

Changement global,  
biodiversité et écosystèmes :

# Vers quels services écologiques ?



**5<sup>es</sup> JOURNÉES**  
**DE L'INSTITUT FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ**  
**TOURS 3-5 DÉCEMBRE 2007**



Changement global,  
biodiversité et écosystèmes :

# Vers quels services écologiques ?

5<sup>es</sup> JOURNÉES  
DE L'INSTITUT FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ  
TOURS 3-5 DÉCEMBRE 2007

## Comité scientifique des 5<sup>es</sup> Journées

Bruno DAVID (président du Comité et de la Commission scientifique de l'IFB)

Luc ABBADIE  
Paul ARNOULD  
Jérôme CASAS  
Philippe COZIC  
Philippe CURY  
Jean-Claude GENOT  
Sylvie JOUSSAUME  
Michel KHALANSKI

Anne LARIGAUDERIE  
Raphaël LARRERE  
Sandra LAVOREL  
Xavier LE ROUX  
André MICOUD  
Serge MORAND  
Olivier THEBAUD



Créé en décembre 2000, l'Institut français de la biodiversité est un Groupement d'intérêt scientifique (Gis) composé de 17 membres unissant leurs efforts pour promouvoir les recherches scientifiques françaises en biodiversité :

- Ministères en charge de la recherche, de l'écologie, des Affaires étrangères et européennes, de l'industrie, de l'agriculture et de la pêche
- Organismes de recherche : Cemagref, Cirad, CNRS, Ifremer, Inra, Inserm, IRD, Muséum national d'histoire naturelle
- Organisations professionnelles : Assinsel, Organibio
- Organisations non gouvernementales : France Nature Environnement, WWF

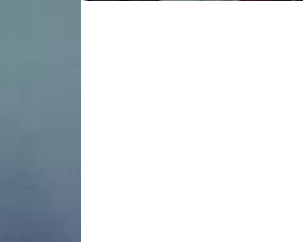
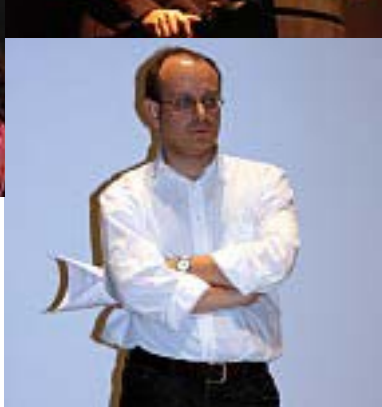
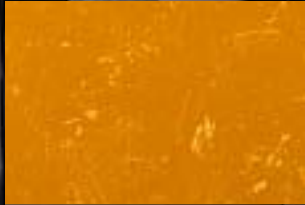
**Par décret du 3 mars 2008 est officialisée la création de la « Fondation française pour la recherche sur la biodiversité » constituée à partir de deux Gis : l'Institut français de la Biodiversité (IFB) et le Bureau des ressources génétiques (BRG).**

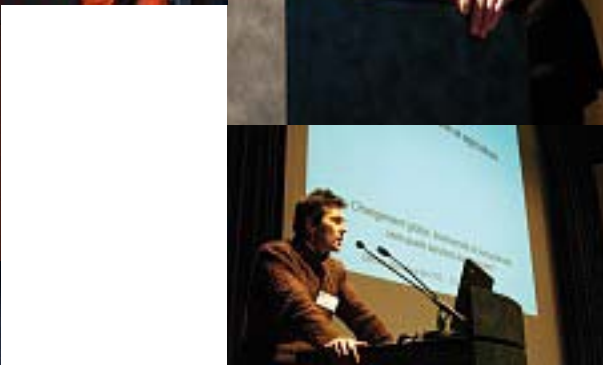
Ces 5<sup>es</sup> Journées de l'IFB sont placées sous le haut patronage de quatre ministères :

- Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche,
- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire,
- Ministère des Affaires étrangères et européennes,
- Ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Elles ont bénéficié d'un soutien spécial du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire et du ministère des Affaires étrangères et européennes.







# SOMMAIRE

## Ouverture des 5<sup>es</sup> Journées IFB

Sauvegarder la biodiversité : une nécessité vitale pour le monde de demain 8  
Jean-Claude LEFEUVRE

## Thèmes en débat

Conférence introductive :  
Incertitude et biodiversité : violence de la nature, résilience de la vie 16  
Jacques BLONDEL

## Thème I : Biodiversité et changement global

Conférence introductive  
Les interactions entre la biodiversité et les changements climatiques 24  
Paul LEADLEY

Communications orales et posters 30

Synthèse de l'Atelier 32  
Serge MORAND

## Thème II : Biodiversité et agriculture

Conférence introductive :  
Biodiversité et agriculture ou agriculture et biodiversité ? 34  
Jacques BAUDRY

Communications orales et posters 40

Synthèse de l'Atelier 43  
Xavier LE ROUX

## Thème III : Ingénierie écologique

Conférence introductive :  
Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ? 45  
Harold LEVREL

Communications orales et posters 54

Synthèse de l'Atelier 58  
Philippe COZIC

## Projets de recherche ANR-Biodiversité

Synthèse 62  
Jérôme CASAS

Liste des projets lauréats ANR Biodiversité 2005 présentés en séance plénière  
et des projets lauréats ANR Biodiversité 2006 présentés par affiches 64

## Bilan IFB et prospective

L'Institut français de la biodiversité. Bilan et perspectives 68  
Jacques WEBER

Stratégie scientifique de l'Institut français de la biodiversité 74

Projet *Biodiversité et modélisation* 78  
Bruno DAVID et Denis COUVET

IMoSEB et l'expertise internationale en biodiversité  
Bilan et perspectives 85  
Didier BABIN

## Clôture officielle des 5<sup>es</sup> Journées IFB 91

Patrick DUNCAN

## Conférence de clôture 93

Jean-Claude LEFEUVRE





**Ouverture  
des 5<sup>es</sup> journées  
IFB**



# --> Sauvegarder la biodiversité : une nécessité vitale pour le monde de demain

Jean-Claude LEFEUVRE

Président de l'Institut français de la biodiversité

Ces journées sont placées sous le haut patronage de quatre ministères : celui de la recherche, celui de l'écologie, de l'aménagement et du développement durables, celui des Affaires étrangères et européennes, et celui de l'agriculture et de la pêche. C'est avec plaisir que je remercie chaleureusement leurs représentants et les hautes personnalités qui se trouvent parmi nous. Je tiens également à vous remercier tous d'être fidèles à ces rencontres qui, pour leur cinquième édition depuis 2002, nous réunissent de nouveau à Tours.

## Un peu d'histoire...

Lors de la toute première manifestation de l'IFB en 2002, Claudie Haigneré, ministre chargée de la recherche et des nouvelles technologies, soulignait dans son discours le fait que ces journées « (...) *clôturées par le ministre de l'écologie et du développement durable, madame Roselyne Bachelot-Narquin, témoignent et illustrent l'attention que le gouvernement accorde à ce champ de recherche que constitue la biodiversité et la coordination mise en œuvre à travers l'IFB* ».

Avec la fougue qu'on lui connaît, madame la ministre de l'écologie et du développement durable, quant à elle, n'avait pas hésité à déclarer : « *Groupement d'intérêt scientifique original, l'IFB est devenu aujourd'hui un lieu incontournable de la coordination de la recherche en écologie* ».

Elle concluait par cette phrase : « *Je voudrais vous redire combien j'apprécie le lieu de cohérence, d'échanges et de mise en commun qu'est l'IFB* ».

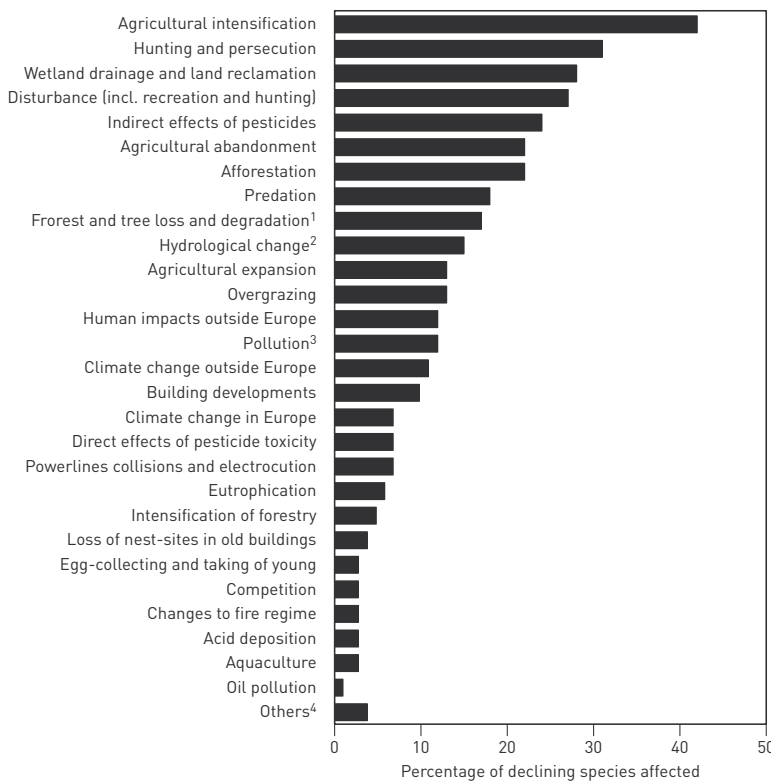
Cinq ans ont passé. La qualité des recherches développées sur les conséquences de l'augmentation des gaz à effet de serre due aux activités humaines depuis plus de deux siècles, tout comme l'excellence des réflexions et diagnostics menés par le Giec (Groupe

d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) font qu'aucun gouvernement ne peut plus ignorer les menaces qui pèsent désormais sur notre planète. La montée en puissance médiatique sur le thème des bouleversements climatiques annoncés aurait pu reléguer au dernier rang des préoccupations gouvernementales le sujet qui nous est cher, celui de la biodiversité. C'est d'ailleurs ce qu'avait laissé entendre Claudie Haigneré lors de son discours de Tours.

Aujourd'hui, malgré la reconnaissance de l'action de l'IFB, la biodiversité est un concept que beaucoup tendent à réduire au nombre d'espèces existant sur la planète. Dans les médias, les interventions portent le plus souvent sur les beautés vivantes de la nature. Bien peu, trop peu, s'intéressent à la dépendance des sociétés humaines vis-à-vis de cette diversité biologique que l'on retrouve à travers nombre d'activités telles que l'agriculture, l'élevage, la pêche, l'exploitation des forêts, la cueillette, la pharmacie, les cosmétiques, l'alimentation et l'industrie agro-alimentaire, du bois, des fibres, etc.

Finalement, cette mise à l'écart n'a pas eu lieu et, suite à une série d'événements internationaux survenus ces dernières années, les gouvernements ont pu prendre la mesure de ce que nous avons perdu, non plus depuis deux cents mais dix mille ans, en nous considérant comme maîtres et possesseurs de la nature.

Parmi ces événements internationaux figure au premier plan la Conférence internationale de Paris de janvier 2005 intitulé « Biodiversité, science et gouvernance ». Au cours de ce colloque, il a en effet été montré que les évolutions climatiques induites par nos activités sont certes grandissantes mais que ce type d'évolutions n'est qu'un élément des changements globaux. Le plus important est d'anticiper l'avenir d'une planète soumise à une érosion massive des espèces qui composent et trament l'habitat des hommes :



**Fig. 1 : Activités humaines et biodiversité : exemples des menaces principales qui ont contribué au déclin de 278 espèces d'oiseaux (Modifié de Tucker et Heath, 1994).**

Clear-cutting, unmanaged cutting, burning, grazing, loss of trees from orchards, farmland copses and fields.  
 Damming of rivers, water abstraction, flood control, canalization, etc.  
 Other than acid deposition, oil spills, pesticides and eutrophication.  
 Includes destruction of haystacks, hybridization, plant disease, drowning in fishing nets and overfishing (each affected only one species).

la biosphère. De là découle l'hypothèse selon laquelle la Terre entrerait dans sa sixième crise d'extinction massive, crise dont nous portons l'entière responsabilité. Ces sujets seront développés au cours de ces Journées IFB par Bruno David et Denis Couvet, au nom du Conseil scientifique de l'IFB.

C'est de cette inquiétude qu'est née l'idée de créer un groupe d'experts internationaux sur l'évolution de la biodiversité. Cette structure, fondée à l'initiative de la France et analogue au Giec, devrait être à même de suivre l'évolution de la diversité biologique à l'échelle mondiale sur la base d'une expertise de haut niveau. L'*International Steering Committee* avait pour but de réfléchir aux modalités de mise en place de cette structure, plus connue sous le nom d'Imoseb (International Mechanism of Scientific Expertise for Biodiversity). Le résultat de deux années de travail vous sera présenté au cours de ces journées, résultat obtenu grâce au soutien des ministères français concernés, notamment ceux en charge de la recherche, des Affaires étrangères et de l'écologie. Quant aux progrès réalisés par la suite, ils ont été en grande partie le fruit de l'action du Secrétariat exécutif dirigé par Didier Babin, le chargé de mission pour l'international de l'IFB. Au passage, je ne vous apprendrai rien en vous disant que le seul membre français du *Steering Committee*, en dehors du président de *Diversitas*, Michel Loreau, se nomme Jacques Weber, directeur de l'IFB.

En 2005, un autre élément est venu confirmer que la biodiversité changeait de visage et allait devenir l'objet de toutes les attentions de la part des gouvernements. Il s'agit du rapport de l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire commandité en 2000 par Kofi Annan, secrétaire général de l'ONU. Il aura mobilisé, pendant quatre ans, 1 360 experts biologiques issus de 95 pays dont, hélas, peu de Français. Ce rapport est organisé autour de cinq questions principales. Je les énumère tant elles sont importantes :

- Comment les écosystèmes et les services qu'ils procurent ont-ils évolués ?
- Qu'est-ce qui est à l'origine de ces changements ?
- Comment ces changements ont-ils affecté les conditions de vie des hommes ?
- Comment évolueront-ils ?
- Quelles seront les options possibles pour renforcer la conservation des écosystèmes et leur contribution à un environnement sain et équilibré pour l'homme ?

Ces questions préfigurent la nature des rapports qui pourront être remis périodiquement sous l'égide de l'Imoseb. Elles permettront ensuite de fédérer tous les organismes, dont la Convention sur la diversité biologique (CDB), et toutes les initiatives internationales qui concentrent les meilleures expertises dans le domaine de la biodiversité.

Vous connaissez les conclusions principales de ce rapport. Au cours des cinquante dernières années,

## Ouverture des 5<sup>es</sup> journées

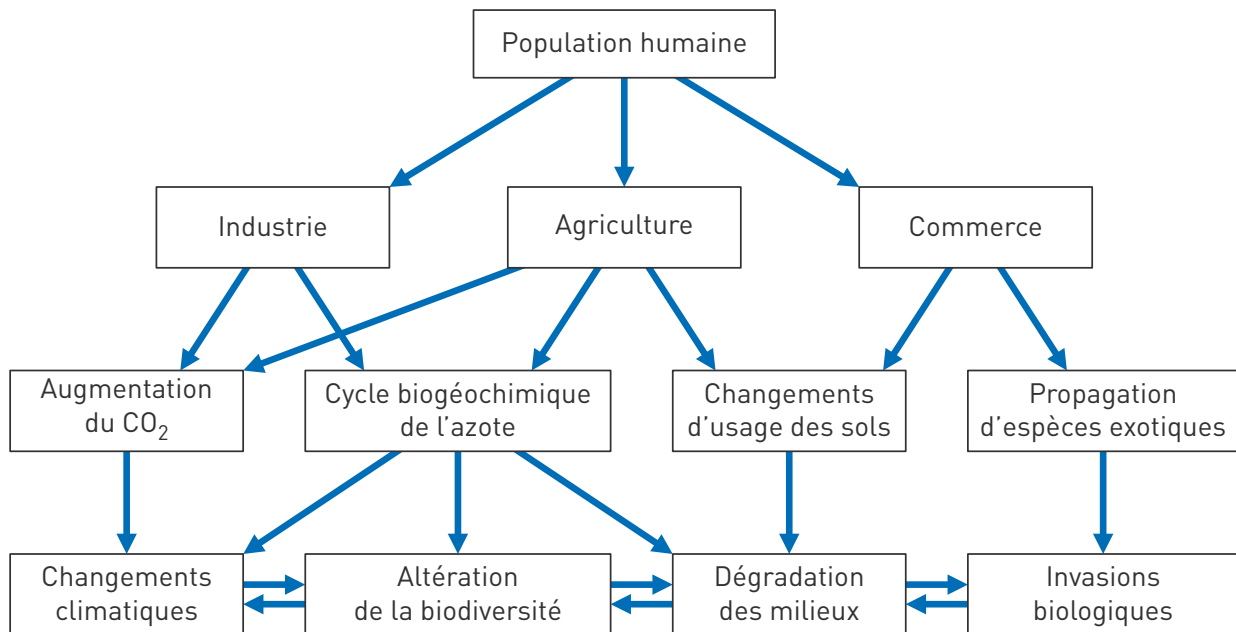


Fig. 2 : Principaux changements écologiques induits par les activités humaines (Modifié d'après Vitousek et al., 1997).

L'homme a généré des modifications sur les écosystèmes de manière plus rapide et plus intense que sur aucune autre période comparable de l'histoire. L'une des conséquences les plus dramatiques est la dégradation de nombreux services écologiques rendus par les écosystèmes. Environ 60 % de ces services sont en cours de dégradation. Il me faut souligner que cette détérioration ne s'est pas effectuée, ou très peu, sous l'effet des changements climatiques qui commencent à se faire sentir depuis la fin du 20<sup>e</sup> siècle et vont sans doute nous confronter à une situation dramatique qui risque encore d'accentuer la pauvreté et aura des conséquences sur la géopolitique. Cette dégradation est la résultante de la multiplicité des activités humaines qui, depuis le début de la révolution néolithique, mais surtout au cours de la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, ont mis à mal la plupart des écosystèmes du monde, réduisant certains d'entre eux comme peau de chagrin. Je pense forcément aux forêts tropicales humides, aux zones humides... ou à la fragmentation des habitats. Mais je pense aussi à la transformation radicale (Fig. 2) que subissent nombre d'écosystèmes par des apports intempestifs d'intrants comme les pesticides ou les engrais minéraux responsables, pour ces derniers de l'eutrophisation des eaux douces et marines. Je n'oublie pas non plus, dans cette mutation profonde qui touche tous les systèmes écologiques, le rôle de la mondialisation qui accélère les transferts d'espèces entre tous les continents et océans du monde, certaines de ces espèces devenant envahissantes.

Le développement durable ne peut pas être une politique qui ignore la biodiversité

Si j'insiste sur ces faits, c'est qu'ils expliquent à la fois la référence au changement global dans le titre qui vous est proposé et la redondance de ce titre :

« Biodiversité et écosystème ». Il s'agit également de souligner les apports du *Millennium Ecosystem Assessment* en se focalisant sur ces notions d'écosystèmes et de services écologiques comme éléments de communication auprès du public et des gouvernements. Ensuite, il est utile de rappeler que peu d'équipes scientifiques, nationales ou internationales s'intéressent au fonctionnement des écosystèmes, aux échanges inter systèmes, et aux services écologiques à un moment où la société a de plus en plus besoin de comprendre le monde dans lequel elle vit, et dans lequel on la fait vivre.

Parmi les événements internationaux dont je parlais précédemment, il en est un qui confirme la place prise par la France sur ces questions : la Conférence de Paris des 2 et 3 février 2007, centrée sur le principe d'une gouvernance écologique mondiale et intitulée « Citoyens de la Terre ». Destinée à proposer la transformation du programme des Nations unies pour l'environnement (Pnue) en une organisation mondiale des Nations unies pour l'environnement (Onue), cette réunion s'est conclue par l'Appel de Paris où l'on peut lire, dans une des recommandations : « *Aujourd'hui, nous savons que l'humanité est en train de détruire à une vitesse effrayante les ressources et les équilibres qui ont permis son développement et qui déterminent son avenir.* »

A l'occasion de cette rencontre, nous avons pu nous rendre compte combien la biodiversité était désormais considérée par de nombreuses nations comme l'un des thèmes majeurs de la crise environnementale qui secoue notre planète.

Cette année 2007 a vu un changement de gouvernement en France mais aucune rupture dans l'attention portée à la biodiversité. Je vous rappelle que le groupe de travail n°2 du Grenelle de l'environnement lui

était consacré. Dans son discours de clôture, le nouveau président de la République a rappelé que « le développement durable ne peut pas être une politique qui ignore la biodiversité. Gérer la nature n'est pas un luxe de pays riches, c'est une exigence pour la survie des hommes. Il est temps d'engager un programme national de lutte contre l'artificialisation des sols. »

Je le cite à nouveau : « Il est temps que les documents d'urbanisme et de planification respectent le principe de maintien de la biodiversité, y compris en permettant des mesures

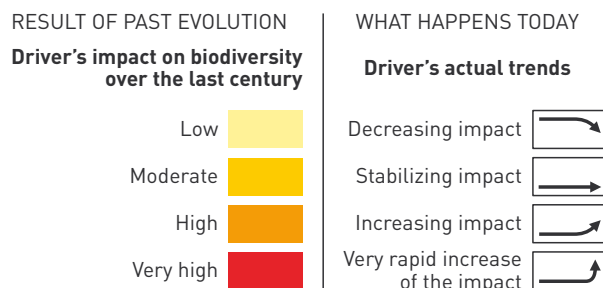
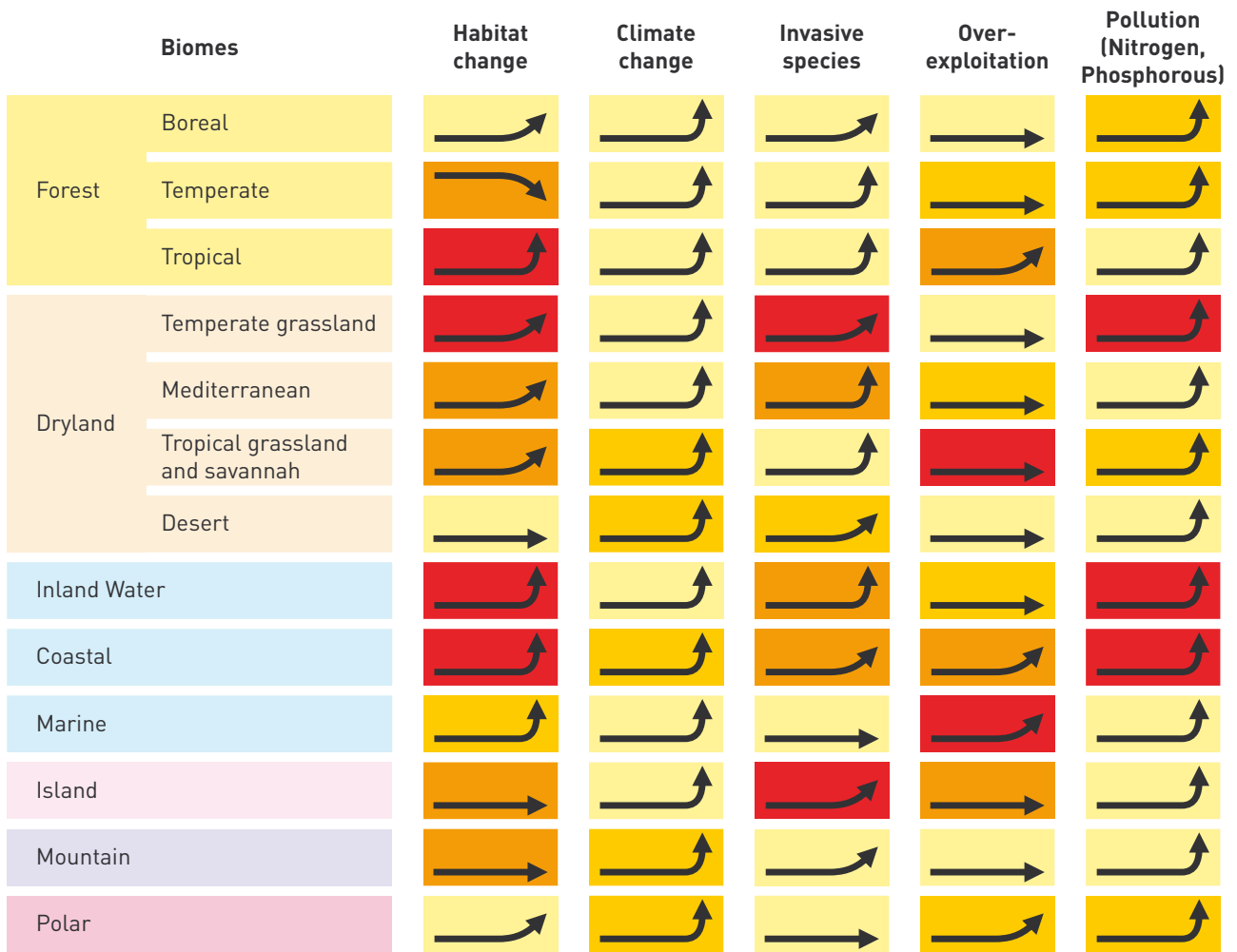


Fig. 3 : Les principaux biomes de la planète et l'évolution au cours du XX<sup>e</sup> siècle de leur biodiversité sous l'effet des changements globaux (Rapport de synthèse. *Millennium Ecosystem Assessment*, 2005)

## Ouverture des 5<sup>es</sup> journées

*de compensation. Il est temps que les sciences de la nature retrouvent leur place dans l'enseignement et dans les plus hautes assemblées scientifiques.* »

Il est également temps de créer la trame verte que Robert Barbault et moi-même, vous le verrez au cours de l'Atelier « Ingénierie écologique », continuons à désigner sous le nom de réseau écologique. Il est temps, en effet, de créer cette trame verte en France et pourquoi pas en Europe. Cette trame qui permettrait aux espèces de se développer, de migrer et de survivre aux changements climatiques. Vous serez également intéressés d'apprendre que dans le même discours, il a été dit : « *Je souhaite que les groupes du CAC 40 s'engagent à consacrer 1 % de leurs bénéfices à une fondation sur le climat ou la biodiversité.* »

Nous y reviendrons peut-être mais sans doute vous demandez-vous ce que fait l'IFB pour la recherche dans un contexte aussi favorable. Je vous répondrai : de nombreuses choses, dont plusieurs méritent d'être soulignées.

### L'action de l'IFB

Depuis sa création, l'IFB n'a eu de cesse de soutenir le financement d'une recherche de qualité. Durant ces trois dernières années, en nous associant étroitement à l'ANR (Agence nationale de la recherche) et sur la base d'appels d'offres très larges, nous avons obtenu l'ouverture d'une enveloppe budgétaire de plus de trente millions d'euros pour des associations de chercheurs et de laboratoires. Vous aurez un aperçu de la qualité de ces recherches au cours des deux jours qui vont s'écouler puisque de jeunes chercheurs viendront vous présenter leurs résultats dont certains seront affichés (voir page 64, la liste des projets lauréats 2005 et 2006).

Par ailleurs, en prélude à l'intervention de Bruno David, président du Conseil scientifique de l'IFB, et compte tenu des moyens dont nous disposons, je vous annonce qu'un appel d'offres IFB sera ouvert en 2008 aux petites structures pour compenser la part belle faite aux grosses équipes jusqu'ici. A ce titre, le Conseil scientifique qui supervise ce projet insistera sur un point essentiel : place à l'innovation ! Bien sûr, la qualité des dossiers sera aussi un élément qui permettra de juger de la recevabilité des projets mais pensez bien que c'est vers l'innovation que nous devons nous tourner.

La durée de vie des programmes incitatifs est en général de trois ans. Dès lors, la source financière ANR aurait pu se tarir ; mais c'était sans compter sur le travail effectué par Jacques Weber dans le cadre de l'Eranet Biodiversa dont il assure la responsabilité depuis trois ans. Cela nous a permis de mettre en place un appel d'offres européen doté pour l'instant de 17 millions

d'euros avec le soutien financier de l'Agence nationale de la recherche (ANR) et du ministère de l'écologie, de l'aménagement et du développement durables (Medad). Vous avez dès maintenant la possibilité de lire en ligne ce projet. En outre, j'insiste sur le fait que la France va mettre à disposition 7 millions d'euros répartis de la manière suivante : 5 millions provenant de l'ANR et 2 du Medad. Je vous conjure d'étudier attentivement cet appel d'offres. Nous sommes vraiment désireux de voir de bonnes équipes françaises s'associer à des équipes européennes afin d'utiliser ces crédits. Ce serait dramatique de s'être tant battu sans avoir de retours sur la France.

Vous apprendrez également par Yann Maubras, chargé de mission IFB pour l'Europe, qui assure le rôle de point de contact du 7<sup>e</sup> PCRD pour la partie environnement et plus spécialement la gestion durable des ressources, qu'une nouvelle vague de propositions va être élaborée. Il pourra vous aiguiller vers les principaux appels à propositions. D'autres informations sur ce sujet vous seront également communiquées au cours des deux prochains jours.

Cette confiance accordée à l'IFB par une vingtaine d'agences européennes de recherche n'est qu'un élément du rôle grandissant de notre institut. Aucune réunion de la plate-forme européenne pour une stratégie de recherche en biodiversité (EPBRS), qui se réunit sous l'égide des gouvernements en charge de la présidence de l'Europe, ne s'est déroulée sans la présence de l'IFB. Non seulement le directeur en est devenu un membre permanent mais il aide bien souvent à la structuration de ces réunions ainsi qu'au choix des thèmes abordés. Le thème retenu cette année, sous la présidence portugaise, a été la biodiversité marine. En janvier, sous présidence slovène, il sera axé en priorité sur la recherche sur la protection de la biodiversité des écosystèmes d'eau douce. Je laisserai le soin à Jacques Weber de nous annoncer le thème qui pourrait être évoqué sous la présidence française à la fin de l'année 2008. A noter que durant cette période se tiendra également un colloque important sur « Agriculture et biodiversité ».

### La nouvelle fondation pour la biodiversité

Je ne saurais terminer sans parler de la fondation évoquée par le président de la République. Cette idée remonte presque à la création de l'IFB. Certaines personnalités souhaitent en effet qu'un organe, du type Groupement d'intérêt public (Gip), remplace les Groupements d'intérêt scientifique (Gis) « Institut français de la biodiversité » et « Bureau des ressources génétiques » (BRG) et intègre même le Gip Ecofor (Ecosystèmes forestiers). Début 2007, les événements se sont précipités avec la proposition d'une fondation pour la recherche reprenant le projet d'intégration de l'IFB, du BRG

et d'Ecofor. L'arrêté créant cette entité a été suspendu quelques jours avant le changement de gouvernement. Depuis, dans une ambiance plus détendue, la proposition d'une structure regroupant au moins l'IFB et le BRG, défendue par tous les organismes de recherche qui sont membres de ces deux GIS, poursuit son chemin.

Parallèlement, l'idée de maintenir la politique d'ouverture qui a présidé à la mise en place de votre IFB continue d'être discutée. Je vous rappelle que l'institut a permis de réunir les représentants des organismes de recherche et ceux de cinq ministères intéressés par la biodiversité que sont la recherche, l'écologie et le développement durable, les Affaires étrangères, l'agriculture et l'industrie. Les représentants des espaces protégés, des ONG et des entreprises avec lesquelles nous sommes en contact grâce notamment au groupe de réflexion IFB / Association *Orée* se trouvaient également à ces réunions de groupement. J'ai eu beaucoup de plaisir à présider ce type de Conseil d'administration. Même si certaines séances sont parfois houleuses, l'idée de maintenir un contact étroit entre la recherche et la société civile me paraît l'une des clés pour transmettre le plus rapidement possible les résultats de la recherche. Il nous permettra également d'être informés des besoins les plus flagrants de la société pour tenter d'y répondre sur un plan scientifique.

L'élargissement de ce type de structure pose toutefois le problème du maintien d'un équilibre entre les promoteurs de la recherche et leurs partenaires. En outre, elle nécessite une réflexion sur une organisation nouvelle comprenant une ou deux assemblées de partenaires désignant leurs membres lors d'un conseil d'administration ou d'un commun accord par une éventuelle pondération des voix. La majorité resterait à ceux qui ont la charge de développer la recherche dans le domaine de la biodiversité.

Le *Grenelle de l'environnement* a entériné l'idée de cette fondation, s'adaptant aux besoins exprimés plus avant. L'épilogue est proche. Il vous concerne tous car de

la structure fonctionnelle proposée dépend en partie le maintien d'une recherche qui installe les équipes françaises dans une situation favorable à leur développement et à la qualité de leurs travaux. Il convient de ne pas oublier non plus ce rôle de diffuseur des connaissances, d'alerte, d'expertise et de promotion de nouvelles voies qui feront que cette recherche sera reconnue par les Français à tous les niveaux de décision.

Voilà ce que je souhaitais vous dire en vous incitant à contribuer pleinement à la réflexion et aux débats portant sur le thème choisi cette année, totalement en phase avec l'actualité des derniers mois. Trois ateliers vous seront proposés à partir de cette problématique :

- Biodiversité et changement global ;
- Biodiversité et agriculture ;
- Ingénierie écologique.

Continuons à coordonner les liens entre chercheurs et équipes de recherche, poursuivons l'effort pluridisciplinaire qui seul permet de comprendre le fonctionnement des systèmes complexes et de trouver des solutions acceptables sur le plan social et économique, et faisons en sorte de ne pas participer à l'histoire d'une Terre qui a mal tourné pour reprendre le titre d'un quotidien présentant le triste sort de la planète Vénus. Anticipons sur le futur, en nous appuyant sur des modélisations adaptées aux situations complexes, prenant en compte les changements globaux mais surtout, intégrant la diversité du vivant, ses capacités d'adaptation ou de dispersion des espèces. La nature n'en peut plus. Acceptons de nous pencher sur les modalités de sa restauration, des aménagements nécessaires au maintien de la biodiversité comme à celui du fonctionnement des écosystèmes. Apprenons à gérer les territoires des hommes, en faisant cohabiter activités humaines et nature préservée.

Je déclare ouvertes ces cinquièmes journées de l'IFB. ■





# Thèmes en débat

**Incertitude et Biodiversité** 16

**Thème 1 :  
Biodiversité  
et changement global** 24

**Thème 2 :  
Biodiversité et agriculture** 34

**Thème 3 :  
Ingénierie écologique** 45



# --> Incertitude et biodiversité : violence de la nature, résilience de la vie

Jacques BLONDEL  
Directeur de recherche émérite au CNRS

*Nous devons décider la paix entre nous pour sauvegarder le monde  
et la paix avec le monde afin de nous sauver*

Michel Serres

Ces Journées sont consacrées à ce thème majeur qu'est le « Changement global, biodiversité et écosystèmes : vers quels services écologiques ? ». Je n'ai pas vraiment l'intention de présenter ce problème des changements globaux et leurs conséquences sur les services écologiques des écosystèmes, et ce pour deux raisons. D'abord parce que cette question n'entre pas directement dans le champ de mes compétences, ensuite parce que d'autres en parleront longuement au cours de ces Journées. Les organisateurs de ces rencontres ont insisté sur la nécessité de mettre l'accent sur la recherche fondamentale, ce qui me convient parfaitement. Je profiterai donc pour développer quelques points qui me paraissent essentiels pour comprendre la dynamique de la biodiversité dans le temps et dans l'espace. Mais commençons par regarder derrière nous ce qui s'est passé en 2007, année riche en événements

## Il y eut d'abord des événements encourageants...

L'appel de l'ONU pour une Onue (*Organisation des Nations unies pour l'environnement*) à l'occasion de la Conférence « *Citoyens de la Terre* » organisée à Paris en janvier 2007 à l'initiative du Président Jacques Chirac compte au nombre des événements encourageants, même si on peut douter des suites qui lui sera données. Le deuxième événement marquant a été le *Grenelle de l'environnement* où une part importante des débats, des réflexions et des engagements portèrent sur la

biodiversité. Bien sûr, des contre-feux vont s'allumer de toutes parts, notamment du fait de lobbies parlementaires ou industriels qui risquent de freiner et d'édulcorer ces engagements. La bataille de la programmation de leurs échéances et de leur exécution ne fait que commencer. Mais l'événement a eu l'immense mérite de lancer un débat ouvert et constructif car il était loin d'être évident de parvenir à réunir autour d'une même table autant de parties prenantes – Etat, ONG, collectivités locales, partenaires sociaux, entreprises et personnalités - aux horizons si différents qui n'avaient pas coutume de dialoguer. Il faut reconnaître que bien des conservatismes ont volé en éclat et que la mobilisation fut massive et intense.

Un troisième événement encourageant fut que le prix Nobel de la Paix soit décerné à Al Gore et au Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Cet événement n'a rien d'anodin car le fait d'associer explicitement la paix à l'environnement constitue un signal fort qui renvoie à l'action dans laquelle l'ONU s'est engagée depuis la Conférence de Stockholm de 1972 sur l'environnement, en soulignant sans relâche que la question du bien-être des sociétés humaines est indissociable des problèmes d'environnement. Enfin, le développement de l'Imoseb (*International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity*), et en particulier le rôle éminent joué par l'IFB dans sa création à travers la personne de Didier Babin, est une initiative prometteuse. Voilà pour le côté encourageant, encore que dans la plupart de ces domaines on ne soit encore qu'au stade des déclarations d'intention.

### ... Mais aussi, des événements inquiétants

Parmi les aspects négatifs de cette année 2007, le plus inquiétant est d'abord cette logique implacable d'un fossé qui ne cesse de se creuser entre l'enrichissement des riches et l'appauvrissement des pauvres. Ainsi, pour la première fois de son histoire, l'ONU a poussé un cri d'alarme poignant dans le rapport qu'elle a remis en novembre 2007, par l'intermédiaire du Pnud et du Pnue (*Programmes des Nations unies pour le développement et pour l'environnement*), sur les catastrophes générées par cette situation. Ce rapport souligne qu'aucun des problèmes majeurs soulevés par le rapport Brundtland qui date déjà de 1987 n'a reçu de solution satisfaisante. En clair, nous vivons bien au-dessus de nos moyens et l'empreinte de l'humanité ne cesse de s'accroître sur une planète qui n'a plus les possibilités de sa propre régénération : « *La destruction systématique des ressources naturelles a atteint un niveau tel que la viabilité des économies est en danger* ». Ces propos, tenus par Achim Steiner, directeur exécutif du Pnue, expriment à eux seuls l'ampleur de la question et des défis qu'elle soulève. « *Il y a eu assez d'avertissements depuis le rapport Brundtland, souligne Steiner, et j'espère sincèrement que Geo 4 (Global Environment Outlook, rapport 2007 du Pnue) sera le dernier* ».

De fait, la dégradation de l'environnement ne cesse de se poursuivre et celle de la biodiversité résulte de l'action, indépendante ou synergique, des six principales composantes du changement global telles qu'elles ont été identifiées par Vitousek, Mooney et leurs collègues et qui ont comme caractère commun de résulter des activités humaines. La première de ces composantes est la dynamique démographique puisque notre planète qui compte actuellement quelque six milliards d'individus en comptera neuf milliards au milieu du 21<sup>e</sup> siècle, époque où la transition démographique devrait stabiliser, ou commencer à stabiliser, la population mondiale. La deuxième composante est la dégradation et la fragmentation des habitats qui ne donne toujours aucun signe d'amélioration, au moins à l'échelle globale. La troisième concerne les intrants chimiques, engrais et pesticides, dont la France, soit dit en passant, est l'un des tout premiers utilisateurs mondiaux. La quatrième est celle des invasions biologiques à laquelle il faut inclure les OGM, avec toutes les nuances qu'impose le traitement de ce dossier complexe, sans oublier l'émergence ou la ré-émergence de nouvelles pathologies dont certaines pourraient prendre des proportions dramatiques, peste aviaire, chikungunya, maladie du Nil occidental, Sras etc. La cinquième est celle des dérèglements climatiques et la sixième la surexploitation des ressources naturelles, dont l'état de délabrement des stocks de poissons donne une image affligeante. Tous ces sujets étant parfaitement documentés, notamment par les données du *Millennium Ecosystem Assessment (MA)*, je ne les développerai pas ici sauf pour rappeler qu'ils entraînent des taux d'extinction

de l'ordre de 100 à 1 000 fois supérieurs aux taux d'extinction géologiques dont les archives paléontologiques nous apprennent qu'elles sont de l'ordre d'une espèce sur mille par millénaire chez les mammifères et la plupart des espèces marines.

### Risque et incertitude : perturbations et diversité biologique

J'ai choisi, en cette période riche en interrogations sur notre futur à tous, de mettre l'accent dans cette conférence sur les notions de risque et d'incertitude, reconnaissant qu'il serait plus approprié qu'un tel thème soit abordé par des personnalités comme Rigoberta Menchu, Wangari Maathai, un paysan du Ghana ou de quelque autre pays de l'hémisphère Sud que par un nanti du Nord. Je suis convaincu, pour reprendre un thème développé par Jacques Weber, que le lien social est la seule assurance dont disposent les populations pauvres contre le risque, car si les conséquences matérielles et psychologiques du risque sont inévitables, elles sont atténuées par la solidarité entre ceux qui les subissent. Bien que la comparaison soit un peu discutable, surtout, je le répète, quand elle émane de quelqu'un qui ne connaît pas le risque du lendemain, il faut bien reconnaître que l'observation attentive du fonctionnement des systèmes naturels nous apprend qu'ils sont en permanence confrontés au risque et que, comme le souligne la métaphore de la Reine Rouge, le seul moyen qu'ont les organismes de ne pas se faire éliminer du jeu de la vie est de s'adapter en permanence à des environnements qui changent sans cesse. L'histoire de la biodiversité n'est qu'une réponse permanente à l'incertitude, à la violence, plus particulièrement aux perturbations qui sont toujours un danger pour les systèmes et organismes qui les subissent.

Le message que j'aimerais faire passer, et qui est amplement documenté par la biologie de l'évolution, est que les changements et perturbations sont *générateurs* de diversité biologique à l'échelle de ce que l'on appelle, de manière un peu trop manichéenne, le temps long ou « évolutif », et qu'ils sont *régulateurs* de cette même diversité à l'échelle du temps court, du temps dit « écologique », celui du fonctionnement au jour le jour des communautés et des populations.

### Les perturbations

Par perturbations, on entend toute une gamme d'événements qui peuvent se manifester à toutes les échelles de temps et d'espace et qui peuvent présenter une gamme immense de niveaux de magnitude, d'une taupinière dans un jardin à un grand cataclysme climatique ou géologique. Ainsi un chablis dans une forêt

## Thèmes en débat / Incertitude et Biodiversité

ancienne ou le plan d'eau que retient la digue qu'a construite une famille de castors dans une érablière canadienne sont des perturbations au même titre qu'une avalanche, un incendie ou une tornade. Les espèces envahissantes sont très souvent aussi des agents de perturbation qui peuvent avoir des effets dévastateurs sur la biodiversité. On fait habituellement une distinction entre les perturbations de type « biotique » comme celles qui sont pratiquées par ces « ingénieurs écologiques » que sont les castors ou les dégâts causés aux épinettes du Canada par des chenilles défoliatrices, et les perturbations de type « abiotique » tempêtes, ouragans, canicules, inondations ou périodes de sécheresse.

Quelques exemples permettront d'illustrer la nature et le rôle des perturbations et des changements dans la genèse de la diversité biologique. L'Amérique du Sud, ce « continent des oiseaux » comme on l'appelle parfois parce qu'il héberge 3000 des 9800 espèces d'oiseaux du monde, est un continent passionnant pour comprendre le rôle des grands événements du passé dans la genèse de la biodiversité. Il a commencé à se détacher de l'Afrique il y a 80 millions d'années, au Crétacé, puis s'est soudé à l'Amérique du Nord avant de se séparer d'elle pour finalement se ressouder à ce continent et atteindre sa configuration actuelle il y a 2,5 millions d'années, provoquant ce grand « *interchange* » qui a tant fasciné les paléobiogéographes et spécialistes de l'histoire des flores et des faunes. Chacun de ces grands bouleversements a été l'occasion de multiples événements de diversification biologique qui se sont succédé tout au long du Tertiaire. Dès le Paléocène, il y a 65 millions d'années, et tout au long du Tertiaire, les grandes péjorations climatiques qui annoncent un scénario de dégradation progressive des températures ont été à l'origine d'une diversification très forte des flores et de leurs faunes associées. Les Xénarthres, qui sont des mammifères un peu étranges d'Amérique du Sud, comme les Tatous, Paresseux ou Fourmiliers, sont un bon exemple de l'association entre perturbations de grande ampleur et apparition de nouveaux groupes et espèces. Un beau travail de Frédéric Delsuc et de ses collaborateurs, de Montpellier, publié en 2004, a montré comment la radiation adaptative de ces groupes fut associée aux perturbations majeures qui se sont produites à de très vastes échelles de temps et d'espace puisqu'il s'agit d'accidents tectoniques connus sous le nom de crises boliviennes (soubresauts liés à la surrection de la chaîne des Andes) et climatiques (vicissitudes climatiques du Quaternaire).

