

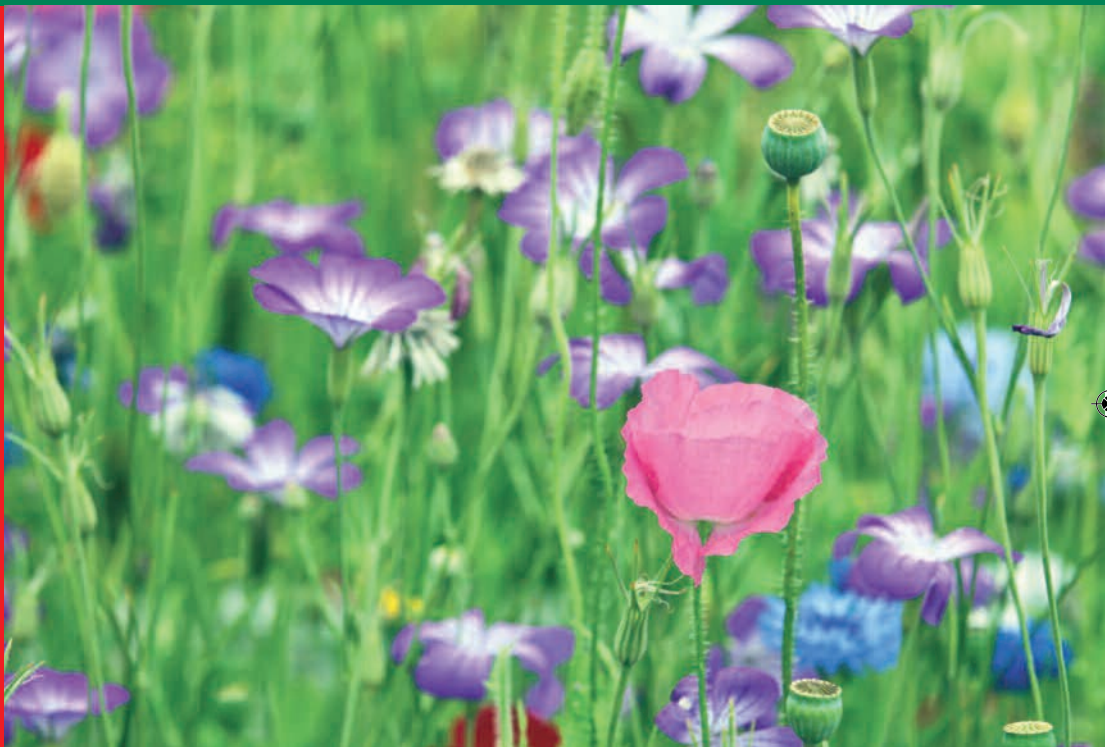
RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

ANNALES DES MINES

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT N° 68

La biodiversité



SÉRIE TRIMESTRIELLE DES
**ANNALES
DES
MINES**
FONDÉES EN 1794

*Publiées avec le soutien
du ministère de l'Économie
et des Finances*

OCTOBRE 2012
NUMÉRO 68
PRIX : 23 €
ISSN 1268-4783

ISBN 978-2-7472-2002-6



9 782747 220026

OCTOBRE 2012



ANNALES DES MINES

FONDÉES EN 1794

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

Publiées avec le soutien du ministère de l'Économie et des Finances.
Le contenu des articles n'engage que la seule responsabilité de leurs auteurs.

ISSN : 1268-4783

Série trimestrielle • n° 68 - octobre 2012

Rédaction

Conseil général de l'Économie, de l'Industrie,
de l'Énergie et des Technologies, Ministère de
l'Économie et des Finances (MEF)
120, rue de Bercy - Télédéc 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél : 01 53 18 52 68
<http://www.anales.org>

Pierre Couveinhes

Rédacteur en chef des *Annales des Mines*

Gérard Comby

Secrétaire général de la série « Responsabilité &
Environnement »

Martine Huet

Assistante de la rédaction

Marcel Charbonnier

Lecteur

Membres du Comité d'orientation

Le Comité d'Orientation est composé des membres
du Comité de Rédaction et des personnes dont les
noms suivent :

Jacques Brégeon

Collège des hautes études de l'environnement
et du développement durable, ECP, INA P-G,
SCP-EAP

Christian Brodhag

Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-
Etienne

Xavier Cuny

Professeur honoraire Cnam, Conseil supérieur
de la prévention des risques professionnels

William Dab

Cnam, Professeur

Thierry Chambolle

Président de la Commission « Environnement »
de l'Académie des technologies

Hervé Guyomard

CNRA Rennes

Vincent Lafliche

Ineris, Directeur général

Yves Le Bars

Cemagref

Patrick Legrand

Inra, Vice-Président de la Commission nationale du
débat public

Benoît Lesaffre

CIRAD

Geneviève Massard-Guilbaud

Ecole des Hautes études en sciences sociales,
Directrice d'Études

Marc Mortureux

Directeur général de l'ANSES

Alain Rousse

Président de l'AFITE

Virginie Schwartz

Directive exécutive Programmes ADEME

Membres du Comité de Rédaction

Philippe Saint Raymond

Président du Comité de rédaction,
Ingénieur général des Mines honoraire

Pierre Amouyel

Ingénieur général des Mines honoraire

Paul-Henri Bourrelrier

Ingénieur général des Mines honoraire, Association
française pour la prévention des catastrophes
naturelles

