement va donc, en tout état de cause, se poursuivre au cours du 21<sup>ème</sup> et dépendra de façon critique du niveau des émissions de gaz à effet de serre. Tel est bien l'enjeu central de la conférence de Copenhague.

#### Les impacts du changement climatique sur les écosystèmes et la société

Sur le plan de la température, le scénario «haut» se traduirait par un

réchauffement plus marqué sur les continents que dans les océans. La température moyenne ne constitue toutefois qu'un des éléments du changement climatique : les extrêmes du climat seront également modifiés et nous y sommes extrêmement sensibles. La probabilité de vagues de chaleur est ainsi appelée à augmenter, y compris dans des pays comme la France. Un scénario «haut», en termes d'évolution des émissions de gaz à effet de serre, pourrait ainsi conduire à un niveau de température, pendant les vagues de chaleur, beaucoup plus élevé que celui connu en 2003 (date de l'épisode dit de «canicule»). Un scénario «bas», qui requiert un effort international très important, se traduirait par une fréquence significative des vagues de chaleur, dans lesquelles le niveau de température serait similaire à celui connu en France en 2003.

Dans le même temps, l'augmentation des pluies, notamment dans la zone équatoriale et dans les hautes latitudes, s'accompagnerait d'une diminution de la disponibilité en eau dans des régions déjà relativement sèches, comme par exemple dans la région Méditerranéenne.

En outre, l'augmentation des pluies s'accompagnerait d'une augmentation des phénomènes violents tels que les pluies torrentielles, dont la fréquence connaît déjà une augmentation sensible. De la même façon, si la fréquence des cyclones ne devrait pas varier de façon significative, leur intensité devrait augmenter sensiblement, comme nous le voyons déjà dans l'Atlantique Nord.

L'augmentation du niveau de la mer, qui devrait être comprise entre 18 et 59 cm en 2100, se poursuivra au-delà de cette date. Elle est associée à plusieurs risques et notamment le risque de surcote régulière : lorsqu'une

basse pression affleure une côte, par exemple, elle peut provoquer une invasion du continent par la mer. On peut également craindre des phénomènes d'érosion côtière et de salinisation, que l'on observe déjà à Tuvalu, dans le Pacifique, où un plan de migration de la population est en cours de mise en œuvre, compte tenu de l'invasion de plus en plus fréquente de la terre par la mer. Si aucune mesure n'était prise, plusieurs centaines de millions de personnes devraient être touchées par l'augmentation du niveau de la mer. Des efforts importants permettraient de réduire fortement la sensibilité des populations à ce phénomène.



Les impacts sur les écosystèmes se mesurent également sur la production agricole : si celle-ci pourrait connaître une augmentation moyenne sous les latitudes moyennes, les régions tropicales sèches devraient connaître une décroissance de leur production. Une autre crainte porte sur

l'extinction des espèces, qui pourrait toucher 20 à 30 % d'entre elles, selon les travaux du GIEC, dans l'hypothèse d'un réchauffement modéré de 2 à 3°C. Par ailleurs, l'acidification des océans, sous l'effet de l'absorption du gaz carbonique, affecte le squelette calcaire d'un certain nombre d'espèces.

Sur le plan sanitaire, les incertitudes sont plus grandes encore qu'en ce qui concerne les impacts sur les écosystèmes. Le climat peut en effet affecter la santé de façon directe (risques cardiovasculaires, respiratoires, etc.) mais aussi de façon indirecte : une modification de la quantité d'eau sur terre, par exemple, peut dégrader la qualité de l'eau et poser différents problèmes sanitaires. La modification des écosystèmes ou du niveau de température pourrait aussi entraîner la recrudescence d'un certain nombre de maladies, comme la dengue dans les zones tropicales. Ces éléments peuvent se combiner avec d'autres pressions environnementales, comme nous l'avons vu lors de l'épisode caniculaire de 2003 : la vague de chaleur s'est ajoutée à une dégradation de la qualité de l'air et à la relative désorganisation de la prise en charge des personnes âgées pendant la période estivale, avec des conséquences dramatiques. A l'échelle mondiale, le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) a publié une brochure «climat en péril» qui fait la synthèse de ces différents impacts. S'agissant de l'Afrique, par exemple, des impacts sont craints non seulement sur la disponibilité en eau mais également en matière de blanchiment des coraux, de montée du niveau de la mer, de modification des écosystèmes et d'augmentation de l'intensité des cyclones.

Sur le plan économique, des travaux montrent que la perte de PIB serait d'autant plus grande que la fréquence et l'intensité des événements extrêmes seraient élevées. Ils montrent aussi que les pays ayant une forte capacité à investir pourraient endiguer ces effets économiques, tandis que ceux qui n'ont pas cette capacité risquent d'être touchés de façon plus durable. Un exemple de telles conséquences

réside dans les pluies diluviennes qui se sont abattues, en septembre dernier, au Niger, au Burkina-Faso et au Sénégal, détruisant les habitations de milliers d'habitants. Survenu dans des régions où la pluie est rare, cet épisode climatique a eu des conséquences d'autant plus dramatiques que les habitations ne sont pas du tout adaptées à l'occurrence de telles pluies.

### ''' Un système intégré à appréhender de façon globale

Nous faisons face à deux enjeux :

- un enjeu d'atténuation (mitigation) du changement climatique, afin de limiter l'ampleur des changements, ce qui passe par la réduction des émissions, d'une part ;
- un enjeu d'adaptation, d'autre part, afin de réduire la vulnérabilité de la planète au changement climatique.

Il est donc impératif de stabiliser la concentration de l'atmosphère en gaz carbonique. Pour cela, nous n'avons d'autre choix que d'agir dès aujourd'hui, en réduisant les émissions globales de CO<sub>2</sub> par un facteur quatre. Il ne sera pas facile de nous adapter : cela supposera d'introduire la dimension «climat» dans tous les choix. Une prise de conscience sera en tout cas indispensable, de même que le développement des connaissances et la mise en place de systèmes efficaces de suivi et d'alerte.

Le bilan global du carbone, en milliards de tonnes par an, nous offre une opportunité : seule la moitié des émissions demeure dans l'atmosphère (soit 4,2 milliards de tonnes), l'autre moitié étant «nettoyée» par l'action des continents et des océans. L'efficacité de ces «puits de carbone» risque toutefois de se réduire, sous l'effet du changement du climat, ce qui favorisera une accélération du réchauffement climatique.

La prise en compte de ce risque a une incidence sur les négociations de carbone : la quantité de carbone que l'on peut encore émettre, dans la perspective d'une stabilisation, est encore plus faible que celle qui est

estimée si l'on ne tient pas compte de cette rétroaction entre le climat et le carbone. Le niveau cumulé des émissions de gaz à effet de serre devrait ainsi s'élever à 490 milliards de tonnes au 21<sup>ème</sup> siècle, contre 630 milliards de tonnes si l'on ne tient pas compte de cet effet.