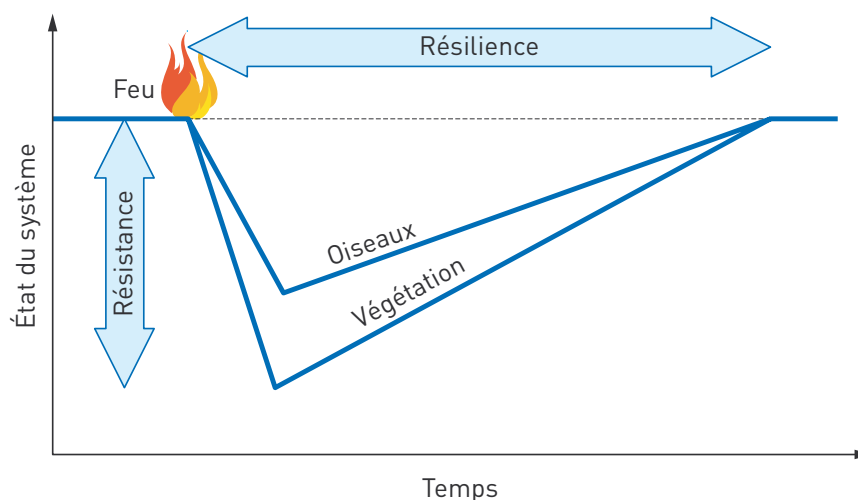
A l'autre extrémité de la gamme des perturbations, un autre exemple illustrera le rôle de ces événements à l'échelle de quelques mètres carrés. Les Rats-taupes sont un groupe de rongeurs fouisseurs répandus dans la plupart des régions semi-arides de l'hémisphère Nord dans l'Ancien Monde et le Nouveau. Ces « ingénieurs écologiques » vivent en colonies et, par leurs activités de fouissement, retournent inlassablement le sol, remettant

en surface du sol nu et des éléments nutritifs potentiellement utilisables par des plantes pionnières. Sur les sols à serpentine très pauvres du site de Jasper Ridge, près de Stanford aux Etats-Unis, les monticules de terre meuble ainsi retournés par le rat-taupe (*Thomomys bottae*) sont colonisés par un plantain (*Plantago erecta*) qui présente la particularité d'être la plante nourricière exclusive d'un papillon rare, le damier *Ephydra edithae*. Or ce plantain est un piètre compétiteur qui se ferait rapidement éliminer par d'autres plantes s'il ne trouvait, grâce à l'activité des rats-taupes, des habitats propices, mais éphémères, à son cycle végétatif. Voilà donc un autre exemple qui illustre la nécessité de perturbations pour que ce système à trois partenaires persiste dans le temps. Cet exemple est aussi une belle illustration du fait, trop souvent sous-estimé, que la biodiversité est peut-être moins une affaire d'espèces en elles-mêmes que d'interactions entre elles.

### Résistance de la nature, résilience de la vie

Analyse du rôle fonctionnel des perturbations soulève la question des mécanismes évolutifs et écologiques par lesquels les systèmes biologiques répondent à ces dernières. Les notions de résistance et de résilience sont une approche classique et bien connue de cette question. La résistance peut être définie comme la magnitude du changement que la perturbation impose au système et la résilience comme le temps nécessaire à ce dernier pour qu'il retrouve son état d'origine ou, plutôt un *fac simile* de cet état. Ces deux facteurs présentent l'avantage d'être mesurables et susceptibles de se prêter à l'approche expérimentale.

Un exemple emprunté aux travaux de Roger Prodon sur les incendies en région méditerranéenne permet d'illustrer ces phénomènes (Fig. 1). L'axe vertical représente un gradient de complexité croissante de la végétation qui s'échelonne entre les zones où la végétation commence à reprendre après un incendie et la forêt mûre qui s'est cicatrisée au fil du temps. Les courbes de résistance et de résilience peuvent présenter des pentes différentes selon les groupes en fonction de leur résistance à la perturbation. C'est ainsi que dans les travaux menés par Prodon, la résistance des communautés d'oiseaux est plus forte que celle des plantes. Quant aux courbes de résilience des deux groupes, elles convergent et finiraient par se rejoindre quand la forêt s'est totalement cicatrisée longtemps après l'incendie. L'observation des différentes espèces d'oiseaux qui se succèdent au cours du temps le long du gradient de végétation illustre l'ordination classique qu'elles présentent dans les espaces forestiers *sensu lato* des régions méditerranéennes : les espèces des milieux bas et ouverts tels que les bruants ou alouettes colonisent l'espace peu après l'incendie, puis elles sont remplacées par les espèces liées aux milieux buissonnants (matorrals)



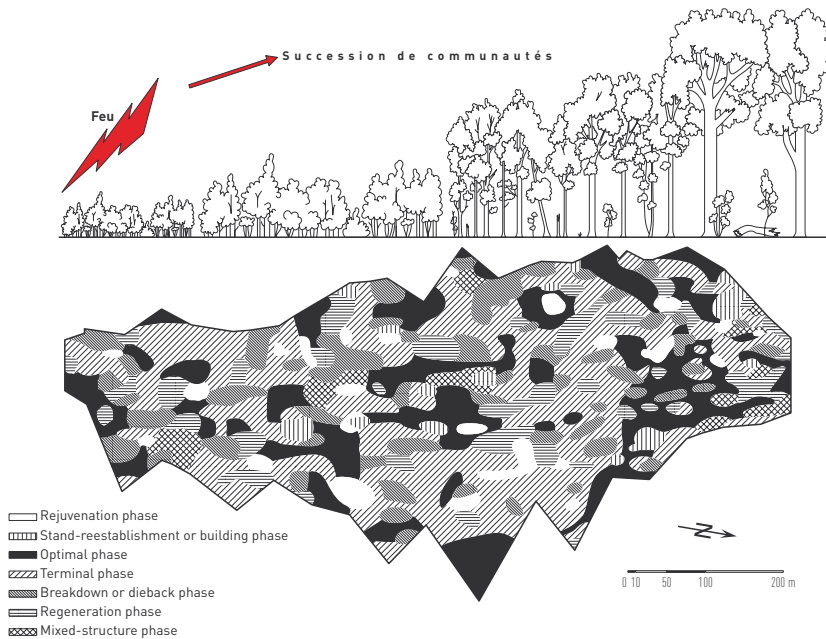
**Fig. 1.** Modèle illustrant les courbes de résistance et de résilience des systèmes biologiques après perturbation. L'amplitude de la résistance est indiquée par la profondeur du décrochement de la courbe au moment de la perturbation (les oiseaux sont plus résistants que la végétation). La pente de la ligne de résilience est une indication de la durée nécessaire au retour à l'état initial (modèle simplifié d'après R. Prodon *in* Prodon, R., Fons, R. and Athias-Binche, F., 1987. The impact of fire on animal communities in Mediterranean area. *The role of fire in Ecological systems*. L. Trabaud, Ed. The Hague, SPB Academic Publishing, pages 121-157).

tels que les fauvelles qui caractérisent les différents stades de garrigue, enfin par les espèces franchement forestières comme les mésanges et les pics dans la forêt mûre. Le message à retenir de cette étude de cas est que la perturbation est nécessaire pour que ces trois groupes d'espèces, héritage de l'histoire parce que fabriquées par l'évolution sur le temps évolutif, persistent à travers le temps. S'il n'y avait pas d'incendies (ou d'autres types de perturbations), le paysage ne comporterait que de la forêt et que des oiseaux forestier. Si le feu en région méditerranéenne suscite à juste titre terreur et réprobation, il n'en demeure pas moins un facteur de perturbation nécessaire qui, dans certaines régions, est même le facteur principal de perturbation. C'est le cas de la forêt boréale où les incendies de forêt peuvent couvrir des dizaines de milliers d'hectares. André Bergeron, chercheur canadien, a montré que les incendies couvrent en moyenne une centaine de km<sup>2</sup> dans la forêt canadienne, mais qu'on a enregistré des incendies couvrant près de 10 000 km<sup>2</sup>. Chaque année deux millions d'ha de forêt canadienne sont touchés par le feu qui est une composante essentielle de leur dynamique.

Mise à part la résilience que l'on peut observer dans les forêts gérées soumises aux révolutions forestières conduites par les sylviculteurs, peu d'études empiriques ont permis de mesurer les mécanismes de résilience, en particulier par ce qu'ils nécessitent de suivre le même système sur de très longues durées. Un exemple, développé par U. Safriel est celui des variations de la reconstitution de la couverture en buissons de part et d'autre de la frontière entre les déserts du Sinaï et du Néguev en fonction des aléas politiques qui ont conduit à fermer puis ouvrir à plusieurs reprises cette frontière depuis la création de l'Etat d'Israël en 1948. Les pressions différentielles de pâturage des deux côtés de la frontière se traduisent par un retour de la végétation buissonnante du côté Israélien quand la pression de pâturage est ajustée à la productivité primaire des habitats, de sorte

qu'on peut mesurer la vitesse de résilience du système en fonction du régime climatique de la région.

En élargissant cette thématique des régimes de perturbation à l'échelle de la végétation naturelle de vastes régions telles que l'Europe occidentale on saisit l'importance de l'hétérogénéité des habitats créés par les perturbations. Les travaux de climatologie, de paléobotanique et d'archéobotanique ont bien mis en évidence le caractère forestier de l'Europe avant les grands défrichements qui débutèrent dès le Néolithique comme l'a bien montré Gaston Roupnel dans son *Histoire de la Campagne Française*. La forêt primitive n'avait pas l'allure d'une forêt cathédrale comme on se l'imagine parfois, mais comme une trame à maille grossière, de place en place interrompue par les grandes rivières mais qui, en tout état de cause, présentait un caractère réticulé en raison des « clairs » créés par les perturbations naturelles, ces clairs étant plus ou moins entretenus par les grands mammifères herbivores. De fait, les quelques forêts « à caractère primaire » qui subsistent çà et là en Europe se présentent toujours comme une mosaïque d'habitats hétérogènes, le moteur de cette hétérogénéité étant le régime régional de perturbations dont la fréquence et l'amplitude sont des attributs propres à chaque région (Fig. 2). Sous conditions homogènes de climat et de sol qui détermineraient ce qu'on appelait naguère le « climax », on découvre une gamme complexe d'habitats à des degrés variables de dynamiques successionales. C'est dans ces systèmes qu'on peut définir ce que les écologues appellent les diversités  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $\gamma$ , la diversité  $\alpha$  étant celle de chaque compartiment élémentaire de la mosaïque d'habitats, la diversité  $\beta$  représentant le changement de diversité (*turnover*) quand on passe d'un habitat à l'autre et la diversité  $\gamma$  étant la diversité d'ensemble de la mosaïque. Cette dernière n'est autre que l'héritage de biodiversité légué par l'histoire et qui s'est constitué à travers le temps évolutif, celui qui génère la biodiversité comme je l'ai expliqué plus haut.



**Fig. 2.** Cartographie d'une forêt ancienne en ex-Yougoslavie. La couleur de chaque pièce de la mosaïque correspond à l'état de développement de la végétation après une perturbation. La gamme des couleurs va du blanc (perturbation récente) au noir (forêt mûre revenue à son état d'origine) (Mueller-Dombois, D. 1987. Natural dieback in forests. *BioScience* 37 (8), pages 575-583).

Si on résumait en une vingtaine de minutes sur un petit film ce qui se passe en trois cents ans, période qui correspond *grosso modo* à un cycle sylvigénétique dans les forêts d'Europe tempérée, le paysage se transformerait en un véritable kaléidoscope, mosaïque tournante (*moving mosaics*), comme on les appelle. Pour paraphraser les notions bien connues de métapopulations et de métacommunautés, ces dernières se déploient sur un métaclimax, ce dernier étant l'ensemble des conditions d'habitats nécessaires au maintien de l'héritage façonné par l'histoire évolutive des flores et de leurs faunes associées. On substitue donc à la notion statique, locale et idéalisée du climax que Clements avait introduite au début du 20<sup>e</sup> siècle, la notion dynamique et spatialisée de métaclimax.

### Comment garantir les services écologiques ?

Ces exemples de fonctionnement des systèmes naturels nous amènent au cœur de ce problème crucial d'une gestion optimale des espaces, laquelle devant garantir la survie de toutes les espèces léguées par l'histoire ainsi que le maintien des services écologiques rendus par les systèmes écologiques. De manière formelle, le seul moyen de parvenir à ces buts serait de préserver les dynamiques générées par les régimes locaux de perturbation, ce qui est plus facile à dire qu'à faire car les gestionnaires n'aiment pas les perturbations naturelles qui vont à l'encontre des besoins d'ordre et de sécurité que nécessitent les impératifs de gestion.

Pourtant, on ne manque pas d'outils plus ou moins réalistes et efficaces pour reconstituer ou simuler ce que fait la nature. L'un d'entre eux est résumé par la règle d'or des cinq « M », *Making Mimics Means Managing*

*Mixtures* proposée en 1998 par Dawson et Fry. Cette règle, appliquée à l'origine aux systèmes pâturés mais extensible à tous les systèmes naturels, explique comment faire pour maintenir une diversité maximale qui sert au mieux les écosystèmes et optimise les services qu'ils rendent aux sociétés humaines. La logique repose sur le principe des taux moyens de perturbations qui sont favorable au maintien d'une biodiversité maximale et d'une dynamique optimale des systèmes écologiques. Ce thème prend toute son importance dans les écosystèmes méditerranéens qui sont soumis à toutes sortes de perturbations, notamment les incendies, le surpâturage et l'érosion, et qui ont donné lieu dans le passé à toute une série de recherches sur les séries dites régressives ou progressives. Le gradient classique pelouse-garrigue-forêt est un cas d'étude des problèmes qui se posent au gestionnaire de ces espaces. Quelle valeur, et par conséquent quelle attention et quels moyens de gestion doit-on attribuer à ces espaces ? Doit-on privilégier la vieille forêt de chênes verts qu'on aurait naguère qualifiée de « climacique » et qui abrite la rare et magnifique pivoine ou la garrigue à calycotomes et pistachiers qui se « dégrade » progressivement en un maquis piqueté ça et là de bouquets épars de chênes kermès sur un squelette de roches nues, mais qui abrite de précieux narcisses, orchidées et asphodèles ? Le dilemme est simple à défaut d'être facile à résoudre. Il faut respecter et maintenir, par des mesures appropriées de gestion, les deux types d'habitats, non seulement parce qu'ils abritent tous les deux des espèces dites « patrimoniales », mais surtout parce qu'au cours du temps, c'est dans cette mosaïque tournante d'habitats dont la dynamique est entretenue par les perturbations, que se sont différenciées les espèces en question.

### La nécessité des perturbations ou pourquoi la nature n'est-elle pas plus verte

La question peut paraître saugrenue mais on peut se demander, avec William Bond qui l'a beaucoup travaillée en Afrique du Sud, ce qui empêche les plantes de s'exprimer au mieux des possibilités qui leur sont offertes par la combinaison des conditions locales de climat et de sol. Si le monde n'était régulé que par ces facteurs, on aurait soit des forêts soit des savanes, soit des prairies, mais chacun de ces types de milieu serait homogène tant que ces facteurs ne varient pas. Or ce n'est pas ce qu'on observe : si la nature n'est pas plus verte, c'est tout simplement parce que les plantes sont mangées, soit par des herbivores, soit par le feu, soit, maintenant par le béton qui, soit dit en passant consomme 80 000 ha de bonne terre chaque année en France (J.-Cl. Lefeuvre). Gérer le paysage signifie donc gérer les consommateurs de plantes et c'est effectivement ce qu'on peut démontrer le long des successions écologiques qui favorisent les habitats à pivovins ou au contraire les habitats à asphodèles. Ainsi, hors intervention humaine, trois types de mondes sont envisageables : i) le monde régulé par le feu dans le cas de certaines savanes sahéliennes, de chaparrals de Californie ou de forêts boréales, ii) le monde contrôlé par le potentiel climatique de la région, qui sera d'autant plus vert que la productivité autorisée par les conditions d'humidité du milieu et de fertilité des sols sera plus élevée ; c'est ce qu'on observe dans certaines forêts tropicales pluviales, et iii) le monde contrôlé par les grands mammifères herbivores, ceux-là mêmes qui participaient jadis, avant que l'homme contribue à les exterminer à la fin des temps glaciaires, à entretenir cette trame verte et réticulée qui s'étendait presque à l'infini dans les vastes plaines et montagnes d'Europe. Les paysages de la campagne française décrits par Gaston Roupnel ou les émouvants paysages peints au 17<sup>e</sup> siècle par Bellini impliquaient donc nécessairement l'intervention humaine pour se substituer ou s'ajouter aux agents naturels de contrôle de la végétation que sont les mammifères herbivores ou le feu.

A cet égard, l'histoire des relations entre l'homme et la diversité biologique est particulièrement intéressante à étudier en Méditerranée. Bien qu'on dispose de peu de textes mais d'une masse considérable de données qui ne demandent qu'à être valorisées, on peut chiffrer l'importance historique des déterminants humains dans l'importance et les effets des usages et des pressions exercés par les sociétés humaines. On peut en particulier démontrer que ce n'est pas dans les systèmes naturels de forêt méditerranéenne dite « primitive » que la diversité biologique est la plus élevée, mais dans ceux qui sont caractérisés par une fréquence modérée de perturbations. C'est notamment le cas désormais bien connus des systèmes traditionnels d'utilisation des terres comme la triade romaine *sylva-saltus-ager* ou les systèmes de dehesas et montados de la péninsule ibérique.

### Quels indicateurs de biodiversité ?

La mise au point puis l'utilisation d'indicateurs de biodiversité sont évidemment au cœur de toute stratégie de recherche et d'action. C'est un sujet immense qu'il ne saurait être question d'aborder ici de sorte que je renvoie le lecteur à l'excellent travail que vient de réaliser Harold Levrel sur ce sujet (« Quels indicateurs de gestion pour la biodiversité ? », Collection Cahiers de l'IFB). La définition et la mise en œuvre d'indicateurs de biodiversité dépendent évidemment des objectifs poursuivis. Qu'ils soient directs, indirects, structurels, synthétiques, les caractéristiques qu'ils devraient présenter est d'être assez simples pour être utilisables par des acteurs différents et être l'objet de systèmes d'analyse à fort pouvoir prédictif. C'est par exemple le cas d'indicateurs indirects et assez sophistiqués, comme celui qui fut mis au point par le *British Trust for Ornithology* au Royaume Uni. Cet indicateur s'applique à la biodiversité des paysages agricoles et calcule les probabilités de statut de conservation d'oiseaux en fonction de l'impact de six composantes de l'intensification de l'agriculture sur trois traits d'histoire de vie des espèces. Cet indicateur, qui donne une indication de l'état probable de conservation des oiseaux dans les paysages agricoles britanniques, est utilisé par le gouvernement du Royaume-Uni comme indice de l'état de conservation des systèmes écologiques. Parmi les indicateurs indirects figure également l'indice trophique marin, mis au point par Pauly et Watson, qui montre les effets sur les chaînes trophiques d'un prélèvement différentiel des espèces de poissons. Enfin, l'indicateur le plus synthétique que l'on puisse imaginer est la notion « d'empreinte écologique ». Discutable et discuté, cet indicateur a en tout cas le grand mérite d'être assez parlant pour toucher directement le grand public.

### L'incertitude de demain

L'incertitude inhérente à la vie et la violence dont la nature est le siège sont des réalités difficiles à admettre et à faire admettre car elles vont à l'encontre de bien des idées préconçues et à l'image d'une nature douce, paisible et généreuse. Le risque et l'incertitude sont ce contre quoi nos sociétés luttent farouchement grâce au principe généralisé de l'assurance mais les « sociétés d'assurés » comme les appelle Jacques Weber dans un article sur la manière de penser un monde sans assurance n'est possible que dans les pays riches. Or sur les six milliards d'être humains que compte la planète, quatre milliards vivent dans des conditions de risques et d'incertitudes fortes. Seuls deux milliards bénéficient du système de confort que nous connaissons. Le monde réel des populations pauvres qui vivent dans les pays dits « en développement » n'a comme assurance que le lien social nous rappelle Weber. Réalité à méditer en cette époque,

unique dans l'histoire humaine, où l'incertitude de l'avenir nous est rappelée tous les jours de façon plus ou moins catastrophiste dans la plupart des médias. Inutile de revenir sur cette montée des périls générés par l'épuisement des ressources non renouvelables, les pénuries d'eau et peut-être d'alimentation, sans parler des conséquences de dérèglements climatiques qui se font chaque jour plus précis au point qu'on évoque explicitement, parfois en les chiffrant, les prévisions de guerres pour les ressources et les millions de réfugiés climatiques qui fuiront les zones d'insécurité chronique. Bref, l'incertitude de demain lance de nouveaux défis, qui ne n'épargneront pas les nantis que nous sommes, et qui iront en se multipliant et nécessiteront l'exploitation des gisements d'intelligence nécessaires à l'invention de nouveaux possibles. La prise de risque, quand elle est intelligemment assumée, est un puissant moteur d'émergence de nouvelles thématiques et, d'une manière générale, de la progression des connaissances. C'est un principe qu'il faut accepter à condition d'admettre les diagnostics. C'est la raison pour laquelle les chercheurs qui s'impliquent dans l'établissement d'un état des lieux, par exemple dans le *Millennium Ecosystem Assessment* ou dans les travaux en cours de l'Imoseb, sont particulièrement vigilants sur la qualité et le contrôle des données qu'ils publient, de manière à être parfaitement crédibles et objectifs.

Loin de se limiter à une solution technique des problèmes qui se profilent et qui est nécessaire, certes, mais insuffisante, la première des urgences est de préparer les esprits à vivre dans un monde bouleversé qui ne sera accepté que moyennant un renversement culturel dans nos manières de regarder le monde et l'Autre. De multiples voix parfaitement autorisées se font entendre, notamment celles qui relèvent des instances des Nations unies, pour stigmatiser cette nécessité d'un changement radical des modes de vie et pour en souligner l'urgence. Le monde va changer de manière radicale. Le constat est là, les actions tardent à venir bien que la multiplication des initiatives soit encourageante même si la plupart restent encore insuffisantes parce que lourdes à mettre en œuvre. Parmi les écueils à surmonter, il y a l'incrédulité, l'incapacité à déceler les signes des temps, voire le déni de la vérité. Un exemple frappant car émanant de personnalités scientifiques reconnues est la campagne qui fut lancée juste avant la Conférence de Rio de Janeiro de 1992, connue sous le nom « d'Appel de Heidelberg », et qui avait pour objectif de fustiger ces malheureux écologistes inconscients qui avaient comme objectif par leurs actions irraisonnées « de freiner le progrès scientifique ». Depuis cette date et encore aujourd'hui, de nombreuses personnalités scientifiques de haut niveau ont jeté durablement et jettent encore le trouble dans bien des esprits surtout que leur réputation rend leurs propos crédibles auprès du grand public.

### En conclusion

La conclusion qu'on peut, me semble-t-il, tirer de la situation actuelle, notamment au vu des informations scientifiques qui nous parviennent quotidiennement, par exemple les conclusions du quatrième rapport du Pnue sur l'avenir de l'environnement mondial (Geo4), est que nous sommes entrés dans une période de grande turbulence qui devrait nous faire réfléchir sur les nouveaux rapports au monde qu'il va falloir inventer et qui appelle six commentaires :

1. Il faut se faire à l'idée que le risque et l'incertitude sont inhérents à la vie. Les systèmes naturels ont développé des mécanismes de résistance et de résilience qui leur permettent de se perpétuer et de se renouveler. Apprendre à les comprendre et à les assumer permettrait de s'engager sur le chemin d'un renversement ou d'un renouveau culturel que les défis qui se profilent vont nécessairement entraîner,
2. Les tendances et prévisions sur l'évolution des changements globaux (au sens le plus large donné à cette expression) nécessitent malheureusement de repenser à la hausse toutes les mesures actuellement envisagées pour atténuer leurs conséquences,
3. Le concept de développement durable sera un oxymore tant que le (s) sens du mot développement ne sera (seront) pas repensé (s) et que l'incertitude ne sera pas acceptée et gérée dans un esprit de solidarité,
4. Le concept de durabilité doit nécessairement être associé à ceux de solidarité et de globalité, car la solidarité est la meilleure assurance contre les risques que la crise de l'environnement va entraîner,
5. La modération n'est pas antinomique du développement dès lors que le concept de développement ne se limite pas à sa dimension quantitative et matérielle,
6. Un renouveau culturel ne sera possible qu'au prix d'un développement considérable de l'effort de recherche, ce qui nécessite d'exploiter, de valoriser les gisements d'intelligence et d'en explorer de nouveaux pour construire de nouvelles approches scientifiques et développer de nouvelles technologies. Nous avons un urgent besoin de faire faire un bond aux frontières du savoir, responsabilité qui relève de la communauté scientifique car c'est elle et elle seule qui est aux avant-postes de la production des connaissances. Un des maîtres à penser de l'écologie des années 60 à 80 s'appelait Robert Hainard. C'était un peintre animalier suisse un peu philosophe. Il affirmait que les nations les plus développées se reconnaîtront au fait que leur degré de raffinement technologique sera tellement développé et sophistiqué qu'elles pourront laisser la plus grande partie de la nature à son état sauvage. L'idée est certes un peu discutable mais elle comporte du vrai... ■

### Questions de la salle

#### De la salle

*Que pensez-vous des nouvelles positions sur les concepts de résistance et de résilience dont certains estiment qu'ils sont devenus obsolètes ?*

#### Jacques BLONDEL

Si certains pensent qu'ils sont devenus obsolètes, ils ne sont sans doute pas la majorité.

#### De la salle

*Oui, notamment des participants au Millennium Ecosystem Assessment.*

#### Jacques BLONDEL

Pour moi, ils sont toujours d'actualité ; mais j'ai peut-être tort. Ces concepts correspondent à des réalités du milieu naturel. On peut toujours discuter des définitions mais les faits sont là.

#### De la salle

*Vous avez beaucoup insisté sur le rôle des perturbations sur la diversité. Vous avez également parlé d'incertitudes à gérer. Pour vous, existe-t-il un lien entre les deux ? Les perturbations doivent-elles devenir un mode de gestion de la biodiversité ?*

#### Jacques BLONDEL

Il faudrait effectivement développer ces points. C'est un peu plus compliqué. Quand vous vous adressez à des gestionnaires de parcs régionaux, nationaux ou de réserves de biosphère, ils n'ont qu'une idée en tête : celle d'avoir les systèmes les plus prévisibles et réguliers possibles. Mais les perturbations au sens de violences imposées par les climats, les pathologies ou les organismes eux-mêmes, sont également génératrices de diversité biologique. C'est surtout cela que je tenais à affirmer. Quand vous étudiez le fonctionnement des forêts primaires, comme certaines forêts anciennes

d'Europe orientale par exemple, vous vous apercevez que la richesse de la vie provient de l'action de chablis ou d'ouragans. Les forêts gérées par les sylviculteurs d'Europe occidentale sont des milieux beaucoup plus pauvres.

#### De la salle

*A titre d'exemple, je voudrais citer le cas du Parc de Yellowstone où les gestionnaires se sont aperçus qu'au lieu de lutter féroce contre le feu, ils avaient tout intérêt à l'utiliser à bon escient pour conserver leurs séquoias. Je pourrais citer également le retour du loup et du castor dans le fonctionnement de l'écosystème qui est, en un sens, exemplaire.*

#### Jacques BLONDEL

Oui, ce sont de bons exemples. Lorsque l'on se promène dans le Parc national du Yosemite, en Californie, on trouve parfois au bord des routes, un ou deux hectares qui viennent de brûler et une pancarte qui vous informe que les autorités ont intentionnellement mis le feu pour provoquer le choc thermique nécessaire à la germination des graines de séquoias. Il existe beaucoup d'autres exemples de ce type. C'est une application de la « règle des cinq M ».

#### Bernard TATIN,

directeur adjoint du Parc national de la Guadeloupe

*Sauf le respect que je dois à Monsieur Blondel, je vous demanderai de corriger le terme de gestionnaire de parcs nationaux. Nous sommes soumis à des pressions médiatiques, politiques et sociétales qui nous conduisent à souhaiter ce dont vous nous accusez.*

#### Jacques BLONDEL

Je suis entièrement d'accord avec vous. Vous avez au-dessus de vous des gens qui exigent l'ordre et la sécurité.

#### Jean-Claude LEFEUVRE, président de l'IFB

*D'autant plus que les créateurs de perturbations sont forcément des perturbateurs.*





## Thème 1 : Biodiversité et changement global

Conférence introductive

# Les interactions entre la biodiversité et les changements climatiques

Paul LEADLEY

**M**on exposé se focalise sur les interactions entre la biodiversité et les changements climatiques. Mes propos sont volontairement un peu provocateurs puisqu'ils s'attachent à critiquer l'état de nos connaissances sur l'avenir de la biodiversité ; mais je m'attarde aussi sur les progrès que nous pouvons réaliser afin d'améliorer ces connaissances.

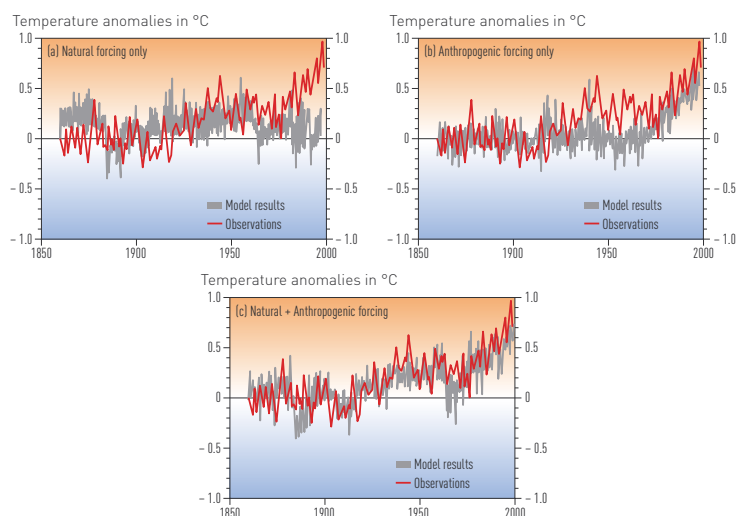
Je voudrais tout d'abord utiliser l'exemple des travaux réalisés sur les changements climatiques comme une réussite sur les plans scientifique et politique. Les travaux du Giec (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) ont permis, avec l'aide de personnalités telles que Al Gore, de transmettre le message, au grand public et aux décideurs, que les changements climatiques étaient importants et qu'il fallait agir en conséquence. Des sondages menés récemment aux Etats-Unis montrent que la population est très préoccupée par ces problèmes environnementaux. En tête de leurs préoccupations se trouve le changement climatique. Par contre, ces mêmes sondages montrent que, parmi les problèmes environnementaux, la biodiversité demeure une préoccupation mineure. Sans doute manquent-ils encore d'efforts de la part de la communauté scientifique qui n'a pas su construire un argumentaire accessible et efficace. C'est pourtant sans jalousie aucune que je propose de revenir sur le succès de la communauté scientifique travaillant sur les changements climatiques et d'essayer de comprendre ses aspects scientifiques et non scientifiques.

J'estime que le mécanisme de cette réussite est assez simple à analyser même s'il était très complexe à mettre oeuvre. Elle est directement liée à la feuille de route mise en oeuvre par des programmes internationaux comme l'IGBP (International Geosphere Biosphere Programme), le WCRP (World Climate Research Programme) ou le Giec, qui traitent de l'impact des changements climatiques sur le système Terre. Concernant la mise en évidence d'un réchauffement climatique lié aux activités de l'homme, on retrouve trois étapes clairement définies :

1. la documentation du climat passé et actuel qui montre que la température de la Terre augmente,
2. le développement de modèles mathématiques du climat,
3. la comparaison des modèles et des données pour tester la cohérence entre les modèles et les observations.

Ensuite, ils ont estimé les changements climatiques futurs et les incertitudes inhérentes. Enfin, ils ont déduit les impacts monétaires et non monétaires des tels changements.

Un graphique permet d'établir des comparaisons entre les données et les modèles du climat passé. J'insiste sur ce point, car l'une des faiblesses des prévisions sur la biodiversité est le manque de validation des modèles. Pour le changement climatique, ils ont rapidement compris l'intérêt de comparer les modèles avec les données issues d'observations du climat passé. La démarche est cruciale car elle a permis aux chercheurs de convaincre le public et les décideurs du bien-fondé des modèles.



**Comparison between modeled and observations of temperature rise since the year 1860.**  
IPCC/Giec

## Thèmes en débat / Thème 1 : Biodiversité et changement global

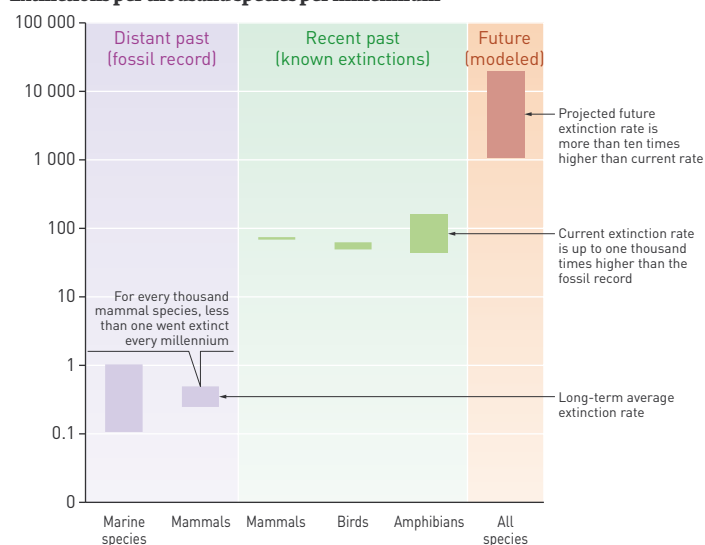
Par la suite, le Giec a essayé de déterminer les incertitudes liées à leurs prévisions climatiques. Ils ont établi une grande gamme de scénarios économiques liés à des émissions de gaz à effet de serre, puis, pour chacun, ils ont simulé le climat futur avec douze modèles différents. Ainsi, l'incertitude portait à la fois sur les émissions de gaz à effet de serre et les différents types de modèles climatiques construits à travers le monde. Pour certains endroits de la Terre, les climatologues ne sont pas unanimes sur les modifications des précipitations : ils sont suffisamment honnêtes pour admettre leur ignorance sur certains changements à venir, par exemple les précipitations dans les latitudes hautes de l'hémisphère nord.

Pour ce qui est des estimations monétaires, que l'on retrouve au niveau du Giec et plus récemment dans le Rapport Stern, ils ont essayé d'évaluer l'impact financier de la modification des climats et les coûts de traitement de ces modifications. Ils ont établi le coût du « laisser-faire » à 85 dollars par tonne rejetée dans l'atmosphère. Quant au coût de traitement de ces rejets, il est de l'ordre de 25 dollars par tonne. Il s'avère donc beaucoup plus coûteux de ne rien faire que de faire quelque chose. Si l'on reporte ces chiffres sur l'ensemble du 21<sup>e</sup> siècle, le coût du « laisser-faire » s'élèvera à 2,5 trillions de dollars. En d'autres termes, la réduction des émissions va améliorer la qualité de vie.

La question est de savoir si nous pouvons faire la même chose pour la biodiversité. Or, il nous manque une feuille de route aussi claire. De plus – et Wilfried Thuiller reviendra sur ce sujet au cours de ces Journées – il existe un réel problème au niveau de la qualité de nos modèles prévisionnels. Aucun n'a été bien validé, ou très peu, et de rares efforts ont été réalisés pour estimer l'incertitude de nos prévisions. En général, nous n'avons évalué ni le coût du « laisser-faire » ni le coût des traitements éventuels. Je vais néanmoins prendre chacune de ces propositions et faire le point sur nos avancées.

En termes de prévisions d'avenir sur la biodiversité, Jacques Blondel a montré ce schéma sur des estimations passées et actuelles d'extinctions. Le MA (*Millennium Ecosystem Assessment*) a également accompli un travail important sur ce point. Quelle est la crédibilité de ces estimations ? La première tentative de prévisions à l'échelle planétaire était faite par Sala et al. en 2000 en utilisant un modèle de l'impact des changements globaux sur la distribution des grands biomes et en demandant aux experts de définir l'impact probable sur la biodiversité. Cette simulation était en partie quantitative, car basée sur des modèles, et en partie qualitative puisque enrichie de l'avis d'experts. On peut néanmoins se demander si la qualité scientifique est suffisante pour convaincre le public et les décideurs car, on ne trouve aucune estimation d'incertitude liée avec le modèle de base. La démonstration était en effet basée sur un seul modèle et un seul groupe d'experts.

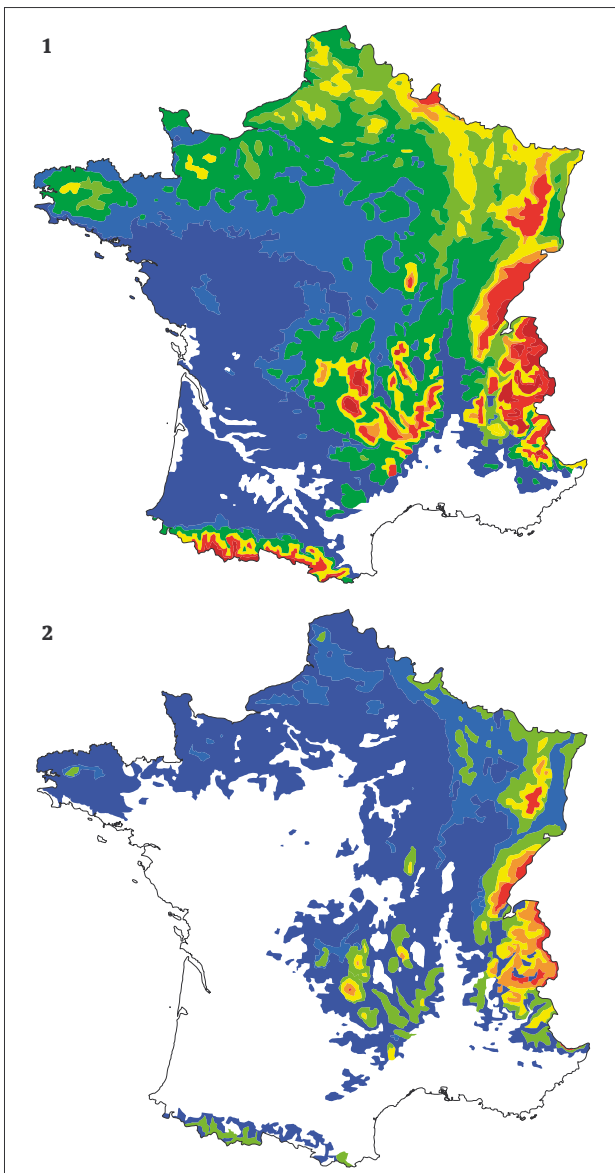
Extinctions per thousand species per millennium



Source : Millennium Ecosystem Assessment

Un second exemple est une étude réalisée par Thomas et al., publiée dans la revue *Nature* en 2004. Ils ont estimé, en utilisant des modèles basés sur des « niches », qu'environ 15 à 37 % des espèces seraient « condamnées » à l'extinction d'ici 2050. Ces chiffres ont été repris souvent, mais ils sont sujets à polémiques même au sein de la communauté scientifique. Là non plus, je ne nie pas la qualité du travail, je me demande simplement si cette étude était assez complète pour transmettre ces résultats aux décideurs. Une fois encore, elle n'avait fait l'objet d'aucune analyse d'incertitude concernant la qualité des modèles.

Plus récemment, un travail extrêmement important a été mené par l'intermédiaire du MA. Il en a résulté des estimations de pourcentages de perte d'espèces pour chaque écosystème donné (forêts tropicales, zones herbacées...) et les différents types d'impact (changement d'utilisation des sols, dépôts azotés...). Il n'y a toujours pas d'estimations d'erreurs liées avec le type de modèle. Là encore, je ne nie pas la qualité du travail fourni. Il était difficile de faire mieux à l'époque. Néanmoins, nous pouvons faire mieux, surtout en termes de validation de modèle. Je m'autoriserai d'ailleurs un petit commentaire sur le fondement de ces modèles. L'étude Thomas et celle du MEA se basaient sur la relation entre la surface et le nombre d'espèces (i.e., « species-area relationships »). Ils partaient du principe que la réduction de la première entraînait la baisse du second. Or, on sait que cette dynamique est applicable sur des échelles de temps longs mais il n'est pas évident qu'elle se vérifie sur des périodes relativement restreintes. Il est surtout inapproprié de prédire les extinctions d'espèces avec cette méthode.



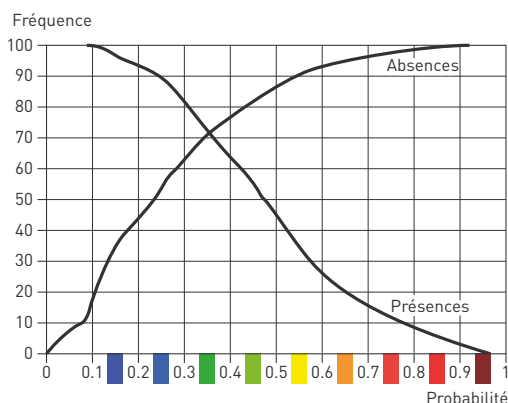
1. Aire potentielle de répartition du hêtre en 2000. Badeau et al., juin 2004  
 2. Aire de répartition du hêtre simulée pour 2100 avec un scénario laissant les émissions de CO<sub>2</sub> au niveau actuel tout au long du XXI<sup>e</sup> siècle

Cf. site de l'Inra :

<http://www.manicore.com/documentation/serre/ecosystemes.html>

Code couleur utilisé :

→ Du bleu au rouge foncé : vers une absence de plus en plus probable



En réalité, on ne possède pas les bons outils pour anticiper ces extinctions. J'ai récemment fait un exposé dans le cadre d'un programme mené en Angleterre et qui s'appelait : « Comparaison de perspectives modernes et paléontologiques de la biodiversité ». Devant une salle pleine de paléobotanistes, j'ai évoqué la possibilité d'une perte de 15 à 37 % de nos espèces d'ici 2050, provoquant un tollé. Cette communauté est convaincue que ces chiffres sont une très forte surestimation des extinctions à venir, car les extinctions étaient rares durant les quelques centaines de milliers d'années qui nous ont précédés, notamment dans le règne végétal. On ne peut convaincre les décideurs du bien-fondé de notre travail si on ne parvient pas à nous convaincre nous-mêmes.

Toutefois, on peut avancer ensemble si l'on se concentre sur la modification de la distribution et de l'abondance des espèces comme Ibanez et al ont suggéré récemment. Nous avons des outils pour le faire. En plus, nous savons que la répartition géographique des espèces a beaucoup changé dans le passé. Nous avons également constaté que, depuis peu, une modification de la répartition des espèces liée avec les changements climatiques récents.

Agir ainsi n'est pas nier l'importance de l'extinction mais reconnaître que nous ne disposons pas forcément des bons outils pour la prévoir. Je vais juste utiliser un exemple pour illustrer l'importance de cette perspective. Il vient de modèles basés sur les niches et développés à l'Inra de Nancy par Vincent Badeau et ses collaborateurs. Ils se sont appuyés sur la base de données récoltée par l'inventaire forestier national (IFN) pour modéliser la distribution actuelle du hêtre et les contraintes climatiques qui pèsent sur cette distribution. Par la suite, ils ont croisé ce modèle de niche avec un modèle de climat. Le graphique présenté ici donne la répartition du hêtre prévue pour 2100. En s'appuyant sur ce genre de carte, il est facile de communiquer avec les gestionnaires ou les décideurs, et on peut avoir un impact très fort. Il est même possible de tester certaines hypothèses de base sur ces modèles puis d'en déduire les coûts liés.