Fabrice Dambrine

Haut fonctionnaire au développement durable, MEF

Pascal Dupuis

Chef du service du climat et de l'efficacité
énergétique, Direction générale de l'énergie et du
climat, MEDDE

Jérôme Goellner

Chef du service des risques technologiques,
Direction générale de la prévention des risques,
MEDDE

Rémi Guillet

Ingénieur général des Mines, CGEJET, MEF

Jean-Luc Laurent

Directeur général du Laboratoire national de
métrologie et d'essais (LNE)

Richard Lavergne

Chargé de mission stratégique Énergie-Climat au
Commissariat général au Développement durable,
MEDDE

Bruno Sauvalle

Ingénieur en chef des Mines, CGEJET, MEF

Gilbert Troly

Administrateur de la Chambre syndicale des
Industries minières

Claire Tutenuit

Déléguée générale d'Entreprises pour
l'Environnement (EPE)

Table des annonceurs

Annales des Mines : 2^e - 3^e - 4^e de couverture et page 132

Photo de couverture

Nielles des blés, bleuets et pavots dans une jachère fleurie,
France.

Photo © J.-L. Klein & M.-L. Hubert / BIOSPHOTO

Abonnements et ventes

Editions ESKA <http://www.eska.fr>

12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris

Serge Kebabatchieff : Directeur de la publication

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35

Tarifs : voir bulletin (page 4)

Conception

Hervé Lauriot-Prévost

Iconographie

Christine de Coninck

Publicité

J.-C. Michalon - ECC

2, rue Pierre de Ronsard - 78200 Mantes-la-Jolie

Tél. : 01 30 33 93 57 - Fax : 01 30 33 93 58

Vente au numéro par correspondance et disponible dans les
librairies suivantes : Guillaume - ROUEN ; Petit - LIMOGES ;
Marque-page - LE CREUSOT ; Privat, Rive-gauche -
PERPIGNAN ; Transparence Ginestet - ALBI ; Forum - RENNES ;
Mollat, Italique - BORDEAUX.

RESPONSABILITÉ

SOMMAIRE

LA BIODIVERSITÉ

5 Éditorial
Pierre COUVEINHES

7 Avant-propos
Claire TUTENUIT

1. Mécanismes, enjeux et aspects économiques

9
Qu'est-ce que la biodiversité ? Quels sont les mécanismes de son érosion ?
Gilles BCEUF

15
Biodiversité et développement durable :
Les enjeux de la « recapitalisation écologique »
Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS



© Bruno Cavignaux/BIOSPHOTO

21
Les services écosystémiques et leur valorisation
Xavier BONNET et Elen LEMAÎTRE-CURRI

29
La fiscalité de la biodiversité
existe-t-elle ?
Guillaume SAINTENY



© Thierry Dudoit/EXPRESS-REA

35
La stratégie nationale pour la biodiversité
Odile GAUTHIER et Paul DELDUC

40
La stratégie nationale pour la biodiversité :
un progrès vers le pluralisme et la diversité
dans la prise de décision collective
Michel JUFFÉ

2. Agriculture, aménagement du territoire et biodiversité

44
Agricultures et biodiversité : des futurs liés
Marion GUILLOU et Claire ROGEL-GAILLARD

53
Les défis de la découverte de l'origine
de la pomme
Catherine PEIX

60
Abeilles et biodiversité
Discussion entre Philippe LECOMPTE et Claire TUTENUIT

64
Les politiques agricoles en faveur de la biodiversité
Eric GIRY

& ENVIRONNEMENT

Octobre 2012 ♦ Numéro 68

72

La compensation écologique : « Si possible », selon la loi de protection de la nature de 1976. Une obligation, pour nous
Laurent PIERMONT et Philippe THIÉVENT

77

Biodiversité et infrastructures linéaires : la contribution de RTE à la Trame verte et bleue
Jean-François LESIGNE

3. Science, industrie et biodiversité

87

Les interfaces entre la communauté scientifique et la société civile
Ou la nécessité d'un dialogue entre science et société, autour des enjeux de biodiversité
Hélène LERICHE

92

Les entreprises, acteurs de la biodiversité
Claire TUTENUIT



© INRA/ Nicolas MORISON

101

L'irréductible diversité des indices et indicateurs de biodiversité
Denis COUVET

107

Comment sensibiliser le grand public pour qu'il intègre la biodiversité dans ses comportements ?
Allain BOUGRAIN-DUBOURG



© R. JUMEL

113

L'évaluation de la nature et des écosystèmes : le cas du Royaume-Uni
Jean-Philippe LAFONTAINE

Le dossier est coordonné par Claire TUTENUIT

BULLETIN D'ABONNEMENT

A retourner accompagné de votre règlement
aux Editions ESKA <http://www.eska.fr>
12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris
Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35

Je m'abonne pour 2013, aux Annales des Mines

Responsabilité & Environnement

4 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 89 €	<input type="checkbox"/> 109 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 117 €	<input type="checkbox"/> 141 €

Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles

8 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 171 €	<input type="checkbox"/> 206 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 215 €	<input type="checkbox"/> 278 €

Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles + Gérer & Comprendre

12 numéros	France	Etranger
au tarif de :		
Particuliers	<input type="checkbox"/> 219 €	<input type="checkbox"/> 276 €
Institutions	<input type="checkbox"/> 324 €	<input type="checkbox"/> 387 €

Nom

Fonction

Organisme.....