Nous voyons bien, au terme de cette présentation, se dessiner une boucle d'interaction entre le système social, le climat et le changement climatique. Le défi qui nous est posé consiste à déterminer comment nous pourrions assurer le développement futur de ce système intégré, face aux changements globaux.

#### Danielle NOCHER

Souhaitons que les décideurs de la planète comprennent la force des mots, car les discours ne peuvent être plus clairs.



## Les enjeux économiques de Copenhague et au-delà

**Christian de PERTHUIS**

Professeur associé à l'université Paris IX Dauphine

Auteur de «*Et pour quelques degrés de plus, ...*» (Pearson, 2009)



### “ La fin de l'usage gratuit de la nature

Depuis le début de la Révolution industrielle, nos sociétés fonctionnent en considérant que l'atmosphère constitue un réservoir infini dans lequel nous pourrions indéfiniment et gratuitement rejeter des gaz à effet de serre. Le coût des dommages provoqués par ces émissions n'est pas payé, aujourd'hui, par les émetteurs. L'efficacité de l'action contre les émissions de gaz à effet de serre dépendra de la capacité des sociétés humaines à mettre en place des instruments limitant cet usage gratuit et illimité de l'atmosphère. Le protocole de Kyoto constitue un premier pas dans cette direction. Les 32 pays industrialisés l'ayant ratifié s'engagent à réduire leurs émissions de 5 %, sur la période 2008-2012, par rapport à 1990. Ils fixent ainsi un plafond de rareté à leurs émissions. Ce volume fixe le niveau global des permis d'émissions distribués aux pays, qui peuvent ensuite faire l'objet de transactions. Ces transactions permettent d'établir le «prix du carbone». Pour la France, ce plafond s'établit à 565 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an.

Par ailleurs, un système de plafonnement du prix des émissions génère des effets redistributifs considérables. Il crée en effet une rente, la «rente carbone». En Europe, le système d'échange de quotas d'émission (le plus vaste système au monde de cette nature) a été mis en place en 2005. Il couvre 2 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>, qui ne valaient rien jusqu'au 31 décembre 2004. Elles ont aujourd'hui une valeur, que l'on peut estimer à 40 milliards d'euros par an, pour un prix du carbone de 20 euros par tonne. Le droit d'usage de l'atmosphère était illimité, avant Kyoto et la mise en place

du système européen d'échanges de quotas. Nous restreignons ce droit d'usage, ce qui crée une nouvelle rente: la «rente carbone». Le protocole de Kyoto a cependant deux limites importantes.

La première tient à l'insuffisance des engagements qui ont été pris: seules les émissions de gaz à effet de serre des pays industrialisés sont prises en compte. De plus, les Etats-Unis n'ont pas réellement pris d'engagement en signant le protocole (non ratifié par le Congrès), pas plus que des pays comme la Russie et l'Ukraine. La seconde limite du protocole de Kyoto découle d'une difficulté nouvelle que crée la constitution d'une rente: celle liée à son partage. La question du partage de la rente carbone et des transferts économiques qu'elle peut provoquer entre pays riches et pays en développement est pourtant essentielle.

### ““ Les enjeux de Copenhague

Présent à toutes les «conventions of parties» depuis celle de Montréal, je n'ai jamais observé une situation d'aussi forte tension entre les pays du Nord et les pays du Sud. Elle a des bases objectives. En premier lieu, la crise économique et financière. Nos interlocuteurs des pays en développement ne manquent pas de nous rappeler l'incapacité des pays riches à trouver des moyens financiers pour aider les pays en développement à traiter les conséquences du changement climatique ou à investir pour les réduire, alors qu'ils ont consacré des centaines de milliards d'euros au sauvetage des banques et des établissements financiers. Dans toute négociation internationale, l'augmentation des tensions est proportionnelle aux enjeux en présence. La présence de fortes tensions reflète aussi la prise de conscience de nos gouvernants que l'ère des déclarations est passée

### ① Les enjeux liés à la source des émissions de gaz à effet de serre

Les exposés précédents ont montré que nous n'avons pas d'autre choix que d'agir de façon volontariste sur les émissions de gaz à effet de serre. Deux tiers d'entre elles, environ, proviennent de la façon dont nous produisons et utilisons l'énergie dans le monde aujourd'hui: 80 % de l'énergie est d'origine fossiles et chaque fois que nous l'utilisons, nous envoyons dans l'atmosphère du CO<sub>2</sub>, qui y reste présent pendant une centaine d'années en moyenne. Nous devons donc profondément modifier le système énergétique au cours des vingt prochaines années pour infléchir les émissions.

Le dernier tiers des émissions mondiales de gaz à effet de serre provient du système agro-forestier et se répartit à peu près pour moitié entre la déforestation et l'agriculture. Ces deux aspects ne peuvent être dissociés, car la déforestation est principalement provoquée par l'extension des surfaces cultivées. Un accord ambitieux, au plan international, implique que la communauté internationale traite ces deux dimensions du problème. Or si la partie énergétique commence à faire l'objet d'une prise de conscience et de la mise en place d'instruments éco-

et qu'il faut maintenant mettre le climat dans le jeu économique. Chacun défend donc ses intérêts. La situation était très différente au moment de la signature du protocole de Kyoto, époque à laquelle seul un nombre limité d'experts maîtrisait toutes les données du problème.



La conférence de Copenhague n'a pas pour objectif de déterminer si les principaux pays sont décidés, ou non, à agir pour endiguer le changement climatique : il s'agit de déterminer si les politiques contre le changement climatique seront organisées dans le cadre multilatéral des Nations Unies. Si la Conférence échoue, la politique climatique se poursuivra en Europe, aux Etats-Unis, en Chine, etc., mais sans coordination onusienne. Certains experts considèrent qu'il serait plus efficace que cette coordination n'existe pas. Ce n'est pas mon avis : en l'absence d'accord post-Kyoto, les pays en développement, hors grands pays émergents, risquent d'être totalement exclus de la discussion.

Le protocole de Kyoto prévoit la restriction des droits à émettre pour les pays industrialisés. C'est surtout la traduction d'un grand principe énoncé dans la convention cadre de 1992 : «la responsabilité commune et différenciée». Chaque partie qui ratifie la convention cadre reconnaît porter une part de la responsabilité globale du changement climatique. On ne peut, toutefois, mettre sur le même plan des pays très développés,

des pays moyennement développés et des pays faiblement développés. C'est pourquoi l'on parle de responsabilité «différenciée». Le protocole de Kyoto a fait une traduction binaire de ce principe, en définissant deux catégories de pays : ceux appelés à prendre des engagements contraignants (les pays industrialisés) et ceux qui en sont exclus et auxquels on ne demande aucun engagement (pays composant une longue liste incluant des pays aussi différents que Singapour, Bahreïn, la Corée du Sud, la Chine, l'Inde, le Mali et la Mongolie intérieure ...). L'application du principe de responsabilité partagée mais différenciée a ainsi placé les pays émergents dans une situation très confortable.