Pour parvenir à définir une feuille de route, il est donc nécessaire d'améliorer la qualité de nos modèles. Wilfried Thuiller abordera ce sujet lors de ces Journées IFB. Je vous renvoie à son intervention. Il suffit de rappeler que, pour l'instant, nous ne disposons pas des outils nécessaires pour faire correctement notre travail. Globalement, nous avons des modèles de croissance des plantes, des modèles de répartition des végétaux sur le globe et même des modèles de représentations de mécanismes qui ne sont pas trop mauvais mais, chaque fois, la représentation de la biodiversité y est très faible. D'un autre côté, il existe des modèles basés sur les niches avec une très bonne représentation du nombre d'espèces mais un très faible niveau de mécanisme.

## Thèmes en débat / Thème 1 : Biodiversité et changement global

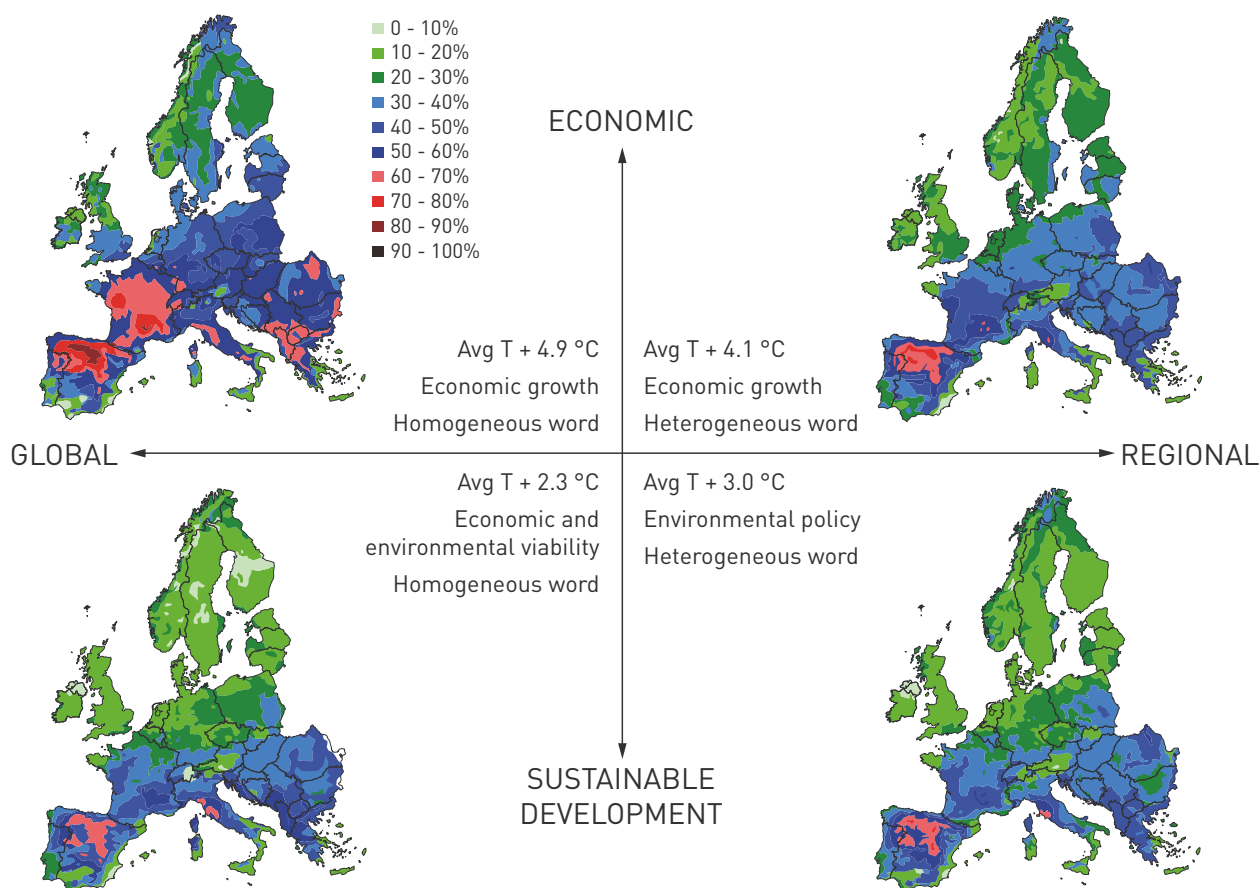
Notre objectif est de nous retrouver dans ces « New Generation Models » qui permettraient d’avoir à la fois une quantité d’espèces ou de groupes d’espèces et une excellente qualité de mécanismes. C’est absolument nécessaire pour nous convaincre nous-mêmes puis convaincre les décideurs.

Ensuite, il faut apprendre à gérer l’incertitude. Un bon exemple est un projet européen ATEAM (Advanced Terrestrial Ecosystem Analysis and Modelling) qui décrit l’impact des changements globaux sur les services écosystémiques. Le travail sur la biodiversité a été aussi réalisé par Wilfried Thuiller. L’idée consiste à prendre plusieurs modèles de réponse des espèces aux changements climatiques ainsi que plusieurs scénarios socio-économiques, d’émissions de gaz à effet de serre et climatiques puis de croiser ces ensembles pour avoir une estimation de l’incertitude. Je vous présente **les cartes** qui montrent les résultats de ce croisement et font apparaître les pertes importantes de biodiversité. Il existe pourtant une forte incertitude liée aux scénarios, aux modèles climatiques, et une incertitude plus forte encore sur le type de modèles de biodiversité.

Que faut-il faire dans l’avenir ? Sans doute la même chose que les climatologues. Les incertitudes existent. Elles peuvent être liées aux changements climatiques, aux modalités d’occupation du sol et à tous

les facteurs qui pilotent directement la biodiversité. Par dessus tout, il ne faut jamais perdre de vue les incertitudes inhérentes aux modèles utilisés pour prévoir l’impact sur la biodiversité. Nous disposons de toute une gamme de possibilités pour résoudre ce problème. Nous devons les utiliser. Nous devons croiser ces inconnues avec toutes les autres sources et relier les modifications de biodiversité avec les services écosystémiques rendus par celle-ci.

Comment fait-on le lien avec les services écosystémiques ? Jusqu’à très récemment la communauté scientifique mettait l’accent sur le fait que les changements globaux allaient générer une perte de la biodiversité. Cette perte allait impacter le fonctionnement des écosystèmes et détériorer les services rendus par ces derniers comme le démontrent un grand nombre d’expériences et de modèles théoriques. Néanmoins, il y a quelques bémols à cette approche. Premièrement, les effets de la biodiversité sur le fonctionnement des écosystèmes sont souvent importants que lorsque le nombre d’espèces est extrêmement faible. Deuxièmement, la plupart des recherches a été réalisée sur la base de scénarios de perte d’espèces aléatoires. Or, ce n’est probablement pas le cas. Troisièmement, c’est avant tout l’identité des espèces ou des groupes d’espèces qui sont décisifs, bien plus que le nombre. Le quatrième



## Thèmes en débat / Thème 1 : Biodiversité et changement global

bémol est peut-être le plus important car la communauté scientifique est fortement divisée sur cette question.

Comment donc fait-on le lien avec les services écosystémiques ? Il est probablement beaucoup plus probant de lier les changements globaux aux modifications d'abondance et de distribution des espèces. Je voudrais citer comme exemple la répartition des espèces d'arbres dans la forêt française ou celui, peut-être plus dramatique, dans la forêt amazonienne tiré de l'article de White et al., 1999 (*Global Environmental Change*, 1999 – Elsevier). La végétation actuelle de l'Amazonie y est modélisée comme une forêt tropicale. C'est bien, car c'est une forêt tropicale. Si l'on simule l'évolution du climat pour la fin du 20<sup>e</sup> siècle, on obtient une vision assez catastrophique mais pas impossible de l'avenir : en l'occurrence, la forêt amazonienne devient un désert. C'est clairement le cas extrême, mais, sur la base de nos meilleures connaissances, il est envisageable. Il est surtout envisageable car on a démontré dans le cadre du programme IGBP (International Geosphere Biosphere Programme) que la forêt tropicale soit le propre moteur de son climat. En modifiant la forêt, on modifie aussi les climats à l'échelle régionale, surtout en créant des sécheresses locales. La majorité des modèles de ce type prédit au minimum qu'une partie importante de la forêt amazonienne deviendra savane. Ce serait une perte énorme au regard de la quantité de carbone stocké, de bois exploitable et, évidemment, de la perte inimaginable de biodiversité.

Il est possible, sur la base d'une collaboration étroite avec les spécialistes des cycles biogéochimiques, de mettre en avant l'importance des écosystèmes naturels et des services qu'ils rendent. La difficulté dans une collaboration de ce type est que, en général, la prise en compte de la biodiversité est relativement faible dans les modèles des cycles biogéochimiques. Il est très difficile de convaincre de son importance dans le fonctionnement de la Terre. Pourtant, si vous étudiez attentivement cet exemple, vous vous apercevrez que cette biodiversité est peut-être ce qui va nous sauver. Je vous présente un modèle de l'impact du changement climatique sur la végétation terrestre une représentation extrêmement pauvre de la biodiversité. Cette représentation se retrouve dans la quasi-totalité des modèles utilisés à l'échelle planétaire. Au niveau de la forêt amazonienne, la température augmente considérablement. Que se passe-t-il si l'on injecte une plus forte biodiversité dans ce modèle ? Elle va jouer un rôle d'assurance de fonctionnement de ces écosystèmes. Ainsi, si l'on observe les conséquences de d'une augmentation de la diversité végétale dans le modèle sur la simulation du climat de l'Amazonie, au final il y aura très peu de modifications des températures. Les spécialistes de la biodiversité et

ceux des cycles biogéochimiques doivent donc collaborer sur de nouveaux modèles qui prennent en compte les cycles biogéochimiques et la biodiversité. Il est impossible de traiter l'un sans l'autre.

En s'interrogeant sur notre capacité à documenter les changements passés et actuels de l'abondance et de la distribution des espèces, nous mesurons le retard qui reste à combler. A ce titre, il est absolument essentiel d'établir des comparaisons entre nos modèles et ces données. Peu d'études ont été menées à l'échelle d'une grande région ou à celle de la planète. Là encore, il est nécessaire de prendre en compte ce manque tout comme les incertitudes inhérentes à ces schémas. Jusqu'à maintenant, nous avons plutôt tenté de dissimuler ces incertitudes. En définitive, personne ne nous écouterait si nous ne sommes pas honnêtes sur notre capacité à prédire l'avenir. De même, nous ne pouvons passer sous silence l'estimation des coûts de traitement des problèmes identifiés ainsi que l'impact financier du « laisser-faire ».

Pour conclure, j'estime que nous avons tendance à regarder les programmes nationaux et internationaux comme une sorte d'« alphabet soup » comme l'IFB, l'ESSP, « DIVERSITAS » (programme international de la biodiversité), l'« IMoSEB » (projet de type Giec pour la biodiversité) ou l'IGBP. Ces programmes ne sont pas suffisamment connus aux chercheurs dans le domaine de la biodiversité. Pourtant ces programmes nous permettraient de dégager un consensus au sein de la communauté scientifique et de transmettre un message de façon cohérente. Travailler chacun de notre côté ne mènera pas à une prise en compte sérieuse de la biodiversité ni par le public, ni par les décideurs. Les enjeux concernant la biodiversité dépassent largement le cadre des nations et les manières de la gérer s'envisagent à l'échelle des grandes régions ou à l'échelle planétaire. Malheureusement, je ne pense pas que le MA, aussi important soit-il, porte ce message. A l'inverse, le travail des « assessments » planétaires dans le cadre d'un IMoSEB irait dans ce sens. Le problème vient essentiellement des Etats-Unis qui refusent d'envisager le thème de la biodiversité de façon globale. Ils continuent d'affirmer que les difficultés d'un pays ne concernent que ses habitants. Or la solution, je le répète, passe par une prise en compte globale de toutes les modifications, qu'elles soient locales, régionales ou planétaires. La France, par contre, est particulièrement bien placée pour promouvoir cette idée. Au niveau national, nous sommes bien structurés sous la houlette de l'IFB. A l'échelle internationale, nous accueillons des programmes tels que Diversitas, l'ESSP (Earth System Science Partnership) ou l'Imoseb. Il ne reste qu'à agir. ■

### Questions et commentaires

**Jean-Claude LEFEUVRE**, président de l'IFB

*Je voudrais revenir sur le fait que peu de Français ont participé au MA. On incite toujours les Français à conforter l'EPBRS, pourtant il y a peu de retours en comparaison d'autres pays européens. Nous devons nous mobiliser davantage à ce niveau.*

**De la salle**

*Vous vous interrogez sur la faculté des climatologues à communiquer et vous affirmez que, du côté de la biodiversité, il n'y a pas eu autant de succès. En réalité, nous nous adressons à un même public dont les connaissances sont limitées. Seulement, tous ont entendu parler des climats depuis leur enfance alors que des notions telles que biodiversité ou écosystèmes sont totalement nouvelles. Je suis d'accord avec vous lorsque vous affirmez qu'il existe un manque crucial en termes de recherches et de connaissances sur ces sujets. Toutefois, j'estime nécessaire de se plier à un effort de vulgarisation sur tout ce qui touche à l'écologie.*

**Paul LEADLEY**

Je ne le nie pas. Autant il est essentiel d'avoir des connaissances de base, autant il est essentiel de communiquer. J'ai vu récemment un petit livret sur l'environnement édité par le département de l'Essonne à destination des enfants. Sur le changement climatique, il est écrit que la température a augmenté en Europe de 0,6° depuis le début du 20<sup>e</sup> siècle. Une projection estime que cette augmentation va varier entre 1 et 6° pour le siècle à venir. Il a évidemment été pris soin d'établir la liste des actions à mettre en œuvre pour enrayer ce phénomène. Si l'on tourne la page, on découvre le chapitre qui traite de la biodiversité. Ce chapitre prend l'exemple d'un arbre qui meurt pour

expliquer que, sans cet arbre, nous n'aurons plus d'oxygène pour respirer. C'est affolant. Il est clair que nous avons un énorme travail de communication à engager, mais ce travail doit surtout être orienté vers les décideurs et les gestionnaires. En outre, il est important que cette communication soit solidement argumentée. Nous ne sommes malheureusement pas au même niveau que les climatologues.

**De la salle**

*Telle que vous l'avez présentée, la modélisation serait une modélisation comme pour le climat, c'est-à-dire totalement globale.*

**Paul LEADLEY**

Je pense qu'il sera difficile de modéliser à l'échelle de l'espèce les modifications de la biodiversité. Nous ne possédons pas assez de données pour l'établir à l'échelle régionale. Ce sera forcément une combinaison de modélisations régionales et globales.

**De la salle**

*C'est une remarque que d'autres ont déjà faite mais je tiens à rappeler que l'avantage des climatologues est de travailler sur la base d'une unité commune, la tonne de CO<sub>2</sub>. Cette donnée est très parlante et facile à manipuler. En biodiversité, nous avons beaucoup plus de difficultés à parler simplement en nombre d'espèces.*

**Paul LEADLEY**

J'admets cet argument mais il est important d'accepter l'idée que la modification du nombre d'espèces est une donnée peu parlante pour une grande partie du public, même si elle est importante pour nous. C'est pour cela que j'ai insisté sur cette notion de modification d'abondance et de distribution des espèces. Quelque part, il s'agit aussi d'une unité de mesure.



# Communications orales et posters

Animateur : Serge MORAND

CNRS – UM2 – ISEM, Université de Montpellier 2 et Cirad UR 22

## Communications orales

### – Comment estimer et projeter les effets des changements climatiques sur la biodiversité ?

W. THUILLIER

CNRS – Laboratoire d'écologie alpine, UMR CNRS 5553, Université J. Fourier, Grenoble

Cette communication présente les dernières avancées sur la compréhension et la modélisation de la réponse de la biodiversité aux changements climatiques.

Elle passe en revue les points faibles et forts des approches couramment utilisées et les futures tendances qui vont des approches probabilistes à la création de modèles hybrides dynamiques.

Les liens avec la conservation sont aussi abordés par l'utilisation des projections de la biodiversité pour une approche de la conservation dynamique en temps et en espace.

### – Désertification et changements globaux. Quels impacts ? Quelle gouvernance ?

A. ROUMANE

Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement UMR C3ED/IRD-UVSQ

La désertification est la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches suite aux divers facteurs parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines (surexploitation des terres, déforestation etc...). La diminution de la fertilité et la productivité des sols ainsi que la dégradation des écosystèmes (notamment terrestres) constituent les principales formes de ce phénomène menaçant l'équilibre écologique et le développement socioéconomique des zones touchées. Ce phénomène est fortement lié, dans le cadre des changements globaux, à d'autres phénomènes tels que la dégradation de la biodiversité et les changements climatiques :

- Pour le premier, il convient de signaler la complexité du rapport entre la dégradation des sols et de la végétation. Suite aux effets de la désertification, la dégradation des horizons pédologiques supérieurs contribue à la dégradation de la végétation et à l'extinction d'espèces floristiques notamment endémiques. Ceci accélère l'érosion, la diminution de la matière organique et la dégradation des sols qui

peut affecter la végétation. La faune sauvage est également sensible aux effets de la désertification notamment par la destruction des habitats et la perturbation du cycle trophique.

- Pour le deuxième, la désertification est l'une des principales causes des changements climatiques. La perte de la végétation et l'augmentation de l'albédo diminuent les quantités de CO<sub>2</sub> séquestrées dans la masse végétale et dans le sol. Les dernières études affirment la libération, chaque année, de 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par les zones sèches suite à la désertification.

L'objectif de la communication vise principalement le traitement des points suivants : quelles sont les causes et les conséquences de la désertification ? Quels rapports avec d'autres phénomènes ? Comment le facteur anthropique peut-il contribuer à la persistance de la désertification ? Jusqu'à quel niveau la désertification peut-elle empêcher le développement socioéconomique ? Quels sont les dispositifs mis en place par la communauté internationale pour lutter contre le phénomène ? Quels sont les résultats des négociations internationales ? Quelle est la responsabilité du secteur scientifique ? Comment les acteurs locaux peuvent-ils contribuer à l'atténuation des impacts de la désertification ?

### – Hybridation, polyploïdie et invasion chez *Spartina*

C. PARISOD<sup>1</sup>, A. SALMON<sup>2</sup>, M.-A. GRANDBASTIEN<sup>1</sup>, M.-T. MISSET<sup>2</sup> ET M. L. AINOUCHE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> : Laboratoire de Biologie Cellulaire, Institut Jean-Pierre Bourgin, INRA - Centre de Versailles,  
<sup>2</sup> : Laboratoire Génome, évolution et spéciation. CNRS UMR 6553 Université de Rennes 1

Le système *Spartina* a permis de mieux comprendre les aspects génomiques de la spéciation par allopolyploïdie dans le contexte des invasions biologiques. Plus précisément, les rôles respectifs de l'hybridation et du doublement du génome dans le succès des polyploïdes récemment formés ont pu être étudiés. Il apparaît que l'hybridation produit d'importantes altérations génétiques et surtout épigénétiques, parallèlement chez les deux hybrides homoploïdes formés en Europe, *S. x towsendii* and *S. x neyrautii*. L'écart à l'additivité des génomes parentaux observés chez les hybrides est différent selon que l'on analyse des AFLPs ou

des marqueurs dérivés d'éléments transposables. Par ailleurs, peu de changements structuraux sont observés dans le génome polyploïde de l'espèce invasive *S. anglica*, suggérant qu'elle a hérité d'un génome identique à celui de *S. x townsendii*.

Globalement, il apparaît que c'est le phénomène d'hybridation qui représente le stimulus primordial du succès d'invasion du polyploïde chez *Spartina*.

- **Le fonctionnement contemporain d'un héritage des activités agricoles précolombiennes : les champs surélevés dans les savanes du littoral guyanais**  
D. McKEY<sup>1</sup>, D. RENARD<sup>1</sup>, S. ROSTAIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> : Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolutive, UMR 5175 CNRS, Montpellier

<sup>2</sup> : Archéologie des Amériques, UMR 8096 CNRS, Nanterre

Certains paysages, souvent considérés comme « vierges », peuvent en fait avoir été façonnés par des activités humaines anciennes. Ces dernières peuvent avoir un impact durable, conditionnant la biodiversité des milieux actuels. Ainsi les activités agricoles des populations amérindiennes précolombiennes ont façonné les écosystèmes de l'Amazonie actuelle. Les savanes saisonnièrement inondées du littoral guyanais offrent une opportunité inédite d'examiner cette question d'écologie historique, aujourd'hui très débattue. Ces savanes renferment des milliers de petites buttes très régulières, de taille et de forme variables. Selon les archéologues, ces paysages sont des champs surélevés précolombiens dont l'édification aurait permis de récupérer, à des fins agricoles, des terres aujourd'hui considérées inhospitalières. Pour les praticiens de l'écologie historique, ces paysages, répandus en Amérique du Sud, sont une preuve de la pratique fréquente d'une agriculture sédentaire et intensive par des populations humaines importantes, qui auraient effectué des transformations massives des écosystèmes amazoniens. Certains écologues remettent en question l'origine anthropique de ces paysages, les assimilant à des écosystèmes naturels périodiques, dont la structure régulière est due à des organismes ingénieurs d'écosystèmes – qui concentrent des ressources et d'organismes dans des « patch » auto-organisés.

Les premiers résultats issus d'une étude pluridisciplinaire indiquent que les complexes de buttes, tels qu'on les observe aujourd'hui, ne sont ni des structures naturelles, ni des constructions purement anthropiques, mais un nouveau type d'objet formé par l'interaction de processus anthropiques (l'origine des buttes) et de processus naturels – les mêmes que ceux agissant dans les écosystèmes périodiques naturels – qui assurent l'auto-entretien des buttes depuis leur abandon par l'Homme. L'empreinte à long terme des modifications massives de ces écosystèmes par l'agriculture est loin de l'image d'une dégradation mais plutôt d'une transformation de l'écosystème, impliquant un fonctionnement nouveau. Si le maintien de ces anciennes

constructions est aujourd'hui tributaire du fonctionnement de l'écosystème, quel sera leur devenir face aux changements dans ce fonctionnement, tels les changements climatiques ? Les complexes de champs surélevés – témoins de l'histoire des milieux et des populations maintenant éteintes, dispositif quasi-expérimental remarquable pour l'écologie – sont-ils un patrimoine bioculturel vulnérable ?

- **Déterminants de l'adoption du zaï forestier et perspectives de valorisation de la technologie (province du Yatenga, Burkina Faso)**  
M. KOUTOU<sup>1,2</sup>, D. OUEDRAOGO<sup>1</sup>, H.B. NACRO<sup>1</sup>, M. LEPAGE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> : IDR/UPB, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

<sup>2</sup> : IRD, Ouagadougou, Burkina Faso

L'objectif de cette étude était d'analyser les déterminants de l'adoption de cette technologie et d'examiner les perspectives de valorisation de ses produits. L'étude a couvert quatre terroirs de la province du Yatenga (Gourga, Oula, Sonh et Ziga). Les données nécessaires ont été collectées auprès d'un échantillon de 130 exploitants et sur 40 parcelles.

Des analyses descriptives ont été faites sur l'importance de l'arbre dans la vie socio-économique des populations sahéniennes, ainsi que son abondance dans les champs et dans les jachères. Ces données ont servi à la mise en œuvre du modèle économétrique pour l'identification des déterminants de l'adoption du zaï forestier.

Les résultats révèlent que l'arbre est conservé à des degrés variables dans les espaces culturels ou dans les jachères. Il joue un rôle important pour l'homme, les animaux et dans la restauration des sols dégradés. L'analyse économétrique suggère que la perception de la jachère, le nombre de houes, le nombre de petits ruminants, la principale source de soin du producteur et l'acceptation de prêter du matériel de travail à ses collègues producteurs, affectent positivement la probabilité d'adoption du zaï forestier.

## Posters

### Impact de la déprise agricole sur des populations d'orthoptères en Languedoc-Roussillon

E. BLANCHET, A. FOUCART, J.M. VASSAL, M. LECOQ  
Cirad, UPR Ecologie et maîtrise des populations d'acridiens, Montpellier

### Différenciation génétique entre populations naturelles africaines d'*Anopheles gambiae*

C. ESNAULT, M. BOULESTEIX, C. BIÉMONT  
UMR 5558 Biométrie et Biologie Evolutive, CNRS/ Université Lyon 1, Villeurbanne

### Biologie d'invasion d'un termite américain en France

E. PERDEREAU, F. DEDEINE, S. DUPONT, A.-G. BAGNÈRES  
UMR CNRS 6035-Université de Tours, Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (IRBI) ■





# Synthèse de l'atelier

Serge MORAND

CNRS – UM2 – ISEM, Université de Montpellier 2 et Cirad UR 22

Cette restitution des travaux de l'atelier sur le changement global et la biodiversité est synthétique.

Lors de sa conférence, Jacques Blondel a explicité la notion de changement global et je voudrais rappeler qu'il s'agit des impacts d'origine humaine sur toutes les composantes de la biosphère. Le changement global et environnemental se produit en interaction avec les changements affectant les sociétés humaines et ceux affectant la biodiversité.

## Etat de la recherche sur le changement global

Pourquoi un atelier sur le changement global ? Je vous avoue avoir d'abord eu quelques inquiétudes face à cette proposition de thématique de travail. N'avions nous pas commencé à l'aborder il y a déjà cinq ans, grâce à un groupe de réflexion de l'IFB ? Sur la base des propositions de ce groupe, nous avons pu proposer un appel d'offres en partenariat avec le programme Gicc (gestion des impacts du changement climatique). Les résultats des projets sélectionnés ont été excellents et certains d'entre eux ont trouvé un prolongement dans le cadre des appels d'offre ANR-Biodiversité. En 2006, un séminaire sur le changement global a été organisé et toutes les contributions en seront valorisées. Un ouvrage est en cours d'édition à cette fin.

Dans la perspective de cet atelier des Journées de Tours,

on pouvait penser *a priori* que toutes les idées et réflexions sur le changement global et la biodiversité avaient déjà été exprimées. Cependant, il semble que nous sommes encore loin d'être totalement imprégnés par cette problématique, alors que la demande d'expertise, de décisions et de gestion se fait pressante. Les trois points à retenir à l'issue de cet atelier en constituent la preuve manifeste. Le traitement du changement global laisse apparaître des manques importants en recherche, notamment en ce qui concerne les relations entre diversité culturelle et diversité biologique. Peu de personnes abordent l'impact du changement global sur la diversité culturelle, pas plus que les relations entre diversité culturelle et dynamique de la biodiversité. A l'occasion de divers exposés, je rappelle toujours que le changement global concerne aussi la perte de nombreuses langues humaines. D'ici 2050, 50 % des langues humaines sont menacées de disparition. Pour autant, devons-nous considérer que ce phénomène à venir, parmi d'autres perspectives concernant la biodiversité, est grave ou, au contraire, anodin ?

## Changement global et genre

Un aspect important de la relation entre changement global et biodiversité concerne le genre. Cette notion n'est pas assez prise en compte et discutée. En effet, la diversité humaine est indissociable

de la diversité du genre, c'est-à-dire l'expression sociale des sexes. En France, peu de travaux sont entrepris sur le genre et la biodiversité. Son importance doit être questionnée et la communauté scientifique devrait mener davantage de recherches sur ces sujets. Les recherches de nos collègues américains sont à ce titre passionnantes, en ce qu'elles traitent du genre sous l'angle de ses relations à la diversité biologique en élaborant une nouvelle anthropologie de l'environnement.

## Impacts humains sur la biodiversité et sur le changement global

Nous avons constaté que des spécialistes des questions agricoles ont trouvé intérêt et convergence avec les thématiques de l'atelier. Un lien fondamental est établi entre humains, changement global et biodiversité et, certes, la stratégie de l'IFB présente le changement global comme la cause d'une " sixième extinction " annoncée. Toutefois, lors de cet atelier, il a été plusieurs fois montré comment les humains ont été, et sont encore, créateurs et acteurs du maintien de la biodiversité. Cela s'est vérifié dans un passé relativement récent et, de ce point de vue, nous avons bénéficié d'une présentation passionnante sur les buttes d'origine anthropique en Guyane par Doyle McKey. En parallèle, le constat selon lequel l'être humain engendre encore à présent de la biodiversité a

été illustré par un exposé sur les pratiques des populations sahéliennes. Ce deux exemples soulignent l'importance de la complexité des relations entre le fait humain, la biodiversité et le changement global.

Un exposé particulièrement apprécié sur la ploïdisation et génomique a montré l'importance de ce phénomène dans les processus de diversification du vivant, en relation avec une des composantes du changement global : les invasions biologiques. Celles-ci peuvent favoriser des hybridations entre espèces envahissantes et espèces résidentes, qui peuvent conduire à la naissance de nouvelles espèces après ploïdisation. Il faut également souligner l'intérêt des méthodes et outils de la biologie moléculaire pour les études en biodiversité. Paul Leadley nous a fait remarquer que cette étude était une des rares à lier le temps évolutif (ploïdisation) au temps écologique (invasion). L'évolution fait partie de ce temps écologique. La contingence intervient nécessairement dans la modélisation des processus de genèse et le maintien de la biodiversité. La participation des biologistes (molécularistes) à nos démarches en écologie évolutive en devient encore plus pertinente pour les sciences de la biodiversité. La biologie a été amenée à travailler sur des modèles biologiques de laboratoire (souris, drosophiles...) et à réduire volontairement la diversité génétique de ces derniers afin que ceux-ci présentent des bases génétiques connues et homogènes pour l'étude des mécanismes fins du fonctionnement du vivant. Aujourd'hui, les outils et les

concepts développés contribuent à une approche beaucoup plus intégrative permettant à la biologie moléculaire d'interagir et de se confronter aux concepts et outils de l'écologie. Cette interaction participe à la compréhension de la diversité biologique et plus particulièrement de l'impact du changement global sur la diversité des génomes.

L'importance de la modélisation a enfin été soulignée par un exposé de Wilfried Thuillier sur la modélisation de la distribution et l'abondance des espèces en lien à deux aspects du changement global, le changement climatique et la fragmentation.

### Quelle théorie pour l'écologie ?

Au cours de l'atelier, une question importante a été posée : de quelle écologie et de quelle théorie avons-nous besoin ? Deux concepts écologiques coexistent : la niche écologique, même si elle est définie comme une niche environnementale, reste comme un concept fondamental et opérationnel du corpus écologique et trouve toute son importance dans la modélisation des changements d'aires de distribution des espèces par exemple ; la relation aire géographique-richesse spécifique constitue le deuxième concept fort de l'écologie, et il est souvent utilisé pour les prédictions de diversité spécifique ou d'extinction.

Pour autant, ces deux concepts sont-ils suffisants ? De quoi avons-nous besoin dans le domaine de l'écologie théorique ? Les contributions des théoriciens qui

travaillent sur la biodiversité et en biogéographie nous sont indispensables. Davantage de théorie nous permettra de mieux organiser les protocoles de collecte des données et de mieux les exploiter, notamment en macroécologie, branche scientifique développée depuis 1995. Je vous invite en passant à lire l'ouvrage de Jim Brown sur la macroécologie et plus particulièrement la préface dans laquelle il explique l'avènement de cette nouvelle science. La macroécologie est apparue dans un contexte de pénurie financière qui a stoppé la collecte de données de terrain de Jim Brown. Ce dernier a donc entrepris l'exploitation de ses données accumulées. Il a abandonné temporairement la démarche hypothético-déductive, au bénéfice d'une approche plus inductive. C'est finalement l'induction qui a permis de progresser et de proposer de nouveaux paradigmes en écologie dans un nouveau cadre, la macroécologie.

Quelle va être alors la prise de données adéquate et, surtout, comment sera-t-elle articulée avec la modélisation ? Ces questionnements concernent l'expérimentation car cela suppose une articulation forte entre modélisation et acquisition des données. Des lieux d'expérimentation, compte tenu de demandes d'intervention et de gestion, sont particulièrement propices : parcs naturels, réserves et habitats naturels. Le suivi des dynamiques sociales et de la biodiversité peuvent s'accompagner d'une véritable ingénierie écologique aux bénéfices de l'innovation sociale. ■



## Thème 2 : Biodiversité et agriculture

Conférence introductive

# Biodiversité et agriculture ou agriculture et biodiversité ?

Jacques BAUDRY

Inra - Sad Paysage, Rennes

Les relations entre agriculture et biodiversité sont largement étudiées. Aujourd'hui, un résultat est acquis : les évolutions de l'agriculture sont un facteur majeur de réduction de la biodiversité. Les graphiques montrant que, chez les oiseaux, le déclin de la biodiversité était encore plus marqué pour les espèces vivant dans le milieu agricole que dans d'autres milieux sont largement diffusés. Les relevés floristiques réalisés dans le cadre du *Countryside Survey* en Grande-Bretagne entre 1978 et 1998 mettent en évidence une diminution globale de la diversité floristique dans les basses terres anglaises, c'est-à-dire les terres agricoles.

Au-delà de la question de l'impact de l'agriculture sur la biodiversité, la question que je souhaite aborder dans cette conférence est : les relations entre agriculture et biodiversité ne méritent-elles pas d'être re-analysées ?

### Histoire des activités agricoles et de la gestion de la biodiversité

En règle générale, la dimension historique est assez peu soulignée ; pourtant, l'agriculture en Europe existe depuis plusieurs milliers d'années. Des gravures datant du Moyen Age et du 16<sup>e</sup> siècle représentent des territoires agricoles avec des cultures variées, des haies et les paléo-environnementalistes nous donnent des informations sur la végétation dans le passé au moyen des diagrammes polliniques. Ainsi, un diagramme pollinique pris dans la région de Pleine-Fougères au nord de l'Ille-et-Vilaine met en évidence des fluctuations sensibles de la végétation depuis 3 000 ans, et non un défrichement continu. L'histoire nous montre donc que les variations de l'occupation du sol sont anciennes.

L'étude des diagrammes polliniques montre une augmentation du nombre d'espèces de plantes présentes jusque fin vers le 15<sup>e</sup> siècle, puis une diminution à partir du 16<sup>e</sup> siècle (Maguerie, non publié). La perte

de biodiversité dans les paysages agricoles est donc bien antérieure à la Politique agricole commune (Pac), aux engrais, aux pesticides, etc. Elle est, de toute évidence, liée à la façon dont les terres sont utilisées. Nous ne connaissons pas l'échelle des gains et des pertes d'espèces sur un territoire comme la France c'est un territoire hétérogène tant au plan géographique qu'écologique où les systèmes de production agricole sont très diversifiés et sont de plus en plus concentrés. En d'autres termes : comment évolue la biodiversité dans les différentes régions ?

Dans ces relations entre agriculture et biodiversité, il est habituel de distinguer deux types de catégories d'espèces : celles qui sont liées à certains types d'utilisation des terres et qui sont généralement l'objet de politiques publiques (les contrats agri-environnementaux) et celles qui ont un lien beaucoup plus direct avec la production et qui, en règle générale, ne font pas l'objet d'une politique publique.

### L'échelle locale et l'échelle du paysage

En termes d'échelle, on distingue l'échelle locale (la parcelle, la bordure), où la biodiversité dépend du niveau des ressources en eau, nutriments, lumière et du régime de perturbation (travail du sol, fauche, pâturage), et l'échelle du paysage (la mosaïque des cultures, les réseaux de bordures) où interviennent la nature des éléments et l'hétérogénéité de la mosaïque. Dans un article souvent cité, Benton et ses collègues affirment que l'hétérogénéité est la clé de la biodiversité dans les paysages agricoles. De fait, les paysages où il reste un peu de bocage sont très différents des paysages de grande culture. Les prairies, les bordures de champ, les haies sont des échelles très locales. Dans ces relations locales, entrent en jeu le travail du sol, la fertilisation et l'utilisation de pesticides, dont on montre que, globalement, ils conduisent à des pertes d'espèces

de plantes, d'insectes, d'oiseaux, etc. Dans les paysages prairiaux, la fertilisation, qui a pour corollaire la pression des pâturages, peut faire varier la diversité spécifique des parcelles de 120 à 150 plantes à une seule...

### Les successions culturales

Dans un paysage agricole, les cultures sur chaque parcelle varient selon les années, et ce pour des raisons agronomiques (éviter les maladies, lutter contre les mauvaises herbes, etc.). Ces successions culturales ont un impact significatif sur la biodiversité. En particulier, lorsque ces successions intègrent des prairies pendant une certaine période. Ces prairies permettent de restaurer la biodiversité sur les bordures. A l'échelle du paysage, on voit des mosaïques et l'on peut se poser la question de savoir comment, d'une année sur l'autre, les populations animales ou végétales, à travers des flux de graines, peuvent survivre dans la mosaïque et éventuellement trouver des endroits propices pour se développer.

### La trame verte

Concernant la biodiversité terrestre, un projet européen dénommé « Trame verte » (Greenveins), lancé avant le *Grenelle de l'environnement*, a mis en évidence, sur des échantillons de 16 kilomètres carrés, allant de la Bretagne à l'Estonie, une relation très forte entre la richesse spécifique en apoïdes (cousins de l'abeille, du bourdon) et la trame verte (bordures de champ, îlots boisés...) dans le paysage. Ce résultat tend à montrer que l'infrastructure du paysage, les éléments permanents du paysage, a un rôle important pour la biodiversité. Dans ces milieux semi-naturels, la diversité des conditions de vie conduit à une diversité des espèces, d'où le lien avec l'hétérogénéité.

Il a été montré également que la relation était forte entre la proportion de trame verte et la proportion de plantes à fleurs : il est important de se poser la question de la corrélation entre des variables locales et des variables paysagères.

### La fragmentation et la connectivité

L'autre grande question est celle de la fragmentation des milieux boisés par l'agriculture, et celle de la connectivité associée à l'idée de bocage. Dans un paysage hautement connecté avec des haies qui permettent de relier les bosquets entre eux, un certain nombre de travaux montrent que cette connectivité structurelle a aussi une relation avec le fonctionnement et la dispersion des espèces dans le paysage.

### L'espace pertinent

Quelles sont les échelles de réponse en fonction des espèces ? Pour des coléoptères, quel est l'espace pertinent à étudier ? *A priori*, l'espace pertinent pour les coléoptères n'est pas le même que pour les chevreuils. Si l'on place les diverses espèces de coléoptères le long d'un gradient d'un paysage prairie/bois versus cultures annuelles, on s'aperçoit que la population d'une espèce de coléoptères diminue quand la proportion de cultures annuelles augmente tandis que pour l'autre espèce la population augmente. La première espèce est peu mobile répond à des échelles de l'ordre de 50 mètres par 50 mètres, alors que la deuxième est plus mobile et réagit sur des surfaces de 450 mètres par 450 mètres. Nous avons obtenu les mêmes résultats avec les petits mammifères. Par conséquent, il existe un lien fort entre la capacité de mouvement des espèces et l'espace pertinent pour regarder la relation espèce/paysage.

Dans sa thèse sur la primevère, P. Campagne étudie la dispersion des graines et la dispersion du pollen : la dispersion des graines requiert une forte connectivité du paysage parce que les graines sont dispersées par les fourmis tandis la dispersion du pollen est facilitée par les paysages ouverts. Dans cet exemple, les deux modes de dispersion des gènes par des populations végétales peuvent réagir différemment à une même structure paysagère. A ma connaissance, peu de travaux sont menés sur ce thème.

### L'hétérogénéité du paysage

A l'échelle du paysage, du simple au complexe, la diversité et la richesse spécifique augmentent et, en même temps, on s'aperçoit que, dans les paysages complexes, la diversité spécifique de l'agriculture dite intensive versus l'agriculture dite extensive tend à se rapprocher.

L'hétérogénéité serait là pour « tamponner » les effets locaux de l'agriculture.

Tamponner les effets locaux de l'agriculture est une vraie question. Dans le cas des carabiques, si l'on regarde la densité croissante de haies et le mode d'entretien, on voit qu'avec cette espèce forestière qui bouge peu, l'abondance augmente avec la densité de haies. Quand on utilise des herbicides pour entretenir ces haies, la densité de haies intervient encore, mais dans une bien moindre mesure : elle ne peut compenser les effets locaux des herbicides qui causent la mort de nombreux individus, en général indirectement.

Il y a quinze ou vingt ans, les habitats traités aux herbicides étaient beaucoup moins nombreux que de nos jours et l'hétérogénéité du paysage apparaissait comme un paramètre important. Si la qualité des éléments du

## Thèmes en débat / Thème 2 : Biodiversité et agriculture

paysage est dégradée par la fertilisation, les herbicides, etc., il est moins sûr que l'hétérogénéité du paysage soit un critère pertinent. Je pense que nous avons besoin de recherches sur ce sujet.

### Les cours d'eau

En Bretagne, région où la dégradation de la qualité de l'eau liée à l'agriculture est importante, de nombreux travaux sont menés sur les nitrates. Concernant la biodiversité aquatique, la différence entre un cours d'eau situé dans des prairies bocagères et un cours d'eau mis directement au contact des cultures (travaux de Pierre Marronnier) est forte, avec des différences de réaction entre la macrofaune du fond du cours d'eau, celle qui vit sur les feuilles et celle qui vit dans les sédiments.

Surtout, il existe une différence de réaction à ce qui peut caractériser l'occupation du sol et l'agriculture suivant l'ordre des cours d'eau. L'ordre 1 est un cours d'eau qui prend sa source. Quand deux ruisseaux d'ordre 1 se rencontrent, ils forment un ruisseau d'ordre 2. Quand deux ruisseaux d'ordre 2 se rencontrent, ils forment un ruisseau d'ordre 3. Par conséquent, l'ordre indique la taille du ruisseau et plus l'ordre est élevé, plus le bassin versant est grand. On montre que, pour des ruisseaux d'ordre 3, la distinction espace agricole/forêt est importante, pour les ruisseaux d'ordre 2, le type de successions culturales dans le bassin versant est important et pour les ruisseaux d'ordre 1, la façon dont les parcelles adjacentes sont gérées est importante. Il n'y a là rien d'étonnant puisque les parcelles adjacentes pour un ruisseau d'ordre 1 représentent une grande partie du bassin versant. Je pense qu'il est important de distinguer les différents ordres de ruisseaux parce que, selon l'ordre du ruisseau que l'on veut protéger, on ne doit pas gérer de la même façon l'agriculture.

### Les systèmes techniques

Je travaille à l'Inra et je trouve que trop peu d'agronomes s'intéressent à cette question des liens entre agriculture et biodiversité. Or les impacts écologiques sont le résultat de décisions coordonnées au sein d'exploitations agricoles et les perturbations résultent d'actes techniques ayant un sens du point de vue de la production. La question est peut-être de repenser les systèmes techniques qui ont un sens du point de vue de la biodiversité. Il s'agit bien de changer des systèmes techniques et non pas simplement de modifier quelques techniques éparses ou quelques pratiques. Cependant, ce n'est pas simple : quand on compare deux systèmes que l'on pense techniquement très différents comme l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle

et que l'on regarde l'insertion dans un paysage – par exemple pour des papillons –, on s'aperçoit que, dans un paysage hétérogène, l'agriculture conventionnelle a beaucoup plus d'espèces de papillons que l'agriculture biologique dans un paysage non hétérogène. En fait, nous avons besoin de savoir comment, dans l'agriculture conventionnelle, les systèmes techniques agissent sur des points particuliers de la biodiversité.

Quand on étudie les relations entre agriculture et biodiversité, on a une double hiérarchie, c'est-à-dire qu'une parcelle s'inscrit dans un paysage et qu'aux interactions spatiales (mouvements d'espèces, de graines, de pollens, etc.) se superposent des interactions au sein des systèmes de décisions que sont les exploitations, les groupes d'exploitations et les zonages. Au sein des exploitations, on peut aussi déplacer des nutriments, de la matière organique sous forme d'une récolte que l'on transforme en fumier, ce qui peut entraîner des mouvements de graines. La coordination dans l'usage des parcelles compose la mosaïque paysagère.

Pour illustrer l'effet des systèmes de production sur la biodiversité, prenons l'exemple de la production bovine dans un paysage normand bocager et dans un paysage breton avec ses vaches noires et blanches et ses plantations de maïs. Dans le premier paysage, il existe un lien avec la biodiversité locale, les espèces présentes dans les prairies, et la gestion de ces prairies est elle-même diverse : on retrouve donc un gradient de l'intensif vers l'abandon. Le nombre d'espèces augmente avec de grandes fluctuations liées à la qualité du sol. Dans un système bovin où l'essentiel de l'alimentation se compose de maïs et où les animaux sont dans une stabulation pratiquement toute l'année, le système d'élevage a un impact de nature bien différente sur la biodiversité : d'une part, l'impact local de la culture du maïs, d'autre part l'impact distant lié à l'importation de soja qui fournit les protéines dans l'alimentation de ces vaches hautement productives. En Argentine, le fait que le soja s'exporte bien donne aux paysages une forme particulière. Il s'agit de soja 100 % OGM traité au glyphosate deux fois par an. Quand on regarde l'effet de la biodiversité dans une exploitation agricole, on ne peut pas se borner au territoire de l'exploitation agricole, sinon on pourrait avoir des surfaces de compensation écologique, des critères qui, localement, répondent à une bonne biodiversité, tout en exportant les problèmes de biodiversité ailleurs.