Adresse

.....

Je joins : un chèque bancaire
à l'ordre des Editions ESKA
 un virement postal aux Editions ESKA,
CCP PARIS 1667-494-Z
 je souhaite recevoir une facture

DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines
120, rue de Bercy - Télédod 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks
disponibles, un numéro spécimen :

de la série **Responsabilité & Environnement**
 de la série **Réalités industrielles**
 de la série **Gérer & Comprendre**

Nom

Fonction

Organisme.....

Adresse

.....

Publié par
**ANNALES
DES
MINES**
Fondées en 1794

Fondées en 1794, les Annales des Mines comptent parmi les plus anciennes publications économiques. Consacrées hier à l'industrie lourde, elles s'intéressent aujourd'hui à l'ensemble de l'activité industrielle en France et dans le monde, sous ses aspects économiques, scientifiques, techniques et socio-culturels.

Des articles rédigés par les meilleurs spécialistes français et étrangers, d'une lecture aisée, nourris d'expériences concrètes : les numéros des Annales des Mines sont des documents qui font référence en matière d'industrie.

Les Annales des Mines éditent trois séries complémentaires :

**Responsabilité & Environnement,
Réalités Industrielles,
Gérer & Comprendre.**

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* propose de contribuer aux débats sur les choix techniques qui engagent nos sociétés en matière d'environnement et de risques industriels. Son ambition : ouvrir ses colonnes à toutes les opinions qui s'inscrivent dans une démarche de confrontation rigoureuse des idées. Son public : industries, associations, universitaires ou élus, et tous ceux qui s'intéressent aux grands enjeux de notre société.

RÉALITÉS INDUSTRIELLES

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* fait le point sur un sujet technique, un secteur économique ou un problème d'actualité. Chaque numéro, en une vingtaine d'articles, propose une sélection d'informations concrètes, des analyses approfondies, des connaissances à jour pour mieux apprécier les réalités du monde industriel.

GÉRER & COMPRENDRE

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* pose un regard lucide, parfois critique, sur la gestion « au concret » des entreprises et des affaires publiques. *Gérer & Comprendre* va au-delà des idées reçues et présente au lecteur, non pas des recettes, mais des faits, des expériences et des idées pour comprendre et mieux gérer.

L'INDUSTRIE
AU
CONCRET

Éditorial

Par Pierre COUVEINHES

Ce numéro de Responsabilité & Environnement a pour thème la biodiversité, un sujet auquel la conférence environnementale des 14 et 15 septembre derniers a porté un intérêt tout particulier. En effet, une des cinq tables rondes organisées dans le cadre de cette conférence y a été consacrée, et tout un ensemble de mesures a été annoncé, parmi lesquelles la mise en place prochaine d'une Agence nationale de la biodiversité.

Il semble en effet urgent de passer à l'action : selon des chiffres cités par Gilles Bœuf dans son article, la disparition des espèces s'effectue actuellement à un rythme de cent à mille fois plus rapide que ce que les paléontologues ont calculé pour les cinquante derniers millions d'années !

Les causes de ce véritable effondrement de la biodiversité (dans lequel certains auteurs voient la sixième « Grande Extinction » d'espèces de l'histoire de notre planète) semblent maintenant bien identifiées : les experts s'entendent pour y voir les effets conjugués de l'artificialisation des sols, de la pollution, de la surexploitation des ressources naturelles, de la dissémination anarchique d'espèces partout sur la planète et, enfin, du changement climatique. Mais pourrions-nous agir assez vite pour enrayer ces évolutions inquiétantes avant que la biodiversité n'ait été irréversiblement érodée ?

La prise de conscience du phénomène ne remonte qu'à quelques décennies. Le terme de biodiversité est lui-même récent : créé dans les années 1980 par des scientifiques, il n'a commencé à se répandre dans le grand public qu'après le Sommet de la Terre tenu en 1992 à Rio-de-Janeiro. Tout d'abord, conformément à l'étymologie, on a nommé « biodiversité » la diversité de la fraction vivante de la nature.

Mais comme le souligne Odile Gauthier, le sens de ce mot a progressivement évolué, son acception s'est élargie au point qu'il désigne désormais le monde vivant dans son ensemble, au-delà d'une de ses caractéristiques particulières. Ainsi, dans le discours public, le terme de biodiversité s'est peu à peu substitué à celui de nature. Mais avec une différence fondamentale : il s'agit d'une nature dans laquelle l'homme a retrouvé sa place. Encore fréquemment, la nature est présentée comme un cadre donné à l'homme, mais celui-ci (contre toute logique) n'est pas considéré comme en faisant réellement partie : dans ces conditions, la nature ne peut être protégée convenablement qu'en en excluant l'homme...