La conférence de Copenhague pourra être considérée comme un succès si elle donne naissance à un dispositif prenant le relais du protocole de Kyoto, mais qui s'avère plus efficace que celui-ci. Cela suppose de faire évoluer le dispositif dans quatre directions.

- **Elargir les engagements**

Les débats en cours actuellement au sein du Sénat américain sont très importants. Dans toute démocratie, un traité international n'entre en application que s'il est ratifié par le Parlement. Pour que les Etats-Unis retrouvent une crédibilité sur la scène internationale, il faut donc que le projet interne de régulation des émissions de gaz à effet de serre, actuellement discuté par le Sénat, soit ratifié par celui-ci. L'Europe dispose d'une crédibilité, du fait de la mise en place d'outils qui réglementent les émissions de gaz à effet de serre. Lorsque les pays industrialisés auront retrouvé un niveau suffisant de crédibilité, une discussion pourra s'engager avec les pays émergents. C'est la raison pour laquelle l'avancée de ce débat, aux Etats-Unis, est cruciale. L'enjeu, vis-à-vis des pays émergents, consiste à favoriser une entrée graduelle dans un système d'engagements, en commençant par fixer un plafond aux émissions industrielles de gaz à effet de serre. Les pays pétroliers (Arabie Saoudite, Bahreïn, etc.) ne doivent pas être oubliés. Il sera sans doute extrêmement difficile de les inclure dans un accord post-Kyoto, car la rente «carbone» constitue une grave menace, à terme, pour la rente pétrolière. Nous devons néanmoins

accroître leur coopération à la gestion de la rente carbone. Enfin, les pays les moins avancés peuvent difficilement rejoindre un système d'engagement immédiatement, mais ils vont jouer un rôle important dans la négociation car ils ont des besoins considérables pour l'adaptation au changement climatique.

- **Mettre en place des transferts économiques et financiers**

Les caisses des Etats sont vides. La mise en place de mécanismes intelligents suppose donc d'utiliser la rente carbone. Il en est question en Europe, à propos du transfert du produit des enchères. Les pays émergents pourraient être inclus dans un tel dispositif.

- **Intégrer l'agriculture et la forêt**

La déforestation constitue un chapitre nouveau de la négociation, depuis la Conférence de Montréal en 2004. Cela constitue une avancée importante, qui témoigne de la volonté de s'intéresser enfin aux instruments économiques susceptibles de stopper efficacement la déforestation. Le volet incitation à la non déforestation qui sera discuté à Copenhague peut donner lieu à une avancée majeure en la matière.

- **Intégrer les questions d'adaptation**

Jusqu'à présent, la doctrine officielle, parmi les experts, a prôné d'agir sur les causes du changement climatique avant de se pencher sur ses effets. La question de l'adaptation a ainsi été reléguée au second plan durant de nombreuses années. Elle constituera un enjeu important de la conférence de Copenhague. Il s'agit d'identifier les mécanismes économiques et financiers à mettre en place au niveau international afin de financer les études et les projets permettant d'adapter les pays les plus vulnérables au changement climatique. Cela pose la question des transferts financiers que nous sommes prêts à y consacrer. Je ne vois pas ce qui pourrait alimenter ces transferts, si ce n'est la rente carbone.

# Questions / Réponses

## Michel SALOFF COSTE

Je travaille depuis treize ans au sein du club de Budapest sur ces enjeux. Vous avez indiqué de nombreux chiffres et vous avez évoqué le point d'inertie du système. Mais, sur ce point, aucun chiffre n'a été avancé. En d'autres termes, à quelle époque passée correspond le réchauffement que nous observons aujourd'hui ?

## Hervé LE TREUT

Il existe deux paramètres pour évaluer cette inertie :

- le temps de persistance des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, dont on a vu qu'il était voisin d'une centaine d'années ;
- le temps nécessaire au système climatique pour évoluer, une fois que les gaz à effet de serre sont présents dans l'atmosphère, que l'on peut sans doute estimer à quelques décennies.

Compte tenu de ces deux effets, on peut faire l'hypothèse d'un temps d'inertie proche de quarante ou cinquante ans.

## Christian de PERTHUIS

Il existe aussi une inertie des systèmes énergétiques : la durée de vie d'une raffinerie est de quarante ans et celle d'une centrale nucléaire est comprise entre 60 et 80 ans. Le temps de réaction de la société humaine, face au système énergétique, est donc extrêmement long. Je crains que la modification des systèmes agricoles et forestiers soit bien plus longue encore.

**Jean-Charles LARDIC** directeur du développement durable de la ville de Marseille

Vous nous avez très bien expliqué que les pays en voie de développement allaient bénéficier d'une «rente carbone», au travers des quotas qui pourront leur être attribués (dont une partie correspondra à des émissions de CO2 déjà produites). Comment faire pour que la rente correspondant à ces émissions déjà réalisées soit réellement utilisée pour l'adaptation au changement climatique et ne soit pas accaparée par les détenteurs des équipements industriels qui sont à l'origine des émissions ?

## Christian de PERTHUIS

En réalité, il existe deux volets dans les transferts autorisés par le système des quotas. Le premier concerne l'allocation des quotas et le second la redistribution du produit des enchères.

Le volet le plus important, dans la négociation relative à l'adaptation, portera sur la mise aux enchères d'un certain nombre de quotas d'émission dans les pays riches, permettant des transferts financiers des revenus tirés de ces enchères, d'État à État, vers les pays où ce besoin est le plus grand : ce n'est pas en distribuant des quotas aux Chinois et aux Indiens que des ressources seront mises à la disposition de pays moins développés comme les pays africains pour s'adapter. Un élément totalement nouveau se fait jour dans la politique européenne : 40 à 50 milliards d'euros de CO2 seront mis aux enchères chaque année à partir de 2013. Le marché du carbone pourrait voir sa taille multipliée par trois, si le projet américain est ratifié par le Sénat. Cela constitue un formidable levier d'action potentiel.

## Sophie GAUDEUL, CFDT

Dans un système d'économie de la rente, celle-ci est nécessairement exprimée en monnaie. En cas de crise monétaire, comment l'efficacité du système sera-t-elle garantie ?

## Christian de PERTHUIS

À l'heure actuelle, l'économie du carbone est une des rares économies internationales dont la monnaie de référence est l'Euro. Cela dit, les actions mises en place contre le changement climatique ne résoudront pas tous les problèmes du monde et sûrement pas l'instabilité des taux de change et la volatilité des marchés financiers.

# L'impact de la biodiversité sur le climat



**Paul LEADLEY**

*Directeur du laboratoire d'écologie systémique et évolutive, université Paris XI Orsay*

## L'impact du changement climatique sur la biodiversité

Les études cherchant à illustrer l'impact du changement climatique montrent que le taux d'extinction de diverses espèces devrait augmenter de façon drastique au cours des prochaines décennies. Si les facteurs d'extinction sont connus (perte d'habitat, espèces invasives, surexploitation, pollution), le changement climatique pourrait devenir le facteur primordial de perte de biodiversité à l'échelle planétaire. Le taux de perte de biodiversité qui pourrait lui être attribué fait toutefois l'objet de vives controverses au sein de la communauté scientifique et aucun chiffre ne fait consensus sur ce point.