### La biodiversité domestique et la biodiversité sauvage

Abordons maintenant les composants de la biodiversité liés à la production (biodiversité domestique

versus biodiversité sauvage). Cette distinction prête à discussion, mais elle est pratique. Dans la biodiversité domestique, prenons l'exemple des vaches : celles de race Aubrac utilisent largement des prairies permanentes très diverses, par contre, les vaches pie noires, les Holstein, qui produisent 10 000 litres de lait par an, ne peuvent pas être laissées à paître dans des prairies. Il existe un lien fort entre la race animale et le type de prairie. Les travaux de Michel Duru et de son équipe à Toulouse montrent que, dans des systèmes moins intensifs que les systèmes à base de Holstein, on peut avoir une diversité de prairies. Il existe une relation entre diversité spécifique et diversité fonctionnelle en lien avec la production. Au niveau de l'exploitation, la diversité des prairies – qui augmente la diversité spécifique – peut accroître la souplesse d'utilisation, par exemple en décalant les dates de pâturage avec une possibilité d'avoir des espèces qui conservent les nutriments sur pied pour un pâturage ultérieur et des espèces de graminées qui acquièrent rapidement des nutriments au printemps. Du point de vue du système fourrager, on peut aussi raisonner sur la diversité des prairies et la diversité écologique.

Concernant les variétés végétales, nous avons une co-évolution avec les pratiques : cet aspect reste à formaliser. Nous pensons toujours utiliser la diversité génétique des plantes cultivées. Nous savons que, dans le passé, chaque fois qu'il y a eu homogénéité génétique, cela a conduit à des catastrophes (maladies). C'est ainsi qu'en Irlande, la culture de pommes de terre qui étaient toutes de la même variété a entraîné le développement de maladies et finalement la famine. On peut aussi, pour des raisons de protection des cultures et d'organisation du travail, utiliser cette diversité génétique pour décaler des dates de semis afin de pouvoir récolter sur une période plus longue.

On parle de plus en plus de lutte biologique par conservation, par opposition à la lutte biologique par épandage d'auxiliaires. La lutte biologique par conservation consiste à assurer une structuration du paysage qui permette un maintien de population d'auxiliaires dans le paysage et un contrôle biologique.

Les pollinisateurs constituent un autre aspect de la biodiversité sauvage dont il est beaucoup question actuellement. Ces pollinisateurs sont en diminution constante à l'échelle planétaire. La question de la conservation des différentes espèces se pose. Quand on parle de pollinisation, on se pose aussi la question des flux de gènes, notamment si l'on introduit des cultures transgéniques. Si l'on introduit du colza transgénique, on court le risque de voir les gènes se transférer dans les moutardes sauvages qui poussent en bordure des champs. Il s'agit d'un programme de l'Agence nationale de la recherche (ANR) sur lequel nous travaillons.

Concernant à la biodiversité sauvage, on peut également se pencher sur les nécrophages et l'équarrissage. François Sarrazin et ses collègues ont

réalisé un travail sur la réintroduction du vautour dans le Massif central et dans les Pyrénées. Quand des moutons meurent, faire venir l'équarrisseur est compliqué, mais les laisser manger par les vautours pose problème également parce que les vautours risquent d'être contaminés par la tremblante du mouton. L'équipe de François Sarrazin, en travaillant en écotoxicologie, en écologie et en réglementation, a fait modifier la réglementation européenne pour intégrer les nécrophages dans le service public d'équarrissage. Alors que l'espèce des vautours était en voie d'extinction, elle a vu sa population augmenter, en lien direct avec certains systèmes d'élevage.

On commence à étudier les liens entre la biodiversité cultivée et la biodiversité sauvage et à s'intéresser à la manière dont les différentes temporalités s'organisent. Selon la date à laquelle sont réalisées les différentes phases techniques liées à une culture, les impacts sur la biodiversité peuvent être très différents. C'est là que l'utilisation de la diversité génétique des plantes cultivées peut aussi avoir un effet sur les dates de labour ou d'épandage de pesticides, qui détruisent les œufs des insectes ou les graines. Un travail est à mener sur ce sujet, afin d'intégrer la production et la conservation dans une même démarche agro-écologique.

### La modélisation

Le rôle de la modélisation est essentiel, car l'expérimentation est difficile. En effet, il n'est pas possible de demander à un agriculteur ou à des groupes d'agriculteurs de modifier complètement leur système de production, sous prétexte de réaliser des expérimentations. Si l'on modélise les changements d'utilisation des terres, on est capable de voir des modifications de connectivité dans le paysage : on peut déterminer les changements à opérer dans les systèmes de production de façon à gérer la connectivité.

Un exemple de modélisation porte sur les dynamiques de population. Cette modélisation étudie le lien entre itinéraire technique et cycle de vie d'un prédateur (un carabique) dans une même succession culturale colza, blé, pois dans les systèmes dits conventionnels, c'est-à-dire utilisant des pesticides en assurance, dans un système en agriculture biologique, dans un système intégré (utilisation de pesticides diminuée) et dans un système en semis direct (sans labourage). Il est surprenant de constater que la modélisation donne les mêmes résultats pour l'agriculture biologique et pour l'agriculture conventionnelle, c'est-à-dire l'extinction assez rapide de la population. En fait, l'agriculture biologique n'est pas favorable à la reproduction de cette espèce qui pond ses œufs dans les champs parce qu'il est nécessaire,

## Thèmes en débat / Thème 2 : Biodiversité et agriculture

en l'absence de désherbage chimique, de travailler à la surface du sol pour supprimer les adventices. Des travaux de terrain montrent qu'en agriculture biologique, de nombreuses espèces de coléoptères ne survivent pas et qu'en agriculture conventionnelle, d'autres espèces ne survivent pas.

### L'action publique

En tant que coordinateur du programme « action publique, agriculture, biodiversité » (Diva) du ministère chargé de l'écologie (Medad), le lien à l'action publique est important dans mes travaux. L'action publique englobe la définition des politiques et le lien entre biodiversité et multifonctionnalité. La France n'est pas un pays qui, dans la définition des politiques ou dans le lobbying bruxellois, met beaucoup en avant la biodiversité, lui préférant la multifonctionnalité. En revanche, au niveau de la mise en œuvre locale, l'intégration de la biodiversité et de la multifonctionnalité présentait un intérêt puisque les agriculteurs étaient assez sensibles à la multifonctionnalité alors qu'ils ne l'étaient pas toujours à la biodiversité. Dans la définition des politiques, peut-être ne faut-il pas toujours parler de la biodiversité de la même façon. Par ailleurs, il faut remarquer la grande diversité de notre système où des services déconcentrés de l'Etat mettent en œuvre les directives européennes tandis que des services décentralisés (régions et départements) ont leurs propres politiques : entre les différents acteurs, la coordination n'est pas toujours simple.

### L'intégration des résultats de la recherche dans la définition des politiques

Un autre aspect traité dans le programme ANR « Biosoc » est l'intégration des résultats de la recherche dans la définition des politiques. On mène des enquêtes pour savoir comment les rédacteurs des réglementations utilisent les résultats de la recherche. Au niveau régional et départemental, cette intégration des résultats de la recherche dans les politiques est proche de zéro. Manifestement, il existe un problème général d'accès à l'information par les rédacteurs de mesures qui, normalement, doivent prendre en compte la biodiversité. Dans ces mesures qui nous intéressent, il y a notamment les bandes enherbées que l'on a vu apparaître le long des cours d'eau, dans le cadre des bonnes conduites agricoles et environnementales (BCAE) de la Pac. Les textes qui régissent ces bandes enherbées permettent à peu près tout sauf une bonne utilisation en vue de la biodiversité. Les agriculteurs sont obligés de diviser leurs parcelles en deux et ils ne comprennent pas très bien pour quel résultat. Ils préféreraient des mesures qui permettent de protéger les cours d'eau et la biodiversité.

Concernant les programmes de recherche, on peut les différencier selon qu'ils prennent en compte ou non l'espace ou selon qu'ils prennent en compte ou non les activités agricoles en tant que telles. Si l'on veut collaborer avec des agronomes, des économistes ou des sociologues, on est obligé de qualifier les activités agricoles. C'est important pour comprendre non seulement l'impact de l'agriculture sur la biodiversité, mais également les systèmes de relations entre agriculture et biodiversité. ■

### Questions de la salle

#### Un intervenant de Paris Sud

L'une des tendances que nous constatons à l'heure actuelle est la banalisation de l'utilisation du glyphosate pour la gestion des haies et des bords de champ : nous avons une trame verte qui n'est pas verte... Y a-t-il en vue une inflexion dans cette tendance ? Des mécanismes dans la Pac combleront-ils cette lacune réglementaire ?

#### Jacques BAUDRY

Dans la Pac, je ne vois pas guère de mécanismes de ce type. Je rajouterai aux bordures de champ les bordures de route : en effet, dans les paysages agricoles, la biodiversité est très liée aux bordures de route. Or il n'existe pas de politique de biodiversité sur les bordures de route. En Bretagne, la préfète a pris une mesure radicale : interdire l'emploi de glyphosate à moins d'un mètre de tout lieu où peut circuler de l'eau.

Nous sommes face à un problème d'emploi. Le nombre d'agriculteurs diminue, les surfaces augmentent et les agriculteurs réclament de travailler 35 heures comme tout le monde. Des politiques sont sûrement à mettre en œuvre pour les aider à entretenir les paysages. Les agriculteurs font ce qu'ils peuvent, mais ils n'ont pas forcément envie de passer, comme c'était autrefois le cas, la moitié de l'hiver avec une faucille le long d'un talus.

#### L'intervenant de Paris Sud

L'évolution des prix des matières agricoles change peut-être la donne.

#### Jacques BAUDRY

Cette évolution est récente. On pourrait sans doute utiliser les 40 millions de la PAC de façon différente.

#### Hervé MACOUT, Université de Poitiers, IRT Orléans

Vous n'avez pas prononcé le terme d'agri ou agro-diversité : est-ce un oubli ou est-ce volontaire ?

#### Jacques BAUDRY

Au terme d'agro-diversité, je préfère celui de diversité domestique pour désigner la diversité des plantes cultivées. Nous sommes dans un univers où les termes ne sont pas complètement stabilisés.

#### Hervé MACOUT, Université de Poitiers, IRT Orléans

Vous avez parlé des échelles des relations entre agriculture et biodiversité, disons pour faire court de la parcelle à l'échelle mondiale. Laquelle privilégier, puisque selon l'échelle la nature de l'objet change ?

#### Jacques BAUDRY

En tant qu'écologue du paysage, je ne fais pas de choix. Il faut prendre en compte simultanément toutes ces échelles. L'échelle mondiale me paraît être une échelle négligée, pourtant la perte de fertilité dans certaines parties du monde est un phénomène important. Nous en avons discuté avec Luc Abbadie dans une autre instance récemment.

#### Un intervenant

L'amélioration des réglementations écologiques chez nous se traduit par une aggravation des situations écologiques ailleurs.

#### Jacques BAUDRY

En effet, nous exportons des problèmes d'environnement. On pense que l'agriculture est très territorialisée, mais ce n'est pas le cas.

#### Alain LE DOUCE, Sarthe Nature Environnement

Je voudrais rebondir sur la réponse que vous avez apportée à la question sur le glyphosate. Comment se fait-il que, pour les techniques sans labour, on utilise presque systématiquement l'épandage de Roundup ou de glyphosate sur des surfaces vastes, avec le risque de polluer les rivières ? Par ailleurs, vous avez cité la race pie noire Holstein : je suis gêné de vous voir confondre la race pie noire originaire de Bretagne avec la race Holstein qui a effectivement le pie noir mais qui n'a rien à voir avec la race pie noire.

#### Jacques BAUDRY

Les vaches pie noires sont les vaches noires et blanches en général : elles recouvrent les pie noires bretonnes et les pie noires hollandaises qui ont donné les Holstein, suite à la Française frisonne pie noire (années 1970). L'adoption de la FFPN en Bretagne est en partie liée à la ressemblance de couleur.

Concernant les techniques sans labour, je ne peux qu'être d'accord avec vous. De toute façon, l'utilisation du glyphosate est une question importante dans le passage au sans labour. On nous a assuré pendant longtemps que le glyphosate était sans danger pour l'environnement : or ce n'est pas le cas.

Il paraît qu'il est possible de faire de l'agriculture biologique sans labour aussi, en gérant complètement les adventices, mais cette question de la gestion des adventices reste un problème en agriculture.

#### André FERRIER

Pourriez-vous évoquer la question des adventices qui intéressent beaucoup les agriculteurs ? En effet, il s'agit de l'un des problèmes principaux de toutes les évolutions des systèmes de production que l'on voudra mettre en place.

#### Jacques BAUDRY

Je n'ai pas abordé de nombreux sujets : les pressions de sélections, l'apparition de résistance chez les adventices et chez les insectes, etc. Sachez que des travaux sont en cours pour montrer l'intérêt des adventices en termes non seulement de biodiversité patrimoniale mais également de biodiversité dans le champ. Cela peut être une voie d'utilisation de l'adventice. Certains parcs naturels ont des politiques de protection des messicoles.





# Communications orales et posters

Animateur : Xavier LE ROUX

Inra, Centre d'écologie microbienne, UMR 5557 CNRS – Université Lyon 1, USC 1193 Inra), Villeurbanne

## Communications orales

### – Une approche fonctionnelle de la diversité végétale pour évaluer l'impact de la gestion dans les communautés prairiales

ERIC GARNIER

CNRS, Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive, Montpellier

Dans les prairies semi-naturelles, l'intensité d'utilisation et la disponibilité en éléments minéraux, qui dépendent de la gestion agricole, sont deux des facteurs principaux qui influencent la structure et la dynamique de la végétation. Les modifications induites par ces facteurs sur la composition floristique et l'abondance des espèces ont été largement étudiées dans de nombreux systèmes. Cependant, les espèces concernées sont le plus souvent particulières à un site donné, ce qui rend les généralisations difficiles. L'objectif de cette communication est de montrer comment une approche fonctionnelle de la végétation fondée sur l'étude des traits des espèces – *i.e.* de leurs caractères morphologiques, écophysologiques, biochimiques ou de régénération – permet de comprendre les effets des pratiques de gestion au-delà de la composition spécifique de chaque système.

Cette approche est illustrée par des données issues de différents sites dans lesquels les cortèges floristiques diffèrent, et où les pratiques de gestion peuvent se décrire en termes de modifications du régime de perturbation (intensité du pâturage, abandon) ou de la disponibilité en éléments minéraux (azote, phosphore, fumure organique).

Les résultats montrent que malgré les différences de composition botanique entre les sites, les patrons de variations des traits en réponse aux facteurs de gestion sont comparables. Cette approche centrée sur les traits ouvre donc des perspectives majeures pour prédire les trajectoires fonctionnelles des communautés végétales induites par les modifications de pratique. L'impact de ces modifications de structure fonctionnelle sur les propriétés des écosystèmes – quantité et qualité de la biomasse produite – est brièvement discuté.

### – Diversifier les modes de gestion pour garantir la biodiversité

M. TICHIT

UMR 1048 Inra Sadapt-AgroParrisTech, Paris

Au cours des quarante dernières années, l'intensification de l'agriculture européenne a conduit à un déclin marqué des surfaces en prairies permanentes alors que celles-ci présentent un réel potentiel pour sécuriser l'alimentation de troupeaux domestiques à moindre coût et constituent également un habitat clé pour différentes espèces animales et végétales enjeux de conservation. Différents travaux ont souligné l'importance d'une diversité de modes de gestion pour créer différents types de ressources alimentaires pour les troupeaux mais également pour maintenir une diversité d'habitats favorable à différentes espèces sauvages. Ainsi, les recherches des agronomes ont montré que le pâturage peut permettre de manipuler la structure du couvert prairial pour répondre aux enjeux d'alimentation des troupeaux, celles des écologues indiquent qu'une diversité de structures de couvert est également nécessaire pour l'accueil des oiseaux prairiaux. Gérer la structure du couvert prairial pour l'élevage aussi bien que pour les oiseaux exige des souplesses et des compromis qui s'expriment à différentes échelles de temps (court et long termes) et d'espace (parcelle – territoire). Dans un contexte d'incitations environnementales croissantes, il est donc nécessaire d'évaluer, à ces échelles multiples, l'impact des modes de conduite (fauche, pâturage) sur la diversité des habitats prairiaux pour identifier les structures de prairies permettant de concilier alimentation des troupeaux et conservation de la biodiversité.

L'objectif de cette communication est d'illustrer les effets du pâturage et de la fauche sur la diversité et la qualité des habitats. Nous étayons notre propos sur l'exemple des prairies humides de la façade atlantique. Dans le cadre des politiques agro-environnementales, celles-ci doivent aujourd'hui assurer à la fois l'alimentation des troupeaux et l'habitat des limicoles, qui comptent parmi les groupes d'oiseaux les plus menacés en France. Nichant à même le sol, ces espèces sont très sensibles à la structure de la végétation. En façonnant l'état des couverts végétaux, le pâturage et la

fauche sont donc des déterminants majeurs de la fréquentation des prairies par ces oiseaux.

Nos résultats illustrent comment concilier production et conservation à différentes échelles spatiales et temporelles. A l'échelle d'un petit territoire de marais (5 000 ha) la localisation des différents usages (fauche – pâture) est le facteur déterminant d'une mosaïque de qualité inégale pour cinq espèces de limicoles. A l'échelle des parcelles, la modulation de la période et de l'intensité des usages génère une diversité de structures dont certaines sont compatibles avec les exigences des limicoles. A long terme, nous montrons *via* la modélisation que la compatibilité entre production et conservation dépend d'arbitrages complexes résultant de l'interaction entre les stratégies de pâturage et le niveau de qualité d'habitat visé. Enfin, à l'échelle d'un territoire composé de différents types d'exploitations, nous examinons dans quelle mesure certaines exploitations (taille et niveaux d'intensification) sont susceptibles de mieux répondre aux enjeux de conservation des oiseaux prairiaux.

### – Modèles pour une gestion intégrée des agroécosystèmes. Exemple avec les diptères Syrphidés

J.-P. SARTHOU, M. DECONCHAT, C. MONTEIL, G. BALENT

UMR 1201 Dynamiques forestières dans l'espace rural, INRA, INP-ENSAT, Castanet-Tolosan

Produire plus et mieux, notamment sur un plan environnemental, tel est désormais le nouvel objectif assigné à l'agriculture.

Dans ce contexte, la gestion intégrée des agroécosystèmes est appelée à jouer un rôle essentiel, en particulier en favorisant les services écologiques, assurés par des arthropodes auxiliaires, de contrôle des bioagresseurs des cultures et de pollinisation, tout en protégeant les espèces à valeur patrimoniale ou rendant des services non encore identifiés. Les diptères Syrphidés présentent des qualités d'insectes auxiliaires des cultures (aphidiphages et pollinisateurs) et de bio-indicateurs de micro-habitats. Cette communication présente des outils opérationnels de modélisation qui contribuent à mieux exploiter ces qualités. Ils permettent de simuler des dynamiques de leurs populations à des moments clés du cycle d'espèces auxiliaires comme la période hivernale (modèle « HoverWinter ») et d'analyser l'intégrité écologique des habitats d'un agro-écosystème (base de données de traits et d'habitats « Syrph the Net »).

Cette approche intégrée s'insère dans un projet plus large englobant d'autres groupes d'espèces et l'étude des pratiques agro-forestières sur un site d'étude à long terme (LTER Vallées et coteaux de Gascogne).

### – La biodiversité est-elle étrangère aux agriculteurs ?

P. FLEURY

Isara-Lyon, Département Sciences sociales et gestion

On présente souvent l'intégration d'objectifs relatifs à la biodiversité dans les pratiques agricoles comme une demande voire une contrainte extérieure. Les scientifiques sont alors les seuls à être reconnus comme détenteurs de connaissances utiles à la gestion de la biodiversité. Sur le terrain de l'action, les défenseurs de la nature sont considérés comme les seuls porte-paroles légitimes de la biodiversité. Il s'agit de communiquer et de convaincre les agriculteurs afin qu'ils s'engagent dans des contractualisations et modifient leurs pratiques en réponse à des préconisations. Pour cela, on s'interroge sur les conditions (économiques et sociales) d'adhésion des agriculteurs et sur les capacités d'adaptation de leurs exploitations à des objectifs de gestion de la biodiversité.

De notre point de vue, il s'agit là d'une conception simpliste des relations entre l'agriculture et la biodiversité. D'abord, la diversité biologique des zones agricoles n'est pas seulement le résultat des pratiques agricoles, elle est aussi un facteur de production, dans la mesure où en dépendent, par exemple, la vie et la fertilité des sols, la qualité des fourrages pour l'alimentation animale et finalement la qualité des produits comme les propriétés organoleptiques des fromages. Ensuite, les agriculteurs ont des savoirs empiriques, parfois enrichis par ce qu'ils ont appris des techniciens qui les conseillent, des naturalistes qu'ils ont côtoyé, ou bien de leurs lectures. Enfin, ils peuvent avoir des raisons d'adhérer à un objectif de préservation de la biodiversité – rarement les mêmes que celles des environnementalistes – mais pas forcément réductibles aux avantages financiers des contrats.

Cette question des connaissances et des pratiques des agriculteurs en matière de biodiversité est ici discutée en s'appuyant sur des exemples concrets concernant l'agriculture des Alpes. Pour cela, différents points de vue sont associés :

- les représentations sociales et les savoirs des agriculteurs sur la biodiversité ;
- les motivations qui poussent certains agriculteurs à s'engager dans un contrat de gestion de la biodiversité ;
- la façon dont la notion de biodiversité est reconstruite dans l'action et comment à ses composantes biologiques sont reliées, dans une vision systémique, des dimensions sociales et économiques.

Ce travail réalisé dans le cadre du Groupement d'intérêt scientifique des Alpes du Nord a bénéficié des financements du programme « Diva » (action publique, agriculture et biodiversité, du ministère chargé de l'écologie). Ont également participé à ce projet : R. Larrère (Inra), S. Petit (Inra), L. Dobremez (Cemagref), E. Guisepelli (Gis Alpes du Nord – Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes), Y. Pauthenet (Suaci-Gis Alpes du Nord).

### Posters

#### – Approches appliquées de la biodiversité au service de l'agriculture durable

I. ARNAULT<sup>1</sup>, J. AUGER<sup>2</sup>

1 : Université François Rabelais, Centre d'expertise et de transfert universitaire, Tours

2 : Université François Rabelais, Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (Irbi, UMR CNRS 6035)

#### – La diversité de la population française de *Mycosphaerella graminicola*, agent pathogène de la septoriose du blé, révélée par les marqueurs microsatellites et l'analyse par SSCP des séquences codant pour l'actine et la b-tubuline.

L. EL CHARTOUNI<sup>1</sup>\*, B. TISSERANT<sup>1</sup>\*, F. DUyme<sup>2</sup>, A. SIAH<sup>3</sup>\*, C. DEWEER<sup>3</sup>\*, C. FICHTER<sup>4</sup>\*, J. SANSSENE<sup>4</sup>\*, R. DURAND<sup>1</sup>\*, P. HALAMA<sup>3</sup>\* ET P. REIGNAULT<sup>1</sup>\*

1 : Mycologie-Phytopathologie-Environnement, ULCO, B.P. 699, F-62228 Calais cedex, France

2 : Laboratoire Statistique et informatique, ISA de Lille, 48 Boulevard Vauban, F-59046 Lille

3 : Biotechnologie des microorganismes, ISA de Lille

4 : Institut Polytechnique Lasalle-Beauvais, Beauvais

\* GIS PhyNoPi : Groupement d'intérêt scientifique « Phytopathologie Nord-Picardie ».

#### – Suivi moléculaire de champignons mycorrhizogènes introduits dans des exploitations agricoles chinoises et influence sur la productivité et la qualité de la patate douce.

D. VAN TUINEN<sup>1</sup>, M.J. FARMER<sup>1</sup>, XB. LI, G. FENG<sup>2</sup>, B. ZHHAO<sup>3</sup>, O. CHATAGNER<sup>1</sup>, S. GIANINAZZI<sup>1</sup>, V.G. IANINAZZI-PEARSON<sup>1</sup>

1 : UMR Inra 1088/CNRS 5184/ Université de Bourgogne Plante-Microbe-Environnement, Inra-CMSE, Dijon

2 : China Agricultural University, Department of Plant Nutrition, Beijing, Chine

3 : College of Life Sciences and Technology, Huazhong Agricultural University, Hubei, Chine

#### – Quelles pratiques agricoles pour préserver la biodiversité des champs cultivés ?

C. CHATEIL, S. GACHET, E. PORCHER, M. BAGUETTE

C. CHATEIL<sup>1</sup>, S. GACHET<sup>1</sup>, E. PORCHER<sup>2</sup>, J.-C. ABADIE<sup>3</sup>, M. BAGUETTE<sup>1</sup> ■

1 : UMR 7179 MNHN / CNRS

2 : UMR 5173 MNHN / CNRS / UPMC

3 : UMR 5173 MNHN / CNRS / UPMC et CBNBP



# Synthèse de l'atelier 2

Xavier LE ROUX

Inra, Centre d'écologie microbienne, UMR 5557 CNRS – Université Lyon 1, USC 1193 Inra), Villeurbanne

**N**ous avons souhaité organiser notre atelier en réduisant volontairement le nombre de communications à quatre, de façon à ménager du temps pour la discussion. Nous avons ainsi pu échanger sur divers aspects concernant les interactions entre agriculture et biodiversité et mis en avant un certain nombre de points sans chercher à être exhaustif.

## Constats sur les challenges et les enjeux

La distinction entre la posture « taxinomique » et la posture « fonctionnelle », quand on traite du problème des relations entre agriculture et biodiversité, nous a paru importante. Vous remarquerez que j'utilise le terme « posture » en référence à ce qui a été énoncé par Harold Levrel. Nous avons relevé une dichotomie assez profonde entre ces deux types de démarche, un enjeu étant de les rapprocher. De plus, l'insuffisante prise en compte de la biodiversité invisible, *versus* visible, a été pointée durant l'atelier. Nous nous apercevons en effet que tout ce qui se trouve sous nos pieds, pour peu que cela soit petit, n'est le plus souvent pas pris en compte malgré un rôle fonctionnel énorme.

Par ailleurs, nous avons évoqué les possibilités de concilier production et conservation. En effet, vous avez sans doute lu les comptes rendus du *Grenelle de l'environnement* et constater que l'accent était mis, pour l'agriculture, sur des stratégies à la fois productives et respectueuses de l'environnement. Il est aisé d'énoncer une telle intention. En

réalité, l'essentiel du débat revient à déterminer jusqu'à quel point et de quelle manière la conciliation entre ces deux logiques est envisageable.

La recherche, tant en agronomie qu'en écologie, économie ou sociologie, tient là un challenge mais aussi un formidable champ de nouvelles thématiques stimulantes.

Le troisième point abordé dans cet atelier concerne le rôle clé d'une démarche de co-construction entre le monde de la recherche et le monde de l'agriculture pour développer des recherches pertinentes sur le thème « agriculture et biodiversité ». Cette démarche a été notamment illustrée par une présentation intéressante de la confrontation qu'il peut parfois y avoir entre le savoir local des agriculteurs et les connaissances scientifiques. Lorsque les deux convergent, la situation est confortable. En revanche, lorsqu'elles sont orthogonales, la démarche de co-construction devient particulièrement nécessaire.

Nos discussions ont aussi mis en avant l'importance des problèmes de hiérarchisation et de priorités, dès lors que l'objectif est d'enclencher des actions. Compte tenu de la multifonctionnalité des agro-écosystèmes et du fait que chaque fonction/service peut dépendre de différentes composantes de la biodiversité, l'enjeu *in fine* revient à clarifier et hiérarchiser les objectifs : les priorités mises en avant auront des implications très fortes quant aux facettes de la biodiversité mises en avant. Il faut noter ici que le choix de ces priorités s'expliquent généralement par des contraintes

économiques, sociales,... qui rendent absolument nécessaire la démarche de co-construction dont nous parlions précédemment.

## Quelle recherche, quelles méthodes, quels dispositifs ?

Nous avons longuement commenté les nouveaux dispositifs de recherche pour étudier la relation entre agriculture et biodiversité. La communauté scientifique constate la nécessité de disposer de nouveaux outils pour aborder les questionnements posés autour du lien entre agriculture et biodiversité. Des demandes telles que celle exprimée lors de ces Journées par Patrick Duncan vont dans ce sens. Nous avons différencié l'intérêt des systèmes de *monitoring* (suivis extensifs tendant vers l'exhaustivité) de celui des systèmes « expérimentaux ». Un enjeu important est de disposer de tels outils aux différents niveaux d'organisation/échelles pertinents, notamment ceux du paysage/des exploitations/des territoires où des enjeux clés se manifestent clairement. Dans notre propos, ces niveaux d'organisation amènent à considérer des systèmes qui incluent pleinement la composante humaine : l'homme n'est plus conçu comme un facteur extérieur mais comme appartenant à part entière à un système « socio-écologique ». Face à ce constat, nous avons conclu à la nécessité pour les recherches futures de se fonder sur des questions, plus que sur des systèmes, et de raisonner de façon collective, de telle sorte que

## Thèmes en débat / Thème 2 : Biodiversité et agriculture

nous puissions définir quels types de systèmes modèles seront étudiés en priorité. Il serait regrettable d'inverser le sens de la démarche.

Nous avons ensuite discuté de l'expérimentation à une telle échelle. Nous avons partagé l'avis selon lequel le morcellement des actions de recherche devait être évité. Nous préconisons une stratégie nationale qui permette, dans un premier temps, d'identifier les questions et, dans un second temps, de définir et investir sur des systèmes modèles fédérateurs pour la communauté scientifique. La pérennité des différents systèmes a également été évoquée, avec le rôle particulier que peuvent avoir des domaines Inra, des lycées agricoles, la contractualisation de longue durée avec les gestionnaires de services, etc. Nous avons fini par souligner l'importance des méthodes d'acquisition et d'exploitation des données.

En conclusion, il nous est apparu absolument indispensable de faire comprendre aux décideurs que l'investissement sur la recherche dans le domaine du rapport entre agriculture et biodiversité ne peut pas reposer sur des moyens dérisoires. Si l'on admet que des budgets considérables sont déployés pour caractériser, par exemple, la composition d'une roche martienne, il est plus que logique pour les pouvoirs publics d'accepter de réaliser des investissements lourds sur la recherche dans le domaine des relations agriculture-biodiversité, à hauteur des enjeux associés. Pour convaincre les décideurs d'investir sur ces questions, nous devons développer une démarche de communication du monde de la recherche vers le monde des décideurs.

Par ailleurs, je vous informe d'une expertise scientifique collective en cours sur le thème

« Agriculture et biodiversité » à l'initiative du ministère de l'agriculture et le ministère de l'écologie, et confiée à l'Inra en tant que structure porteuse. Cette expertise a pour finalité de demander à un panel d'experts recouvrant différentes disciplines de réaliser l'inventaire des connaissances scientifiques sur cette thématique. Le compte rendu sera disponible en juillet 2008. L'IFB comprend un groupe de réflexion « Agriculture et biodiversité » dont nous espérons qu'il puisse, justement à partir de cet état des connaissances, élaborer une prospective scientifique sur ce sujet et aboutir au cadrage de propositions sur cette problématique. ■



## Thème 3 : Ingénierie écologique

Conférence introductive

# « Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ? »

Harold LEVREL

UMR Amure – Département d’Economie Maritime – Ifremer

J’ai pris le parti de ne pas présenter la liste des indicateurs de biodiversité et d’interaction, en soulignant leurs avantages et leurs défauts, mais d’aborder quelques questions soulevées par l’usage de ces indicateurs.

### Les propriétés des indicateurs

Comment peut-on qualifier un indicateur par rapport aux autres outils d’évaluation tels qu’ils existent aujourd’hui ? Les indicateurs ont plusieurs propriétés spécifiques qui les rendent intéressants.

La première est d’évaluer indirectement ce qu’il est trop coûteux de mesurer directement. C’est le cas du « développement durable » ou de la « biodiversité » qui renvoient à de multiples composantes qu’il est impossible de vouloir renseigner de manière exhaustive. L’usage d’indicateurs permet d’offrir une évaluation indirecte de ces phénomènes.

La deuxième propriété intéressante de l’indicateur est de tolérer les marges d’incertitude que la mesure n’admet pas. En effet, au-delà du problème de coût de collecte des informations, il est difficile d’envisager une mesure du développement durable ou de la biodiversité tout simplement car il s’agit là d’objets controversés. En revanche il est toléré de parler d’indicateurs de développement durable ou de biodiversité qui reconnaissent, de manière intrinsèque, leur incomplétude, leur dimension partielle et partielle.

Ce sont ces deux propriétés qui font de l’indicateur un outil bien adapté à des objets polymorphes, complexes et controversés comme la biodiversité et le développement durable, et qui expliquent son succès au cours des dernières années.



Document disponible, en anglais et en français, sur [www.gis-ifb.org](http://www.gis-ifb.org)

### Les conventions sur lesquelles reposent les indicateurs

Les conventions sur lesquelles sont fondés les indicateurs de développement durable renvoient à des représentations des interactions société-nature qui sont éminemment variables. Par exemple, l’indicateur d’épargne véritable est un indicateur qui a été développé par la Banque mondiale et qui postule qu’il existe une substituabilité parfaite entre le capital naturel, le capital

## Thèmes en débat / Thème 3 : Ingénierie écologique

humain et le capital physique. Ainsi, on peut considérer que la destruction d'un écosystème est justifiable si elle permet de créer autant de capital physique qu'elle a détruit de capital naturel, d'où un principe sous-jacent qui renvoie à un critère de durabilité faible. Inversement, d'autres indicateurs postulent que ces différentes formes de capitaux ne sont pas ou sont peu substituables comme l'empreinte écologique, d'où un principe sous-jacent qui renvoie à un critère de durabilité forte.

La mollesse du concept de développement durable permet ainsi de développer des indicateurs qui peuvent donner des images très différentes de la réalité à laquelle il renvoie. D'ailleurs, si l'on prend le classement des pays en matière de développement durable, selon l'empreinte écologique ou selon l'épargne véritable, on obtient un classement à peu près inverse.

### Les tensions entre les propriétés des indicateurs

L'indicateur est également un outil animé par des tensions intrinsèques fortes. Tout d'abord parce qu'il s'agit d'un outil à la fois politique et scientifique : politique parce qu'il doit permettre de communiquer sur des questions qui renvoient à des problèmes de nature sociale et scientifique parce qu'il s'agit d'un outil de preuve. Ensuite parce que l'indicateur est un instrument qui a une valeur universelle et contextuelle dans le sens où il doit permettre de réaliser des comparaisons entre différentes situations spatiales ou temporelles, mais en même temps créer du sens dans des contextes « locaux »

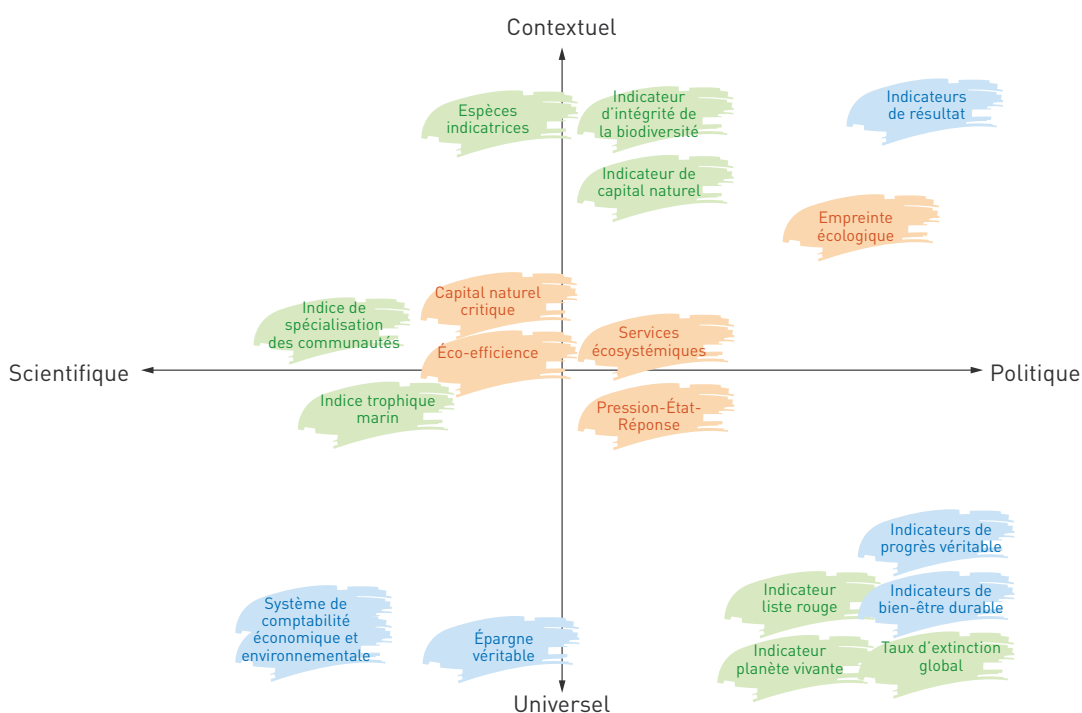
très précis. Or, la plupart du temps, de bons indicateurs locaux sont de très mauvais indicateurs macro et, inversement, des indicateurs nationaux sont souvent de mauvais indicateurs à l'échelle locale.

C'est à partir de cette double tension que je propose un positionnement des principaux indicateurs d'interactions société-nature qui traitent directement ou indirectement de la biodiversité. Les indicateurs qui apparaissent en rouge dans le schéma, sont ceux qui ont une véritable dimension interdisciplinaire avec un ancrage à la fois dans le domaine des sciences humaines et dans celui des sciences du vivant. Les indicateurs qui apparaissent en vert sont ceux plutôt centrés sur des questions écologiques. Les indicateurs qui apparaissent en bleu sont centrés sur la dimension économique. Derrière ces indicateurs, il existe des arbitrages comme le souligne leur positionnement par rapport aux deux axes, à l'origine fondés sur une réflexion empirique.

Pour produire des indicateurs qui puissent fournir des outils d'aide à la décision, on peut considérer qu'il est intéressant de privilégier des indicateurs qui ont été fondés sur des arbitrages relativement équilibrés, c'est-à-dire ceux que l'on retrouve autour du point de rencontre des deux axes.

L'indicateur de capital naturel critique renvoie à la notion de résilience (Ekins, 2003) : en dessous d'un certain seuil de capital naturel dit « critique », on observe un effondrement du système écologique mais aussi du système socioéconomique qui en dépend.

L'indicateur d'éco-efficacité fait sens, pour ce qui le concerne, auprès des entreprises (Hukkinen, 2003) :



**Figure :**  
**Positionnement**  
**des indicateurs**  
**d'interactions**  
**au regard**  
**des tensions**  
**entre les propriétés**  
**des indicateurs.**

il s'agit de mesurer la quantité de matière ou d'énergie consommée lorsqu'on produit une unité d'un bien ou d'un service donnés. A l'échelle d'un pays, cela peut être aussi une unité de PIB.

Les indicateurs de services écosystémiques sont intéressants dans le sens où, à partir d'une position anthropocentrée, on a un discours sur la conservation de la biodiversité qui renvoie à des usages, à des pratiques et qui permet donc de mobiliser l'intérêt des acteurs (*Millennium Ecosystem Assessment*, 2005). Si l'on dit aux agriculteurs que leurs usages ne sont pas durables, on tient un discours stigmatisant, alors qu'une approche par les services écosystémiques permet de nuancer le propos en soulignant que les agriculteurs produisent des services de prélèvement qui permettent de fournir de la nourriture à la population, mais qu'en contrepartie cette activité agricole crée des effets négatifs sur les services de régulation et les services culturels. Il s'agirait de rééquilibrer les pratiques pour que ces dernières permettent une meilleure prise en compte des services de régulation et des services culturels.

Les indicateurs de pression-état-réponse sont les indicateurs largement dominants aujourd'hui dans le milieu de la conservation (OECD, 1994). On retrouve ces indicateurs dans les programmes de l'OCDE, de l'Agence européenne de l'environnement mais aussi dans la plupart des parcs naturels qui mettent en place des plans de gestion.

### Indices synthétiques ou tableaux de bord ?

Faut-il utiliser des indices synthétiques ou des tableaux de bord ? Les scientifiques sont souvent réticents à utiliser des indices synthétiques pour trois raisons.

Tout d'abord, un indicateur synthétique nécessite un processus de *normalisation*. En effet, on a affaire généralement à des variables de nature hétérogène. Ainsi, l'indicateur planète vivante prend en compte 1 100 espèces animales différentes. Quelle unité retenir pour les regrouper ? Le nombre d'espèces ? Un indice de référence et si oui à partir de quelle référence ?

Se pose ensuite la question de l'*agrégation*. Pour cela, il est possible d'avoir recours à des moyennes

arithmétiques ou à des moyennes géométriques, ce qui a des conséquences importantes sur les résultats obtenus.

Enfin restent les *pondérations* qui renvoient à des choix sociaux : les espèces qui ont une fonction plus importante dans l'écosystème doivent-elles être pondérées de manière plus importante que les autres espèces ou faut-il choisir les espèces rares ?

C'est donc le processus de normalisation-agrégation-pondération qui rend les scientifiques réticents vis-à-vis des indicateurs synthétiques et les amènent à privilégier les tableaux de bord. Ces tableaux de bord sont des batteries d'indicateurs qui renvoient à différentes sphères.

Dans le domaine de la biodiversité, on trouve des critères spécifiques, écosystémiques et génétiques. Les pressions anthropiques, déclinées à partir d'une liste d'indicateurs, permettent d'évaluer l'origine de l'érosion de ces trois éléments de la biodiversité. Généralement, on obtient une batterie d'indicateurs assez volumineuse qui crée un « effet de liste » et conduit à une saturation informationnelle. Par ailleurs, ces indicateurs évoluent le plus souvent de manière différente et c'est pourquoi il est difficile de savoir lesquels suivre prioritairement. Ainsi, quand les décideurs se retrouvent face à des batteries d'indicateurs, ils ne sont pas vraiment enclin à se plonger dedans et on constate que les tableaux de bord sont peu utilisés. Ainsi, les indicateurs du développement durable qui ont été développés en France ou dans d'autres pays européens ont donné lieu à des rapports assez volumineux et les indicateurs qu'ils contenaient n'ont pas été repris par les médias. On observe que le public préfère les indices synthétiques, parce qu'ils offrent un résumé et qu'ils sont plus conviviaux.

Un article paru en 2002 montre les corrélations qui existent entre des indicateurs synthétiques de développement humain (HDI, HWI, HALE) et des indicateurs environnementaux (Empreinte écologique, EWI, ESI1, ESI2) (Cherchye and Kuosmanen, 2002, cité dans Boulanger, 2004). Si l'on étudie les corrélations qui existent entre les indicateurs socioéconomiques et environnementaux, on observe pour la plupart une corrélation négative. Cette corrélation négative pourrait laisser entendre qu'avoir simultanément des objectifs de développement humain et de conservation de

**Tableau : Corrélation entre les indicateurs synthétiques de développement et d'environnement**

	HDI	HWI	HALE	EWI	EF	ESI1	ESI2
HDI	100						
HWI	95.38	100					
HALE	94.67	90.10	100				
EWI	- 24.21	- 23.62	- 27.75	100			
EF	- 90.58	- 87.89	- 83.88	27.46	100		
ESI1	7.00	9.69	- 2.01	14.28	- 12.44	100	
ESI2	- 26.54	- 18.73	- 25.21	9.28	30.22	24.31	100

Source : Cherchye and Kuosmanen, 2002, cité dans Boulanger, 2004.