La notion de biodiversité permet un changement complet de perspective : l'homme est réintroduit dans la nature et, avec lui, ses interactions avec le reste du vivant. Certes, l'espèce humaine porte une lourde responsabilité dans la disparition récente d'un grand nombre d'espèces. Mais à d'autres époques, l'action de l'homme a contribué, au contraire, à l'essor de la biodiversité. Ainsi que l'indique Eric Giry, les espaces ouverts les plus riches en espèces animales et végétales ont bien souvent été créés par l'activité agricole. C'est le cas notamment des bocages et de leurs haies, des terrasses cultivées et des alpages d'altitude. Aujourd'hui même, la construction et l'entretien de lignes électriques, s'ils sont convenablement menés, peuvent permettre un accroissement local de la biodiversité, comme nous l'apprend l'article de Jean-François Lesigne.

Ce changement de perspective a des implications considérables dans le domaine du développement durable. Aujourd'hui, d'aucuns soutiennent que la croissance économique et sociale (deux des « piliers » du développement durable) ne saurait être obtenue qu'au détriment du

capital naturel (le troisième pilier). Symétriquement, d'autres affirment que le maintien du capital écologique exigerait une croissance zéro, ce qui pose des problèmes inextricables, les pays moins développés souhaitant légitimement voir s'accroître le niveau de vie de leur population.

Bernard Chevassus-au-Louis démontre qu'il est possible d'échapper à ce choix entre deux options peu engageantes, en faisant de la biodiversité un fondement central du développement durable. Il donne plusieurs exemples concrets qui montrent que la restauration du capital écologique peut devenir une source d'activité économique, que le capital écologique peut alimenter le développement économique et social sans être pour autant « consommé ».

Les enjeux financiers de la biodiversité sont mal connus, mais ils sont certainement considérables. La France est aujourd'hui la première destination touristique au monde grâce, en particulier, au charme et à la diversité de ses paysages. Notre pays pourra-t-il conserver durablement cette position (et l'activité économique correspondante) si l'artificialisation des sols, qu'encourage une fiscalité locale inadaptée, se poursuit au rythme actuel ?

Le même raisonnement peut être tenu en ce qui concerne les produits de l'industrie et de l'agriculture. Dans son article, Claire Tutenuit relève fort judicieusement que les consommateurs manifestent de plus en plus une demande de diversité. Un exemple caractéristique est celui du vin, second poste d'exportation bénéficiaire de notre pays. Selon l'Institut national de l'origine et de la qualité, l'INAO, la France produit non moins de 3 420 vins différents regroupés sous 460 appellations. Il me paraît significatif que les plus grands crus adoptent aujourd'hui de manière quasi systématique (mais sans toujours le faire savoir) des méthodes de production biologiques, voire biodynamiques. Le but ainsi visé est d'exprimer la quintessence de la typicité d'un terroir et d'un cépage, grâce à l'entretien de sols vivants, riches en microorganismes, à la réduction au minimum de l'usage d'intrants agricoles, etc.

L'on retrouve ici les analogies entre développement durable et stratégie du luxe, qu'avait mises en évidence Vincent Bastien dans un numéro des Annales des Mines paru il y a deux ans (1) : authenticité, ancrage dans le territoire, savoir-faire (mais aussi surcoût, qu'il faut arriver à couvrir).

Pays aux trois cents variétés de fromages, la France n'a-t-elle pas tous les atouts en mains pour devenir le pays phare de la biodiversité ?

Note

(1) « La stratégie du luxe : un point fort pour la France / une stratégie d'entreprise pour le monde qui advient », *Réalités industrielles* de mai 2010.

Avant-propos

Par Claire TUTENUIT*

Les *Annales des Mines* s'intéressent à la biodiversité : certes les carrières connaissent depuis longtemps les exigences du réaménagement, mais de là à inspirer un numéro de la série *Responsabilité & Environnement* ? À la réflexion, cet intérêt est plutôt révélateur d'une attitude particulière vis-à-vis de la nature, commune à l'exploitation des mines et au développement souhaité par les personnes soucieuses de biodiversité. L'exploitation des mines diffère en effet des autres activités économiques par au moins deux facteurs :

- ✓ **Révéler ce qui est caché** : les richesses minières ne se voient pas, un lourd effort de recherche est nécessaire pour les trouver, puis pour juger si elles seront exploitables ou pas... La biodiversité relève de la même approche : une connaissance approfondie des fonctionnements de la nature est un préalable à son exploitation prudente ;
- ✓ **Une attitude différente face à l'imprévisibilité de la nature** : la nature est pleine d'imprévus ; pour les gérer, les hommes ont choisi deux voies différentes. Dans le domaine de la construction, dans l'industrie et en agriculture, ils ont cherché à s'affranchir de la nature, à la soumettre aux objectifs humains, à prendre leur indépendance vis-à-vis des contraintes qu'elle impose : on ajoute des engrais ; on irrigue pour éviter les risques de sécheresse ; on construit des ouvrages pour se protéger des risques naturels, faciliter la circulation, produire. Dans les mines, au contraire, il s'agit d'utiliser la nature pour un coût aussi faible que possible, donc au moindre effort, en limitant autant que faire se peut les risques et l'impact humain sur le milieu.