Une chose est sûre : le changement climatique entraîne de nombreuses évolutions et migrations d'espèces. Un modèle simple et empirique montre par exemple qu'un réchauffement climatique modéré, de l'ordre de 2°C, entraînerait la disparition totale des hêtres en France d'ici 2050. L'étude de la productivité des hêtres montre par ailleurs que cette productivité devrait être fortement atteinte en France, en particulier dans le Sud et l'Ouest du pays. Tous les modèles prédisent que le chan-

gement climatique aura des impacts profonds sur la composition des forêts françaises. Seule une faible modification de la pluviométrie limiterait cet impact.

S'agissant des milieux marins, l'augmentation du niveau des océans et l'élévation du niveau de température devraient entraîner un blanchissement très important des récifs coralliens, au point de rendre probable la mort pure et simple de ces récifs aux alentours de 2100, dans l'hypothèse d'une concentration de l'atmosphère en CO<sub>2</sub> de 500 ppm, avec une augmentation moyenne de la température de 2°C. Il est impératif que ce type d'effet soit pris en compte dans la négociation de Copenhague.

## L'impact de la biodiversité sur le changement climatique

Un aspect moins souvent étudié concerne l'impact de la biodiversité sur le changement climatique. Il existe trois grands mécanismes par lesquels la biosphère peut modifier le climat.

- En modifiant la nature de la végétation et la composition des systèmes aquatiques, la biosphère peut modifier les flux des gaz à effet de serre.
- La hauteur de la végétation peut modifier les échanges d'eau et de chaleur entre la végétation et l'atmosphère.
- L'émission dans l'atmosphère de particules par les êtres vivants et par les activités humaines (par exemple des composés organiques volatils) peut modifier la formation des nuages.

Un premier exemple de ces effets est fourni par la forêt amazonienne.

L'utilisation de forêts primaires pour des cultures intensives ou le pâturage modifie la pluviométrie à l'échelle locale et régionale de façon incontestable. Le climat devient ainsi plus sec et plusieurs modèles suggèrent que cette sécheresse, à l'échelle régionale, pourrait induire le dépérissement des forêts, alimentant ainsi un cercle vicieux dont le résultat pourrait être la destruction totale de la forêt amazonienne. Si cette hypothèse ne fait pas l'objet d'un consensus au sein de la communauté scientifique, elle semble néanmoins tout à fait vraisemblable. L'un des rares modèles prenant en compte cet effet prévoit, du fait de la disparition totale des forêts amazoniennes, une modification de la pluviométrie à l'échelle régionale (jusqu'aux Etats-Unis) et, par voie de conséquence, une augmentation sensible de la température de la Terre.

Un autre exemple de ces effets est fourni par la toundra arctique, où les buissons gagnent d'ores et déjà du terrain, aux dépens des herbacées. A terme, la toundra pourrait être peu à peu envahie par les arbres et certains modèles prédisent la transformation de ce milieu, d'ici la fin du siècle, en une forêt boréale. La substitution d'arbres et de buissons aux graminées et aux herbacées favoriserait le réchauffement de la toundra et là aussi, un cercle vicieux s'enclencherait, le réchauffement accélérant la modification de la végétation. En outre, les stocks de carbone détenus dans le sous-sol de la toundra sont considérables. Leur libération a commencé et va naturellement contribuer au changement climatique. La biodiversité constitue donc bel et bien un moteur du changement climatique.

## ''' Impact sur la biodiversité des décisions susceptibles d'être prises à Copenhague

Quatre grands scénarios socio-économiques ont été étudiés (Millenium Ecosystem Assessment) à l'horizon 2050, étudiant notamment le rôle de la transformation des habitats et son impact global sur la biodiversité. Ils montrent que les actions de mitigation du climat pourraient entraîner une perte de biodiversité. Nous devons donc nous interroger sur l'impact des mesures que nous prenons au titre de la lutte contre le changement climatique, car elles-mêmes peuvent avoir un impact négatif sur la biodiversité. Des études montrent par exemple que l'impact sur la biodiversité serait plus négatif en cas de déploiement massif d'énergies renouvelables que dans l'hypothèse d'un scénario réputé pourtant moins désirable : celui de la poursuite d'une augmentation rapide de la consommation d'énergie. Il apparaît finalement que la voie la

plus favorable, en termes d'impact sur la biodiversité et le climat, passe par des améliorations considérables de l'utilisation d'énergie et de l'efficacité agricole, combinées à des actions déterminées de préservation de la biodiversité.

Les nouveaux scénarios suggèrent que la poursuite des trajectoires actuelles se traduirait par la destruction massive de forêts à l'échelle planétaire. Un changement de trajectoire, passant par une augmentation massive de l'efficacité agricole, l'utilisation raisonnée de biocarburants et la préservation de la biodiversité, aboutirait à une situation beaucoup plus favorable. Nous savons ainsi quels sont les axes à privilégier dans la négociation de Copenhague.

## N Conclusion

Ces constats soulignent l'importance d'une discussion commune aux climatologues et aux spécialistes de la biodiversité. Or les débats menés actuellement au plan international se déroulent en l'absence de ces derniers, ce qui peut conduire à pri-

vilégier des choix non optimaux du point de vue de la prise en compte de la biodiversité.

Une prise de conscience se fait jour, parmi la communauté scientifique et parmi les décideurs politiques, quant à la nécessité d'élargir notre vision du problème. Il reste à la concrétiser lors du sommet de Copenhague.



# Changement climatique, agriculture et biodiversité



Jean-François SOUSSANA  
INRA

chute des rendements du blé, dans les latitudes tempérées et plus encore sous les latitudes tropicales. Un article récent, paru dans *Science*, établit une projection de l'insécurité alimentaire en 2030, dans des régions en développement. En Afrique australe, par exemple, le changement climatique aurait des effets très importants sur la culture du maïs, à travers une chute des rendements qui devrait logiquement s'accompagner d'une hausse sensible du prix des denrées.

En Europe, la variation attendue des rendements, projetée selon un modèle climatique, montre qu'une part importante des pays du continent devrait faire face à une réduction de 20 à 30 % des rendements des cultures céréalières d'ici 2080, dans l'hypothèse d'une progression rapide des émissions de gaz à effet de serre. Nous observons déjà des signes avant-coureurs de cette situation : la progression des rendements du blé se ralentit, en Europe et en Inde, sous l'effet de la sécheresse et de la variabilité du climat. Ces phénomènes s'observent également dans le domaine des forêts : des déclin forestiers sont observés dans de nombreuses régions du monde, avec un phénomène croissant de mortalité, suite à des épisodes de sécheresse.