## Thèmes en débat / Thème 3 : Ingénierie écologique

la biodiversité est inenvisageable. En réalité, on trouve dans la littérature de nombreux indicateurs qui montrent que ce n'est pas le cas – notamment la situation sanitaire de nombreux pays est liée à des situations environnementales négatives comme la pollution de l'air ou de l'eau. On peut donc s'interroger sur les explications de ces corrélations négatives. En fait, il s'avère que la plupart de ces indicateurs synthétique n'ont pas été bâtis à partir de conventions scientifiques rigoureuses, transparentes et ouvertes au débat public, mais à partir de grands principes édictés par de petits groupes de réflexion souvent animés d'une vision militante des choses.

### L'empreinte écologique

En guise d'illustration, je reprendrai l'exemple de l'empreinte écologique qui est un indicateur emblématique utilisé aujourd'hui pour caractériser les interactions société-nature (Moffat, 2000 ; Rees, 1992). Il est le seul, notamment, qui a été utilisé par le Président Chirac en 2002 à la conférence de Johannesburg (Gadrey et Jani-Catrice, 2005). Il est celui dont on entend régulièrement parler dans les médias grand public. L'empreinte écologique montre, grosso modo, que les modes de consommation des pays occidentaux ne sont pas durables. On peut tout à fait en convenir. En moyenne, si tout le monde consommait comme un Américain moyen, nous aurions besoin de neuf planètes pour subvenir à nos besoins. Pour l'Europe, nous sommes à quatre ou cinq planètes. Selon cet indicateur, les seuls endroits où l'on peut avoir un développement soutenable au sens de l'empreinte écologique sont les pays où l'indicateur humain est très faible. Il est important de savoir comment cet indicateur est constitué car il occupe une place importante dans les discours sur les questions de conservation, les notions de décroissance, etc.

L'empreinte écologique présente de nombreuses limites, notamment au niveau de l'empreinte énergie fossile, qui représente 70 % du total de l'empreinte écologique. Le système d'équivalence permettant de calculer l'empreinte énergies fossiles est fondé sur la quantité de surfaces nécessaires à l'absorption du CO<sub>2</sub> émis par les combustibles fossiles, sans prendre en compte les océans, et en formulant des hypothèses fortes sur les capacités d'absorption des forêts. Par ailleurs, dans le cas de l'empreinte énergie nucléaire, le calcul est fait à partir de la même méthode : les unités d'énergie produites par l'énergie nucléaire sont considérées comme une source d'émission de CO<sub>2</sub> équivalente à celle des énergies fossiles. Or scientifiquement, c'est hypothèse est fautive puisque l'énergie nucléaire émet beaucoup moins de CO<sub>2</sub>. Il s'agit là d'un choix qui est justifié par le fait que l'on ne peut pas prendre en compte les déchets nucléaires. Un autre élément qui est très discuté est le

raisonnement à « niveau de technologie, de population et de capacité de charge donnés », alors que l'on sait que ces trois paramètres évoluent fortement et conditionnent la nature des interactions société-nature. On en arrive donc à une capacité de charge de 1,4 hectare par habitant (il s'agit d'un hectare bioproductif moyen à l'échelle de la planète qui lui aussi est très discuté). Vous le constatez, les conventions qui ont été adoptées pour calculer l'empreinte écologique sont fondées sur une vision du monde écolo-centrée qui contribue parfois à des simplifications difficilement justifiables.

Il existe d'autres indicateurs qui ont plus ou moins les mêmes défauts dans une version plus « économique-centrée » tel que l'*Environmental sustainability index* (Esty et al., 2005) mais surtout l'Épargne véritable (Hamilton et al., 1997), appuyé respectivement par le Forum économique mondial et la Banque mondiale. Ces deux indicateurs aboutissent à des conclusions exactement inverses par rapport à l'empreinte écologique, mais leurs hypothèses sont tout aussi discutables et reflètent des conventions qui « arrangent » leurs concepteurs.

Tout ceci explique pourquoi il existe aujourd'hui une certaine confusion autour de l'usage des indicateurs de biodiversité et d'interactions société-nature.

### La demande pour des indicateurs de gestion de la biodiversité : approche conservationniste et approche fonctionnaliste

Je vous propose maintenant de nous focaliser sur la demande existante pour des indicateurs de gestion de la biodiversité, en nous partant de deux représentations alternatives de ce qu'est une bonne gestion de la biodiversité : l'approche « conservationniste » et l'approche « fonctionnaliste ». Il s'agit d'un choix personnel, qui est discuté et qui sera certainement discuté. J'aurais pu prendre d'autres points d'entrée, mais il m'a semblé que celui-ci était intéressant dans le cadre de ces Journées IFB. Par ailleurs, ces deux démarches ne sont pas opposées mais complémentaires et il s'agit simplement ici de proposer une grille de lecture pour appréhender cette question des indicateurs de gestion de la biodiversité.

#### • Les indicateurs de biodiversité

Dans le cadre de la posture conservationniste, l'objectif premier est de disposer d'indicateurs qui vont renseigner sur l'évolution des espèces menacées. J'ai pris l'exemple du crabe à bec rouge. Cette espèce protégée niche sur l'île d'Ouessant, dans le Finistère. Elle est inféodée à des habitats ouverts (pelouse rase), avec la présence de falaises pour pouvoir nicher (zone côtière en Bretagne) (Kerbiou et al., 2006). A une échelle plus large, l'indicateur le plus connu pour disposer d'information

sur les espèces menacées est l'Indicateur liste rouge de l'UICN (Butchart et al., 2005). Le défaut majeur de cet indicateur est qu'il évolue en fonction des changements de statut des espèces (« vulnérable », « en danger » ou « en danger critique »), ce qui fait qu'il ne permet pas véritablement de réaliser des suivis à court terme.

Dans la posture fonctionnaliste, l'objectif premier est de disposer d'information sur la résilience des écosystèmes et les indicateurs spécifiques concernent plutôt l'abondance d'espèces communes, qui permet notamment de faire des approximations sur la variabilité génétique (un indicateur clé pour évaluer les capacités d'adaptation du système). A une large échelle, l'indicateur le plus connu concernant l'évolution de l'abondance des espèces est l'Indicateur planète vivante du WWF qui comptabilise 1100 espèces et plus de 3000 populations animales (Loh et al., 2005). Cet indicateur a cependant un défaut majeur : il sur-représente les espèces des pays du Nord par rapport à celles des pays du Sud, ainsi que les mammifères et les oiseaux qui sont bien renseignés par rapport à d'autres taxons tels que les insectes.

### • Les indicateurs de pressions anthropiques

Après avoir bâti des indicateurs à l'échelle des populations animales ou végétales, il s'agit de développer des indicateurs de pressions anthropiques. En effet, que ces populations soient rares ou communes, il s'agit là de la principale source de leur évolution.

Dans la posture conservationniste, si l'on reprend l'exemple du crabe à bec rouge, il est possible de partir d'un modèle de dynamique de population assez classique et de prendre en compte ensuite l'impact de la pression anthropique sur cette dynamique de population. Il s'agit en l'occurrence de la fréquentation touristique et de l'enfrichement de l'île de Ouessant lié à la déprise agricole (Kerbirou et al., 2008). On obtient ainsi des indicateurs de dynamique des populations qui permettent de calculer des taux d'extinction à partir de la prise en compte des pressions anthropiques. A noter que dans cet exemple, la pression anthropique est en partie une dépression anthropique puisque c'est le manque d'activité humaine qui conduit à une dynamique d'enfrichement et finalement à une probabilité d'extinction plus forte. Les pressions anthropiques peuvent ainsi avoir des impacts favorables sur la biodiversité.

La posture fonctionnaliste propose quant à elle de suivre des espèces indicatrices de ces pressions anthropiques. Des espèces ingénieurs, tout d'abord, qui structurent fortement l'habitat. A titre d'exemple, les vers de terre permettent d'aérer le sol et favorisent la dynamique de la microfaune ainsi que la fertilité des sols. Les espèces clé de voûte, ensuite, qui structurent fortement les interactions communautaires. Il peut s'agir de l'étoile de mer par exemple mais aussi des grands

carnivores. Les espèces parapluie, enfin, dont le bon fonctionnement démographique traduit un bon état de santé d'écosystèmes à large échelle dont ces populations dépendent.

Au regard de ces définitions, il est possible de considérer que la première espèce indicatrice est l'homme. L'homme transforme les habitats naturels, notamment à travers l'agriculture. S'agissant des espèces clé de voûte, l'homme est également bien placé puisqu'il introduit des espèces envahissantes dans les écosystèmes et qu'il représente un grand prédateur. L'homme est aussi une espèce parapluie dans le sens où il est fortement présent dans tous les types d'écosystème sur la planète. L'abondance de l'homme pourrait donc offrir un indicateur exprimant une dynamique négative à propos de l'état fonctionnel de la biodiversité (en effet, il serait plutôt une source de dysfonctionnement dans les écosystèmes). Pourtant, la littérature sur les impacts de la démographie humaine montre qu'il ne s'agit pas là d'un bon indicateur de pression. En effet, des densités faibles peuvent avoir des conséquences tout aussi négatives que des densités fortes (notamment du fait de pratiques non durables) et il s'avère que des taux de densité intermédiaires seraient les meilleurs garants d'une bonne gestion des ressources naturelles (sous conditions institutionnelles et techniques complexes, non détaillées ici).

Pour aller plus loin sur cette question des indicateurs fonctionnels de pressions anthropiques, de nombreux écologues travaillent maintenant sur des regroupements fonctionnels de populations qui offrent des indicateurs beaucoup plus fins sur les processus en cours. Une première catégorie de regroupements concerne les régimes alimentaires (granivores, insectivores...) qui permettent de renseigner sur la disponibilité de graines ou sur l'abondance d'insectes dans les écosystèmes agricoles notamment. Ce qui permet de mieux comprendre par exemple l'impact des pratiques agricoles sur l'état fonctionnel des écosystèmes. Une deuxième catégorie de regroupement concerne les habitats auxquels des espèces sont inféodées (habitats forestiers ou agricoles par exemple). Ces indicateurs permettent d'offrir des informations sur la qualité de ces habitats et d'affiner là encore les informations sur les usages des ressources au sein de ces derniers (Couvet et al., 2004).

Ces indicateurs, au-delà des informations fonctionnelles qu'ils offrent, permettent de développer un discours socioéconomique sur des activités agricoles ou sylvicoles par exemple en soulevant des questions à propos du rôle des techniques utilisées pour l'exploitation.

Les indicateurs fondés sur les habitats ont permis de développer un indicateur de spécialisation communautaire, basé sur le ratio entre espèces généralistes (que l'on retrouve dans tous les types

d'habitats) et espèces spécialistes (inféodées à des habitats spécifiques), qui montre une croissance relativement importante, traduisant ainsi une forme d'homogénéisation fonctionnelle des écosystèmes (Devictor et al., 2007).

Ces indicateurs fondés sur des regroupements fonctionnels permettent aussi de créer un langage commun sur les interactions société-nature et de résoudre partiellement le problème de tension qui existe entre les dimensions universelles et contextuelles des indicateurs, dimensions évoquées plus haut. En effet, il est possible qu'une espèce spécialiste dans une région soit une espèce généraliste dans une autre région mais, quoi qu'il arrive, les indicateurs de « spécialisation » traduisent les mêmes processus quelle que soit l'échelle et quelle que soit la composition de ce dernier. Il vaudra bien dire la même chose et permettra de débattre autour d'un processus spécifique.

### • Les indicateurs d'interdépendance

Depuis quelques années, on observe l'émergence d'indicateurs d'interdépendance.

La posture conservacionniste a adopté une démarche que l'on pourrait qualifier de « patrimoniale » pour souligner ces interdépendances, en prenant en compte les pratiques, les représentations, les histoires socio-économiques, le plus souvent à l'échelle territoriale. Cette démarche s'appuie souvent sur des modèles intégrés, interdisciplinaires et conviviaux qui permettent d'offrir des indicateurs qui font sens à l'échelle locale et qui sont facilement utilisables à cette échelle (Levrel et al., 2008a). Dans ce cadre, les indicateurs ont le plus souvent pour fonction de favoriser la concertation locale et les négociations autour des interactions entre les questions de conservation et de développement. L'accent est mis sur les processus délibératifs et la légitimité des indicateurs vient des processus qui ont permis de les construire.

Si l'on reprend notre population de craves à bec rouge sur l'île d'Ouessant, la gestion de cette population d'oiseaux menacés nécessite de disposer de nombreux indicateurs qui renvoient à la dynamique de population, au dérangement exercé par les touristes, au comportement des éleveurs.

Dans ce cadre, la crave à bec rouge n'est plus qu'un agent parmi d'autres au sein d'un système complexe : on ne cherche plus à comprendre uniquement la viabilité de cette population d'oiseaux, mais la manière dont cette dynamique s'insère dans une dynamique socioéconomique et écologique globale, avec comme axe central les changements « globaux » que subit l'île d'Ouessant à savoir l'enfrichement et l'augmentation de la fréquentation touristique (Kerbirou et al., 2008 ; Levrel et al., 2008a).

Il devient dès lors nécessaire de produire des indicateurs qui renvoient à la fois à des questions

écologiques, mais aussi à des questions foncières, des questions économiques voire des questions culturelles (habitudes alimentaires).

C'est pourquoi les processus de co-construction peuvent offrir une méthode intéressante pour développer de tels indicateurs (Levrel et al., 2008b), notamment en bâtissant des modèles communs qui permettent d'animer les indicateurs, de réaliser des simulations, de tester des scénarios. Toutefois, ces indicateurs posent un problème : il est souvent difficile de utiliser à une échelle plus large que celle du territoire.

La posture fonctionnaliste privilégie quant à elle une approche que l'on peut qualifier d'« utilitariste », qui permet de souligner les interdépendances société-nature à partir de la notion de services écosystémiques. Il est possible d'évoquer les programmes du ministère chargé de l'écologie et de l'Agence européenne de l'environnement concernant la mise en place d'un *Millennium Ecosystem Assessment* pour la France et pour l'Europe. Dans ce cadre, la dimension intégrée n'est pas fondée sur un modèle mais sur des comptes environnementaux. Les indicateurs, dans ce contexte, ont pour principal objectif d'offrir une information sur les interactions société-nature qui permette une meilleure gestion des affaires publiques.

Il s'agit de voir comment les services écosystémiques (services de prélèvement, de régulation et culturels) sont reliés à des éléments du bien-être. Le cadre du *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) est le suivant : les services écosystémiques sont supportés par la biodiversité ; cette biodiversité subit des pressions dénommées « facteurs directs de changement » ; ces pressions sont elles-mêmes fonctions de facteurs indirects de changement. Ces derniers ont un grand intérêt dans notre démarche sur les indicateurs car on ne se focalise plus uniquement sur une pression à proprement parler mais sur les causes de cette pression. Par exemple, le prélèvement de viande de brousse en Afrique est lié à une demande urbaine pour la viande de brousse. Si l'on ne trouve pas des indicateurs qui permettent de renseigner sur l'évolution de ressources alternatives pour les populations qui vivent de ce braconnage et d'autres indicateurs concernant la demande de viande de brousse en zone urbaine, on ne disposera pas des bons indicateurs pour travailler sur cette question. Le dernier élément consiste à relier ces services écosystémiques avec le niveau de bien-être.

Comment évaluer concrètement ces services écosystémiques ? L'approche la plus souvent retenue est celle par les habitats ou l'occupation des sols. Au niveau des habitats, j'ai pris l'exemple forestier. On peut observer qu'il existe des services de prélèvement à travers la production de bois, des services culturels pour les loisirs récréatifs, des services de régulation concernant la purification de l'eau ou le contrôle de l'érosion, des services d'auto-entretien avec la production primaire. A

partir d'un recensement des services associés à différents types d'occupation des sols, on arrive à produire des cartes de services écosystémiques.

Un élément permet aujourd'hui d'affiner cette évaluation des services écosystémiques : il s'agit de réaliser des regroupements fonctionnels qui ont un sens du point de vue :

- d'activités humaines spécifiques comme la chasse,
- d'usage de milieux totalement anthropisés comme les jardins,
- des réglementations telle que la directive « oiseaux »,
- des perceptions telle que les espèces considérées comme « nuisibles » (au-delà de la classification réglementaire).

Cela pose la question de plans d'échantillonnage à adopter à l'échelle nationale, concernant la meilleure manière de collecter des informations sur les usages et les perceptions des services écosystémiques et soulève la question de la validation scientifique des liens qui existent entre les fonctions écologiques et les services écosystémiques.

Même si cette approche macro peut poser des problèmes de pertinence à l'échelle locale, on observe aujourd'hui des attentes assez fortes pour pouvoir exprimer des préoccupations de conservation en termes de services écosystémiques. A titre d'exemple, comme Jacques Baudry l'a souligné dans sa conférence introductive au Thème II, François Sarrazin, dans le cadre du programme Diva, mène un travail sur la production de services écosystémiques en partant de la dynamique des populations de vautours (services d'équarissage) dans les Causses. Cette entrée est intéressante car elle permet de souligner l'intérêt que peuvent avoir les éleveurs locaux à adhérer à une politique de conservation des populations de vautours.

### Références citées

- Boulanger, (2004), « Les Indicateurs de Développement Durable : un défi scientifique, un enjeu démocratique », *Les Séminaires de L'IDDRI*, n° 12, 24 p.
- Butchart S.H.M., Stattersfield A.J., Baillie J., Bennun L.A., Stuart S.N., Akçakaya H.R., Hilton-Taylor C. and Mace G.M., (2005), "Using Red List Indices to measure progress towards the 2010 target and beyond", *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, n° 360, pp. 255-268.
- Cherchye L. and Kuosmanen T., (2002), "Benchmarking sustainable development : a synthetic meta-index approach", *Technical report*, Wageningen University. Department of Social Sciences.
- Couvet D., Jiguet F., Julliard R. et Levrel H. (2004), "Indicateurs de biodiversité", in Barbault R. et Chevassus-au-Louis B., (eds.), (2004), *Biodiversité et changement globaux*, Ministère des Affaires étrangères, adpf [français et anglais]
- Devictor V., Julliard R., Couvet D., Lee A., Jiguet F., (2007), "Functional Homogenization Effect of Urbanization on Bird Communities", *Conservation Biology*, vol. 21, n° 3, pp. 741-751.
- Ekins P., (2003), "Identifying Critical Natural Capital. Conclusions about Critical Natural Capital", *Ecological Economics*, 44: 277-292.
- Esty D.C., Levy M.A., Srebotnjak T., de Sherbinin A., (2005), *Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship*, Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven.
- Gadrey J., Jany-Catrice F., (2005), *Les nouveaux indicateurs de richesse*, Editions La Découverte, Collection Repères, 123 p.
- Hamilton K., Atkinson G., Pearce D.W., (1997), *Genuine Savings as an Indicator of Sustainability*, Cserge Working Paper GEC97-03 (Norwich).
- Hukkinen J., (2003), "From groundless universalism to grounded generalism: improving ecological economic indicators of human-environmental interaction", *Ecological Economics*, n° 44, pp. 11-27.
- Kerbirou, C., Le Viol I., Jiguet F., and Julliard R., (2008), "The impact of human frequentation on coastal vegetation in a Biosphere Reserve", *Journal of Environmental Management*, in press
- Kerbirou, C., Gourmelon, F., Jiguet F., Leviol I., Bioret F. & Julliard R., (2006), "Linking territory quality and reproductive success in the chough (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*): implications for conservation management of an endangered population", *Ibis* 148 : 352-364
- Levrel H., Etienne M., Kerbirou C., Le Page C. and Rouan M., (2008a) "Co-modeling process, negotiations and power relationships: some outputs from a MAB project in the island of Ouessant", *Society and Natural Resources*, in press
- Levrel, H., and Bouamrane M., (2008b) "Instrumental learning and sustainability indicators: outputs from co-construction experiments in West African biosphere reserves", *Ecology and Society*, in press
- Loh J., Green R.E., Ricketts T., Lamoreux J., Jenkins M., Kapos V. and Randers J., (2005), "The Living Planet Index: using species population time series to track trends in biodiversity", *Philosophical Transactions of the Royal Society B.*, n° 360, pp. 425-441.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005), *Ecosystem and Human Well-Being: synthesis*, Island Press, 137 p.
- Moffat I., (2000), "Ecological Footprints and Sustainable Development", *Ecological Economics*, n° 32, pp. 359-362.
- OECD, (1994), *Environmental indicators. OECD core sets*. OECD, Paris.
- Rees W., (1992), "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out", *Environmental Urbanism*.

### Questions de la salle

**Michel KHALANSKI**, EDF – Comité d'hydroécologie

J'ai eu l'occasion en 2005-06 de mener une étude pour l'entreprise EDF sur les indicateurs de biodiversité et je vous félicite pour le travail de synthèse que vous avez réalisé. La typologie à laquelle vous avez abouti est un peu différente de la nôtre : c'est normal parce que nous avons surtout exploré ce que faisaient les grandes entreprises en la matière. Cette typologie nous a conduits à classer en trois grandes catégories les indicateurs qui sont susceptibles d'être utilisés par les grandes entreprises :

- les indicateurs de moyens ;
- les indicateurs d'état de la biodiversité ;
- les indicateurs de performance.

*Que pensez-vous de cette typologie et des problèmes liés à ces trois types d'indicateurs ?*

**Harold LEVREL**

Déjà, pour la diversité, nous disposons de peu d'indicateurs à une large échelle, alors, pour des activités spécifiques, c'est d'autant plus difficile. Par exemple, pour les entreprises de granulats, on sait que les carrières peuvent fabriquer des éléments de biodiversité et l'on peut effectuer des suivis spécifiquement adaptés à ces éléments de l'habitat. Mais il s'agit là d'un exemple qui fait figure d'exception et il est toujours difficile d'établir un lien entre les activités des entreprises et la biodiversité.

En termes de performance, je serais intéressé à voir les indicateurs proposés. En effet, les questions qui se posent sont les suivantes : qui les produit ? Dans quel contexte ? Que décrivent ces indicateurs ?

En termes de moyens, je pense que ce sont de très bons indicateurs à partir du moment où l'on comprend bien ce que l'on met derrière : moyens humains, moyens financiers, etc.

Je pense que la classification à laquelle vous avez abouti peut être bonne, tout dépend de la manière dont ont été définis les indicateurs et dont ils sont suivis. J'ai un peu de difficulté à vous répondre de but en blanc, nous pourrions en rediscuter.

**Marc CHEYLAN**, Cefe CNRS Montpellier

Il me semble que votre exposé renvoie, par bien des aspects, à celui de Paul Leadley (Thème I) qui comparait les indicateurs proposés dans différents rapports. On retrouve à nouveau la grande faiblesse, qui est l'absence d'intervalle de confiance des indicateurs de biodiversité. La figure des suivis des oiseaux communs (programme « Stoc ») devient commune aujourd'hui. Or elle n'est pas assortie d'intervalle de confiance et les régressions linéaires qui sont proposées pour expliquer les variations prendraient sans doute les statisticiens. Ma crainte, s'agissant des indicateurs d'interdépendance qui font appel à des modèles interdisciplinaires mais également à des évaluations systémiques, tient justement à cette faiblesse qui a été soulignée par Paul Leadley. Il me paraît gênant de poursuivre dans ce sens si l'on veut avoir un minimum de crédibilité pour mesurer l'érosion de la biodiversité et les causes de celle-ci.

**Harold LEVREL**

Je suis entièrement d'accord avec vous. Le problème avec les indicateurs tient à ce que, pendant très longtemps, les scientifiques n'ont pas voulu s'en mêler parce qu'ils considéraient que s'investir dans les indicateurs n'était pas un travail scientifique, au motif que les indicateurs étaient destinés aux politiques. Le résultat a été la production incontrôlée d'indicateurs, et bon an mal an, les politiques se les sont appropriés, avec ou sans « intervalle de confiance ». C'est pourquoi l'appropriation par les scientifiques de ces questions est nécessaire. Il appartient aux scientifiques de mettre en évidence les problèmes techniques que ces indicateurs soulèvent, notamment au niveau statistique. Pour nuancer le propos, par rapport aux oiseaux communs, plusieurs publications ont été réalisées sur les rapports entre espèces spécialistes et espèces généralistes dans lesquels vous trouverez des intervalles de confiance. Aujourd'hui, quoi qu'on en pense, les oiseaux communs constituent pratiquement le meilleur indicateur que nous ayons. Force est de reconnaître que, quand on dresse le bilan des indicateurs des interactions société-nature en rapport avec la biodiversité, les résultats sont souvent très décevants.

**Marie-Noël DE VISSCHER**, Cirad, Montpellier

Je pense que l'indicateur de comptage Stoc est particulièrement parlant parce que les données viennent de la population ou du moins d'une partie de la population : les données sont fournies par un réseau d'amateurs très dense.

**Harold LEVREL**

Effectivement, le succès de l'indicateur vient de ce que les personnes qui ont recueilli les données voient à quoi celles-ci servent et peuvent établir des comparaisons entre ce qu'elles observent à leur échelle et ce qui est observé à l'échelle du territoire. On peut espérer le même succès avec les papillons des jardins, pour lesquels plus de 4 000 observateurs sont impliqués. La participation à la collecte des données est, de toute évidence, un moteur fort. Cela dit, le fait que la plupart des données sur l'état de la biodiversité est récoltées par des bénévoles soulève une question importante : jusqu'où le système peut-il s'appuyer sur des bénévoles ? Si une publication ne correspond pas aux attentes des bénévoles, les observateurs peuvent se désengager massivement de la collecte.

**Jacques WEBER**, directeur de l'IFB

Je vais répondre à la question de Monsieur Cheylan. En 1992 ou 1993, le programme environnement du CNRS lançait un appel d'offres sur l'interaction entre dynamique sociale et dynamique naturelle, en mettant notamment l'accent sur la nécessité de bâtir des indicateurs. Cet appel d'offres n'avait reçu aucune réponse, ce qui prouve à quel point la question était hors du champ du travail scientifique. Il a fallu l'empreinte écologique pour que les scientifiques se rendent compte des dangers à laisser se développer des indicateurs sans aucune validation scientifique : les scientifiques ne peuvent s'en prendre qu'à eux-mêmes. Il ne faut pas laisser échapper la question des indicateurs : n'attendez pas que vous soyez imposés des indicateurs mal conçus, mais imposez vos propres indicateurs, en respectant les intervalles de

confiance. Personne n'échappera à la dictature des indicateurs.

### Harold LEVREL

Les scientifiques ont certes à apporter de la rigueur technique (suivi statistique, modèle, etc.), mais il faut également prendre en compte les représentations et les indicateurs que tout le monde utilise dans ses activités quotidiennes en rapport avec les questions environnementales.

### Jacques WEBER

Les indicateurs, même mal conçus, sont intéressants à détourner. Prenons par exemple le graphique représentant l'empreinte écologique régionale : on peut lui faire dire quelque chose qui n'était pas prévu, à savoir que l'empreinte écologique ainsi définie croît de façon exponentielle par rapport aux revenus. En clair, ce sont bien les riches qui détruisent la planète et non les pauvres comme le prétendent certaines organisations.



# Communications orales et posters

Animateurs : Luc ABBADIE <sup>(1)</sup> et Philippe COZIC <sup>(2)</sup>

(1) CNRS, Directeur du laboratoire Laboratoire « Biogéochimie et écologie des milieux continentaux » (Paris 6, CNRS, Inra, Ina P-G, ENS)

(2) Cemagref, Unité de recherche Écosystèmes montagnards, Saint Martin d'Hères Cedex

## Communications orales

### – Réseaux écologiques, du local à l'international : pour quoi et comment ?

J.-C. LEFEUVRE<sup>1</sup>, R. BARBAULT<sup>2</sup>

1 : Président de l'IFB

2 : Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie et je dirige au Muséum National d'Histoire Naturelle le département Ecologie et Gestion de la Biodiversité.

L'idée de protection de la nature semble avoir émergé à partir de celle de la protection d'espèces gibier, en régression du fait d'une pression de chasse trop importante. C'est le cas du petit état de Venise en 726. Depuis cette date, que ce soit également pour protéger la forêt, des paysages ou la nature, très souvent dans ce qu'elle a de plus extraordinaire (« monuments naturels ») ou de plus remarquable en termes de patrimoine naturel (espèces endémiques ou rares ou menacées...), on a pris l'habitude de « mettre en défens » des fragments de territoires sous l'étiquette d'espaces protégés (des réserves naturelles aux parcs nationaux). Jusqu'au milieu du 20<sup>e</sup> siècle, ces fragments inclus dans une matrice de nature ordinaire « perméable », comprenant aussi bien des landes, des garrigues, des forêts que des prairies permanentes ou des champs aux cultures diversifiées et connectés à des bosquets ou entourés de haies bocagères, ont pu recevoir ou diffuser des espèces, échanger. Le remplacement de la polyculture par la monoculture, l'usage des pesticides, l'arasement des haies et des bosquets, la disparition des zones humides, des forêts rivulaires... ont transformé ces structures aptes à la diffusion des espèces en une matrice hostile, isolant plus ou moins des fragments de nature dite protégée.

Parallèlement, la conception française des grands axes routiers et ferrés, basée sur la technique de construction désignée sous le nom de déblais-remblais, a contribué à la création d'un réseau de barrières fragmentant le territoire national et isolant encore un peu plus les espaces protégés.

On comprend pourquoi de nombreuses recherches se sont focalisées sur la théorie biogéographique des îles (Mac Arthur et Wilson, 1963,1967) et ont utilisé le modèle « Métapopulation » de Levins (1969) pour évaluer les conséquences de cette fragmentation et envisager l'avenir de populations subdivisées dans un environnement devenant hostile. Il résulte de cet ensemble de recherches diversifiées que la fragmentation des habitats est souvent désignée comme la principale cause du déclin de la diversité biologique. Confrontée à la fragmentation croissante des habitats en Europe et à l'isolement grandissant de ces fragments de nature protégée, la facilitation des mouvements entre fragments devient de plus en plus importante pour la survie de nombreuses espèces, en particulier dans le contexte de changements climatiques. Le succès de la dispersion, du maintien des migrations exige un réseau interconnecté d'habitats (Bennett, 1981). Pour l'obtenir, il est nécessaire de lever le handicap de la fragmentation du territoire national en privilégiant, comme en Sicile par exemple, la technique des viaducs pour éviter les barrières « remblais » des vallées ou traverser des zones intéressantes en obligeant à une perméabilité des ouvrages (ce qui évitera les « crapauducs » et autres « loutroducs »...). La technique des tunnels sera utilisée pour éviter les déblais dont beaucoup fragmentent des forêts ou des milieux naturels situés sur des points hauts.



**Une nouvelle conception du système autoroutier : tunnels et viaducs à la place de déblais-remblais.**  
(c) Jean-Claude Lefeuve

Une autre conception des ponts et des bermes est de plus nécessaire pour transformer des morceaux d'espaces « re-naturés » en corridor écologique le long des autoroutes. Parallèlement, la construction d'un réseau écologique reliant les différents espaces protégés ou intéressants pour la préservation du patrimoine naturel, est indispensable à une échelle locale (exemple du bocage), régionale et nationale. A cette échelle, les éléments formant de tels corridors doivent permettre d'associer aussi bien certains espaces agricoles comme les prairies permanentes que des zones encore naturelles, dont certaines parfois classées en Znieff (zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) prendront un autre statut, des zones *Natura 2000*, etc. Les interruptions devront donner lieu à une politique de restauration, réfléchie en fonction des différents milieux naturels qui doivent être interreliés.

La conception de ces réseaux écologiques est inscrite dans les plans d'aménagement des Pays-Bas depuis 1990. Elle a été reprise par la Pologne et divers pays d'Europe centrale. La création d'un réseau écologique européen, envisagée depuis plus de 20 ans commence également à voir le jour. Le premier élément concret « *the european green belt* » doit relier les Balkans à la Norvège, en empruntant sur une grande partie de son parcours le tracé de l'ancien rideau de fer.

### - La biodiversité dans le système de management environnemental (ISO 14001) du site EDF R&D de Chatou

C. DELATTRE, C. CHAIGNON

EDF R&D, Laboratoire national Hydraulique et environnement (LNHE), Chatou

Le site de Chatou (78) est l'un des 4 centres de recherche d'EDF avec les Renardières (77), Clamart (92) et Karlsruhe (Allemagne). Implanté sur l'île des Impressionnistes sur la Seine, il bénéficie d'un environnement privilégié dans ce cadre plutôt urbain.

Au sein du Système de management de l'environnement d'EDF Recherche et Développement, le site de Chatou a mis en place un programme d'actions parmi lesquelles la gestion des espaces naturels afin de préserver les habitats et les espèces sur l'ensemble du site.

Après une phase préliminaire en 2006 de consultation d'associations locales de protection de la nature, un programme annuel comportant des actions et des indicateurs de suivi a été élaboré. Les actions programmées en 2007 sont la réalisation d'inventaires floristiques et faunistiques, l'adaptation des pratiques de gestion des espaces verts (fauche tardive, plantations) et la sensibilisation du personnel.

L'objet de l'exposé est de présenter les trois points suivants :

- l'enjeu que représente l'introduction de la biodiversité dans ce système (pérennité des actions, sensibilisation du personnel et du management, intérêt

pour le rapport annuel Développement durable de l'entreprise),

- le besoin d'expertise naturaliste en termes d'inventaires et de gestion des espaces naturels, d'indicateurs spécifiques ; c'est à dire d'ingénierie écologique,
- l'intérêt de construire, autant que possible, un programme comportant des actions s'inscrivant dans un cadre plus vaste que le site lui-même.

### - Restauration intégrée de la basse vallée de l'Ain : principes, outils et premiers résultats obtenus dans le cadre du Life BVA

G. BORNETTE<sup>1</sup>, H. PIEGAY<sup>2</sup>, E. FAVRE<sup>3</sup>, C. PETIT<sup>4</sup>

1 : UMR CNRS 5023 Ecologie des hydrosystèmes fluviaux, Villeurbanne

2 : UMR CNRS 5600 Environnement-Ville-Société, Lyon

3 : Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels

4 : Chargée de mission du programme Life BVA, Agence de l'eau RMC

La rivière d'Ain est une rivière oligo-mésotrophe de charge grossière et de pente forte, qui a bénéficié d'un programme Life de 2002 à 2006. En ce qui concerne les milieux aquatiques, l'objectif des chercheurs et des gestionnaires était de freiner l'incision du lit mineur de la rivière, liée aux aménagements hydro-électriques du cours amont, et de restaurer certaines zones humides.

Ces deux objectifs ont été combinés, afin :

- de sélectionner les zones humides dans les secteurs les plus incisés, de manière à maintenir une diversité aquatique minimale de ces tronçons de plaine alluviale ;
- d'éviter la prolifération d'espèces invasives, risque lié à la restauration de zones humides dans un contexte de forte connectivité avec la rivière ;
- d'obtenir dans la mesure du possible l'auto-entretien de ces zones humides ;
- de contribuer de manière optimale à la recharge sédimentaire du lit mineur de la rivière.

En veillant à concilier ces différents objectifs, 6 zones humides ont ainsi été restaurées, et la charge grossière a été déversée dans le lit mineur. Les premiers résultats de ces opérations sont présentés, et les suites de ce programme, menées dans le cadre du programme Ingeco, sont évoquées.

### - Ecologie de la restauration appliquée aux milieux érodés de montagne

F. REY, A. EVETTE, M. BURYLO, J. POTTIER, PH. COZIC

Cemagref, UR Ecosystèmes montagnards, Saint-Martin-d'Hères

L'érosion constitue un phénomène naturel aux conséquences préoccupantes dans beaucoup de régions du monde. La lutte contre l'érosion par des végétations herbacées et ligneuses représente aujourd'hui un défi majeur, aussi bien dans certains milieux semi-naturels (bassins versants torrentiels, berges de rivières et de lacs, zones agricoles) que dans les milieux fortement



anthropisés (carrières, talus, pistes de ski). La restauration écologique des milieux érodés de montagne vise à retrouver des écosystèmes présentant un fonctionnement autonome et stable, notamment en termes d'érosion. Dans un double souci d'économie financière et énergétique, il y a lieu de minimiser les interventions. Cette « gestion minimale » demande une compréhension accrue de la dynamique des systèmes.

Les recherches actuelles en écologie de la restauration, appliquée aux milieux érodés de montagne, ont ainsi pour objectif majeur de déterminer des seuils d'efficacité de la végétation et des ouvrages de génie biologique pour la protection contre l'érosion. En d'autres termes, quelle est l'intervention nécessaire, mais suffisante, pour parvenir à maîtriser cet aléa ? Ces questions sont traitées à différentes échelles spatiales. Si les interactions végétation-érosion sont principalement étudiées à l'échelle des communautés végétales, l'analyse de la dynamique des structures spatiales des sites en voie de restauration nécessite de considérer également tant l'échelle du paysage, qu'à l'opposé celle de la plante et de son voisinage. Les recherches actuelles se penchent plus particulièrement sur l'étude des traits de vie des espèces, dans le corpus de l'écologie fonctionnelle. Les objectifs sont d'identifier le lien entre les traits des plantes et leur résistance à l'érosion, ainsi que leur effet sur ce phénomène, notamment dans un contexte de changement climatique.

Les dernières avancées de ces recherches permettent de définir des règles d'ingénierie écologique à appliquer aux milieux dégradés de montagne pour le contrôle de l'érosion.

### - Contribution à la compréhension des règles d'assemblage des communautés végétales au travers d'une opération de restauration écologique

C. COIFFAIT<sup>1,2</sup>, E. BUISSON<sup>1,2</sup>, TH. DUTOIT<sup>1,2</sup>

1 : Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie (Imep) Université Paul Cézanne, Aix-en-Provence

2 : IUT d'Avignon, Site Agroparc

Les règles d'assemblages des communautés végétales sont au cœur des recherches fondamentales actuelles en écologie végétale. Les questions en suspens concernent le rôle des filtres abiotiques et biotiques à travers lesquels les espèces doivent passer pour s'établir dans les communautés. Pour hiérarchiser l'importance de ces différents filtres, il est nécessaire de se placer au niveau le plus simple de la dynamique végétale c'est-à-dire au stade de régénération après une perturbation majeure, particulièrement étudié lors d'opérations de restauration écologique.

En 2006, un projet de restauration écologique mené dans la Réserve naturelle des Coussouls de Crau consécutif à la destruction de 23 ha de végétation a permis de :

- tester une technique d'ingénierie écologique : le transfert de foins ;
- contribuer à la compréhension des règles d'assemblage des communautés végétales ; le tout en milieu méditerranéen.

Nos résultats montrent que :

- 1) cette technique a permis de réimplanter des espèces locales tolérantes au stress et de nombreuses espèces de Poacées après une perturbation majeure ; elle serait donc susceptible de débloquent la dynamique successionale qui reste bloquée au stade pionnier après une forte perturbation. Cette opération pourra donc servir de modèle de référence pour la restauration d'autres écosystèmes méditerranéens dégradés.
- 2a) Certaines espèces sont arrêtées par un filtre abiotique paysager, lié à leurs faibles capacités de dispersion et/ou de reproduction tandis que d'autres sont soumises à un filtre abiotique environnemental lié à la modification de l'habitat.
- 2b) A l'avenir, les espèces rudérales pourraient constituer un filtre biotique défavorable à l'installation des espèces cibles ; car en populations denses sur les parcelles dégradées non restaurées, les rudérales ont de plus grandes capacités de compétition que les autres espèces.

Les perspectives de ce travail sont ensuite évoquées par rapport aux résultats attendus sur le long terme et à d'autres techniques utilisées en ingénierie écologique.

### - Évaluation des mesures compensatoires : Les mares de substitution de l'A87

F. MEYNIER, A. PAGANO

Université d'Angers, Laboratoire Paysages et biodiversité

Dans un contexte de crise de la biodiversité, les amphibiens sont parmi les vertébrés les plus vulnérables. Les facteurs impliqués dans leur déclin sont multiples, mais en Europe la destruction et la fragmentation de leurs habitats sont des causes majeures. Les amphibiens sont en effet des animaux particulièrement sensibles à l'altération des habitats terrestres et aquatiques qu'ils occupent selon les phases du cycle de vie, en particulier du fait de leurs faibles capacités locomotrices.

La construction d'infrastructures routières induit une perte directe et une fragmentation des habitats, une source de mortalité par collision, mais avant tout un obstacle majeur aux mouvements des individus entre populations. Pour améliorer le bilan écologique d'un projet routier, des mesures compensatoires sont disponibles, comme par exemple les tunnels à petite faune ou les mares de substitution.

Lors de la construction de l'autoroute A87 entre Angers et Cholet (49) il y a 5 ans, de telles mesures ont été mises en place. L'étude consiste à évaluer le succès de ces mesures et de tenter de comprendre les clés de leur succès ou de leur échec. Les résultats de cette analyse

devraient être utiles pour proposer des améliorations aux mesures existantes ou pour préconiser des mesures plus performantes sur de nouveaux projets.

### – L'espace, la biodiversité et l'ingénierie écologique

A. BEDECARRATS, A. EVETTE, J. POTTIER  
Cemagref, Unité Ecosystèmes de montagne, Saint-Martin-d'Hères

L'idée générale qui sous-tend l'action dans le cadre de la stratégie nationale pour la biodiversité des espaces et des territoires consiste à considérer l'écosystème comme une « boîte noire » et à jouer sur les variables de pression anthropique (restauration écologique, tendance à l'extensivité des pratiques agricoles, forestières, etc.) et les variables de structure (infrastructures agro-écologiques, corridors écologiques, etc.) pour piloter les dynamiques de la nature dans un contexte de multifonctionnalité des territoires.

La question se pose de proposer des approches qui viendraient compléter cette démarche en opérant sur les processus même de l'écosystème.

L'ingénierie écologique peut être considérée comme « la conception et la construction d'écosystèmes pour le bénéfice de l'homme et de la nature » (IEES, 2007) et répond à ces spécifications. Dans cette acception elle a en effet pour objet :

- de rendre compte du fonctionnement de l'écosystème, c'est-à-dire des processus et du rôle des organismes ingénieurs agissant dans la « boîte noire » qui ont des effets prépondérants sur l'organisation de la biodiversité,
- de concevoir des ouvrages biologiques par le pilotage de l'écosystème (processus et organismes ingénieurs) pour répondre à des usages spécifiques.

On illustrera la pertinence de cette approche en montrant comment la connaissance de certains mécanismes par lesquels les bovins contribuent à la diversité végétale permet de concevoir le pastoralisme comme un outil d'ingénierie appliqué à la restauration écologique d'écosystèmes très perturbés (pistes de ski).

### – Pour une définition de l'ingénierie écologique plus intégrée avec le développement durable et avec l'écologie

F. GOSSELIN  
Cemagref, URE Ecosystèmes forestiers, Nogent-sur-Vernisson

L'ingénierie écologique est une notion qui date de plusieurs décennies, à la fois dans la sphère scientifique et, en France, dans la gestion. Elle semble néanmoins monter en puissance depuis quelques années, sous forme de discipline académique, et dans les discours des scientifiques.

Après avoir résumé les propos de Barbault et Pavé (2003) expliquant cet état de fait, nous proposons une définition de l'ingénierie écologique qui soit compatible avec les deux déterminants principaux qui justifient

sa ré-émergence : la notion de développement durable, et les disciplines appliquées de l'écologie.

Cette nouvelle définition nous invite à une ingénierie qui est écologique au sens large ; en particulier, le niveau écosystémique n'est pas selon nous le niveau unique d'analyse et d'action de l'ingénierie écologique.

Certains des problèmes et caractéristiques associés à cette définition de l'ingénierie écologique sont ensuite discutés.

Barbault R. et Pavé A., 2003, Territoire de l'écologie et écologie des territoires, in Caseau P. (Eds), *Etudes sur l'environnement : de l'échelle du territoire à celle du continent*, Paris, Tec et Doc Lavoisier, p. 1-49.

### – Comment gérer la biodiversité en milieu urbain : entre nature et culture, le cas de la préservation de l'angélique des estuaires (*angelica heterocarpa*) à Bordeaux

O. SIGAUT  
Professeur en gestion de l'environnement professeur en gestion de l'environnement, Bordeaux

La problématique de mon intervention porte sur la question de la relation entre le développement socio-économique et la préservation des écosystèmes urbains. Pour ce faire nous présenterons une recherche effectuée sur l'analyse des modes de gestion appropriés en terme de génie écologique dans le cas de la protection d'une espèce emblématique de la Gironde : l'angélique des estuaires.

Le but de cette intervention est de réfléchir à des solutions adaptées en terme de génie écologique et d'action publique qui puissent répondre de façon efficace à l'anthropisation et à la disparition de milieux remarquables tels que les ripisylves de bords de Garonne dans le centre de Bordeaux.

Nous essaierons d'imaginer des modèles de politiques publiques de la nature qui intègrent la réelle dimension des mutations urbaines (densification, aménagement et pression foncière) et qui permettent au génie écologique de donner des réponses concrètes et adaptées pour le maintien des écosystèmes remarquables en milieu urbain.