La différence entre les deux approches est profonde. Elle a été perçue de longue date, et imagée avec humour par Jean Giraudoux, dans son livre *Suzanne et le Pacifique*. Celui-ci dépeint une naufragée sur une île déserte, qui, à l'opposé du *Robinson Crusoé* de Daniel Defoe, avec ses hangars de céréales, se transforme en une sirène nacrée, vivant dans une harmonie fusionnelle avec la nature paradisiaque qui l'entoure.

De la révolution des Lumières à la conférence de Rio-de-Janeiro en 1992, l'humanité a surtout suivi la première approche, celle de Robinson Crusoé : la science a été orientée vers l'artificialisation ; les sociétés humaines se sont développées en îlots de civilisation reliés par des routes permettant de s'extraire autant que possible de la nature, de la boue, des côtes, des obstacles et des rivières. Le monde a changé pendant ce temps : la civilisation a si bien réussi, l'humanité a tellement crû, que cette résille de civilisation au milieu d'une nature sauvage a basculé du point de vue topologique. C'est aujourd'hui un défi que de reconstituer une Trame verte et bleue au milieu d'une Europe presque entièrement artificialisée, de laisser à l'état naturel des

zones d'une surface suffisante pour laisser une chance aux évolutions de la biodiversité non gérées par l'humanité. La biodiversité décroît rapidement, on parle même de « sixième extinction » et on se demande si l'humanité y survivra.

La seconde approche, dont l'ambition est de prospérer à moindre impact et à moindre risque, en respectant autant que possible la nature, peut-elle arrêter l'érosion en cours ? C'est peut-être le sens de l'intérêt quelque peu inattendu que les *Annales des Mines* témoignent à la biodiversité. C'est en tout cas le thème général qu'explore ce numéro de la revue.

Il porte à la fois un émerveillement devant les fonctionnements de la nature (comme dans l'article consacré à la biodiversité de la pomme), des réflexions sur les modes d'organisation humains qui pourraient permettre de concilier la prospérité avec la pérennité de nos civilisations, et des témoignages de personnes s'étant déjà confrontées à la réalité de l'action.

La prise de conscience intervenue dans les vingt dernières années a été en effet suffisamment générale pour que, dans toutes les parties de la société, certains s'interrogent sur leur rôle possible pour préserver la biodiversité.

Ce numéro commence donc par deux articles de savants : celui de Gilles Bœuf, qui nous alerte sur l'érosion de la biodiversité, ses causes et ses ressorts, et celui de Bernard Chevassus-au-Louis, qui nous propose des principes nouveaux d'utilisation de la nature, avec l'accroissement du capital écologique comme ambition politique.

La biodiversité relevant d'une responsabilité collective, une première partie est consacrée aux politiques publiques. La réflexion du ministère chargé de l'écologie a conduit à l'adoption d'une Stratégie nationale pour la biodiversité, dont une seconde version a été approuvée en 2011 ; elle est présentée par Odile Gauthier, directrice de l'eau et de la biodiversité, et commentée par Michel Juffé, qui estime qu'elle devrait faire l'objet d'un portage politique plus ambitieux et s'appliquer plus largement à tous les secteurs de l'action publique.

La recherche de dispositifs institutionnels efficaces pour orienter les comportements des acteurs dans un sens plus favorable à la biodiversité a conduit dans le monde à de nombreux travaux sur la valorisation possible de la biodiversité. Les articles de Xavier Bonnet et d'Elen Lemaître-Curri, d'une part, et de Jean-Philippe Lafontaine, d'autre part, font apparaître deux approches contrastées : d'une part, le souci d'adaptation aux contextes locaux, au risque d'être peu cohérent ou d'une non reproductibilité, et, d'autre part, le souci d'un modèle universel permettant de guider des décisions prises sur les marchés. Il y a là deux conceptions différentes de cette valorisation de la diversité, qui séparent la France et le Royaume-Uni.

Comment inscrire la biodiversité dans ce puissant outil qu'est la fiscalité, afin d'organiser les comportements des acteurs des politiques publiques nationales et locales ? L'article de Guillaume Sainteny montre la difficulté d'une telle ambition dans le contexte français.

La seconde partie de ce numéro de *Responsabilité & Environnement* est consacrée à la biodiversité des grands espaces, et aux acteurs ayant des influences fortes par la taille des surfaces qu'ils marquent de leur empreinte. Marion Guillou et Claire Rogel-Gaillard, tout d'abord, s'interrogent sur une nouvelle révolution agricole à conduire, qui serait « doublement verte » (la première révolution verte ayant été fondée sur une artificialisation des sols), avec un rôle plus important laissé à la nature dans les pratiques agricoles de fertilisation et de régulation des cultures. Les chercheurs de ce secteur progressent dans cette direction.