Ces différents facteurs contribuent à l'insécurité alimentaire mondiale, qui appelle une approche intégrative, liant la prédiction des impacts, l'adaptation au changement climatique et son atténuation.

On peut également signaler la contribution de l'agriculture à la production de protoxyde d'azote, qui constitue une importante source d'émissions de gaz à effet de serre. Or les effets de dépôt d'azote vont se multiplier considérablement au cours du XXI<sup>ème</sup> S., au point de tou-

cher à l'avenir toutes les régions du monde, alors qu'ils concernaient l'Europe dans les années 1960 principalement.

## “ Projections et incertitudes

Le potentiel futur d'atténuation des émissions nettes de CO<sub>2</sub> résidera, pour une part importante, dans le secteur « agriculture, forêts et utilisation des terres ». La mise en œuvre de mesures de plus en plus coûteuses, au fil du temps, conduira en effet à miser de façon importante sur ce secteur, en agissant par exemple en vue de réduire la déforestation sur les différents continents ou de stocker du carbone dans la matière organique des sols. S'il nous est possible, au plan mondial, d'obtenir une réduction nette des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2015, le réchauffement sera limité à 2°C en 2065. Si ces réductions ne s'amorcent qu'en 2035, c'est-à-dire en cas d'échec de la conférence de Copenhague, l'élévation probable de la température moyenne devrait atteindre 3°C, mais l'on ne peut exclure qu'elle dépasse 4°C.



## ① Introduction

Les rapports successifs du GIEC (notamment le rapport sur l'eau paru en 2008) montrent qu'un indice majeur de sécheresse a augmenté dans de nombreuses régions du monde au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Des projections établies pour le 21<sup>ème</sup> siècle font état d'un risque important de sécheresses accrues, notamment au sein du bassin méditerranéen. De telles perspectives sont synonymes d'un risque croissant d'insécurité alimentaire. La sous-alimentation progresse déjà et a atteint 1 milliard de personnes sur Terre, selon la FAO. En 2008, les stocks mondiaux de grains ont par exemple été réduits à 40 jours de consommation et il est possible que le changement climatique ait joué un rôle dans cette situation. 30 % des agriculteurs des pays en développement se trouvent déjà en situation d'insécurité alimentaire. La question porte donc sur la façon dont la production alimentaire mondiale parviendra, ou non, à s'adapter au changement climatique.

## “ Changement climatique et agriculture

Les travaux du GIEC montrent que le réchauffement climatique, même très modéré, se traduirait par une

Par ailleurs, l'on peut s'attendre à une augmentation de la variabilité du climat, avec pour conséquence une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes. Nous devons anticiper des étés plus chauds que ce qui a jamais été observé dans la plupart des régions du monde. Ces épisodes caniculaires poseront de graves difficultés, pour la biodiversité mais aussi pour les productions agricoles. Les projections de Météo France, selon deux scénarios socio-économiques contrastés, montrent également qu'en cas de vague de chaleur, le nombre consécutif de jours de chaleur devrait être proche de quinze, alors qu'il est de quatre, en moyenne, aujourd'hui.

Il convient certes d'être prudent vis-à-vis de ces projections, compte tenu d'une cascade d'incertitudes, depuis les grandes projections climatiques jusqu'aux impacts dans une petite région agricole, incertitudes concernant notamment :

- l'avenir de nos émissions de gaz à effet de serre ;
- leur traduction en concentration ;

- les modèles climatiques (qui peuvent diverger) ;
- la régionalisation de leurs impacts ;
- les modèles d'impact agronomique ou écologique, qui demeurent imparfaits.

## **Leviers d'action**

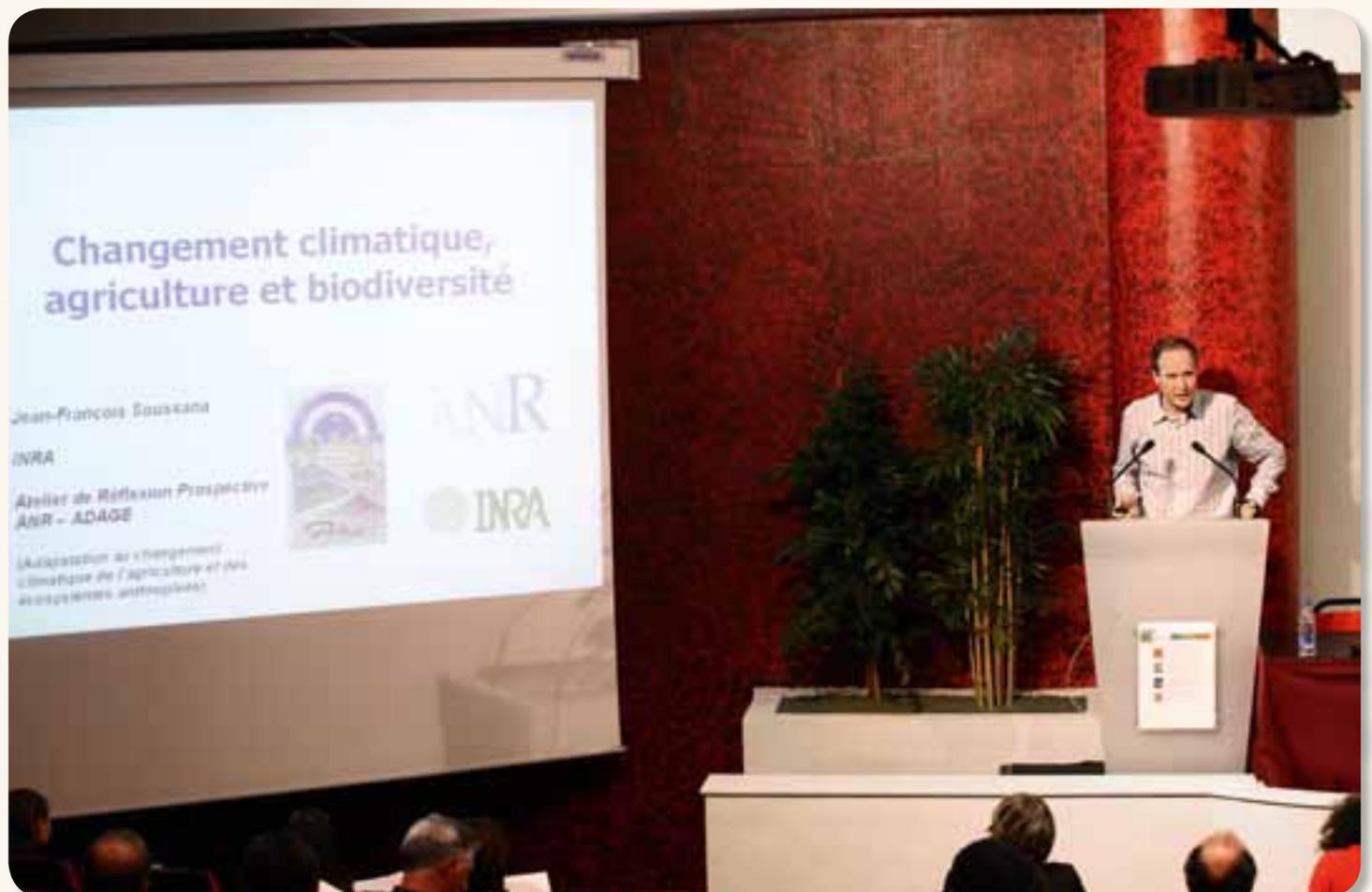
Il nous faut pouvoir réduire les incertitudes à l'échelle d'une petite région, afin d'anticiper le risque climatique et de le traduire en indices agro-climatiques utilisables par les praticiens. Nous devons aussi passer de la connaissance des risques à l'anticipation des dommages. Cela demandera de créer des infrastructures mieux intégrées pour la recherche, alliant : des réseaux d'observations, des expériences et des modèles numériques constamment améliorés et évalués.