Nous définirons ces stratégies comme des systèmes de traduction et de médiation environnementale qui s'inscrivent dans le cadre d'une écologie urbaine.

## Poster

### – Impact de la fréquentation et de la gestion sur la flore des pelouses des espaces verts de l'agglomération tourangelle. Contribution à l'étude de la biodiversité dans les espaces verts

M. LOFTI, F. DI PIETRO  
UMR 6173 CNRS / Université de Tours, Cités, territoires, environnement et sociétés (Citeres) ■



# Synthèse de l'atelier 3

Philippe COZIC

Cemagref, Unité de recherche Écosystèmes montagnards, Saint Martin d'Hères ; Commission scientifique IFB,

**J**e présente ici quelques éléments de synthèse de l'atelier III « Ingénierie écologique » que j'ai animé en collaboration avec Luc Abbadie.

Comme pour la plupart des séminaires portant sur ce thème, nous avons constaté une grande diversité d'approches de l'ingénierie écologique. L'atelier s'est appuyé sur neuf exposés extrêmement riches et animés. Les approches présentées vont de l'intervention ponctuelle à des opérations intégrées à l'échelle de bassins ou de territoires ; certaines portent sur des actions de restauration de dégâts, notamment causés par l'homme, alors que d'autres concernent des opérations plus intégrées de gestion durable de milieux. Certaines actions d'ingénierie écologique sont menées avec des acteurs du terrain en nombre limité, tandis que d'autres sont réalisées dans un partenariat beaucoup plus complexe. Enfin, il peut s'agir, soit d'opérations de génie, en l'occurrence de génie écologique, soit d'interventions resituées dans des problématiques plus larges de politiques publiques.

Le propos de cette synthèse d'atelier n'est pas de présenter un exposé d'ensemble sur l'ingénierie écologique mais des avancées.

## **L'ingénierie écologique : des contextes variés d'application**

Nous avons observé des situations contrastées en termes de pressions anthropiques et de perturbations naturelles. Nous avons ainsi discuté de cas situés en

réserves naturelles ou bien, par exemple, sur des versants de marnes noires dans les montagnes méditerranéennes soumises à des risques naturels d'érosion. A l'autre bout du gradient, nous avons aussi examiné des actions d'ingénierie écologique sur des milieux caractérisés par des actions anthropiques fortes et par des aménagements lourds (autoroutes, aménagements de rivières, pistes de ski, centrales électriques, milieux urbains où la présence humaine est très concentrée) : l'ingénierie écologique ne se déploie pas que dans des espaces protégés. Au milieu du gradient, les aspects relatifs aux milieux utilisés pour les activités pastorales ont été peu traités dans cet atelier. Il est vrai que, compte tenu de la tenue d'un autre atelier sur le thème « Agriculture et biodiversité », ce sujet pouvait tout aussi bien y être présenté.

## **Une grande diversité des acteurs et de la prise en compte de la biodiversité**

Nos différentes perceptions ont décliné un éventail d'acteurs très variés : gestionnaires d'espaces, industriels, conservatoires, associations de protection de la nature.

Les exposés et nos débats ont montré que le niveau de prise en compte de la biodiversité pouvait être sensiblement différent d'une approche à l'autre. Pour certains ou d'après certains exposés, la démarche d'ingénierie écologique inscrivait la biodiversité en tant qu'objectif en soi de préservation d'une espèce ou d'un

groupe d'espèces. Pour d'autres intervenants, il était question de dépasser ou d'abandonner l'aspect taxinomique ou patrimonial, au bénéfice d'une focalisation sur les plantes et sur les groupes fonctionnels de plantes, avec là aussi deux optiques : prendre en compte les groupes fonctionnels de plantes pour le maintien de fonctions écologiques des écosystèmes ou les prendre en compte pour l'utilisation finalisée de ces fonctions.

Les débats et les exposés de cet atelier, très riches, ont pointé des différences dans les processus de choix des objectifs écologiques ou de biodiversité mis en œuvre dans ces actions d'ingénierie écologique. Dans certains cas, et même si cela n'est pas immédiatement explicite, le rôle de l'expert ou du chercheur avec sa spécialité s'avère majeur dans le choix de l'objectif de biodiversité qui sera retenu : choix d'un taxon privilégié (par ex : une espèce) ; dans d'autres cas, une discussion plus avancée est établie avec l'interlocuteur gestionnaire ou commanditaire qui peut lui-même fortement orienter les choix ; enfin, nous rencontrons des cas plus élaborés de construction collective sur des objets et sur des objectifs communs aux différents acteurs, avec le questionnement : « le chercheur est-il acteur, au même titre que les autres ? ».

## **Echelles et territoires concernés par l'ingénierie écologique**

La plupart des exposés et des débats ont montré que les

démarches d'ingénierie écologique se déploient le plus souvent à un niveau local. Les échelles considérées correspondent soit au fonctionnement d'un système naturel (un versant, une rivière), soit au fonctionnement d'un système d'activités humaines (le domaine d'une station de ski, d'une centrale électrique ou d'une ville).

Mais d'autres perceptions, comme celle issue de l'intervention sur le paysage, abordent le croisement des deux types de systèmes (humains et naturels) et se situent aux échelles intermédiaires. Enfin, nous avons bénéficié d'un exposé qui se traduisait par des perspectives, qui interrogeait la façon dont nous pouvons passer d'une échelle locale à une échelle globale et qui proposait des échelles nationales et européennes d'action, notamment au travers des réseaux écologiques. Nous avons ainsi découvert une dimension encore différente de l'ingénierie écologique.

### Quelques points qui ont fait débat

Plusieurs points ont fait l'objet de débats animés mais constructifs ! Par exemple, la restauration écologique consiste-t-elle à restaurer des fonctions écologiques ou bien peut-elle se « limiter » à restaurer un état-cible du milieu ? Par ailleurs, la place de l'écologie et de la biodiversité dans les différentes approches de l'ingénierie écologique a également été discutée ; on peut en effet avoir, à l'extrême, des démarches très ingénieriales avec peu de préoccupation de biodiversité. Nous nous sommes également interrogés sur les moyens les plus adéquats de l'ingénierie écologique ; doit-elle se concentrer sur des interventions « douces » ou bien peut-elle mobiliser des techniques les plus lourdes ? Sur ce point, les réponses

ont été favorables à la possibilité de mise en œuvre de moyens techniquement importants, sous réserve que la question de l'écologie soit bien posée. En outre, de nombreuses discussions ont concerné le positionnement du chercheur dans le processus collectif, sur la construction d'objets communs, sur la médiation, dans la communication et lors de la mise en œuvre de politiques publiques.

Des exposés à caractère plus conceptuel sur les différentes définitions possibles de l'ingénierie écologique ont également été présentés et ont, évidemment, suscité des débats. Les échanges ont donné lieu à des options majeures. Une première option plaide pour que l'on s'appuie sur les concepts déjà existants, résultant de démarches scientifiques qui sont parvenues à maturité et que l'on se préserve du foisonnement de nouvelles définitions qui risqueraient d'apporter de la confusion. Une deuxième option retenue par d'autres, privilégie au contraire une définition ouverte qui permettrait de favoriser la créativité.

Un autre point, évoqué à plusieurs reprises, concernait la nécessité de la pluridisciplinarité pour la mise en œuvre d'actions visant à gérer la biodiversité au sein des territoires. En effet, dans ce domaine, les questions sont souvent complexes et mobilisent des échelles emboîtées parce que les interrogations se posent à des niveaux différents. Ces questions doivent être retravaillées avec les acteurs et nécessitent d'associer plusieurs champs disciplinaires pour répondre aux enjeux. Pour certains, plus encore que de pluridisciplinarité c'est de transdisciplinarité dont il devrait s'agir, en s'appuyant notamment, sur la construction de nouveaux objets communs à plusieurs disciplines.

### Les liens entre l'ingénierie écologique et la recherche

Enfin, parmi les différentes positions exprimées lors des débats et exposés, les liens établis entre les opérations d'ingénierie écologique et la recherche ont été de nature diverse. Cette synthèse ne tire aucune conclusion sur les orientations nécessaires de la recherche car ce sujet n'a pas été débattu lors de l'atelier.

La majorité des exposés étaient portés par des équipes qui développaient leurs processus de recherche et qui étaient associées dans l'action à des gestionnaires. Cela étant, il a été constaté des formulations plus ou moins abouties de l'apport des connaissances de la recherche vers l'ingénierie et, en retour, de l'apport de l'ingénierie écologique à la recherche sous forme de nouvelles questions. En d'autres termes, le chercheur vise-t-il à répondre à des enjeux de terrain ou mène-t-il une recherche spécifique ?

Nous avons bénéficié d'exposés d'une autre nature, notamment la contribution d'un acteur industriel qui développait un système de management environnemental dans lequel s'inséraient des préoccupations sur la biodiversité. Cette communication était très intéressante car elle montrait que, parallèlement aux chercheurs qui mettent en œuvre des actions d'ingénierie écologique, des acteurs pouvaient également utiliser les outils mis au point par d'autres (ingénieurs et chercheurs), dans leur propre démarche d'ingénierie écologique. De ce fait, a été évoquée (mais non approfondie) la question des indicateurs à disposition de ces acteurs ou de ces ingénieurs écologues : indicateurs d'état, indicateurs de suivi ? Les produits de la recherche sont-ils adaptés aux besoins actuels ? ■





**ANR et  
Biodiversité :  
les appels  
à projets  
de recherche  
2005 et 2006  
(APR)**

# --> La synthèse des APR 2005

Jérôme CASAS

Directeur de l'Institut de recherche sur la biologie de l'insecte (Irbi, CNRS/Université François Rabelais, Tours).  
Président du Comité d'évaluation 2005

*The things we learned [during the war] are not very important. The real things we learned in 1890 and 1905 and 1920, in every year leading up to the war, and we took this tree with a lot of ripe fruit and shook it hard and out came radar and atomic bomb.*

J. R. Oppenheimer, directeur du laboratoire de Los Alamos, 1951

Les premiers pas sont toujours quelque peu hésitants, mais combien déterminants. L'appel à propositions (AAP) 2005 de l'Agence nationale de la recherche (ANR) *Biodiversité* aura été marqué par plusieurs moments forts, en particulier :

- une dotation globale jamais connue de la communauté française en écologie, de deux ordres de grandeurs plus importante que les précédentes. Cette ressource tant attendue par une communauté a suscité un grand nombre de projets déposés, dépassant de beaucoup l'enveloppe disponible ;
- une sélection draconienne et un petit nombre de projets retenus afin de donner des moyens véritablement adéquats aux équipes. Nous avons opté de manière unanime pour une autre politique que le saucissonnage. Le nombre de déçus fut par conséquent important. J'espère que les rares élus mesurent le degré de responsabilité qu'ils ont envers les 85 % de recalés ;
- la mise en place d'un système à double détente avec un examen oral (« audition ») devant le comité d'évaluation. Je suis particulièrement satisfait d'avoir pu faire intégrer cette démarche, originale dans le système français, unique au sein des AAP de l'ANR cette année là, mais bien connue dans d'autres pays. Elle a l'avantage décisif de déceler rapidement et sans ambiguïté les constructions artificielles, certes très séduisantes sur papier ;
- un comité d'évaluation à caractère académique pour un AAP à portée « écologie appliquée ». Dans des domaines où les fondements nécessaires aux solutions des problèmes environnementaux de notre temps sont si peu définis et stables, se passer de recherche « de base » est, au bas mot, dangereux. Comment faire front aux problèmes environnementaux, trop nombreux et changeants, si l'on tue l'arbre dont parle Oppenheimer

dès la première récolte ? Notre philosophie fut inspirée de la philosophie de « science impliquée » (use-inspired basic research) de L. Pasteur, qui consiste à travailler de manière décidément fondamentale sur des problématiques concrètes et immédiates [Stokes, D.E. (1997) *Pasteur's Quadrant : Basic Science and Technological Innovation*. The Brookings Institution, Washington]. Cette démarche rencontre cependant encore passablement de résistance dans certains cercles, qui préféreraient dès le départ une recherche écologique plus fortement appliquée. Le lien entre le degré « appliqué » des projets et la découverte de solutions déterminantes et bel et bien implémentées avec succès sur le terrain reste cependant bien souvent à démontrer en écologie comme dans d'autres domaines scientifiques. Il s'agit avant tout d'actes de foi ;

- un comité d'évaluation qui a dû travailler dans un degré d'urgence extrême et qui *malgré cela* a pris des risques, en particulier celui de ne pas abonder certaines équipes, dû à des faiblesses dans leurs dossiers, qui sont par ailleurs fort reconnues. La violence de certaines contre-attaques, parfois personnalisées mais heureusement isolées, fut à la hauteur des montants en jeu ou de la notoriété. A contrario, l'amélioration substantielle de certains dossiers présentés à nouveau et abondés en 2006 fut une vraie récompense des décisions prises : la science proposée était meilleure.


Les premiers pas sont derrière nous, certaines voies bien tracées : les premiers résultats à mi-parcours sont encourageants, certains déjà enthousiasmants. Alors que l'AAP *Biodiversité* évolue pour se fondre au niveau européen, j'espère que son comité d'évaluation gardera l'esprit de recherche de qualité qui a animé ceux des années précédentes. Je suis convaincu que c'est avant tout

la *qualité* de la recherche qui fera la différence, et non sa position selon l'axe (simpliste) décrit ci-dessus. Or nous savons depuis fort longtemps que « *la science appliquée élimine invariablement la science pure dès l'instant où les deux sont mélangées* » [V. Bush : Science -The Endless Frontier : *A report to the president on a program for postwar scientific Research*. Washington NSF, reprinted 1990]. Il s'agira là d'un vrai défi pour la suite du programme, la construction européenne de la science étant une démarche fondamentalement politique nécessitant de nombreux arbitrages dans lesquels il est difficile de ne pas perdre de vue le cap « *qualité* ».

Je tiens finalement à féliciter l'ensemble du comité d'évaluation, J. Weber directeur de l'IFB, le comité de pilotage ainsi que M. Griffon, responsable du programme à l'ANR, pour avoir *souvent* partagé la même vision et *toujours* parlé d'une seule voix. Merci. ■




**Biodiversité**  
**Appels à projets de Recherche ANR**  
**2005 et 2006**



*Séminaire de restitution à mi-parcours*  
*(édition 2005)*  
*et de présentation (édition 2006)*



5<sup>e</sup> Journées de l'IFB  
3 - 6 décembre 2007  
Tours





# --> Projets retenus pour les APR Biodiversité 2005 et 2006

Le séminaire de restitution à mi-parcours s'est tenu sous forme de conférences plénières, lors de ces 5<sup>es</sup> Journées IFB, pour l'APR 2005.

Les projets lauréats de l'APR 2006 ont donné lieu à des présentations par affiches.

## Projets lauréats 2005

### M<sup>me</sup> Malika Ainouche

*Polyploidie : Effet de la polyploïdie sur la biodiversité et l'évolution du génome des plante*

### M. Fabian Blanchard

*Chaloupe : Changement global, dynamique de la biodiversité marine exploitée et viabilité des pêcheries*

### M. Jean-Luc Chotte

*Microbes : Microbial Observatories for the Management of Soil Ecosystem Services in the Tropics*

### M<sup>me</sup> Marie-Christine Cormier-Salem

*Biodivalloc : Des productions localisées aux Indications géographiques : quels instruments pour valoriser la biodiversité dans les pays du Sud ?*

### M. Franck Courchamp

*Aliens : Assessment and Limitation of the Impacts of Exotic species in Nationwide insular Systems*

### M. Colombar De Vargas

*Boom : Biodiversity of Open Ocean Micro-calcifiers*

### M<sup>me</sup> Marie-Noël De Visscher

*Mobilité : Hétérogénéité spatiale et mobilité de la grande faune : applications à la conservation d'espaces et d'espèces menacés en Afrique et en Europe*

### M<sup>me</sup> Meriem Fournier

*Woodiversity : Diversité des structures de bois et analyse biophysique des stratégies écologiques des ligneux en forêt tropicale humide*

### M. Joaquim Garrabou

*Medchange : Evolution et conservation de la biodiversité marine face au changement global : le cas des communautés à dominance d'espèces longévives de Méditerranée*

### M<sup>me</sup> Martine Hossaert-McKey

*Nice Figs : Nouvelles recherches sur l'écologie des communautés : apports du modèle Ficus*

### M<sup>me</sup> Florence Hulot

*BioFun : Impacts sur le fonctionnement des Ecosystèmes de la biodiversité intra- et inter-niveaux Trophiques*

### M. Paul Leadley

*Qdiv : Quantification des effets des changements globaux sur la diversité végétale*

### M. Jean-François Soussana

*Discover : Diversité biologique et fonctionnement des écosystèmes. Interpréter et évaluer des expériences clés en prairie grâce à la modélisation mécaniste*

### M. John Thompson

*A-bi-me : (Anthropisation, Biodiversité, Méditerranée) ou Activités humaines, dynamique et gestion de la biodiversité en milieu méditerranéen*

### M. Henri Weimerskirch

*Remige : Réponses comportementales et démographiques des prédateurs marins de l'Océan Indien aux changements globaux*

## Projets lauréats 2006

### M. Philippe Amade

*ECIMAR : Ecologie chimique marine : indicateurs de biodiversité et valorisation*

### M. Henrich Bruggemann

*BIOTAS : The Southwest Indian Ocean biodiversity hotspot : a biota-level study of diversification on land and sea*

### M<sup>me</sup> Marie-Louise Cariou

*TRANSBIODIV : Biodiversité trans-spécifique neutre et fonctionnelle : développement théoriques et quantification chez des organismes modèles*



Le Comité d'évaluation scientifique à Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône) en mars 2007.

**M. Jérôme Chave**

*BRIDGE : Bridging information on tree diversity in French Guiana and a test of ecological theories*

**M. Daniel Desbruyères**

*DEEP OASES : Biodiversité des écosystèmes chimiosynthétiques dans l'océan profond*

**M. Jean Garbaye**

*FUNDIV : Conserving and exploiting the functional diversity of ectomycorrhizal fungi in forest ecosystems*

**M<sup>me</sup> Janine Gibert**

*InBioProcess : Linking biodiversity and ecological processes in the subsurface/ surface water interfaces for sustainable ground water management*

**M. Thomas Guillemaud**

*BioInv-4i : Etude des invasions biologiques à partir d'introductions intentionnelles et non intentionnelles d'insectes*

**M. Patrick Lavelle**

*AMAZ\_BD : Biodiversité des paysages amazoniens. Déterminants socio-économiques et production de biens et services écosystémiques*

**M. Thierry Oberdorff**

*FRESHWATER FISH DIVERSITY : Modèles prédictifs de la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés de poissons d'eau douce : outils de réponse aux effets de l'anthropisation et du changement climatique annoncé*

**M. Lionel Ranjard**

*ECOMIC-RMQS : Microbio-géographie à l'échelle de la France par l'application d'outils moléculaires au réseau français de mesures de la qualité des sols*

**M<sup>me</sup> Myriam Valero**

*ECOKELP : Dynamics of kelp forest biodiversity in northern and southern hemispheres : ecological, social and economics aspects*

**M. Daniel Vaultot**

*PICOFUNPAC : Picophytoplankton dans une région océanique hyper-oligotrophe : diversité fonctionnelle et impact sur les bactéries*

**M. Michel Veuille**

*IFORA : Les îles forestières africaines : modèle d'une nouvelle approche de la dynamique de structuration de la biodiversité*





**Biodiversité :  
actions  
réalisées  
et futures**

# --> Bilan de l'IFB et perspectives

Jacques WEBER

Directeur de l'Institut français de la biodiversité

**A**vant de dresser le bilan de l'IFB, je vous rappellerai ce dont il s'agit et je vous indiquerai les leçons que nous avons déjà tirées. Le Groupement d'intérêt scientifique (Gis) existe depuis décembre 2000 avec, pour premier directeur, notre ami de l'Inra, Antoine Kremer, lequel a été chargé de jeter les bases de l'organisation actuelle. Cette expérience est riche.

## Organisation de l'IFB

Dans le Sud du Cameroun, que je considère comme mon second pays, et plus précisément dans la forêt du Cameroun, les forestiers, pour appliquer la loi camerounaise, devaient délimiter les territoires des villages. Ils consultaient les anciens et faisaient le tour du terroir avec eux pour placer les limites sur une carte. Puis, ils faisaient de même pour le village voisin. Ils furent surpris par le fait que les deux territoires se recouvraient. Les forestiers, embarrassés, appelèrent les vieux des deux villages qui confirmèrent l'espace de recouvrement : celui-ci n'était pas fortuit, mais voulu. Cette situation n'existait que pour les villages dont les membres pouvaient se marier ; en revanche, point de recouvrement entre villages exogamiques. Incidemment, dans le passé, il n'était de « guerre » possible qu'entre villages entre lesquels les mariages étaient possibles.

Je crois que cet exemple constitue une illustration acceptable du Gis, composé de 17 membres, dont la plupart relève de l'espace public, soumis à des règles identiques de comptabilité publique et parlant pourtant 17 variantes dialectales. Il n'en faut pas plus, notamment, pour rendre parfois compliqué un acte administratif ou contractuel *a priori* simple ! Pour diriger un Groupement d'intérêt scientifique et pour faire œuvre collective, mieux vaut donc être polyglotte institutionnel et administratif. Cela constitue une première leçon.

Ce consortium de 17 membres se montre solide. Des décisions dans un tel Gis sont prises par un Conseil de groupement, où sont présents l'ensemble des membres. Les décisions émanent souvent de propositions d'un Conseil scientifique dont les membres sont

proposés par des communautés scientifiques, puis choisis et nommés par le Conseil de groupement. En définitive, la Commission scientifique actuellement présidée par Bruno David dispose d'une double légitimité, scientifique et institutionnelle. Les trois présidents, présents dans cette salle, Jacques Blondel qui fut le premier président du Conseil scientifique, suivi de Jérôme Casas et de Bruno David, peuvent témoigner que leur travail n'a jamais été entravé et que leurs avis ont été généralement suivis par le Conseil de groupement.

L'équipe de direction est actuellement composée d'une quinzaine de personnes, qui ne correspondent pas à quinze postes, certaines personnes travaillant à temps partiel. Elle applique les décisions du Conseil de groupement et facilite le travail de la Commission scientifique.

## Financement et missions de l'IFB

Pour calculer le budget total de l'IFB, il convient d'additionner les contributions des ministères, dont celui de la recherche, et des organismes. Il convient également de considérer les effets de levier auprès d'autres ministères et partenaires. Ce budget atteint environ 1,5 million d'euros, salaires non compris.

Les missions du Groupement d'intérêt scientifique consistaient à coordonner les mouvements de la recherche en biodiversité, au niveau national et de façon transdisciplinaire. La Commission scientifique compte des représentants de nombreuses disciplines allant de la paléontologie et de la géologie, jusqu'à l'anthropologie, l'économie, la géographie et l'écologie, en passant par l'histoire des sciences. La Commission scientifique est donc réellement multidisciplinaire et une personne extérieure à la Commission, assistant à l'une de ses réunions, éprouverait bien des difficultés pour déterminer la discipline de l'un des membres prenant la parole. C'est à cela, je pense, que l'on peut juger la qualité des relations entre disciplines dans une enceinte scientifique.

Une autre mission du Groupement d'intérêt scientifique est la promotion des recherches sur la



Réunion BiodiversA à Amsterdam en mars 2008.

L'IFB coordonne l'Era-Net BiodiversA (*European Research Area Network*) : dix-neuf parmi les plus grandes agences de financement de la recherche en Europe, dont l'Agence nationale de la recherche et le ministère de l'Écologie en France, décident de travailler ensemble pour publier des appels à projets paneuropéens. Jacques Weber en est le coordinateur et Flora Pèlerin - chargée de mission à l'IFB - en est la directrice exécutive. Cet Era-Net BiodiversA a publié le plus grand appel à projets en biodiversité à échelle paneuropéenne à ce jour, doté de 22 millions d'euros.

biodiversité, en France, en Europe et dans le monde. Ces Journées IFB en ont fourni plusieurs illustrations. Pour la France, des appels d'offres ont été lancés, tant par l'IFB que par l'Agence nationale de la recherche (ANR). L'appel d'offres européen Biodiversa s'ajoute à la structuration de la recherche au niveau européen via la plate-forme européenne pour les stratégies de recherches en biodiversité (Epbrs). Sur le plan mondial, avec Imoseb (mécanisme d'expertise internationale pour la biodiversité), Didier Babin va vous illustrer la façon dont l'IFB a fonctionné ; il aurait également pu aborder le rôle joué par l'IFB en tant que point focal scientifique du SBSTTA, l'organe scientifique subsidiaire de la Convention sur la diversité biologique.

Améliorer l'information du public sur la biodiversité constitue l'un des axes favorisés par la série des Journées sur la biodiversité. En 2005, nous avons contribué à l'organisation de la conférence « Biodiversité, Science et gouvernance » que nous avons

ensuite déclinée sur le plan régional avec des exposés dont j'ai encore récemment remercié les auteurs. En effet, l'occasion a été donnée, en 2005, d'appliquer les connaissances en biodiversité aux questions proprement régionales. En 2006, nous avons proposé des journées aux plus jeunes scientifiques, de sorte qu'ils puissent s'approprier l'outil IFB et qu'ils aient l'occasion de rencontrer des entreprises, des administrations, des associations, etc. Nous avons procédé à un essai prospectif de la recherche sur la biodiversité.

Appuyer la politique française de coopération avec les pays en développement, mission pour laquelle l'IFB a été attentivement soutenu par le ministère des Affaires étrangères qui, événement après événement, prenait en charge la participation de collègues de pays africains ou sud-américains par exemple. En 2007, en partenariat avec l'AIIRD (Agence inter établissements de recherche pour le développement) et le CNRS, nous avons publié un appel à projets concernant la

biodiversité dans les îles de l'océan Indien, couronné de succès.

J'apprécie beaucoup ces « effets de levier » grâce auxquels notre budget relativement restreint a été presque doublé. Sans notre ténacité pour trouver des partenaires, immédiats ou non, et sans l'engagement de partenaires, le projet n'aurait pas été possible. Le ministère des Affaires étrangères nous avait prévenus qu'il ne s'investirait pas financièrement pour l'appel à projets mais qu'il prendrait en charge les coûts liés à l'organisation des réunions intermédiaires et les missions des chercheurs des pays de l'océan Indien, dont la candidature à l'appel à projets aurait été retenue. Un partenaire, l'AIIRD par exemple, n'a pas souhaité réduire son action à l'intervention auprès des pays du Sud, mais a tenu également à fournir un apport financier.

En définitive, le budget initial est surtout important par les effets de levier auxquels il donne lieu, dès lors que le projet est susceptible d'intéresser des partenaires. Si l'on peut voir certains « mauvais » projets obtenir un financement, il est par contre difficile de trouver de « bons » projets qui n'en aient pas. Il en est de même pour les effets de levier en faveur d'appels à projets.

La première mission de l'IFB consiste à contribuer à la structuration de la communauté scientifique. Les groupes de réflexions, souvent présentés sous forme de « marguerite », rappellent que les pétales tombent lorsque la fleur est fanée : un groupe de réflexion ne dure pas au-delà d'un certain nombre d'années et sa durée de vie varie selon le sujet traité. Sur la modélisation, je suis convaincu que les réflexions s'étaleront dans le temps. D'autres enjeux seront circonscrits durant des périodes plus réduites. Par exemple, l'issue du groupe de réflexion sur les relations entre la biodiversité et les entreprises devrait aboutir en 2008. Le groupe chargé de la production d'un guide sur la biodiversité dans les stratégies d'entreprises engendrera probablement un Cahier IFB, à la suite de celui consacré aux indicateurs de gestion de la biodiversité, présenté lors de ces Journées et dont Harold Levrel est l'auteur.

La Commission scientifique est ainsi structurée de façon assez concentrée. Elle met à contribution l'ensemble des communautés scientifiques et, si nécessaire, non-scientifiques, afin que des questions émergent, visant à la construction et à l'émission de propositions au Conseil de groupement ou, parfois, aux ministères. Cette seconde possibilité s'est illustrée lorsque nous avons élaboré la Stratégie nationale de recherche en biodiversité, en appui à la Stratégie nationale de la Biodiversité.

La réflexion stratégique à long terme est présentée par Bruno David. L'IFB se place comme l'opérateur du Plan d'action recherche de la Stratégie nationale Biodiversité. L'acquisition d'un tel statut est

important pour le Gis. Les porteurs et les représentants de cette stratégie nationale, dont certains sont ici présents, peuvent témoigner de la qualité de l'accompagnement scientifique de la Stratégie nationale biodiversité par l'IFB, justifiant notre position d'opérateur du Plan d'action recherche.

Concernant le soutien à la recherche et le financement, l'IFB a publié, en son nom propre, des appels à projets. Des effets de levier ont pu être obtenus, notamment pour l'appel à projets « changement global et biodiversité » pour lequel le programme GICC (Gestion des impacts du génie climatique) du Medad (ministère de l'écologie et du développement et de l'aménagement durables) fut notre partenaire. Le montant de notre appel à projets s'est presque trouvé doublé. Des projets ont donc été traités par l'IFB entre 2001 et 2005, à raison de 459 évalués et de 123 financés. En 2007, 1,7 million d'euros est consacré à l'appel Océan Indien compte tenu des partenariats.

Notre partenariat avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) a permis de mobiliser 35 millions d'euros depuis 2005 pour le seul domaine de la biodiversité, malgré son caractère novateur. Cela a permis d'asseoir la stratégie de recherche sur la biodiversité. En corollaire, un pari était fait, celui de saisir une telle opportunité pour favoriser à la constitution de consortiums d'équipes au même niveau de moyens que les meilleures équipes sur le plan international. Les comptes-rendus vous ont été communiqués à mi-parcours et ils témoignent de la pertinence du choix opéré. Madame Tixier-Boichard indiquait un sévère taux de sélection, que je reconnais. Pour la première année, ce taux a effectivement été limité à 15 %. Cependant, si l'on se réfère aux consortiums retenus et aux équipes qui les constituent, force est de constater que l'essentiel de l'ensemble de la communauté scientifique française, dans le domaine de la biodiversité, est représenté par les projets sélectionnés. Ce sont de gros projets, avec de très nombreuses équipes pour chacun d'eux. La constitution d'équipes puissantes a suscité la démarche d'équipes étrangères vers nous et a ainsi opéré un changement considérable par rapport à la situation initiale.

Au plan européen, notre optique de collaboration est similaire, ouverte et en réseau, avec un appel d'offres d'un montant de 17,5 à 22 millions d'euros, la différence entre les deux montants étant justifiée par les dates retenues pour les Conseils d'administration qui n'ont pas encore décidé. Sur ces sommes, 7 millions d'euros seront attribués aux chercheurs français. Je relance mon appel à déposer des projets, de sorte que nous soyons à même de dépenser le financement disponible, ce qui serait le moindre des respects vis-à-vis de nos bailleurs de fonds !

En préface à l'ouvrage d'Harold Levrel (Cahier IFB : *Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ?*),

Denis Couvet et moi-même citons l'économiste américain Krugman. Ce dernier a utilisé l'image d'un groupe de personnes réunies dans une pièce dans laquelle arrive Bill Gates et 30 SDF qui deviennent donc tous milliardaires « en moyenne » ! Je vous invite à vous méfier des moyennes. Cependant, nous avons réussi à mobiliser plus de 8 millions par an et en moyenne pour la recherche en biodiversité depuis la création de l'IFB.

### Stratégie de l'IFB

S'agissant de la stratégie, je vous en ai rappelé les axes et, en arrière-plan, les exigences. Il s'agissait d'abord de faire en sorte que les appels d'offres de l'ANR en biodiversité soient traités avec la plus entière transparence et la plus grande équité. Nous tenions à ce que les processus correspondent à une évaluation scientifique, selon les normes des communautés scientifiques, avec des comités scientifiques renouvelés pour la plupart lors de chaque appel à projets. Cependant, nous tenions à conserver une mémoire et une cohérence d'un appel à l'autre, ainsi qu'une présence forte de l'IFB dans le pilotage. Le choix a donc été fait d'inciter à la formation de groupes de recherche de taille importante et disposant de moyens conséquents. Les résultats obtenus et leur présentation pendant ces journées ont démontré la pertinence de ce choix.

Lors de la première année, la crédibilisation des procédures d'évaluation a été assurée dans des conditions et des délais particulièrement courts dont Jérôme Casas préférerait ne pas se souvenir... Cependant, nous avons assuré nos missions et l'évaluation, qui a été menée dans un laps de temps étonnamment réduit, s'avère rétrospectivement bonne.

Par ailleurs, la Commission scientifique souhaitait générer des effets de levier et accompagner des projets de recherche innovants et moins coûteux. L'appel d'offres blanc de 2008 sera organisé dans cette perspective, selon les propos du président de la Commission scientifique. Il sera ainsi dédié à des projets beaucoup moins conséquents que ceux soutenus par l'ANR.

L'IFB a également pour mission d'informer. C'est le rôle des Journées de l'IFB et du soutien à des colloques, organisés par des organismes membres de l'IFB ou après proposition de la Commission scientifique. Nous assurons également des publications, en sachant que cette branche est régie par des règles très simples : l'IFB, qui n'est pas une maison d'édition scientifique ou destinée au large public, ne publiera pas d'ouvrages scientifiques. L'IFB ne produit que les Actes de ses colloques et les Cahiers qui synthétisent un point de connaissances à destination d'un public très

ciblé, cultivé ou décideur. L'archétype de cette politique éditoriale est le numéro des cahiers sur les indicateurs. Avant cet ouvrage, vous avez pu bénéficier d'un Cahier sur la politique française en matière d'aires protégées.

L'information passe aussi par la lettre de l'IFB, diffusée par internet (<http://www.gis-ifb.org>).

Enfin, la construction d'un dossier *Sagascience* offrira un site Internet consacré à la biodiversité et auquel de nombreux scientifiques sont invités à participer. Il vient compléter la collection de sites thématiques en ligne du CNRS (<http://www.cnrs.fr/sag/htm>) ; j'invite les autres à s'y connecter et à y découvrir des dossiers très intéressants. Le site *Sagascience* Biodiversité proprement dit devrait être ouvert en 2008, lors d'une conférence de presse à laquelle le ministère de la recherche s'associera.

### Responsabilités institutionnelles du GIS

Le Gis IFB trouve son origine lointaine en 1992, à partir d'une idée. Le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro avait engendré le programme mondial *Diversitas* et les scientifiques français, retour de Rio, ont souhaité créer la branche française, *Diversitas-France*.

Sous la présidence de Jean Claude Mounolou et l'animation de Robert Barbault, de nombreux scientifiques dont Jacques Blondel, Pierre Henry Gouyon, Jean Claude Lefeuvre, entre autres, *Diversitas-France* était accueilli au CNRS sous le nom de « Programme national Diversité biologique et environnement » (PNDBE). Huit années ont été nécessaires pour que ce programme devienne le groupement d'intérêt scientifique IFB, héritier de cette mobilisation des chercheurs. L'IFB est toujours la plate-forme française de *Diversitas* et nous apprécions aujourd'hui grandement d'être hébergés au même étage que le programme mondial, dans la Maison Buffon au Jardin des plantes.

Depuis sa création, l'IFB assure le point de contact scientifique pour la Convention de la diversité biologique. Didier Babin, qui en est responsable au sein de l'IFB, était tout naturellement désigné pour devenir le secrétaire exécutif de la concertation internationale vers un Imoseb (mécanisme international d'expertise scientifique en biodiversité).

Au plan européen, l'IFB est la plate-forme française biodiversité, dans le concert des plates-formes biodiversité de tous les Etats membres de l'Union européenne, regroupées au sein de l'EPBRS (European Platform for Biodiversity Research Strategy) dont une action européenne, Biostrat, fournit le support logistique. L'EPBRS se réunit tous les six mois, dans le pays de la présidence de l'Union et chaque rencontre est précédée d'une conférence électronique à laquelle, malheureusement, vous êtes trop peu nombreux à



participer. L'une d'elles se déroule actuellement sur le site de l'EPBRS et porte sur la biodiversité des écosystèmes en milieux aquatiques terrestres. A ma connaissance, seul Christian Lévêque y est acteur pour la communauté scientifique française, de même qu'il était l'un des rares chercheurs français présents au *Millennium Ecosystem Assessment*. Je le salue au passage. Les résultats du *Millennium* montre à quel point notre absence dans les groupes internationaux se révèle coûteuse. En effet, le coût de l'inaction a des conséquences lourdes car les normes de pensée, de jugement, d'action et de réflexion scientifiques sont dictées par ces programmes internationaux dont nous sommes largement absents.

Le programme-cadre européen FP 6 a permis la création des Era-Nets (European Research Area Networks) et l'IFB coordonne l'un d'entre eux, Biodiversa : dix-neuf parmi les plus grandes agences de financement de la recherche en Europe, dont l'ANR et le Medad en France, décident de travailler ensemble pour publier des appels à projets paneuropéens. Si j'en suis le coordinateur, Flora Pelegrin -IFB- en est la directrice exécutive. Biodiversa a publié le plus grand appel à projets en biodiversité à échelle paneuropéenne à ce jour, doté de 22 millions d'Euro. Un tel programme apporte aussi beaucoup à tous les partenaires qui trouvent là une occasion rare d'apprentissage mutuel des normes et procédures nationales de travail. Manuelle Rovillé (IFB) a eu la responsabilité de l'un des lots de travaux (« *work-packages* ») consistant en un échange de personnel ou *staff exchange*, grâce auquel certains pays membres reçoivent les acteurs d'autres partenaires pour leurs méthodes respectives de publication et d'évaluation des d'appels à projets. L'un des grands atouts du programme Era-Net revient précisément à poser les bases d'un espace européen de la recherche et d'une culture administrative mutuelle.

Tout naturellement, l'IFB a pris le point de contact national du 7<sup>e</sup> Programme cadre pour la biodiversité, au sein d'un point de contact pour l'environnement, sous le pilotage de l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) ; et c'est Yann Maubras qui, au sein de l'IFB, assume cette responsabilité. C'est en bonne intelligence que nous partageons des activités avec l'Insu (Institut national de sciences de l'univers), sur le point focal biodiversité et changement climatique.

### Constats pratiques et résolutions

Avant d'aborder les perspectives de l'IFB, il convient de tirer quelques leçons. L'IFB est un groupement d'intérêt scientifique, c'est-à-dire une structure inexistante d'un point de vue institutionnel, administratif et juridique. L'IFB n'est pas une personne

morale. L'un des partenaires, l'Inra, s'est porté volontaire pour assurer la personnalité juridique au nom de l'ensemble du groupement et, en conséquence, il signe les contrats.

L'évolution de l'IFB depuis l'année 2000 montre la différence entre institution et statut juridique. Pour un économiste ou un anthropologue, *une institution est un agrément entre au moins deux individus ou groupes et qui s'impose à plus que ces deux individus ou groupes*. Ainsi, le mariage est bien une institution reposant sur un agrément entre deux personnes s'imposant au moins à deux familles entières. Un Gis, lorsque les membres signataires du contrat se mobilisent pour le faire vivre, est réellement une institution avec des conséquences qui se développent bien au-delà de son cadre restreint. Ainsi, nul besoin d'une structure importante pour avoir des impacts ou des effets importants... Lors de l'aventure du Gis, je n'ai cessé d'entendre certaines personnes, bien intentionnées dans les plus grands ministères, soutenir la nécessité d'accroître la taille de la structure. La crédibilité du Gis dépendrait, selon elles, d'un « seuil critique ». Alors, fréquemment, je rentrais à l'IFB en témoignant de l'incompréhension attestée. Rentrant à l'IFB, j'expliquais avoir eu l'honneur de rencontrer des gens très compétents m'assurant que les dinosaures, et non les insectes avaient survécu à la cinquième extinction !

Le point de vue qui favorise les grosses structures me paraît conditionné par le concept de hiérarchie. En étant volontairement provocateur, je vous annonce la mort historique des hiérarchies, du fait de l'émergence des réseaux. Nous vivons dans un monde organisé en réseaux et la productivité de l'IFB en est le vivant témoignage. Or les réseaux ont deux propriétés essentielles. D'une part, un réseau est local sur l'ensemble : nul ne peut marquer le territoire d'un réseau dont on ne connaît pas exactement les limites. D'autre part, tout réseau est global en tout point : tout point peut capitaliser l'ensemble du réseau. C'est pourquoi les réseaux sont totalement antinomiques avec la notion même de hiérarchie. Les hiérarchies ne pourraient survivre qu'au prix de la disparition de réseaux qu'elles n'ont pas la capacité de contrôler : la victoire des réseaux est inéluctable à terme. De fait, nous sommes impliqués dans un monde en réseaux, avec des modes de réflexion en réseaux. Les exposés au cours de ces Journées, concernant les projets soutenus par l'ANR, démontrent bien la prépondérance de ce type d'organisation. L'existence même de l'IFB et le travail accompli par de si peu nombreuses personnes, prouvent, illustrent également la puissance des réseaux.

Cette leçon n'est pas anodine. En effet, elle pourra jouer un rôle pour la Fondation en cours de création. Face à ceux qui croient que les dinosaures ont survécu, le risque reste entier.

### Perspectives en guise de conclusion

Nous nous dirigeons vers une Fondation et nous nous en réjouissons. Celle-ci regroupera les deux Gis de la biodiversité, le BRG (Bureau des ressources génétiques) et l'IFB, qui présentent la double facette de la diversité intraspécifique et écosystémique.

Nous pouvons aujourd'hui espérer que cette Fondation servira d'interface entre la recherche publique et la société. Elle apportera alors des gains considérables à la somme des deux organismes, IFB et BRG sur les succès desquels elle se construira. ■

# --> La stratégie scientifique de l'Institut français de la biodiversité

## La 6<sup>e</sup> extinction

*Quantifier la perte de diversité biologique ; comprendre et agir sur les processus écologiques, économiques et sociaux qui l'accompagnent pour la Commission scientifique de l'IFB*

Bruno DAVID  
Président

Cinq événements paroxysmaux d'extinction d'espèces, ou « crises », ont rythmé l'histoire de la Terre depuis 500 millions d'années. Une sixième extinction est en marche comme en témoignent de nombreuses observations tout autour de la planète (IUCN). Cette nouvelle phase paroxysmale est caractérisée par une accélération majeure du taux d'extinction des espèces du fait des activités humaines. Elle a débuté avec la naissance de l'agriculture, il y a environ 10 000 ans, mais elle a pris sa véritable ampleur depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Cette 6<sup>e</sup> extinction a une double originalité par rapport à toutes les précédentes : elle est d'origine biologique, en l'occurrence humaine, et elle est extrêmement rapide. L'extinction des espèces s'accompagne de pertes de biodiversité à d'autres échelles : appauvrissement du patrimoine génétique des espèces survivantes, fragilisation des chaînes trophiques, pertes de fonctions essentielles à la pérennisation des écosystèmes, pertes de services rendus par les écosystèmes...

L'augmentation de l'empreinte écologique et énergétique de l'humanité, qui se traduit par des modifications d'usages des écosystèmes et par la surexploitation des ressources vivantes, contribue à cette extinction massive dont l'impact est estimé entre 500 et 10 000 fois le taux naturel (*Millennium Ecosystem Assessment*) avec une nette dégradation des services écosystémiques et du bien-être des populations humaines. Cette marge d'incertitude sert le cas échéant d'alibi pour ne pas agir. Même lorsqu'elle n'empêche pas l'action, comme le prouve la succession d'engagements internationaux pour la biodiversité, elle limite l'efficacité ou la pertinence des décisions ou conduit à une perception erronée de l'acuité de la crise.

Un tel contexte permettra-t-il l'amélioration ou la simple pérennisation des conditions de vie des

populations humaines ? Au delà de sa survie ou de son confort, l'Homme (en tant qu'espèce) doit aussi faire face à ses responsabilités dans la sauvegarde des écosystèmes et de la diversité qu'ils abritent. Dès lors, deux attitudes sont envisageables : freiner l'érosion de la biodiversité ou adapter nos modes de vie et le fonctionnement de nos sociétés à une biosphère altérée. Ces réponses ne sont d'ailleurs pas exclusives, elles sont toutes deux nécessaires et elles sont pour partie déjà engagées. Il y a urgence, d'autant que pour mettre en œuvre des démarches pertinentes, il faut prendre en compte la vitesse des processus en cours qui ne sont pas compatibles avec la vitesse de reconstitution naturelle des systèmes biologiques (les extinctions des espèces sont rapides, leurs émergences peuvent prendre des dizaines de milliers d'années).