Aujourd'hui, il s'agit aussi de protéger les grands écosystèmes identifiés comme utiles, des forêts de pommiers du Kazakhstan décrits par Catherine Peix, aux abeilles, sauvages et domestiques, aujourd'hui menacées dans le monde entier, et dont Philippe Lecompte évoque les enjeux et les difficultés.

Il s'agit, enfin, de protéger les terres agricoles et les derniers espaces naturels contre la pression de l'urbanisation, l'étalement urbain. Les acteurs de la gestion des infrastructures linéaires ont bien compris cet enjeu et commencent à accumuler expérience et savoir-faire pour tirer le meilleur parti de leur cohabitation avec les milieux tant agricoles que naturels. Les premières initiatives françaises pour compenser cette artificialisation sont décrites par Laurent Piermont et Philippe Thiévent, qui en analysent les conditions de succès mais aussi les limites.

La troisième partie du numéro élargit encore la perspective et vise à montrer que chacun peut agir dans ses activités en faveur de la biodiversité, seul ou en coopération.

La communauté scientifique est confrontée à des choix de priorité difficiles, sollicitée qu'elle est par des acteurs très divers, soucieux de comprendre les fonctionnements des écosystèmes et leurs interactions avec les activités humaines. En parallèle, il lui est demandé d'apporter rapidement des réponses à la question du *Comment faire autrement ?* Toutes les disciplines ont quelque chose à apporter et devraient être mobilisées, mais Hélène Leriche montre les

difficultés rencontrées pour définir les priorités de la recherche face à l'ampleur des enjeux et aux innombrables voies de recherche, dont chacune paraît indispensable.

Denis Couvet explore une voie particulière de recherche : la connaissance de la biodiversité elle-même. Quels sont les indicateurs pertinents pour évaluer son état, quels sont les indicateurs utiles aux différents acteurs, comment organiser un langage commun, une communication ? A réduire le nombre d'indicateurs, on risque de réduire la biodiversité elle-même...

De leur côté, des entreprises de tous les secteurs ont commencé à prendre des initiatives favorables à la biodiversité. Les expériences des membres d'Entreprises pour l'Environnement (EpE) montrent une diversité de modes d'intervention qui, s'ils sont prévus et mis en œuvre en amont des activités industrielles, peuvent apporter beaucoup à la biodiversité et ce, pour un faible coût, voire en améliorant la rentabilité des projets.

Enfin, Allain Bougrain-Dubourg interpelle chacun d'entre nous, tant il est vrai que l'action de chaque personne peut avoir un impact positif. Il pose une bonne question : sommes-nous prêts à adapter nos comportements pour les rendre plus favorables à la biodiversité ? Comment nous y entraîner ?

La relecture de ce numéro fait apparaître certaines lacunes : il aurait certainement été intéressant de présenter plus en détail, entre autres, le droit de l'environnement, la gestion des espaces naturels protégés, les politiques européennes, la pêche et les océans, le biomimétisme, les négociations internationales, l'assurance des risques, la protection des espèces menacées, la création de l'IPBES (plateforme scientifique intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques), l'adaptation au changement climatique... Bien d'autres auteurs auraient pu intervenir de façon tout aussi passionnante : scientifiques, représentants d'autres ONG, diplomates, élus mobilisés...

Il ne reste donc plus aux *Annales des Mines* qu'à réinviter très vite la biodiversité à investir ses colonnes !

Note

* Délégué général d'EpE.

Qu'est-ce que la biodiversité ? Quels sont les mécanismes de son érosion ?

Par Gilles BOEUF*

Les Nations Unies avaient déclaré l'année 2010 « Année internationale de la biodiversité », suite à la résolution adoptée en juin 2002 au Sommet de la Terre à Johannesburg qui avait eu la prétention de freiner, voire de stopper (!), l'érosion de la biodiversité pour 2010. Or, toutes les constatations faites en 2010, et ce dès la Conférence de l'Unesco tenue à Paris en janvier de la même année, ont montré que la situation n'avait jamais été aussi préoccupante.

La Vie a été capable de différencier, depuis ses origines, il y a quelque 3,85 milliards d'années dans l'océan ancestral, une infinité de formes d'organismes vivants qui se sont « associées », dans tous les sens du terme, pour construire des écosystèmes en relations étroites avec leur environnement.

On peut estimer que sur ce long laps de temps, le vivant a été capable d'élaborer largement plus d'un milliard d'espèces, qui sont apparues et qui ont, pour certaines, disparu, avec leur diversité de formes, de tailles, de couleurs, de mœurs, de spécificités, de traits d'histoire de vie, d'adaptations... Nous évaluons à environ 1 ou 1,5 % de toutes ces espèces celles qui nous accompagnent encore actuellement.