Nous devons aussi nous adapter aux dynamiques de la biodiversité, qui va faire apparaître de nombreux changements (aires de distribution d'agents pathogènes, physiologie des parasites et des hôtes, stratégies

de protection sanitaire des végétaux...) susceptibles d'affecter à la fois la dynamique des écosystèmes gérés (sols, prairies, forêts, hydro-systèmes) et la santé végétale et animale.

Enfin, nous devons savoir innover, en utilisant la biodiversité. Cela suppose de mieux utiliser la diversité génétique, au sein d'une espèce ou à travers le mélange d'espèces. Face à une variabilité climatique accrue, la plasticité des génotypes, des populations et des mélanges constitue un atout.

Nous sommes ainsi face à de nouvelles frontières scientifiques, telles que la biologie moléculaire de l'adaptation, qui reste largement à explorer, ou concernant les biotechnologies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et les biotechnologies d'adaptation.



# Changement climatique et alimentation mondiale



**Philippe CHALMIN**

*Professeur, université Paris IX Dauphine*

## “ Augmentation de la surface agricole utile ou augmentation des rendements ?

La première solution envisageable consisterait à accroître la surface agricole utile à l'échelle mondiale. Or le discours de la FAO, sur ce point, laisse planer quelques ambiguïtés. La FAO a réuni un groupe d'experts de haut niveau, auxquels elle a rappelé que le potentiel cultivable s'élevait à 4,2 milliards d'hectares, alors que seul 1,6 milliard d'hectares est cultivé aujourd'hui. Il s'agit d'un credo ancien de la FAO, qui considère que la surface agricole utile pourrait être accrue, en 2050, de 1,6 milliard d'hectares. Je crois, pour ma part, que nous devons raisonner à surfaces agricoles utiles constantes. Chaque jour, nous perdons des terres. Chaque année, la Chine perd, en moyenne, 500 000 à un million d'hectares cultivables.

Il s'agit, de surcroît, de terres de bonne qualité, puisqu'elles se trouvent à la périphérie des villes, dans des zones où la fertilité des terres explique en partie le développement urbain. Certes, nous pourrions récupérer de nouvelles terres. Elles seront limitées toutefois. Cela concerne par exemple le cerrado, en bordure de l'Amazonie, où l'élevage intensif est actuellement dominant.

En outre, la mise en culture d'une plus large partie de ces terres pourrait repousser l'élevage vers le Nord, augmentant ainsi le risque de déforestation. Je ne suis pas sûr que l'on puisse, globalement, doubler la SAU mondiale d'ici 2050. Sans doute des améliorations se feront-elles jour, en raison notamment d'une remontée vers le Nord des cultures céréalières. Il s'agira toutefois d'un effet marginal, qui sera compensé par des effets marginaux inverses dans d'autres régions du globe.

En l'absence de possibilité d'accroissement de la SAU, nous n'avons d'autre perspective que celle de l'augmentation des rendements. Une partie de la solution, sur ce point, réside dans de meilleures pratiques agricoles. Partout, nous avons assisté à une diminution du taux d'autosuf-

fisance alimentaire, notamment en 2008, et à des problèmes majeurs de dépendance alimentaire. Il faut commencer par doter les pays en voie de développement de politiques agricoles reposant sur les principes de la politique agricole commune, c'est-à-dire assorties de garanties de prix. Il y a là un potentiel considérable à exploiter, au regard du très bas niveau des rendements actuels, dans de nombreux pays en développement. Cette évolution pourrait tout à fait s'accompagner de pratiques culturales plus responsables.

Monsieur Soussana a fait l'éloge des biotechnologies, sans prononcer le terme d'OGM. Ceux-ci offrent, il est vrai, une autre piste que nous ne pouvons pas nous permettre de négliger dans la perspective de l'amélioration des pratiques culturales. Certes, les OGM posent des problèmes nouveaux, que la communauté internationale doit s'approprier. Faut-il, pour autant, les ostraciser et en faire un combat idéologique, tel que celui qui prévaut en France ? Siégeant au sein du Haut Conseil des biotechnologies, qui aura bientôt à se prononcer sur la première demande d'agrément d'un OGM, je suis convaincu que le monde ne pourra se priver, au 21<sup>ème</sup> siècle, de biotechnologies, ne serait-ce que pour développer des plantes capables de mieux résister aux stress hydriques et de mieux capter l'azote de l'atmosphère. L'agriculture biologique ne peut pas nourrir 10 milliards d'hommes. En matière d'agriculture, le changement climatique ajoute une contrainte supplémentaire : il va déplacer des zones de culture. N'imaginons pas le retour à une nature bienveillante : l'Homme a toujours manipulé la nature et de nouvelles évolutions sont inéluctables.

### Jacques WEBER

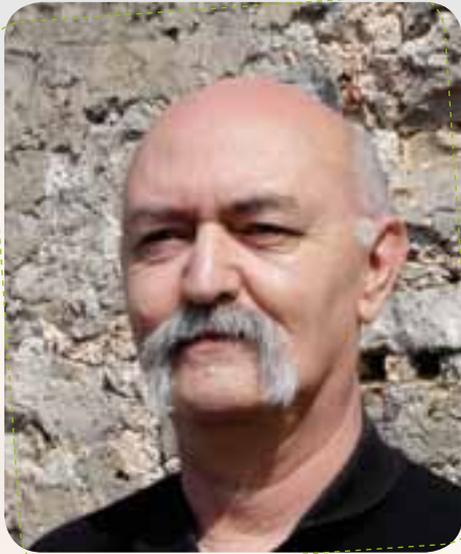
Je ne crois pas que la critique formulée, en France, sur les OGM porte sur l'outil en tant que tel : elle porte plutôt sur la façon dont il est utilisé. En revanche, je suis toujours à la recherche d'une étude coûts/bénéfices du passage d'une agriculture traditionnelle à une agriculture fondée sur les OGM, dans le cas du maïs. Pour l'heure, tout ce que l'on peut lire à ce sujet relève du mythe et du fantasme. En 7 années de recherche, je n'ai trouvé que deux études publiées sur ce sujet ; elles ont toutes deux été financées par des sociétés productrices d'OGM.