D'une manière générale, il faut avoir l'ambition de sortir du cercle de l'auto-réplication de ce que l'on sait faire pour véritablement innover. Nous aurons besoin de comprendre ce qui va changer dans des systèmes complexes (les écosystèmes et leurs interfaces avec le tissu tout aussi complexe des activités humaines). Ceci ne pourra être fait que si l'on parvient à développer une approche multidisciplinaire basée sur des concepts et des approches qui permettront de développer de nouveaux outils de prédiction. Les prédictions permettront alors en retour, dans une démarche itérative, de guider le recueil des données. Il faut aussi garder à l'esprit que la question de l'évolution de la biosphère sous les contraintes du changement climatique et des autres facteurs dus à l'anthropisation toujours plus prégnante, même à la toute petite échelle de quelques siècles ou décennies, est incommensurablement plus complexe que la modélisation du climat. On ne pourra pas sérieusement prétendre à des réponses robustes et argumentées sans y consacrer des moyens humains et financiers

considérables. Comme dans le cas du climat, il est indispensable de disposer préalablement de systèmes d'observation de la biodiversité sur l'ensemble du territoire national. En complément d'une démarche strictement scientifique, nous aurons également besoin d'un dialogue renforcé entre les chercheurs (quelle que soit leur discipline) et la société (médias, associations, collectivités, sphère politique, grand public...).

L'ambition de ce document de stratégie est de fournir un cadre prospectif de priorités pour la recherche scientifique, cadre qui dépasse les discours incantatoires ou les affirmations générales sur la réalité de la 6<sup>e</sup> extinction de masse. Il a pour vocation de définir une ligne directrice générale qui devra se placer au sein de l'ensemble complexe des recherches conduites au niveau européen puis mondial. Il est volontairement englobant car il ne prétend pas hiérarchiser en détail les questions posées. Il reviendra aux différents partenaires de l'IFB (organismes, ministères, entreprises, associations) de relayer cette stratégie au travers de leurs actions, leurs programmes, leurs structures. Ce texte stratégique a donc pour vocation d'aider à la décision et de proposer une cohérence sans se substituer aux initiatives des membres de l'IFB. Il sera prolongé par les documents de synthèse produits par les différents groupes de réflexion de la Commission scientifique, groupes qui fonctionnent en articulation avec les axes qui suivent.

Nous proposons une synthèse, organisée en cinq axes. Le premier correspond au cœur de la cible (modéliser et prédire) ; les deux suivants le fournissent en données et connaissance des processus ; les deux derniers, à l'aval, se rapportent aux domaines du transfert et de l'action :

- (1) **prédire** [même si au départ les marges d'erreur seront importantes] à l'aide de modèles comment les changements climatiques et environnementaux vont influencer l'évolution de la biodiversité au cours des décennies ou siècles à venir,
- (2) ce qui nécessite de **documenter** l'ampleur et les caractéristiques de l'érosion de la biodiversité et ses conséquences en termes de dégradation des services écosystémiques,
- (3) et de **comprendre** les processus écologiques, évolutifs et socio-économiques qui y sont associés,
- (4) afin de **promouvoir** une ingénierie écologique et sociale adaptée,
- (5) et de **développer** les outils incitatifs permettant aux sociétés humaines d'intégrer les objectifs de préservation de la biodiversité dans leur développement.

### 1. Modéliser et scénariser les changements de la biodiversité

Les changements climatiques et anthropiques ont une influence sur la dynamique adaptative des espèces : les extinctions seront-elles compensées par des

processus de spéciation comme ceux observés lors des précédentes grandes extinctions ou ces perturbations seront-elles si importantes et surtout si rapides que les émergences de nouvelles espèces ne pourront compenser les pertes ? En complément à l'estimation des extinctions et de leur taux, il est tout aussi important d'être capable d'apprécier la capacité des organismes à s'adapter (changements au sein des populations sans aller jusqu'aux mécanismes de la spéciation) et, même si cela est plus délicat du fait des échelles de temps concernées, de construire des hypothèses pour les taux de spéciation. Dans cette démarche (extinction – adaptation – spéciation), il faudra tenir compte de l'homogénéisation croissante des éco- et agrosystèmes au niveau mondial, ainsi que des activités humaines qui favorisent la multiplication des espèces invasives.

Pour prédire les changements à venir dans la biodiversité, nous avons besoin d'identifier au préalable des processus, des lois les plus générales possibles, qui régissent les structures des populations, des communautés et des écosystèmes et les changements de ces structures. Les données nécessaires à cette détermination sont hétérogènes, contraintes spatialement et temporellement à différentes échelles y compris celle de la phylogénie. La complexité des problèmes écologiques actuels, de même que l'accès à de nouvelles données permis par le développement technologique (e.g., code barre, satellites) apportent des questionnements statistiques nouveaux qui nécessitent des développements appliqués comme théoriques. Ces outils sont cruciaux pour analyser les données qui seront récoltées dans un but bien précis (point 2), mais aussi pour étudier comment valoriser les bases de données hétérogènes déjà constituées telles que les herbiers, les collections et les suivis. Nous avons besoin de connaître les propriétés mathématiques des méthodes d'analyse statistique, et des indices de biodiversité utilisés, afin d'améliorer voire de corriger notre interprétation de la valeur de ces indices. Nous avons besoin de placer des barres d'incertitude autour de nos prédictions.

Il est nécessaire que la recherche française en biodiversité se dote de plate-formes et modèles mathématiques de simulation comparables à ceux alimentant l'expertise du Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). La modélisation mise en avant dans ce grand programme permettrait d'orienter la documentation (point 2). Elle serait alimentée par la compréhension des processus en œuvre (point 3) et aboutirait à des mesures de gestion et d'action, points 4 et 5. L'objectif est de représenter les systèmes et leur fonctionnement par des modèles qui puissent contribuer à révéler des paramètres essentiels pour les changements de la biodiversité, bien que non perçus comme tels auparavant. Dans cette démarche, il sera important de bien intégrer la spatialisation (de mailles réduites jusqu'au global, de l'homogène au très

hétérogène, de vastes espaces aux corridors...), ainsi que la dynamique des changements sociaux et économiques. Les questions prioritaires sont les suivantes :

- Quels apports théoriques pour modéliser et expliquer la dynamique de la biodiversité à l'échelle des grands patrons, pour décrire mathématiquement la biodiversité (macroécologie, micro- et macroévolution, approches écosystémiques...)? Il faut noter qu'avec des systèmes d'observation performants de la dynamique de la biodiversité, la scénarisation, sous forme de projections des dynamiques observées, peut se révéler assez simple à réaliser sur le plan conceptuel.
- Quelles données (quels types d'organismes dans quels types d'écosystèmes) et sous quelles formes (recensements spécifiques, codes barres...) pour alimenter des modèles ?
- Quels outils et plates-formes de modélisation permettant de conjuguer des scénarios climatiques, des changements d'usages, des dynamiques socio-économiques ou politiques ? Comment intégrer les scénarios d'évitement du pire ?
- Comment enrichir l'expertise et la prise de décision à partir de ces scénarios ?
- Comment intégrer l'impact des mesures de gestion et autres décisions dans une modélisation prédictive ?
- Comment, à partir des projections qui découlent de ces modèles, introduire les incertitudes liées aux dynamiques du vivant ?

*Une importante recherche méthodologique est nécessaire. Elle devra s'appuyer sur une plateforme nationale qui rassemblera l'ensemble des compétences de modélisation et d'analyse statistique des données en lien étroit avec les réseaux d'observation.*

### 2. Documenter et caractériser l'érosion de la biodiversité et la dégradation des services écosystémiques

A l'heure où la communauté scientifique s'accorde à considérer qu'une extinction massive est en train de s'amorcer, il est paradoxal de constater qu'en dehors de groupes taxonomiques emblématiques de par l'intérêt que l'homme leur porte (*biodiversité commune* : oiseaux, batraciens, grands mammifères, plantes supérieures, etc.), on n'est pas aujourd'hui en mesure de quantifier précisément la réduction de la biodiversité. Une grande partie de la diversité biologique reste encore à découvrir et à caractériser : de nombreuses populations et de nombreuses espèces disparaissent avant même d'avoir été identifiées. C'est le cas en domaine marin où, à l'exception de la frange littorale et de quelques écosystèmes ciblés, notre ignorance de la biodiversité est patente. C'est également vrai pour les organismes de petite taille qui sont très largement inconnus, comme ceux des sols ou des forêts tropicales. Or, ce sont

justement ces organismes qui jouent un rôle critique dans le fonctionnement des systèmes écologiques et le maintien de l'intégrité des services écologiques. Par ailleurs, la dynamique de ce qui est bien connu reste étrangement mal renseignée (devenir de la flore commune) ou non interprétable (voir le déclin accéléré des moineaux en Europe du nord). On ne pourra pas nourrir les modèles (point 1) sans une amélioration sensible de notre appréciation de la biodiversité, de son hétérogénéité spatiale et de sa dynamique. On ne pourra pas documenter la 6<sup>e</sup> extinction et en comprendre les mécanismes – donc espérer en limiter les effets – sans en connaître mieux la cible.

Il est nécessaire d'assurer un effort important d'inventaires et de suivis afin de contribuer à caractériser la diversité du vivant, sa distribution dans l'espace (et dans le temps géologique), et sa dynamique. Toutefois, imaginer que l'on puisse réaliser un inventaire exhaustif de la biodiversité à l'échelle planétaire est illusoire. Il faut donc prévoir une planification d'échantillonnages rigoureux en termes de biotopes et d'espèces afin de ne pas se retrouver avec des échantillonnages biaisés et donc peu utiles pour la compréhension de la dynamique de la biodiversité. Une première étape sera d'actualiser l'inventaire international des données déjà disponibles et de leur pertinence par rapport à la problématique, de façon à identifier les données nouvelles à recueillir.

Cette aventure scientifique, qui est perçue en tant que telle par le grand public - et à laquelle il participe à travers les observatoires de biodiversité – permettra d'alimenter les modèles et les scénarios (point 1) et trouvera tout son intérêt dans l'étude des processus (point 3), de la gestion (point 4) en alimentant les indicateurs de biodiversité. Des questions prioritaires sont :

- Comment cibler géographiquement les inventaires et suivis, et les maintenir sur des durées compatibles avec la modélisation ? Comment associer inventaires et suivis de la biodiversité, connaissance et intégration des savoirs locaux, et surtout pérennité de la diversité des relations homme-nature ?
- Comment caractériser la biodiversité ? Et plus particulièrement, que doit-on inventorier, mesurer ? Comment quantifier ? Les approches de modélisation (point 1) permettront d'éclairer et de justifier les choix qui seront faits.
- Comment représenter d'une manière accessible (au grand public, aux décideurs, ...) ? Quels recours aux bases de données, au public, aux statistiques (permettant de remplacer l'inventaire ou le suivi exhaustif par l'échantillonnage), à l'identification moléculaire (codes barres) ?
- Les suivis d'oiseaux, existant dans l'ensemble des pays de l'hémisphère Nord, sont-ils à généraliser vers d'autres groupes d'organismes ? Des opérations d'inventaire exhaustif comme celui qui vient d'être

réalisé dans l'archipel des Vanuatu (opération Santo2006) sont-elles à poursuivre ? Où, et sous quelle forme ? Des inventaires de cette nature aideront-ils à apprécier l'ordre de grandeur de l'erreur que l'on fait couramment dans l'estimation de la biodiversité ?

### 3. Comprendre les processus écologiques et socio-économiques associés à la réduction de la biodiversité

Il manque des diagnostics précis des fonctions écologiques, des services écologiques qui en découlent, et de leur dégradation liée à la perte de biodiversité. La conceptualisation et la connaissance même de ces services est encore très imparfaite. Ces appréciations sont par ailleurs très centrées sur les usages actuels que font les sociétés de la biodiversité, usages susceptibles d'évoluer rapidement dans les prochaines décennies. Il faudra aussi dépasser une vision trop anthropocentrée de ces questions, l'ensemble du monde vivant étant de fait concerné. Ces lacunes rendent les services écosystémiques difficilement intégrables dans les politiques publiques touchant à l'environnement, même si l'on sait que le maintien d'une importante biodiversité – sauvage comme domestique - représente une certaine forme d'assurance contre les risques environnementaux, sanitaires, etc. L'accent doit être mis sur l'analyse des processus et l'analyse comparative des situations : ancien vs récent, écosystèmes (marins vs terrestres, tropicaux vs tempérés...), empirique vs expérimental, groupes taxinomiques et fonctionnels (incluant le monde microbien), diversité biologique (spécifique comme génétique) et diversité socio-culturelle...

- L'expérimentation en milieu naturel, en méso et microcosmes (écotrons) sera une démarche nécessaire pour comprendre les processus et les conséquences de leurs dérèglements éventuels. Il faudra en tirer des indicateurs pertinents. Parmi les questions prioritaires :
- Comment la connaissance des crises du passé peut-elle nous renseigner sur les dynamiques d'extinction, sur les cicatrisations post-crisis, sur les influences des variables physiques et géotectoniques ? En quoi la Terre actuelle avec des continents N-S, une cryosphère et une psychrosphère est-elle plus ou moins réceptive au changement global que ne l'était celle du Crétacé supérieur par exemple ? Comment les études du passé envisagées sur différents pas de temps peuvent servir à comprendre l'Actuel ?
  - Le déclin de certains groupes fonctionnels (pollinisateurs, oiseaux, carnivores) affecte-t-il les autres espèces en interaction, ainsi que le fonctionnement des écosystèmes et la qualité des paysages ?
  - En quoi des variations de diversité dans des groupes peu connus comme les microbes, champignons et

petits métazoaires peuvent-elles affecter les écosystèmes (fonctionnement des sols, des forêts, des océans...), et notamment les humains (écologie de la santé) ? Les caractéristiques des microorganismes (formidable diversité, temps de génération courts, capacité adaptative forte aux échelles de temps humaines) amènent-elles une remise en question des acquis obtenus sur les macro-organismes ?

- En quoi les invasions biologiques ou l'émergence de pathogènes peuvent-elles affecter la biodiversité ? Leurs conséquences obéissent-elles à des règles générales ?
- Quelles sont les conséquences de l'érosion pour certains services écosystémiques nécessaires à l'agriculture, aux pêcheries, à l'écologie de la santé (humaine, animale et végétale), à la conservation... ?
- En quoi l'érosion de la diversité culturelle, et des savoirs locaux, est-elle liée et participe-t-elle de l'érosion de la diversité biologique, sauvage comme domestique ?

### 4. Soutenir l'innovation technologique et sociale

La recherche menée par les sciences de la biodiversité (points 1, 2, 3) doit irriguer l'innovation technologique (ingénierie écologique) et l'innovation sociale (ingénierie environnementale). Ici, c'est le temps de la gestion et de la préservation, déjà en œuvre dans le cas des directives habitats, des réserves et parc naturels... mais où il faut privilégier des expériences d'ingénierie écologique et sociale novatrices (e.g., observatoires de gestion participatifs). C'est également le temps de l'ingénieur et du technicien en agro-écologie, santé, urbanisme, aménagement... qui doivent contribuer à clarifier les liens entre biodiversité et ressources naturelles du point de vue conceptuel et du point de vue de la gestion. Ces démarches ne seront réellement efficaces que si elles sont guidées par un cadre conceptuel fort (cf. point 3). Dans les situations où cela ne serait pas le cas, il faudra s'assurer que les nouvelles données obtenues grâce à ces innovations technologiques puissent servir à alimenter de nouveaux concepts qui pourraient s'avérer indispensables à la connaissance et à la gestion de la biodiversité.

- Quels sont les théories et concepts écologiques et évolutifs pertinents pour mettre en œuvre d'une gestion durable des ressources naturelles et une préservation tout aussi durable des milieux naturels ?
- Quelles mesures d'aménagement, de gestion, d'ingénierie, devront être expérimentées pour freiner les taux d'extinction ? Quelle ingénierie écologique ?
- Quelles en sont les conséquences pour les politiques de conservation et de gestion du patrimoine naturel ?

### 5. Agir face à l'homogénéisation des écosystèmes et aux extinctions

Inciter les sociétés humaines à une utilisation raisonnable de la biosphère, y compris en s'adaptant à des niveaux de biodiversité plus faibles, nécessite le développement d'une recherche « impliquée ». Ici, c'est le temps de l'expertise, de la concertation et de la prise de décision afin de freiner les taux d'extinction, de prévenir les conflits et d'élaborer des projets d'aménagement du territoire négociés avec tous les acteurs dans le but de la co-viabilité des systèmes écologiques et sociaux. Etendre l'approche *analyse de risques* au maintien d'une biodiversité indispensable à l'homme. Soutenir les systèmes de gestion durable des ressources naturelles et des écosystèmes (techniques, pratiques, institutions, traditions, etc.) et les dispositifs innovants de valorisation de la biodiversité. Informer tous les acteurs des actions entreprises et de leurs effets.

Les recherches à soutenir doivent intégrer les avancées en termes de connaissances scientifiques (points 2 et 3) et de gestion (point 4), mais aussi pouvoir dialoguer efficacement avec les modélisateurs pour une bonne intégration dans les scénarios (point 1). Les recherches s'articulent autour de plusieurs thèmes :

- Quelles sont les principales contraintes à la durabilité des systèmes de gestion, les principaux freins à la préservation de la biodiversité (incompatibilité des usages, dysfonctionnements des règles d'accès ou d'usage) ?
- Comment faire en sorte que les usages humains (agriculture, pêcheries, industrie, urbanisation) prennent en compte la biodiversité et son processus d'évolution dans leur stratégie de développement ? Quelles sont les innovations nécessaires pour intégrer la biodiversité dans les politiques sectorielles ? Quelles pratiques pour s'adapter aux processus de la 6<sup>e</sup> extinction et pour essayer d'y remédier en maintenant/recréant autant que possible des conditions favorables à l'essor de la biodiversité ? Quels outils incitatifs ?
- Quand et comment mettre en place des mécanismes de compensation pour accompagner les mesures d'aménagement et ou de développement économique ?
- Comment évaluer à terme l'efficacité écologique et la durabilité socio-économique des mesures prises (y compris celles du point 4) ? Comment intégrer les mécanismes de surveillance (indicateurs)

aux processus de décision afin de pouvoir les adapter régulièrement ?

- Comment harmoniser les processus de décisions aux agendas internationaux.

### Pour conclure

La stratégie développée ci-dessus est un cadrage général qui donne les éléments pour une théorie de l'action et qui place la modélisation en avant avec l'objectif d'aboutir à une aide à la décision pour les acteurs de la société en général, et pas seulement les scientifiques. Il faut maintenant des propositions plus spécifiques ; faut-il préconiser des programmes, des observatoires, quels laboratoires soutenir ou créer, quelles interfaces développer... pour faire émerger un savoir-faire en modélisation de la biodiversité qui soit véritablement opérationnel tant sur le plan fondamental que sur ses capacités d'expertise et de conseil. Pour aller vers des propositions concrètes, les cinq axes de cette stratégie sont articulés sur les groupes de réflexion qui entourent la Commission scientifique de l'IFB. Les groupes de réflexion sont des structures *ad hoc* temporaires animées et placées sous la responsabilité d'un ou plusieurs membres de la Commission. Ils réunissent des experts qui élargissent les domaines de compétence de la Commission en ayant vocation à éclairer l'IFB sur un sujet précis. Les groupes de réflexion mis en place ont pour premier rôle d'alimenter et de prolonger la stratégie et ils se placent en regard des cinq axes préalablement définis. Sur le plan de l'organisation, chacun des cinq axes est étayé par au moins un groupe de réflexion.

A ce jour, huit groupes ont été proposés :

*Modélisation,*  
*Indicateurs de la biodiversité,*  
*Systématique et taxinomie,*  
*Biodiversité et agriculture,*  
*Ingénierie écologique,*  
*Association Orée (place de la biodiversité dans la stratégie des entreprises),*  
*Interface recherche-gestion de la biodiversité,*  
*Biodiversité et santé.*

La mission confiée à ces huit groupes est de donner plus de corps à la stratégie en aboutissant à des propositions qui soient une aide à l'établissement de priorités d'action pour les organismes (CNRS, Inra, Ifremer...), les ministères, comme les associations ou les entreprises. ■

# --> **Projet Biodiversité et modélisation**

Denis COUVET

Professeur au Muséum national d'histoire naturelle, Paris

Introduction de Bruno DAVID,

Président de la Commission scientifique de l'IFB

## **Introduction**

Concernant la thématique « Biodiversité et modélisation », un groupe de réflexion s'est réuni le 7 novembre 2007 afin de mettre en place une réflexion, pouvant déboucher sur la mise en place d'une structure, dont le nom n'est pas encore déterminé, consacrée à la modélisation de la biodiversité. Le Muséum national d'histoire naturelle, et notamment son président André Ménez, se trouve à l'initiative de cette volonté. L'animation a été confiée à Denis Couvet et à Serge Laurent. La structure, très englobante, devrait impliquer plusieurs organismes et institutions, ainsi que des associations et des entreprises. André Ménez et nous-mêmes sommes attachés au fait que cette structure naissante ne soit pas la propriété du Muséum d'histoire naturelle. C'est donc dans ce contexte qu'une demande d'animation a été formulée auprès de l'IFB et c'est ainsi que j'ai été amené à animer la première réunion du 7 novembre. De plus, cette initiative correspond totalement à l'axe stratégique proposé par l'IFB à ses partenaires, validé le 13 novembre par le Conseil de groupement de l'IFB.

Depuis la réunion du 7 novembre, un groupe s'est constitué, avec une structure similaire à celle d'un groupe de réflexion de l'IFB, acté par le Conseil de groupement. En conséquence, le travail initié sera poursuivi. Parmi plusieurs actions concrètes, un atelier de dimension européenne serait organisé au printemps 2008 et permettrait de croiser des informations. Nous pourrions ainsi nous intéresser aux travaux de nos collègues européens et cela devrait nous éviter des erreurs qui auraient pu être commises en d'autres contextes.

Dans un tel cadre, il conviendra de répondre à plusieurs questions. En premier lieu, que déciderons-nous de modéliser ? Les exposés des Journées de la biodiversité ont déjà nourri notre réflexion. Ainsi, s'agira-t-il de modéliser des états et des observations, par exemple des richesses, des abondances, des distributions ? Ces aspects ont déjà été débattus, au même titre que les critères ou

paramètres macro-écologiques qu'il faudrait ou non modéliser. Par ailleurs et cela ne serait pas contradictoire avec les alternatives précédentes, des processus pourront-ils être l'objet de modélisations ? Enfin, dans quel but seront menées les modélisations ? La réunion du 7 novembre a permis d'aboutir à une conclusion : la modélisation doit aider la prise de décision, en particulier auprès des collectivités locales, mais aussi auprès des bureaux d'études, des entreprises ou tout autre organisme concerné. Autre question : où va-t-on modéliser ? La France, au sens large, peut être considérée comme un territoire propice. Enfin, quels objets pourront être précisés ?

Une autre série d'interrogations concerne les ouvertures qui seront nécessaires, les collaborations interdisciplinaires. Il est rapidement apparu que le groupe aurait besoin de relations très étroites avec les acteurs qui se préoccupent du climat. Un Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société est du reste piloté par Sylvie Joussaume, laquelle était partie prenante de la première réunion du 7 novembre. L'Institut Pierre-Simon Laplace qui œuvre beaucoup sur la question, l'Inria pour la modélisation et le Cnes pour la juridiction sont susceptibles de nous fournir des appuis. Nous serons également conduits à développer des capteurs. Par ailleurs, nous devons intégrer des domaines tels que l'économie, de sorte que nous puissions analyser la biodiversité en termes de « bénéfiques », si j'ose m'exprimer ainsi. Notre approche sera nécessairement interdisciplinaire.

Cette opération se trouve au cœur de la stratégie de la Commission scientifique de l'IFB.

Un point particulier, sans doute le plus important, est développé ci-dessous par Denis Couvet.

## **Modéliser des scénarios de la biodiversité**

Ce que je vais développer est le résultat d'une réflexion collective, sur laquelle Serge Morand, du CNRS de Montpellier, est considérablement intervenu.



## Biodiversité : actions réalisées et futures / Projet Biodiversité et modélisation

Cette réflexion reste aujourd'hui très évolutive et elle tient compte des réactions passées, présentes et futures. Je vais vous indiquer brièvement ce dont il s'agit et vous préciserai ensuite plus longuement les objectifs, tant scientifiques que sociétaux.

Globalement, le projet consiste à modéliser des scénarios de la biodiversité et, par conséquent, à évaluer l'impact des changements globaux (climat, occupation des sols, urbanisation, modifications des pratiques agricoles). Il s'agit en retour d'appréhender l'influence de la biodiversité sur le climat, sur les pratiques et les changements de pratiques, tant en agriculture qu'en foresterie. La biodiversité est aussi bien abordée d'un point de vue patrimonial (en termes de biodiversité spécifique avec, notamment, les risques d'extinction des espèces menacées) qu'à partir de l'aspect fonctionnel des écosystèmes. Mais la partie principale du projet revient à prendre en compte les conséquences socio-économiques et climatiques des variations de la biodiversité et à envisager dans quelle mesure ces conséquences sont susceptibles de modifier les changements globaux et les politiques agricoles ou d'occupation des sols. Mon exposé va développer ce point.

### Contexte des scénarios

Pour situer le contexte, les échelles spatiales, nationale et régionale, correspondent dans les faits à une demande sociétale de la part des ministères et des Conseils régionaux ; cette demande se connecterait évidemment aux initiatives prises au niveau mondial ; enfin elles se connecteraient au niveau local, et répondraient aussi aux attentes d'un certain nombre de laboratoires qui souhaitent établir des scénarios et formaliser des écosystèmes locaux. Nous observerons donc les différentes interactions entre ces échelles et nous utiliserons les travaux déjà réalisés sur le sujet. L'horizon temporel se déploie sur des décennies, afin d'étudier l'impact des différentes politiques.

Pourquoi des scénarios de biodiversité à échelle nationale et régionale ? Avant tout, la démarche est motivée par des objectifs sociétaux. En effet, les scénarios se développent de plus en plus, avec une variété des outils d'évaluation de politiques proposées. Il s'agit d'éclairer la décision publique, d'appuyer les décisions rationnelles en comparant les impacts attendus. D'autre part, un intérêt scientifique justifie l'initiative puisqu'il est question de formaliser les scénarios de la biodiversité. Dans ce domaine, un certain nombre de travaux voit le jour et nous souhaitons amplifier les initiatives sur le plan scientifique. Par exemple et pour illustrer l'intérêt scientifique et sociétal de notre projet, je parlerai d'un travail sur les scénarios de l'impact des pratiques agricoles, mené par une équipe anglaise (Butler et al). Cette équipe a utilisé, sur le plan de la modélisation,

un outil très rudimentaire en se contentant de l'extrapoler ; de façon très intéressante, cette équipe disposait des données conséquentes d'un observatoire. Quand les données sont importantes, les techniques de modélisation les moins complètes et les moins sophistiquées peuvent être suffisantes, bénéficiant des suivis annuels multi-espèces multi-sites pour les oiseaux de l'ensemble des pays développés. Un article est paru en 2006 dans *Science*, la dynamique de départ étant fournie par la dynamique des oiseaux et notamment par une disparition assez conséquente entre 1970 et 2000 dans les paysages agricoles. Ensuite, l'équipe a utilisé les données existantes d'un observatoire des effets des mesures agri-environnementales et des OGM résistants aux herbicides.

L'équipe a établi trois scénarios, soit en premier lieu un scénario de référence selon lequel la perdurance des tendances actuelles aboutirait à la perte de 20 % d'oiseaux supplémentaires. Un deuxième scénario envisage, avec la généralisation des OGM, une perte légèrement supérieure à 20 %. Enfin et surtout, le troisième scénario repose sur les mesures agri-environnementales et ne prévoit aucun impact particulier, c'est-à-dire la prolongation du déclin. En conclusion, ces mesures se révèlent totalement inefficaces et cela ne surprend pas les écologues. En effet, chacun de nous sait que les mesures actuelles concernent les alentours des champs tandis que quantitativement il conviendrait surtout de modifier la situation à l'intérieur des champs. Sur le plan scientifique, ce travail est intéressant mais, par la même occasion, nous en constatons l'intérêt sociétal. Nous obtenons en effet un outil d'évaluation sur les impacts des différentes politiques agricoles et nous observons que des progrès sont attendus en la matière. L'idée d'établir des scénarios dans le domaine de la biodiversité revient au même : il s'agit de dérouler des histoires, avec différents types de politiques et d'en évaluer les conséquences futures.

### Recherches finalisées

Sur les travaux existants appuyant ce projet, je serai bref. C'est par exemple le MA, *Millennium Ecosystem Assessment*, qui, à partir des variations attendues d'occupation des sols et en utilisant une relation très ancienne pour l'écologie, la relation surface-espèce, évalue la diversité végétale qui devrait être perdue selon différents scénarios. Ce même type de scénario est également utilisé par l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). C'est une pratique aujourd'hui standardisée, permettant l'utilisation d'expériences déjà menées par des collègues climatologues, et la mise en correspondance de scénarios de la biodiversité avec des scénarios climatiques.

Concernant l'impact des changements climatiques, de nombreuses études sont menées.

Des spécialistes de la question, plus compétents que moi, sont présents dans la salle. La méthode des enveloppes climatiques, présentée par Paul Leadley au cours de ces Journées, considère les conditions climatiques qui sont nécessaires et suffisantes à l'espèce concernée ; à partir de ces préalables, les conditions futures sont envisagées et il devient possible de représenter les espaces dans lesquels l'espèce sera présente, c'est-à-dire dotés de conditions climatiques qui correspondraient aux exigences actuelles. Certes, l'exigence actuelle n'est qu'hypothétique et nous y reviendrons. Cela dit, le déplacement potentiel de l'espèce, oiseaux ou autres groupes, peut être estimé. Deux scénarios sont envisageables :

- la nouvelle aire de distribution peut présenter des points communs avec l'ancienne et, dans ce cas, l'espèce peut survivre même si elle se révèle incapable de déplacement ;
- dans l'hypothèse inverse, l'espèce est réduite à se délocaliser, et souffrira d'une fragmentation des espaces, mécanisme très important dès lors qu'il est convenu de dresser des scénarios concernant l'impact du climat sur la biodiversité.

Paul Leadley et moi-même avons ainsi longuement commenté l'article de Thomas, paru en 2004 dans *Nature* : nous avons relevé des points négatifs et positifs. Cette communication expose deux effets, donc deux scénarios : les difficultés ou la facilité des déplacements et, de façon encore plus intéressante, l'effet de la réduction des aires de distribution. Ce phénomène s'explique par la diminution des terres émergées en fonction de la montée en latitude, ce qui entraîne une compensation : toujours selon la relation surface-espèce bien connue dans le monde de l'écologie, un certain nombre d'espèces va disparaître. C'est ainsi que Thomas calcule des taux d'extinction, même si la quantification est discutable. En particulier, Thomas montre que le taux d'extinction est plus important si le changement climatique s'accroît. Surtout, il montre que ce taux varie du simple au double selon la faculté des espèces à se déplacer librement. Les scénarios montrent clairement que l'enjeu de la fragmentation des espaces est majeur.

De nombreuses méthodes existent pour établir les scénarios de la biodiversité. De même, de nombreux résultats sont déjà connus, notamment sur l'occupation des sols et sur les pratiques agricoles. Des besoins scientifiques et sociétaux sont reconnus, ainsi l'évaluation des impacts conjoints et la considération des facteurs, un par un. Enfin, il convient de prendre en compte des modèles plus élaborés, notamment et d'un point de vue écologique, prenant en compte les relations trophiques et, sur le plan évolutif, les processus d'adaptation qui impliqueront des modifications en termes d'enveloppes climatiques. Le terrain s'annonce très intéressant pour les évolutionnistes.

### Modélisation des aspects socio-économiques

La seconde partie de cet exposé est consacrée au cœur du projet, soit la modélisation des conséquences socio-économiques des variations de la biodiversité, donc la modification des variables précédemment mentionnées, c'est-à-dire celles qui peuvent influencer sur l'occupation des sols, les modifications climatiques et les changements de pratiques. Les climatologues commencent à aborder la question des conséquences socio-économiques. En effet, les scénarios socio-économiques sont maintenant mis en relation avec les scénarios climatiques, les premiers modifiant les seconds et les seconds produisant un effet sur les premiers. L'idée consiste à introduire un troisième partenaire dans ce dialogue : les scénarios de la biodiversité, susceptibles d'influer sur les deux autres types de scénario. Dans ce dessein, nous utilisons le concept de services écosystémiques qui a été présenté par le *Millennium Ecosystem Assessment* et qui répertorie trois types de services évaluables : l'approvisionnement, la culture et la régulation environnementale.

L'idée générale consiste à modéliser le devenir de ces services écosystémiques en s'appuyant sur des scénarios de biodiversité. La correspondance entre le service et le pan de biodiversité concerné est plus ou moins directe. Par exemple, pour le service pollinisation, le pan de biodiversité concerné est l'abondance et la diversité des pollinisateurs. Pour d'autres services, la correspondance est beaucoup plus complexe. Le contrôle biologique peut ainsi concerner plusieurs groupes (les parasitoïdes, les oiseaux ou les chiroptères). De même, pour la fertilité des sols, l'état des communautés constituant la faune et la flore des sols sont déterminants. Des travaux en la matière permettront d'établir la jonction entre la fertilité des sols et la modification de la biodiversité. Par ailleurs, l'esthétique et la qualité de la vie supposent des recherches, pas seulement dans le domaine de l'écologie, mais relevant aussi des sciences humaines avec des enjeux qui pèsent lourdement dans la prise de décision publique. La complexité provient alors de la multiplicité des groupes sociaux car les pans de biodiversité qui concernent la qualité de la vie sont pluriels ; l'approche interdisciplinaire sera d'autant plus importante. En définitive, le propos serait d'introduire la biodiversité dans la corrélation entre les scénarios, à travers les services écosystémiques. Le projet scientifique viserait la modélisation des scénarios des services écosystémiques. Sur le plan scientifique, cela impliquerait la modélisation du fonctionnement des structures d'écosystèmes à travers la modélisation de l'état et de la dynamique des services écosystémiques. En résumé, la modélisation des services écosystémiques amène à aborder des dimensions très variées concernant la biodiversité et la relation entre l'homme et la biodiversité.

### Pluridisciplinarité

Naturellement, un tel projet nécessite des équipes pluridisciplinaires composées notamment de socio-économistes. En effet, comment évaluer l'impact social et économique des variations subies par les différents services écosystémiques ou comment la variation d'un service influe-t-elle sur les politiques publiques et privées, sur les mécanismes régissant les taux d'occupation des sols et sur les politiques environnementales ? L'évaluation de l'importance sociale et économique n'est pas seulement monétaire, même si cet aspect se révèle essentiel pour tout ce qui concerne l'approvisionnement. Par exemple, la qualité de la vie semble difficilement approchable sous l'angle monétaire, mais sous des angles très importants. Les équipes pluridisciplinaires devraient faire également appel à des géographes car les relations spatiales entre la biodiversité et les groupes sociaux ne sont absolument pas aléatoires. Ainsi, la région Ile-de-France regroupe des pans de biodiversité et des groupes sociaux très différents entre, par exemple, la vallée de Chevreuse et la Seine-Saint-Denis. Dans cette région, la dimension socio-économique, primordiale, doit donc être prise en compte. De plus, les équipes devront intégrer des écologues agronomes et forestiers. Sur le choix des processus écologiques et évolutifs modélisés, sur l'identification des modifications environnementales à prendre en compte, des observatoires en amont seront indispensables. Enfin, nous devrions faire appel à des mathématiciens afin de formaliser les processus.

Autrement dit, la contribution de ce projet aux thématiques environnementales permettra de développer

une interface entre plusieurs disciplines. En effet, pour établir la connexion entre biodiversité et système écosystémique, le recours à plusieurs domaines est nécessaire. Des équipes déjà très compétentes sur les scénarios de la biodiversité sont déjà constituées, à Grenoble ou à Montpellier, et jouissent d'une reconnaissance mondiale. Nous ne souhaitons pas entrer en compétition avec ces dernières, mais au contraire travailler en synergie, notamment lorsqu'il s'agit d'utiliser les données. Les chercheurs achoppent régulièrement sur cet aspect car l'établissement de scénarios repose sur d'innombrables données qu'il faut localiser et dont il convient de parfaire la circulation. Des consortiums tels que le GBIF au niveau international et la SINP au niveau national, ayant l'ambition de faciliter l'échange de données entre les observatoires et scientifiques faciliteront cette démarche. N'oublions pas non plus les écosystèmes marins qu'il faudra prendre en compte, avec des données, des problématiques, qui peuvent parfois être sensiblement différentes.

### En conclusion

Pour conclure, le projet de modélisation des scénarios de biodiversité est une démarche scientifique visant à renforcer l'importance de la biodiversité dans la conception et les choix des politiques, publiques ou privées. La structure appuyant ce projet est aujourd'hui très floue et dépendra de la réaction de la communauté scientifique, de son adhésion et des propositions qui seront émises. ■

### Questions de la salle.

**Jacques WEBER**, directeur de l'IFB

En tant qu'économiste, je suis très heureux de constater que le point de départ de la modélisation de la biodiversité se fonde à nouveau sur l'anthropologie ainsi que sur la socio-économie, et que l'ensemble des enjeux est abordé sous l'angle d'analyses dans ce domaine. Cela étant, ne craignez-vous pas de compter un peu trop sur une discipline pour redonner du souffle et de la dynamique à l'ensemble des recherches sur la biodiversité ?

**Denis COUVET**

Les scénarios socio-économiques existants sont nombreux et ne devraient pas être un facteur limitant. Par ailleurs, l'économie ne constitue pas nécessairement le passage obligé. Bien que je ne sois pas spécialiste de cette discipline, il me semble que les conséquences des modifications de biodiversité en termes d'esthétique, d'éthique et de qualité de la vie, dont nous connaissons les impacts sur les décisions publiques, ne sont pas suffisamment prises en compte par les économistes. Il ne s'agit pas de modéliser l'éthique mais, en réalité, de déterminer les changements de la biodiversité qui pèsent en termes d'éthique. A cette préoccupation, une réponse relativement immédiate concerne les extinctions des espèces, dimension très importante. Dans un second temps, il est effectivement question d'évaluer comment les extinctions d'espèces ou les modifications des risques d'extinction influencent l'attitude des décideurs.

**Michèle TIXIER-BOICHARD**, Direction de la recherche et de l'innovation au ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

Je souhaiterais ajouter un point. Le concept de scénario n'est pas forcément un modèle permettant de déterminer, de façon continue, un impact ou un résultat. Au contraire, les exercices de prospective menés dans différents domaines montrent que la manière d'établir des scénarios en identifiant des paramètres et en étudiant des combinaisons de paramètres créent pour le moins un référentiel. Nous n'avons pas la prétention de décrire tous les cas possibles mais, au minimum, d'adopter une démarche constructive visant à envisager les outils utiles à l'élaboration de scénarios.

Cela dit, sur l'aspect pluridisciplinaire, l'objectif se montre particulièrement ambitieux, c'est-à-dire incantatoire de la part de nombreux organismes de recherche, lesquels souhaitent, demandent, revendiquent des interfaces entre les sciences biologiques et les sciences sociales. Il faut bien reconnaître nos difficultés à marier les domaines, voire à créer les lieux et les sujets. Telle est peut-être la raison de votre réaction.

**Jacques WEBER**

Il est établi qu'il n'y a aucune difficulté sur ce plan. L'organisation de la Commission scientifique et le financement par l'ANR d'un certain nombre de projets attestent que l'interdisciplinarité n'est pas à mettre en cause. En revanche, le problème sérieux de la modélisation réside justement dans les scénarios. Il ne faudrait pas que ceux-ci, surtout s'ils répondent à des préoccupations éthiques,

soient fondés sur des systèmes démunis de valeurs implicites.

Or, le *Millennium Ecosystem Assessment*, travail remarquable, pêche par la faiblesse des scénarios, pourtant souvent évoqués. Globalement, de façon caricaturale, le scénario idéal du *Millennium* reposerait sur l'hypothèse selon laquelle l'adéquation aux valeurs américaines impliquerait une immersion dans « le meilleur des mondes possibles ». Nous pouvons l'entendre mais le recours à des scénarios « dés-éthisés », c'est-à-dire sans système de valeurs implicites, risque de ne pas aboutir à un travail constructif.

**Denis COUVET**

Le point est fondamental. Je crois effectivement que, par rapport au *Millennium Ecosystem Assessment* et ce que j'en ai retenu, la transparence doit être préservée. Il s'agira, de modéliser les modifications de la biodiversité et d'en déduire les modélisations des services écosystémiques, en établissant la correspondance entre diversité biologique et services écosystémiques. Les hypothèses émises quant aux conséquences éthiques des variations de la biodiversité devront être transparentes, sujettes à modification, à évolution et à évaluation.

Nous ne déduisons pas simplement des changements de tel ou tel type de service, mais nous caractériserons la relation entre les deux aspects, diversité biologique et service. Une préoccupation majeure sera celle de l'éthique, mais le projet n'a pas pour ambition de (re) définir une éthique de la nature, plutôt de s'appuyer sur l'existant.

**De la salle**

Je souhaiterais commenter cet échange. Je ne suis pas convaincu que l'interdisciplinarité, au niveau même de la biologie, soit suffisamment avancée pour que nous puissions commencer à proposer des modèles adéquats à l'intention des décideurs politiques. Durant ces Journées, j'ai remarqué qu'il avait souvent été posé que les changements environnementaux influenceraient les modifications en termes de biodiversité.

En revanche, ce qui me semble constituer l'enjeu le plus important a été très peu abordé, c'est-à-dire les rétroactions de la vie sur l'environnement. Il n'existe pratiquement aucun atome sur terre qui ne soit pas passé par le vivant. Je pense que les changements du vivant subis par l'environnement vont être posés, nécessitant une approche innovante et inédite en biologie, soit le transfert de toutes les connaissances biomédicales, en ingénierie, en protéomique et en génomique vers l'écologie. Cette discipline a été très longtemps basée sur le génotype mais le mariage entre ce dernier et le phénotype n'a pas encore eu lieu. Les génomes se transforment à l'échelle de l'écologie mais cette interface, nécessaire pour prévoir toute distribution d'espèce ou tout changement de la biodiversité, n'a pas encore été exploitée.

**Denis COUVET**

Des méthodes sont établies, telles que celles présentées par Paul Leadley, pour déduire des déplacements d'espèces. Dans le domaine de l'évolution, et notamment en génétique quantitative, des chercheurs excellent. Certains, présents dans la salle, sont susceptibles de s'appuyer sur des travaux existants, par exemple en

génomique et en modélisation, pour commencer à établir des modèles calibrés, en particulier par rapport aux évolutions des enveloppes climatiques. Un article récemment paru dans *Conservation Biology* explicite même une méthode qui pourrait être employée dans cette perspective. Je ne considère pas cet aspect comme un obstacle.

Par ailleurs, pour répondre à la question de l'aptitude des biologistes à fournir des scénarios utiles aux politiques publiques, je vous renvoie à cette communication, parue en 2006 dans *Science* et que les ministères de l'agriculture de différents pays européens connaissent bien aujourd'hui, en tant qu'outil nécessaire à l'élaboration des politiques publiques. Nous nous trouvons déjà dans la dynamique que vous évoquez.

### Michèle TIXIER-BOICHARD

Je profite de ma présence pour ajouter un élément. Des scénarios sur les OGM sont déjà produits alors que les OGM sont très peu nombreux et analysés au cas par cas. Par conséquent, une prédiction uniforme pour des OGM qui n'existent pas encore me paraît improbable. Les premiers OGM visaient un certain caractère, tandis que la technologie de la transgénèse visait d'autres caractères. Ces scénarios sont ainsi contingents à l'époque à laquelle ils ont été établis et ne sauraient être considérés comme des référentiels.

### Denis COUVET

J'en conviens. Les Anglais ont bénéficié d'une expérience sur les OGM, menée sur 300 à 600 hectares dans les années 2000, et se sont effectivement appuyés sur ces données. Il ne s'agissait que d'OGM résistants aux herbicides. Maintenant, pour considérer d'autres OGM, il ne serait pas compliqué de rechercher des données, par exemple aux Etats-Unis, et d'opérer une transposition sans que cela ne pose de difficulté conceptuelle.

### Michèle TIXIER-BOICHARD

Je me situais simplement sur le plan de l'innovation.