Mais, aujourd'hui, un cri d'alarme est lancé : la biodiversité est entrée dans une phase d'érosion beaucoup trop forte, en fait depuis une époque très récente de l'histoire de la Terre, celle dénommée par le Prix Nobel de chimie de 1995, P. H. Crutzen, « l'anthropocène » (CRUTZEN et STOERMER, 2000).

Faisant suite à l'holocène (terme proposé par C. Lyell en 1833, « l'ère récente », située entre -18 000 et - 8 000 ans, le « tardiglaciaire »), l'anthropocène est marqué par l'influence massive de l'espèce humaine sur l'environnement.

À la suite de Denis Papin, James Watt a inventé en 1784 une machine à vapeur fiable, et un essor industriel sans précédent a débuté : pour la première fois, « l'animal cheval » a été remplacé par le « cheval-vapeur » ! Tout cela a accéléré l'exploitation des ressources énergétiques fossiles et la destruction des écosystèmes : en trois ou quatre siècles, l'être humain aura été capable d'épuiser la totalité des ressources fossiles accumulées depuis des centaines de millions d'années et aura provoqué une urbanisation multipliée par dix, associée à un décuplement de la population. Parallèlement, les progrès en matière de production agricole ont été spectaculaires.

Nous rejetons dans l'environnement des quantités de plus en plus importantes de gaz à effet de serre (vapeur d'eau, CO₂, méthane...) et de dioxyde de soufre, et nous pro-

voquons par les amendements agricoles la fixation de deux fois plus d'azote (BARBAULT, 2006). La ressource en eau est très menacée : quelles guerres, demain, pour l'accès à... l'eau potable ? L'eau, une des molécules les plus banales dans l'univers, est « oubliée » sur la Terre : c'est une erreur catastrophique (BOEUF, 2012) : n'oublions pas que nous sommes constitués pour deux tiers d'eau, et que notre cerveau l'est à hauteur des quatre cinquièmes !

Les impacts de l'humanité sur son environnement au cours de son histoire récente (50 000 ans) sont plus ou moins bien documentés dans la littérature scientifique, mais nous disposons de quelques données solides. Bien entendu, on pourra toujours dire (à juste titre) que ce sont les variations climatiques, fréquentes au cours de ces périodes, qui ont fortement contribué aux mouvements de faunes et de flores et à leur extinction partielle ou totale (BOEUF, 2008 ; BLONDEL et al., 2010). Il n'en est pas moins vrai que l'humain porte une forte responsabilité dans nombre de ces modifications. S'il a souvent apporté les conditions de la proverbiale « goutte d'eau qui fait déborder le vase », il est aussi, bien souvent, seul en cause, en particulier dans tous les écosystèmes insulaires et même sur le grand continent australien, qui n'a pas vécu de bouleversement climatique depuis très longtemps.

Durant plusieurs centaines de milliers d'années, les individus du genre *Homo* n'ont pas davantage impacté leur environnement que des mammifères omnivores de taille comparable (BOEUF, 2010), comme, par exemple, les sangliers. Mais dès la domestication du feu par *Homo erectus* vers - 800 000 ans, l'influence de celui-ci sur son environnement a été de plus en plus marquée.

Rapidement (et nous suivrons bien volontiers Lévêque et Mounolou quand ils précisent en 2001 que le « mythe du Bon sauvage » en prend un coup !), l'espèce « *sapiens* », de plus en plus technicienne, ingénieuse, intelligente, inventive et agressive, a commencé à avoir un impact inquiétant sur les milieux naturels et à dégrader son environnement, souvent d'une manière irréversible pour la biodiversité.

Ce phénomène s'accéléra considérablement lors de la « révolution néolithique » (vers 12 000 à 8 000 ans avant notre ère), avec le premier *baby boom* lié à l'arrêt du nomadisme exclusif et surtout aux premières réussites de l'élevage et de l'agriculture. Les humains s'organiseront plus tard en villages, puis en villes, vers le cinquième millénaire, et se protégeront mieux collectivement. La troisième « révolution » sera la révolution industrielle, concomitante de l'anthropocène de Paul Crutzen.

Et le phénomène continue de s'accélérer : la population humaine a plus que doublé en l'espace de cinquante ans. Après les recommandations de diverses commissions internationales depuis une vingtaine d'années, nous avons été bien incapables de freiner ou de stopper la perte de biodiversité pour 2010, tel que cela avait été proposé. Alors, la Conférence de l'Unesco, tenue à Paris en janvier 2010 dans le cadre de l'Année internationale de la biodiversité, n'a, en fait, que reporté cet objectif à 2020... Projet réaliste, ou totale utopie ? Pourquoi serions-nous capables de réussir au cours des huit années qui viennent ce que nous avons été incapables de faire durant les dix années passées ?

Il est bien clair que la biodiversité ne saurait être représentée par le seul inventaire descriptif des espèces vivantes peuplant un écosystème particulier. Cela ne décrirait que la diversité spécifique. La biodiversité, c'est beaucoup plus que cela, c'est l'ensemble des relations établies entre les divers êtres vivants et entre ceux-ci et leur environnement (BOEUF, 2008). Elle a aussi été définie comme étant toute l'information génétique contenue dans chaque unité élémentaire de diversité (BLONDEL, 2005) : un individu, une espèce, une population ou un écosystème.