## Le défi alimentaire mondial

Un milliard d'individus, sur Terre, souffre de malnutrition et de déséquilibres alimentaires, selon les chiffres de la FAO. Or la population mondiale comptera 9,1 milliards d'êtres humains en 2050 et près de 10 milliards d'individus en 2070. Je ne suis pas sûr que les besoins alimentaires d'un homme, dans un siècle, seront sensiblement différents de ceux d'aujourd'hui. Les termes du défi alimentaire mondial sont ainsi posés. Leur signification est claire : nous devons être capables de multiplier par deux la production alimentaire, c'est-à-dire la production agricole de la planète.

Face à ce défi, l'outil de production est composé d'une surface agricole utile (SAU), entouré de diverses contraintes, d'une matière première indispensable (l'eau) et de sols confrontés à un risque croissant d'épuisement, ce à quoi s'ajoutent la sécheresse et des accidents climatiques de plus en plus récurrents. Les deux intervenants précédents ont souligné une fonction importante de l'agriculture : fournir de l'énergie. L'objectif alimentaire semble toutefois suffisamment important pour que l'on ne demande pas à l'agriculture de fournir, de surcroît, de l'énergie. Il n'est pas soutenable de faire des biocarburants un débouché récurrent et important de la production agricole.

## Quel monde après Copenhague ?



**Jacques WEBER**

*Co-président du groupe de travail Orée sur la biodiversité,  
chercheur au CIRAD,  
Membre de la commission du CAS*

On entend souvent que la biodiversité constitue un problème local, alors que le changement climatique serait un problème global. Les flux d'exportation du soja argentin montrent que la pampa argentine s'est profondément transformée (générant davantage d'émissions de CO<sub>2</sub>) du fait de cette recherche de débouchés agricoles. L'Argentine exporte le soja et importe le bouleversement des paysages de la Pampa.

Le déclin des populations animales pose, parmi d'autres problèmes, le défi de l'accélération des processus, que l'on observe aussi dans le cas du changement climatique. Le problème ne réside pas tant dans la disparition d'une espèce que dans celle d'une somme d'interactions avec d'autres espèces, dont nous ignorons tout – à un instant donné et dans la durée. Si la vie est adaptative, on peut se demander jusqu'à quel niveau d'accélération des changements elle est capable de s'adapter. La biodiversité saura-t-elle s'adapter face à des processus en accélération constante ? Certaines espèces d'orchidées ont fait la preuve d'une telle capacité. Dans d'autres cas, la désynchronisation s'avère irréversible. Ces évolutions ont en tout cas des conséquences très concrètes, à l'image, par exemple, du démarrage de plus en plus précoce des vendanges dans les vignobles français. De tels phénomènes ont déjà été observés par le passé. Ils n'ont jamais été observés, toutefois, dans des délais aussi courts.

Une autre idée reçue consiste à se féliciter de l'augmentation de la teneur de l'atmosphère en CO<sub>2</sub>, qui fertiliserait la forêt. Christian Körner, scientifique suisse, a étudié les conséquences du «forçage» en CO<sub>2</sub> d'un échantillon de forêt nicaraguayenne. Les grands bénéficiaires sont les mousses et les lianes, qui fragilisent la croissance des arbres. L'équipe de Körner a également mis en évidence

des effets de seuil à partir desquels interviennent des chablis massifs selon des cycles raccourcis, avec relagage de gaz à effet de serre à chaque fin de cycle. Tout se passe comme si le cycle de l'écosystème s'emballait.

### “ La prise en compte politique du changement climatique

La réflexion politique, autour du climat, a débuté en 1972. En matière de biodiversité, elle a été lancée à Rio en 1992. Sur le plan des travaux scientifiques, le GIEC a été créé en 1988 et ses travaux ont fait la preuve de leur validité et de leur robustesse. La méthode est éprouvée, c'est-à-dire qu'elle donne les moyens de sa propre réfutation sur une base rigoureuse. En l'absence de tels moyens, il ne peut y avoir de débat. Les travaux de macro-économie politique ont débuté avec le rapport Stern, en 2005. Devant l'impact de ce rapport illustrant le coût de l'inaction, la Commission européenne a engagé un travail similaire (économie de la biodiversité et des services écologiques), sous la responsabilité de Pavan Sukhdev. Des objectifs ont été fixés dans des termes clairs pour le climat: il s'agit d'atteindre une diminution des gaz à effet de serre de 5 % en 2012 et de 20 % en 2020.

En matière de biodiversité, les Etats ont décidé de stopper l'érosion de la biodiversité en 2012. Si cette injonction a suscité un très important développement des travaux de recherche, les méthodes réfutables, à l'échelle mondiale, restent à inventer. Le projet d'IPBES (Intergovernmental Panel on Biodiversity and Ecosystem Services), porté par la France depuis 2005, en étroite collaboration avec le programme mondial Diversitas implique de nombreux acteurs. Compte tenu du niveau de complexité des problèmes, il pouvait être envisagé de

### “ Idées reçues et perspectives nouvelles

Nous avons vu, cet après-midi, à quel point la dynamique de la biodiversité et celle du climat étaient interdépendantes. Nous avons tendance à considérer la société d'un côté, la biodiversité de l'autre, le changement climatique constituant un troisième terme. Or les êtres humains font partie de la biodiversité et de la «nature», qu'ils exploitent et dont ils vivent. Le déplacement de notre regard conduit à considérer que la biodiversité suscite le changement climatique – le climat rétroagissant sur la biodiversité. Il ne s'agit pas d'une simple inversion de la proposition: cette vision doit modifier en profondeur nos approches scientifiques.

Plusieurs exposés ont souligné à juste titre l'importance des interactions, qui ne sont pas toujours prises en compte autant qu'elles le devraient. La biodiversité ne réside pas dans les espèces mais dans la dynamique d'interactions entre organismes, dans des milieux qui sont eux-mêmes en changement. Nous avons besoin de modèles pour penser des phénomènes aussi complexes. C'est la raison pour laquelle la communauté scientifique a salué la création de la chaire de modélisation de la biodiversité, créée au Museum avec l'appui de Veolia.

constituer une sorte de «réseau de réseaux», à l'échelle mondiale, afin de répondre à des questions soulevées par les décideurs, publics ou privés. Puis de développer, dans un second temps, une capacité à réaliser des états des lieux, comme le fait le GIEC.

Une donnée nouvelle se fait jour : la crise, dont nous ne sommes pas encore sortis. Souvenons-nous de ses effets : expropriations, effondrement du produit intérieur brut, chute des marchés financiers... Ce ne sont que des symptômes. Ils reflètent des raretés économiques objectives (qui mesurent, au plan économique, la distance entre une offre et une demande). Elles se doublent, aujourd'hui, de raretés physiques. En témoigne par exemple la décroissance régulière et constante de la production mondiale de poissons. Au moins 40 % des captures, aujourd'hui, sont rejetées dans la mer (le poisson n'étant plus vivant). Un autre exemple est fourni par les ressources pétrolières et fossiles, dont la disponibilité connaîtra un pic rapidement. Une reprise entraînera un accroissement de la demande de ces ressources, accélérant leur raréfaction.