### Denis COUVET

Disposer de scénarios d'impact des innovations paraît indispensable si l'on veut assurer leur acceptabilité. Cela étant, le cas de l'innovation illustre à la fois la force et la faiblesse du scénario. Celui-ci est, d'un certain point de vue, artificiel lorsqu'il prédit ce qui arrivera dans l'hypothèse où rien ne changerait, par exemple, dans la technique OGM. Le scénario n'est pas tant une prévision qu'un outil de comparaison de différentes solutions au moment où elles sont évoquées.

### Didier BABIN, Cirad, chargé de mission IFB

Je vais changer de sujet. Nous avons rencontré plusieurs chercheurs, en particulier hollandais, qui travaillent sur les liaisons entre biodiversité et modélisation. Avez-vous commencé une réflexion sur des alliances stra-

tégiques avec d'autres équipes, européennes notamment ? Cela permettrait de bénéficier d'un certain nombre de bases de données qui existent déjà. Dominique Richard voulait-il intervenir sur ce point ? En tout cas, l'Agence européenne pourrait nous fournir un soutien logistique pour les échanges de données et, peut-être, au-delà. Un partenariat me semble d'autant plus imaginable que les résultats de scénarios, émanant de trois personnes qui forment un bureau d'études hollandais, m'ont paru faibles.

Si nous envisageons une telle démarche, nous devons démontrer notre capacité à fournir des éléments opposables et cohérents. Dans cette optique, les alliances sont fondamentales.

### Denis COUVET

Je partage cette proposition. Dans le domaine des oiseaux entre autres, la connexion européenne fonctionne quotidiennement, même si elle reste à perfectionner. Cependant, avant de discuter avec des partenaires européens, il convient que la communauté française décide des forces qu'elle souhaite engager dans le projet.

### Dominique RICHARD, Centre thématique européen sur la diversité biologique

Je vous propose un commentaire plutôt qu'une question. J'interviens au Centre thématique européen sur la diversité biologique, basé au Muséum d'histoire naturelle de Paris et qui est une antenne de l'agence européenne de l'environnement. Pour soutenir le propos de Didier Babin et face aux aspects internationaux et nationaux évoqués par Denis Couvet, de nombreuses bases de données existent effectivement en Europe, que l'agence européenne de l'environnement s'efforce de rassembler et de rendre accessibles. Il s'agit en particulier de statistiques relatives à l'agriculture.

Des personnes ont déjà envisagé des scénarios d'évolution de l'agriculture européenne. Je confirme qu'il n'est pas concevable d'isoler les travaux français, surtout en ce qui concerne les évolutions liées à la Politique agricole commune.

Des rapprochements seraient tout à fait opportuns et l'occasion pourrait en être fournie par un *Millennium Ecosystem Assessment* qu'organisera l'agence européenne de l'environnement, pour l'Europe, en 2012. Dès 2008, un réseau sera constitué afin d'établir un rapport. Trois réunions se dérouleront probablement, dont la première afin de consulter les pays européens sur les initiatives existantes vers de meilleurs *Millenniums*. Un second atelier sera consacré aux services situés à l'interface entre l'agriculture, la biodiversité et l'environnement. Une troisième rencontre portera sur les scénarios.

Vous pouvez ainsi constater que des opportunités de rapprochements entre équipes seront favorisées.

# --> IMoSEB : bilan et perspectives

Didier BABIN

Chargé de mission IFB, Secrétaire exécutif du processus IMoSEB

Je vais tenter de vous expliquer ce qui se cache derrière le nom IMoSEB qui évoque aux non initiés, tantôt à un dieu égyptien, tantôt un médicament. Bizarre pour le public français et encore plus saugrenu pour nos collègues étrangers, l'acronyme IMoSEB est lié à une activité dont je vais vous présenter les travaux effectués depuis deux ans et demi.

## Bref rappel sur la prise de conscience

Depuis la moitié du siècle dernier, les communautés scientifiques et politiques ont peu à peu considéré l'importance de la biodiversité pour la vie, voire pour la survie, de l'espèce humaine. En fait, nous avons repris conscience que nous faisons partie de la biosphère et que nous sommes en étroite interrelation avec le tissu vivant et avec la constante évolution de la planète Terre. De la création de l'UICN en 1948 à la diffusion du rapport du *Millennium Ecosystem Assessment* en 2005, un effort considérable a été fourni pour porter la biodiversité au rang des questions fondamentales pour le devenir de l'humanité et pour le développement durable. Les grands rendez-vous politiques de Stockholm en 1972, le rapport Brundtland en 1987, le Sommet de la Terre de Rio en 1992 et celui de Johannesburg en 2002 ont ouvert la voie. Cependant, beaucoup reste à faire.

La société civile, des entreprises, des ONG locales et internationales se mobilisent, certes, mais insuffisamment face à l'ampleur des défis posés par l'évolution de la biodiversité et par ses conséquences sur notre propre espèce.

## Situation actuelle de la recherche sur la biodiversité

Je n'ai pas la prétention de vous étonner par des points que vous ne connaissiez pas déjà. Toutefois, le *Millennium Ecosystem Assessment* a clairement montré que la disparition de la biodiversité pose et posera de sérieux problèmes, ainsi que de grandes menaces sur le bien-être de l'espèce humaine. Cependant, l'opinion publique considère encore la biodiversité comme une question secondaire, loin derrière les préoccupations liées au

changement climatique. Vous pouvez le constater chaque jour dans les médias et à travers les propos de la classe politique.

Les efforts pour inverser les tendances à la perte de la biodiversité restent trop faibles. La communauté scientifique internationale est encore très éparpillée et faiblement impliquée dans les processus de décision. La prise de conscience est avérée au plus haut sommet des Etats mais il convient d'agir, et cela n'est pas toujours très simple.

Annoncée lors du G 8 d'Evian en 2004 et proposée lors de la conférence « Biodiversité : science et gouvernance » qui s'est tenue à Paris en janvier 2005, l'idée d'organiser une consultation internationale a été lancée par le président de la République française, afin de permettre l'évaluation du besoin, du champ et des formes possibles d'un mécanisme international d'expertises scientifiques sur la biodiversité, plus ou moins à l'image du rôle que joue le Giec (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) dans le cadre des préoccupations sur le changement climatique. Cette initiative a été discutée, débattue, voire combattue pendant l'année 2005 et à différentes occasions :

- lors des réunions de l'organe scientifique de la Convention sur la diversité biologique à Bangkok puis à Montréal ;
- par le groupe de travail sur la mise en œuvre de la Convention sur la diversité biologique, en septembre 2005, à Montréal ;
- au sein d'une instance proprement scientifique, lors de la Conférence *Diversitas*, à la fin de l'année 2005, à Oaxaca (Mexique).

## L'IMoSEB face à la recherche sur la biodiversité

Le processus de consultation vers un IMoSEB tente d'apporter sa pierre à l'édifice en se focalisant sur l'interdépendance entre la biodiversité et l'avenir de nos sociétés, ainsi que sur une vision très large de la biodiversité, en tenant compte de ses liens avec les préoccupations majeures d'éradication de la pauvreté, avec la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau potable. Cette vision englobe également la croissance économique, les conflits d'usage et d'appropriation des



Consultation régionale à Yaoundé (Cameroun) en mars 2007.

ressources, l'énergie, le climat et la santé, tant humaine qu'animale et végétale. La réflexion, ainsi, ne se concentre pas seulement sur la conservation de la biodiversité. Depuis son origine, cette initiative propose d'investir le champ de l'accompagnement des processus de décision.

Aujourd'hui, toutefois, l'IMoSEB n'existe pas. Si sa fondation est décidée, l'IMoSEB devrait être créé en collaboration avec tous les partenaires et toutes les parties prenantes de la biodiversité. Le défi consiste à inventer une interface entre connaissance, expertise, savoir et science d'une part, porteurs de pouvoir, décideurs politiques, industriels, consommateurs, médias d'autre part. C'est en cette interface que les manques les plus importants ont été identifiés.

Je rappelle l'objectif de la consultation IMoSEB : évaluer le besoin, le champ et les formes possibles d'un mécanisme international d'expertises scientifiques sur la biodiversité. Au départ, aucun plan français n'était préétabli et il était convenu de ménager du temps et des moyens, en vue d'un processus de consultation exploratoire, soit une démarche inverse par rapport aux initiatives qui sont généralement portées par les Etats, qui se fondent sur des idées préconçues et qui tentent ensuite de les vendre et de les discuter. Notre propos était totalement ouvert, avec la volonté de renforcer la science à l'intérieur des processus de décision et, notamment, des conventions internationales. Quelques premières idées avaient été élaborées sur la base du Conseil scientifique de la Conférence qui s'était déroulée en janvier 2005.

### Constitution et communication de l'IMoSEB

La consultation s'est mise en place durant l'année 2006, d'abord avec l'établissement d'un Comité de pilotage international, comprenant une centaine de membres dont des scientifiques renommés, des représentants gouvernementaux, des ONG, des organisations et institutions internationales. Pour animer la réflexion, un groupe de 14 membres a constitué le Comité exécutif, co-dirigé par le Ghanéen Alfred Oteng-Yeboah, ancien président scientifique de la Convention sur la diversité biologique, et par le Belge Michel Loreau. A cette occasion, l'IFB a été sollicité pour gérer un Secrétariat exécutif qui permettrait de mener à bien la consultation.

Nous avons développé un plan de communication vis-à-vis d'un large éventail de publics, ainsi que des relais et des contacts pour discuter les processus dans différentes communautés scientifiques, avec des ONG et dans plusieurs pays. Nous avons été présents à différents endroits de la planète pour présenter les débats d'idées, notamment au Brésil, lors de la Conférence des parties de la Convention, en Belgique, à Madagascar, en Finlande, en Hongrie, en France, en Allemagne, au Canada, en Chine, au Gabon, en Afrique du Sud et au Chili. Un article est également paru dans *Nature*, au mois de juillet 2006, signé par 19 co-auteurs issus de 13 pays. En outre, nous avons organisé une campagne médiatique pour que cet article soit réellement repris sur le plan international.

## Biodiversité : actions réalisées et futures / IMoSEB : bilan et perspectives

Peu à peu, le processus de consultation a été relayé par des textes et documents officiels de la Convention sur la diversité biologique, de l'Union européenne et du programme des Nations unies pour l'environnement.

Toujours en 2006, nous avons commandé une série d'études de cas afin d'identifier les lacunes à l'interface entre les connaissances et la prise de décision, dans des cas assez variés d'expertises (de la grippe aviaire aux leçons tirées de la gestion des pêcheries). De ces études de cas, nous avons tenté de retenir des enseignements et des options utiles à un éventuel mécanisme.

### Les partenaires de l'IMoSEB

Nous avons reçu des soutiens forts et concrets dans le domaine diplomatique, directement de la part de certains gouvernements tels que ceux de l'Allemagne, du Canada, du Maroc, du Cameroun, du Gabon et de la Malaisie. Nous avons également été soutenus par les Secrétariats de certaines Conventions internationales, comme celle sur la diversité biologique et celle de Ramsar. Des organismes tels que l'Unesco et des ONG telles que CI (*Conservation internationale*) et *The Nature Conservancy* ont aussi fortement participé aux consultations, sans oublier les représentants de communautés locales et autochtones. Certains membres du comité de pilotage se sont montrés très actifs dans leur pays ou au sein de leur organisation pour apporter un soutien effectif. Nous avons reçu divers types de contributions : financières et logistiques, émanant notamment de l'Allemagne, du Canada et d'associations, d'académies telles que l'Académie des sciences chinoise. De plus, nous avons bénéficié de contributions concrètes de type intellectuel, c'est-à-dire de réflexions, en partie liées aux ateliers de Leipzig, de Cape Town où la Commission scientifique de *Diversitas* s'est réunie, et à une réunion qui s'est déroulée à La Serena (Chili), réunissant les écologues du Chili et d'Argentine.

Enfin, la réunion des ministres de l'environnement du G 8 + 5, de mars 2007, en Allemagne, a abouti notamment au programme « Initiative de Potsdam », lequel propose notamment un soutien effectif au processus de consultation vers un IMoSEB qui a été ensuite inclus dans les conclusions générales du G8+5. De façon inattendue, au-delà des contacts avec les institutions internationales, nous avons reçu des demandes locales d'associations ou d'individus, des encouragements. Par exemple, une association camerounaise d'éleveurs de bétail nous a permis, sur le terrain, d'étudier le lien possible entre des questions très locales et un mécanisme mondial ; en particulier, nous avons mis en contact les éleveurs de Bamenda et les



Alfred Oteng Yeboah (Co-président du Comité exécutif du Processus consultatif vers un IMoSEB) et Didier Babin (IFB / Secrétaire exécutif du Processus consultatif vers un IMoSEB) à la Consultation régionale sud-américaine, à Bariloche (Argentine) en octobre 2007.

chercheurs britanniques, face à des problèmes d'invasions par des fougères.

Sur la base des études de cas et des premières consultations, le Comité exécutif s'est réuni en décembre 2006 pour déterminer une série de besoins et les propositions d'options. Ces éléments ont ensuite été présentés et discutés à l'occasion de réunions de consultation, à l'échelle de chaque continent, durant toute l'année 2007. Des scientifiques, des représentants gouvernementaux, des membres d'ONG, d'entreprises et de communautés locales ont ainsi pu se rencontrer. Pour l'Amérique du Nord, la première réunion s'est tenue à Montréal, en janvier. Pour l'Afrique, la conférence de l'AETFAT (botanistes d'Afrique) a fourni l'occasion d'une manifestation équivalente. Pour l'Europe, c'est à Genève que les partenaires ont échangé leurs propositions. A Pékin, nous avons été accueillis par l'Université des Nations unies basée au Japon, l'Académie des sciences chinoise et le Conseil scientifique national du Laos. Pour l'Amérique latine, la réunion s'est déroulée à Bariloche (Argentine), à l'occasion d'un colloque régional sur les aires protégées et sur la gestion de la biodiversité. Enfin, Alotau (Papouasie-Nouvelle Guinée) a fourni le cadre de tels échanges pour l'Océanie, à partir d'une réunion régionale sur le thème de la conservation des aires protégées et de la biodiversité.

### En route vers l'IMoSEB !

A l'issue de l'ensemble de ces consultations régionales, une seconde et dernière réunion du CPI (Comité de pilotage international) a été prévue et organisée, en novembre 2007, à Montpellier. Nous sommes alors parvenus à un agrément sur les contours d'un IMoSEB, mais pas encore vraiment sur un IMoSEB.





De gauche à droite : Maxime Thibon (Chargé de mission IFB/ Processus consultatif vers un MoSEB), Anne Larigauderie (directrice exécutive du programme Diversitas ; Processus consultatif vers un IMoSEB), Alfred Oteng Yeboah (co-président du Comité exécutif du Processus consultatif vers un IMoSEB) et Didier Babin (Chargé de mission IFB / Secrétaire exécutif du Processus consultatif vers un IMoSEB) à Alotau (Papouasie Nouvelle Guinée) en octobre 2007.

La Déclaration de Montpellier, diffusée ici, a ainsi eu pour vocation de circonscrire le positionnement d'un tel mécanisme. Les besoins, la reconnaissance de ces besoins, les principes directeurs d'une ou plusieurs missions, un certain nombre de caractéristiques ont été identifiés. Surtout, le projet a été approfondi jusque dans l'agenda international et politique, par la proposition d'un processus de négociation que je vais préciser. Globalement, le CPI a envisagé la création d'un nouveau mécanisme à l'interface des sciences politiques, qui viserait la mise à disposition des expertises scientifiques sur la biodiversité vis-à-vis de tout type de décideur, privé et public. Pour cela, le mécanisme s'appuierait sur un réseau mondial de scientifiques et de détenteurs de connaissances. Il serait en capacité de délivrer rapidement une expertise scientifique sur des questions précises, notamment en cas de crise écologique : maladie émergente, invasion biologique ou pollution dramatique. Pour mettre en œuvre un tel mécanisme, la structure adéquate serait certainement hybride, avec une forte composante intergouvernementale ; elle intégrerait en outre d'autres parties prenantes de la biodiversité, des organismes internationaux, des conventions et des grandes ONG.

La prochaine étape, celle qui planifiera l'IMoSEB ou l'idée d'un tel mécanisme, sera constituée par la convocation à une réunion intergouvernementale, sous l'égide du programme des Nations unies pour l'environnement. Durant cette conférence et si la décision

de mettre en place un IMoSEB est prise, les modalités de gouvernance, de fonctionnement et de financement de la structure seront discutées.

En France, nous avons eu le plaisir d'accueillir madame Nathalie Kosciusko-Morizet, secrétaire d'Etat à l'écologie, laquelle a clos les débats du CPI à Montpellier en novembre 2007. De plus, nous avons été reçus à l'issue du CPI par madame Valérie Pécresse, ministre de la recherche et de l'enseignement supérieur, afin de préciser l'état d'avancée du processus et d'envisager la poursuite de la réflexion par les différents ministères français.

### Prochaines étapes

Au processus de consultation vers un IMoSEB, devra succéder, réellement, un IMoSEB. Dans cette perspective, j'estime que nous nous dirigeons vers une étape encore plus délicate, mais beaucoup plus concrète. Nous sommes parvenus au partage international d'une idée, laissant derrière nous l'hypothétique « coup monté des Français ». En effet, cette idée est largement acceptée. Il conviendra alors de susciter une attente par rapport à ce mécanisme et de négocier avec tous ceux qui pourraient ressentir des difficultés.

Ma vision personnelle des prochaines étapes est concentrée sur la manière dont nous allons préparer et convoquer la réunion intergouvernementale, ainsi que

sur le développement de contenus, d'outils et de produits pour le réseau d'un IMoSEB. Il s'agira également de poursuivre les consultations, de préparer les négociations, de mobiliser l'ensemble des partenaires et de renforcer l'audience politique et médiatique vis-à-vis de notre initiative.

Dans ce dessein, nous disposons d'ores et déjà de quelques repères dans l'agenda international. 2008 sera effectivement l'année du passage à l'action. Par exemple, en février 2008, se déroulera la réunion scientifique de la Convention sur la diversité biologique. En mai, nous serons partie prenante de la Conférence des parties de cette même Convention. Le congrès mondial de l'IUCN aura lieu en octobre à Barcelone et nous y présenterons les avancées nouvelles d'un IMoSEB. En France, puisque la communauté internationale nous a demandé officiellement de poursuivre le projet, nous devons envisager cette réflexion sous l'angle de modifications et d'une transformation éventuelle de l'IFB en fondation. Dans le cadre du *Grenelle de l'environnement*, l'IMoSEB constitue un des éléments les plus importants en matière de politique internationale. Enfin, à partir de juillet 2008 et jusqu'en décembre, la présidence de l'Union européenne sera française et il sera alors opportun de concrétiser un certain nombre d'axes.

Pour tout ce que nous avons vécu depuis maintenant presque trois ans, je tiens à remercier

l'ensemble du Secrétariat exécutif, Maxime Thibon, Anne Larigauderie, ainsi que Stéphanie Guinard et Sabine Brels qui s'y sont succédées, et également notre stagiaire américain Chad Monfreda. Sans leur aide, rien n'aurait pu se réaliser. C'est par conséquent une toute petite équipe de trois à quatre personnes qui a réussi à mobiliser de nombreux partenaires. Sur les seules consultations régionales, nous avons rencontré plusieurs centaines de personnes, issues de 73 pays. Le processus IMoSEB est aujourd'hui connu sur le plan international.

Je souhaitais également remercier Jacques Weber mais j'hésite à le faire car ce dernier nous a entraînés dans une certaine « galère » durant deux ans et demi. Pour le moins, je le remercie de la confiance qu'il nous a accordée et je le félicite pour sa témérité.

Je remercie aussi les collègues du ministère de la recherche et de l'enseignement supérieur, du ministère de l'environnement, ainsi que du ministère des Affaires étrangères, qui ont joué un rôle extrêmement important en termes de soutien financier, politique et diplomatique.

Enfin, je voudrais ajouter que le travail considérable qui a été initié sera suivi d'autres perspectives. Nous devons redoubler nos efforts, ainsi que le soutien à cette initiative dans les mois ou, même, dans les semaines à venir. ■

### Questions de la salle

**Michèle TIXIER-BOICHARD**, responsable du département Biotechnologies, ressources, agronomie (Direction de la recherche et de l'innovation au ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche)

Je confirme en effet l'élan du mécanisme. Cette présentation est particulière puisqu'elle ne concerne pas une recherche mais un projet très ambitieux qui, je le pense, implique tous les chercheurs ici présents.

**Paul LEADLEY**, CNRS-Paris Sud

Américain, je bénéficie sans doute du droit de poser une question. Dans un article de Timothy Hirsch publié en Angleterre, nous avons lu que les Américains étaient ceux qui posent peut-être le plus de problèmes dans ces négociations et qui retardent la mise en place du mécanisme. Comment appréhendes-tu l'éventualité de tenir à l'écart, non pas tout le reste du monde, mais une partie du monde ?

**Didier BABIN**, Cirad, chargé de mission IFB

Pour ma part, il est hors de question d'isoler une partie de l'humanité ! Le département d'Etat américain faisait partie du Comité exécutif et s'est fortement impliqué au sein du Comité de pilotage, dès le début du projet, lors de la réunion de Montréal, ainsi qu'en phase finale à Montpellier. Un large soutien de la communauté scientifique américaine me paraît également évident. Cependant, le point de vue politique de ce gouvernement repose sur la volonté d'éviter des engagements multilatéraux. Nous sommes toutefois parvenus à un accord avec eux. Même si les Américains ont accusé un certain retard sur différents aspects, notamment sur l'idée d'un mécanisme tel qu'il a été présenté lors de la Déclaration de Montpellier, ces derniers ont paradoxalement admis la nécessité d'agir et de trouver des moyens appropriés. Il semblerait que le mot « mécanisme » engendre des réticences et je m'interroge sur sa traduction.

Après la publication dans *The Guardian* de l'article de Timothy Hirsch, j'ai reçu beaucoup de courriers selon lesquels le propos tenu serait excessif et trop négatif. En effet, nous sommes parvenus à un accord et, après lecture des propositions contenues par la Déclaration de Montpellier, d'aucuns constateront qu'il existe une marge de manœuvre. Les Américains eux-mêmes nous ont fait part de leur ouverture de principe, en nous laissant entendre que nous pouvions compléter l'agenda politique. Il est vrai que, pour arriver à la réunion intergouvernementale, il conviendra de concrétiser les engagements. Nous nous trouvons pratiquement dans une phase de marketing et

de développement de produits, au cours de laquelle nous proposerions au client potentiel d'acheter le contenu du paquet.

**Michèle TIXIER-BOICHARD**

Il me semble que le terme « mécanisme » peut évoquer la mise en route de toute une infrastructure ou d'une technocratie avec des budgets importants de fonctionnement, des cotisations obligatoires de la part des Etats. Nous pouvons discuter sur la réserve des Américains, suscitée par le mot « mécanisme ». J'ai eu l'occasion d'observer une attitude semblable vis-à-vis des centres de ressources biologiques (CRB) et de la mise en place d'un réseau mondial, ainsi qu'à l'OCDE. J'ai constaté que la délégation américaine craignait la mise en place d'un système très lourd. De ce fait, le groupe de travail de l'OCDE dirigé par Michel Denis sur les CRB a promu une étude pilote sur la façon de mettre en place un réseau. Cela dit, le dialogue n'est pas clos.

**Didier BABIN**

Pour compléter ce propos, je songe à une initiative, dans les suites du *Millennium Ecosystem Assessment (MA)*. Je ne l'ai pas évoqué dans mon exposé car je pensais que ce point serait de toute façon abordé mais il se trouve que cela répond à la question de Paul Leadley. Les scientifiques américains ont été très présents dans le cadre du MA, comme ils l'ont été dans le premier volet. Il nous a été explicitement demandé, et la Déclaration de Montpellier le confirme, de nous rapprocher des suites du MA, afin d'envisager la façon de composer un outil commun.

Tactiquement, nous avons tout intérêt à travailler conjointement pour renforcer l'implication des scientifiques dans la prise de conscience et l'aide aux décideurs. Le gouvernement suédois, qui finance la suite du *Millennium* reconnaît semble-t-il nos points de vue comme étant complémentaires, avec des points de recoupement et une vision globalement commune, avec des niveaux différents en matière de prise de décision. Sous cet angle, je suis relativement optimiste.

En revanche, j'insiste sur le fait que trois ou quatre personnes ne pourront pas continuer à « bricoler », en regard de la masse de travail à réaliser dans un temps très court. Je fais appel aux responsables politiques pour que des moyens soient réellement mis en œuvre. En effet, nous sommes attendus et le défi mérite d'être relevé.

Les derniers échos qui émanent de nos collègues européens indiquent que, sur l'utilité du projet, la preuve est faite et qu'il est temps de concrétiser la démarche.

**Michèle TIXIER-BOICHARD**

J'entends vos propos.

# --> Clôture officielle des journées

Patrick DUNCAN

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche

Madame la ministre de la recherche regrette de ne pouvoir assister à ces journées. Vous auriez certainement préféré sa présence à la mienne ; en ce qui me concerne, c'est un très grand honneur d'être auprès de vous et de pouvoir prononcer quelques mots à l'issue du colloque. En effet, nous savons tous que nous vivons de grands jours et que le moment est critique pour la planète. Il y aurait donc beaucoup à dire. J'ai choisi de traiter trois sujets :

- le bilan de l'IFB et les perspectives en décembre 2007, brillamment résumé par Jacques Weber il y a quelques instants ;
- la synthèse de 2007, année des consultations stratégiques ;
- les actions concrètes pour avancer en 2008.

Le bilan de l'IFB montre des progrès considérables, surtout si l'on songe que sept ans se sont écoulés depuis sa création. « Sept » est un chiffre symbolique et cette mention devrait plaire à Jacques Weber. Depuis ses débuts, l'IFB a réussi une mission capitale : le soutien efficace à la recherche, en interface avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) et autres organismes pour le montage des programmes. L'IFB a surtout développé une dimension européenne (réseau Biodiversa) et internationale, soit les deux pans appropriés à la recherche d'aujourd'hui. L'Imoseb (International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity) a été largement présenté et chacun s'accorde à reconnaître l'extraordinaire intérêt de cette plate-forme.

Lundi 10 décembre, des décisions importantes seront prises pour l'avenir de l'IFB dans la perspective d'une Fondation pour la recherche sur la biodiversité, que nous suivrons de près.

Autre point essentiel, souligné par Jacques Weber : l'IFB n'a pas seulement aidé à la production de connaissances, mais a aussi favorisé la création d'outils de valorisation et de transfert des informations vers les acteurs. Harold Levrel vous a présenté un ouvrage sur les indicateurs qui tient une place essentielle, en tant qu'outil, dans l'avancée de notre démarche.

Par ailleurs, l'IFB est devenu le lieu de rencontre des personnes qui œuvrent dans le secteur de l'écologie, de la gestion durable et de la conservation de la biodiversité.

Toutes ces avancées et la qualité de ce travail résultent d'un processus de longue haleine, engagé par les instances de l'IFB, par le Conseil de groupement, par le Comité de suivi et par la Direction de l'IFB, en particulier pour les aspects stratégiques. Jacques Weber m'a devancé mais je voudrais souligner l'implication de toute l'équipe qui a concrétisé plusieurs actions. Tirons un grand coup de chapeau pour tout ce qui a été mené à terme. Les cinquièmes journées de la biodiversité nous ont permis de voir et de toucher de près la réalité. Je remercie chaleureusement les organisateurs des ateliers, ceux qui ont assuré les présentations primordiales ainsi que celles des programmes de l'ANR. La coordination inhérente à ces journées est l'œuvre de Maryvonne Tissier et a été concrétisée par l'équipe qui vient de nous être présentée. Bravo pour la qualité de tous les ingrédients nécessaires à cette composition mise en exergue, hier soir, par un cocktail d'une qualité fort appréciable. En conclusion de ce premier point, l'IFB a fourni un travail de qualité, créatif, efficace et, surtout, sympathique à tout point de vue. Je tiens à témoigner les félicitations de toute part vis-à-vis du directeur de l'IFB, Jacques Weber et à le remercier pour son implication totale. Sans lui, nous ne serions pas parvenus au stade dont nous nous réjouissons. Ses décisions stratégiques sont à l'origine des résultats qui vous ont été présentés.

Le deuxième point que je souhaite évoquer concerne les consultations et les décisions stratégiques de 2007. L'IFB construit actuellement une nouvelle stratégie, présentée par Bruno David, qui sera approfondie en 2008. De plus, l'IFB dispose depuis peu d'une structure grâce à laquelle les dernières consultations se recouvrent. Jacques Weber a lancé une perche concernant les membres fondateurs et le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières). L'accent est mis sur la recherche de l'organisation la plus adéquate possible, afin d'initier un chapitre supplémentaire dans l'histoire de l'IFB. Le mot-clé de cette structure ne sera ni *hiérarchie*, ni *fixation*, mais *évolution*. De sept fondateurs prévus à l'origine, nous passons à huit. Le BRGM est très intéressé par la biodiversité pour la gestion de l'eau et pour assurer sa qualité. En route, d'autres organismes rejoindront la fondation. Il me paraît évident que cela doit concerner les organismes de recherche en lien avec la santé. La place réservée à l'écologie dans la biologie de la santé doit être

## Clôture officielle des journées

élargie. Le *Grenelle de l'environnement* a représenté un événement majeur car il a ouvert, cette année, une nouvelle consultation de grande portée. 2007 s'achève sur une vision claire de la route qui se trouve devant nous. Nous allons réaliser les missions qui ont été décidées en 1990, ainsi qu'en 2000 avec la création de l'IFB.

En troisième point, je vais évoquer l'avenir. Après sept ans d'existence de l'IFB, placés sous la coupe de ce chiffre symbolique, nous nous trouvons à l'aube d'une année qui sera marquée par l'importance du travail à accomplir. 2008 ne sera pas une année sabbatique. J'ai choisi de discuter avec vous sur trois chantiers : le premier concerne la stratégie, les deux autres sont plutôt techniques. Stratégiquement, il faut absolument améliorer le lien entre la recherche et l'action. Je ne suis pas le premier à énoncer ce principe mais, maintenant, il convient de le réaliser. Quelques bruits de couloirs laissent entendre que l'IFB aurait été pris en otage par des académiciens de l'écologie et de la biologie. Comme Jacques Weber dirige l'IFB je pense que ce point de vue est peu vraisemblable. Il n'en reste pas moins que des efforts restent à faire pour développer les interfaces entre le travail et l'action. Je reprends les propos de Bruno David, développés lors du précédent exposé sur la stratégie, selon lesquels nous nous trouvons dans la période de la « sixième extinction ». A l'avenir, nous devons intégrer davantage les acteurs sur le terrain dans les missions propres à l'IFB. La nouvelle structure, actuellement en préparation, prévoit la déclinaison de ce chantier. Par ailleurs, il s'agira de veiller à ce que l'IFB consolide les acquis de ces sept dernières années et développe de nouvelles actions. Voilà pourquoi une structure émergente est nécessaire, conçue comme une véritable interface pour la recherche et l'action. Nous sommes attendus sur sept chantiers :

- le rapprochement entre la communauté scientifique et ceux qui s'intéressent à la biodiversité, autant sauvage que domestique ;
- la concertation stratégique, bien au-delà des fondateurs ;
- le partenariat efficace avec les entreprises, les ONG et les acteurs sur le terrain qui se préoccupent de la biodiversité ;
- la prolongation des programmes de recherche, qui seront connectés à l'action et remarquables pour leur qualité ;

- le développement de plus-values techniques, en particulier dans le domaine juridique ou en rapport avec la conservation de la biodiversité domestique et sauvage ;
- le transfert des connaissances aux gestionnaires et le partage de l'information ;
- l'amplification des échelles européennes et internationales, les seules qui comptent pour la communauté scientifique.

Voilà les points sur lesquels se déroulent actuellement les dernières consultations sur les statuts de la future fondation, dans l'optique très prochaine d'une signature par le Premier ministre. Sur le plan tactique, pour tenir les défis ci-dessus, il manque des connaissances scientifiques essentielles. Depuis longtemps et à plusieurs reprises, cette carence est évoquée. Le *Grenelle de l'environnement* a proposé de doubler les moyens alloués à la recherche scientifique sur la biodiversité. C'est là que se trouve notre challenge tactique et technique : il est temps que nous mettions en place les mécanismes nécessaires à notre ambition. Michèle Tixier-Boichard a créé des outils efficaces, propices à la coordination interministérielle et au groupement de concertation pour le département *Biotechnologies, ressources et agronomie*. Ce groupement de concertation s'est réuni la semaine dernière afin d'améliorer la coordination interministérielle. Il sera utilisé pour développer les mécanismes qui concrétiseront la recommandation émise par le *Grenelle de l'environnement*.

Je termine mon allocution en vous donnant rendez-vous dans un an, afin de discuter les progrès effectifs des actions projetées. C'est à l'issue de ces nouvelles procédures que nous ferons la différence. Les Journées de l'IFB sont devenues un espace de rencontres capitales dans notre domaine. Je vous encourage à aller encore plus loin : pourquoi ne pas inviter à nos journées des organismes tels que la Société d'écologie française, les structures dérivées et tous ceux qui s'intéressent à la recherche pour la conservation et la gestion durable des ressources ? Envisageons désormais la science connectée à l'action ! Je vous assure de l'impulsion du ministère de la recherche : pour réussir cette démarche, il mettra en jeu tous les moyens disponibles. ■

# --> Conférence finale

Jean-Claude LEFEUVRE

Président de l'Institut français de la biodiversité

Madame Valérie Pécresse, ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, vient de s'exprimer par la voix de deux personnes, madame Michèle Tixier-Boichard et monsieur Patrick Duncan. Logiquement, je ne devrais pas prendre la parole après eux mais, puisque je l'ai, permettez-moi de les remercier chaleureusement d'être présents parmi nous et de nous aider à construire l'avenir. A tout le moins, je devrais prononcer le discours le plus court de ma longue carrière, en annonçant simplement la clôture de ces dernières journées de l'IFB. En réalité, mesdames, mesdemoiselles, messieurs, si j'ai accepté de prendre la parole et de la garder quelques instants, malgré la fatigue que je sens chez certains, c'est pour rester plus longtemps avec vous et parmi vous. J'ai d'ailleurs très envie de vous dire qu'à la fin de ces trois journées, je souhaite être moins emphatique, je désire plutôt commencer par « chers collègues, chers amis », car cela correspond plus à l'ambiance que j'ai trouvée dans les couloirs, les pauses-café ou lors des repas pris en commun.

C'est ainsi que se créent les réseaux, que s'échangent les idées, que naissent les envies de travailler ensemble. En fait, plus les années passent, plus j'ai l'impression d'assister à la naissance d'une vraie communauté qui dépasse les clivages disciplinaires, qui franchit les appartenances à des organismes de recherche pour mieux s'associer sur des programmes de recherche qui, par définition lorsqu'il s'agit du monde vivant, doivent permettre d'analyser et de comprendre, par des regards croisés des spécialistes des sciences de la nature et de ceux des sciences de l'homme et de la société, des objets scientifiques au fonctionnement d'autant plus complexe qu'ils évoluent dans l'espace et le temps, sous l'effet tant des conditions « naturelles » qui marquent l'histoire de la Terre que sous celui des changements globaux que nous leur imposons par notre côté « espèce envahissante » et nos activités.

Je peux vous l'avouer maintenant, je n'aime pas conclure, je n'apprécie pas le mot fin. J'aime les livres qui se terminent par « et demain » ! Vous comprendrez qu'en vous annonçant que ces Journées étaient les dernières de l'IFB, ce sont vraiment les dernières mais ce n'est pas un aboutissement, c'est un nouveau départ. C'est la consécration du savoir-faire et des succès remportés par vos deux groupements d'intérêt scientifique (Gis), le BRG

et l'IFB, et leur métamorphose en une fondation scientifique pour la biodiversité qui continuera la belle aventure commencée il y a 15 ans avec vous et pour vous.

C'est en effet en 1993, un an après le Sommet de la Terre de Rio-de-Janeiro qu'est né un Programme national de la diversité biologique (PNDB) qui s'est concrétisé au CNRS par un comité scientifique, confié en responsabilité à J.-C. Mounolou – où j'ai retrouvé, entre autres, R. Barbault et J. Weber- et trois groupes de proposition et d'évaluation. C'est au même moment qu'a été créé *Diversitas* France à qui l'on doit une insertion forte dans le réseau international de la communauté française intéressée par la biodiversité. En 1997, le PNDB a été restructuré au sein du programme Environnement, vie et sociétés (PEVS). Un an plus tard, dans le cadre du Comité de coordination des sciences du vivant (1998-2000), créé par Claude Allègre au sein du ministère de la recherche, P. Vernet m'a demandé de réfléchir à la mise en place d'un groupement scientifique intitulé « le Bureau de la biodiversité » – sans doute en parallèle avec le Bureau des ressources génétiques, BRG –, en remplacement du programme national sur la diversité biologique, avec la phrase suivante dans les attendus de la mission : « ce PNDB arrive à son terme et doit être remplacé par une action de plus grande ampleur et mieux ciblée sur les problèmes considérables résultant de l'expansion de la population humaine et de ses activités industrielles ». La maturation et la prise en compte du concept de biodiversité obtenues grâce au PNDB, ont été d'un grand secours pour faire passer le message qu'il était nécessaire de créer rapidement ce bureau de la biodiversité, ce qui ne fut pas facile au sein d'un comité où l'analyse des besoins de recherche en génomique, sur les maladies infectieuses, dans le domaine des neurosciences... dominait largement, tant dans les discours que dans les budgets. Il est vrai que j'ai pu bénéficier du concours de P. Vernet et de la secrétaire générale, M.E. Eladari, ainsi que du soutien sans faille des représentants des organismes de recherche présents à ce comité, comme G. Riba, M. Dron, P. Cayré, P. Elie, G. Boëuf, P. Nival, ...

Le Bureau est devenu cet « Institut français de la biodiversité » que vous connaissez, et qui, en moins de huit ans a pu, grâce à une fédération de membres diversifiés regroupant aussi bien les organismes de recherche que des organisations interprofessionnelles, des organisations non gouvernementales et des ministères,

## Conférence finale

aider à la structuration de la communauté scientifique, favoriser les approches interdisciplinaires et faire émerger de nouveaux thèmes de recherche grâce en particulier à un conseil scientifique de qualité (qui a aidé aussi bien à l'élaboration de la stratégie nationale de recherche en biodiversité au service du développement durable qu'au lancement d'appels d'offres très incitatifs). Ces dernières années, grâce également à une liaison structurelle forte avec l'Agence nationale de la recherche (ANR), tous ces programmes ont pris une ampleur jamais atteinte dans notre domaine, grâce aux mixages disciplinaires, aux associations inter-organismes et avec des équipes européennes, prélude d'un nouveau départ. Car, ce qui est formidable, c'est que grâce à une équipe « qui en veut » et au directeur actuel, Jacques Weber, à l'activité remarquable et qui a su regarder au-delà des frontières, l'IFB a pu rapidement coordonner le réseau européen BiodivERSa et lancer avec l'ANR, dans ce cadre, un premier appel d'offres européen. Grâce à Jacques et à cette équipe remarquable que je ne peux m'empêcher de féliciter devant vous, l'IFB représente l'ensemble de la recherche française en biodiversité dans les grandes instances internationales et a fortement aidé à la mise en place de la réflexion, en assurant le secrétariat exécutif (merci à Didier Babin et à son équipe), du Mécanisme international d'expertise scientifique sur la biodiversité (Imoseb). Mais, derrière ces grands enjeux axés vers le développement d'une recherche de haute qualité reconnue par les scientifiques du monde entier (prix Marcus Wallenberg 2006 attribué par exemple à Antoine Kremer, directeur de recherche à l'Inra et premier directeur de l'IFB), se cache le désir d'être un véritable lieu d'échanges – comme en témoigne le groupe de réflexion avec l'association d'entreprises Orée –, d'assurer en permanence la diffusion de l'information scientifique – le succès remporté par le dernier cahier de l'IFB « Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ? » de H. Levrel en témoigne.

Comment, après ce schématique rappel de ce que nous avons fait ensemble au cours de ces huit dernières années, comment après ces trois jours, ne pas être optimiste et vouloir croire en l'avenir : les conférences plénières se sont révélées d'une qualité exceptionnelle, largement soulignée par vos applaudissements, et le point de départ de débats qui ont migré jusque dans les couloirs. La prise de pari tentée par l'ANR, faisant confiance à l'IFB et à une grande partie de son conseil scientifique, a été couronnée de succès : 45 grands projets acceptés sur 305 présentés, plus de 30 millions d'euros mis à disposition de la communauté scientifique. Lors de ces Journées, vous avez écouté la première série d'exposés de restitution et vous savez que nous ne sommes pas trompés : de nouvelles connaissances vont résulter de ces appels d'offres, de bons papiers vont être publiés, aidant un peu plus à la reconnaissance internationale de nos équipes. Les ateliers, lieu de présentation, de discussions et de prospectives, ont tenu leur rôle dans des domaines que nous devons

développer : changement global et biodiversité, agriculture et biodiversité, ingénierie écologique. Le développement de recherches dans ces domaines est attendu par la société.

Les changements climatiques ne sont qu'une facette de l'ensemble des changements globaux que nous avons imposé à la planète. Les conséquences de la déforestation, de l'eutrophisation, de la dissémination d'espèces dans le cadre de la mondialisation et dont certaines deviennent envahissantes et s'associent pour former de « novel ecosystems » au sens de Hobbs, se substituant à nos écosystèmes autochtones, ne peuvent plus être laissées pour compte. Nous ne pouvons pas, non plus, ne pas réfléchir à « quelle agriculture pour demain », en négligeant les conséquences déjà visibles de la régression de la biodiversité sur la durabilité des agro-écosystèmes, et en inventant d'autres modes de production, d'autres ressources. Je l'ai souvent dit dans d'autres enceintes, le 21<sup>e</sup> siècle devra être celui de la restauration, de la réhabilitation, d'un nouveau regard sur l'aménagement du territoire, tenant compte pour la première fois d'un tissu vivant qu'on ne peut laisser se déchirer, se fragmenter. Si nous ne voulons pas d'une terre en haillons, il nous faut développer une véritable ingénierie écologique. Tout cela ressort de vos discussions. Si j'ai un souhait à formuler, je dirais : garder cette envie d'échanges, vive les e-mail et internet. Il faut à tout prix développer les recherches sur la biodiversité, ce qui nécessite de renforcer la cohésion de votre communauté scientifique et de poursuivre les approches interdisciplinaires, encore et toujours.

Une nouvelle offre vous est faite, celle d'une fondation. Comme l'IFB, cette nouvelle structure qui s'appuiera sur les deux Gis, considérera qu'on ne peut parler de développement durable sans en référer en permanence au vivant. Elle confortera le rassemblement des compétences requises pour que la recherche en biodiversité s'installe définitivement au plus haut sommet d'une hiérarchie des sciences qui a peut être trop privilégié le physique, le chimique ou l'extraterrestre, en négligeant l'originalité de notre planète : la vie.

Faites que cette fondation qui aura pour mission de « favoriser au niveau national, communautaire et international, le développement, le soutien et l'animation des activités de recherche sur la biodiversité et sa valorisation », qui devra « établir un partenariat durable entre les organismes publics, les entreprises et les associations dans le domaine de la recherche en faveur de la biodiversité, de la conservation et de la gestion des ressources génétiques », puisse remplir ses missions dans les meilleures conditions possibles, en étant aussi présents et chaleureux que vous l'avez été durant ces trois Journées IFB, lorsque vous serez invités à des séminaires ou à des colloques.

Ce sera le plus bel hommage que vous rendrez à l'IFB.

Merci beaucoup pour tout. Je vous souhaite un bon retour.

Je clos définitivement les Journées de l'IFB.



Où l'on voit le président de l'Institut français de la biodiversité, Jean-Claude Lefeuvre, apporter sa touche de diversité culturelle dans une sympathique laiterie peule bororo (coopérative de femmes du Nord-Ouest Cameroun)...



Direction de la publication : Jacques Weber

Coordination : Maryvonne Tissier

Maquette et impression : Bialec, Nancy (mai 2008)

Dépôt légal n° 69168

L'imprimerie dans laquelle est réalisée cette brochure (sur papier sans chlore FSC) est certifiée Imprim'Vert





**Institut français de la biodiversité**

57, rue Cuvier // CP 41 // 75231 Paris cedex 05

Tél. 33(0)1 40 79 56 62 // <http://www.gis-ifb.org> // [mél ifb@gis-ifb.org](mailto:ifb@gis-ifb.org)