### ''' **Penser la valorisation du monde qui nous entoure**

Nous vivons dans un monde dans lequel la création de richesses repose essentiellement sur l'érosion d'un capital naturel. La destruction de celui-ci accroît le PIB, de même que la réparation des destructions précédentes. Le concept de PIB a été créé afin de suivre les progrès de la reconstruction après la Seconde guerre mondiale. Il répond donc à une logique claire, qui avait sa pertinence. Si nous poursuivons sur cette lancée, il est hors de question de nous diriger vers un monde viable.

Est-il, par contre, envisageable de concevoir un monde dans lequel la création de richesses soit issue de la maintenance ou de l'amélioration du potentiel naturel ? Toutes les atteintes aux milieux naturels resteraient possibles, à des coûts toutefois si prohibitifs que les acteurs en seraient dissuadés. S'il y va de l'intérêt économique réel des agents, il est fort probable que ceux-ci jouent le jeu. Les incitations

économiques peuvent donc constituer un instrument puissant.

Les êtres non-humains sont placés dans une situation généralisée d'accès libre, souvent créée par les politiques publiques : il s'agit de «choses» dont nous disposons selon notre bon vouloir, sans payer les coûts que nous faisons parfois supporter aux écosystèmes qui les hébergent. Comment conférer une valeur intrinsèque à des choses qui n'en ont pas ?

Les échelles de réflexion, sur ces questions, sont étroitement imbriquées. Elles ne sont ni globales ni locales mais «glocales». C'est pourquoi une réforme des organisations internationales est indispensable, afin de définir des règles communes au monde et des principes d'équité internationale. Nous pourrions ainsi créer une Organisation Mondiale de l'Environnement, qui regrouperait la FAO, le PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) et le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Elle devrait alors être dotée d'un pouvoir réel de mise en œuvre, à l'échelle mondiale, des décisions prises par ses membres.

Cela pourrait concerner, par exemple, la mise en œuvre d'une taxe mondiale et la redistribution de son produit. Rappelons qu'il existe quatre grands types de capital : le capital manufacturier ; le capital humain ; le capital social ; le capital naturel. Le poids des réglementations porte, actuellement, sur le capital manufacturier et le capital humain. Un basculement doit s'opérer,

pour faire porter l'essentiel des réglementations sur les consommations de nature, en lieu et place de charges pesant sur l'outil de travail et le travail. Il faut donc remplacer les taxes existantes par d'autres (il ne s'agit pas d'en créer de nouvelles). Dans le domaine de l'énergie, nous pourrions envisager de créer une taxe planétaire sur l'énergie ajoutée, dont le produit serait redistribué en raison inverse des consommations énergétiques. La redistribution serait ainsi effectuée au profit des pays dont la consommation énergétique est la plus faible. L'identification de solutions mondiales suppose qu'il existe un outil permettant d'appliquer une régulation de ce niveau : la somme de réglementations nationales n'aboutira jamais à une régulation mondiale.

S'agissant des ressources renouvelables, qu'il est techniquement difficile de taxer directement, l'on peut recourir à des mécanismes indirects tels que les marchés de droits (inventés, à l'origine, dans les secteurs de la pêche et de la production laitière). Dès lors que les réglementations élèvent le prix de l'énergie et rendent le travail moins coûteux, le travail devrait réapparaître, là où il se faisait de plus en plus rare.



# Synthèse



**Marie BLANDIN**  
Sénatrice, vice-présidente du Comité pour la biodiversité

s'est développée, en le sachant sans vouloir tout à fait le reconnaître.

Monsieur Leadley nous a présenté quatre scénarios, dont l'un, reposant sur un principe de sobriété énergétique. Je propose de l'appeler le scénario «Lévi-Strauss», qui avait montré la capacité de certains peuples à vivre en harmonie avec leur environnement et entretenant la tradition orale des tabous d'accumulation des biens et de gaspillage. Il y va de notre survie. C'est aussi une question de justice car, comme l'a rappelé Ghislaine Hierro, ce sont les plus pauvres qui font les frais les premiers de notre inconséquence. Un milliard de personnes est d'ores et déjà mal nourri. Nous voyons aussi comment les personnes déplacées sont accueillies. Nous avons manifestement des progrès à faire dans le respect de l'autre.

Des pistes ont heureusement été évoquées, outre le scénario «Lévi-Strauss»: le marché du carbone évoqué par Christian de Perthuis, l'augmentation de la surface agricole utile pour laquelle a plaidé M. Chalmin. Nous avons aussi entendu la plaidoirie de Jacques Weber pour de nouvelles règles mondiales et l'instauration d'une taxe planétaire. Enfin, il a été question de l'inertie technologique et décisionnelle concernant les systèmes de production de l'énergie, les modes d'approvisionnement ou encore l'évolution des pratiques culturelles. Il faut aussi évoquer l'inertie des élus. Une étude de Sciences Po, réalisée il y a cinq ans, a montré que 80 % des élus considéraient qu'il n'était pas

nécessaire de freiner le programme autoroutier, là où de simples citoyens, interrogés dans la rue, témoignaient d'une prise de conscience bien plus avancée des enjeux environnementaux.

Je voudrais conclure par une observation. Les individus qui résistent au développement durable et au changement ne font rien d'autre que de résister au bonheur: tous les acteurs qui franchissent le pas d'un changement dans leur entreprise, dans leur mode de vie, dans leurs relations à l'autre, etc., témoignent du bonheur que l'on rencontre en parcourant ce chemin.



Le carbone était présent depuis longtemps sur Terre mais il était enfoui. L'apparition d'une espèce (l'Homme) a déstabilisé l'équilibre qui avait été trouvé dans la biodiversité, pendant quelques centaines de millions d'années. Nous avons ainsi exhumé le carbone, que nous ne cessons, depuis lors, de libérer. Hervé Le Treut et Sylvie Joussaume nous ont fait entrevoir la certitude du réchauffement climatique et du rôle des activités humaines dans ce dernier. Ils nous ont annoncé une accélération majeure de ces phénomènes et ont expliqué que l'objectif de stabilisation de la concentration de l'atmosphère en CO2 supposait d'agir dès aujourd'hui pour réduire de façon très importante les émissions. Nous souffrons, à l'échelle de la planète, d'une maladie proche de ce qu'est le cholestérol pour certains d'entre nous: nous savons que nous devons faire attention mais une petite voix, en nous, veut l'ignorer et la plaque d'athérome se forme peu à peu, jusqu'à l'accident cardiaque. Nous sommes ainsi en train de saboter le dispositif sur lequel la planète