La biodiversité actuelle est tout imprégnée de celle du passé : cela détermine son histoire passée, présente et future. Et cette histoire – même est déterminée par des processus qui sont eux-mêmes des composantes de la biodiversité ! En étendant le sujet scientifiquement, nous mettons aujourd'hui globalement quatre aspects dans le terme de « biodiversité » (LÉVÊQUE et MOUNOLOU, 2001 ; BOEUF, 2008) :

- ✓ a) l'étude des mécanismes biologiques fondamentaux permettant d'expliquer la diversité des espèces et leurs spécificités et nous obligeant à davantage « décortiquer » les mécanismes de la spéciation et de l'évolution,
- ✓ b) les approches plus récentes et prometteuses en matière d'écologie fonctionnelle et de biocomplexité, incluant l'étude des flux de matière et d'énergie et les grands cycles biogéochimiques,
- ✓ c) les travaux portant sur la nature « utile » pour l'humanité de par ses capacités à fournir des aliments, des substances à haute valeur ajoutée pour la fabrication de médicaments (BOEUF et KORNPROBST, 2009), de produits cosmétiques, de sondes moléculaires..., ou encore à offrir des modèles originaux et pertinents pour la recherche fondamentale et finalisée, afin de résoudre des questions agronomiques ou biomédicales (BOEUF, 2008),
- ✓ et, enfin, d) la mise en place de stratégies de conservation pour préserver et maintenir un patrimoine

naturel constituant un héritage à transmettre aux générations futures. La biodiversité, en fait, c'est le vivant dans toute sa complexité, c'est la fraction vivante de la nature.

Le terme de biodiversité est récent : créé en 1985 par W. Rosen aux Etats-Unis, puis repris par E.O. Wilson en 1986, il n'est sorti des laboratoires d'écologie qu'en 1992 lors du Sommet de la Terre à Rio-de-Janeiro. Le concept est alors parti à la conquête du grand public, des médias et du monde politique. D'un point de vue opérationnel (BLONDEL, 2005), la biodiversité est une priorité scientifique (comprendre sa genèse, ses fonctions et enrayer son érosion), un enjeu économique (ressources biologiques et génétiques à valoriser et à partager), un enjeu éthique (droit à la vie des espèces) et un enjeu social (partage des valeurs et des avantages), tous ces termes apparaissant dans la Convention sur la Diversité Biologique ratifiée à Rio en 1992, et aujourd'hui signée par 193 pays. Dès le départ, donc, les sciences de la nature et les sciences de l'Homme et de la société se sont retrouvées intimement liées, ce qui est indispensable pour comprendre, faire des propositions et avancer.

Grâce aux collections des muséums de sciences naturelles, nous connaissons environ deux millions d'espèces (tous organismes confondus : virus, bactéries, protozoaires, champignons, végétaux et animaux) et nous estimons actuellement que la diversité spécifique totale se situe dans une fourchette allant de 10 à 20 millions d'espèces.

L'imprécision extrême de ce chiffre en fait une cible de choix pour les détracteurs des questions environnementales. Et comment les écosystèmes fonctionneront-ils avec beaucoup moins d'espèces ? Lesquelles faut-il conserver, lesquelles doit-on « laisser disparaître » (comme si nous savions faire cela !). Que faut-il conserver ? Comment ? *Ex-situ* (dans des parcs, des zoos, des jardins), ou bien *in situ* (dans leur milieu naturel, dans des réserves) ?

Au rythme actuel de la description des espèces, il nous faudra de sept cents à mille ans pour simplement terminer l'énumération de la diversité spécifique. Nous n'en aurons pas le temps ! Si nous continuons comme aujourd'hui, nous aurons provoqué l'extinction de la moitié des espèces d'ici à la fin de ce siècle (BARNOSKY et al., 2011).

Une espèce sur 50 000 devrait disparaître par siècle : si nous estimons la diversité actuelle à 10 millions, cela ferait 200 disparitions au cours d'un siècle. Or, pour les seuls vertébrés, 260 espèces bien répertoriées (et nous sommes encore très loin de la réalité !) ont disparu au cours du XX^e siècle.

La perte de biodiversité des forêts tropicales est de l'ordre de 0,8 % par an pour les animaux qu'elles hébergent, et ces forêts disparaissent au rythme d'un quart de la superficie de la France par année (90 millions d'hectares ont ainsi disparu durant les années 1990, soit plus que la surface du Venezuela). N'oublions pas que ces forêts sont incluses dans les « points chauds » de la planète, des zones du monde particulièrement riches en espèces, situées dans la ceinture intertropicale.

En mer, les écosystèmes coralliens, également remarquablement bio-divers, sont eux aussi très menacés (MUMBY et



© Gilles Boeuf

Vue de la forêt tropicale guyanaise en Amazonie.

STENECK, 2008). Il est trop tard pour l'espèce qui s'est éteinte hier soir et le risque est grand de voir disparaître demain celle que nous avons décrite hier !

Comment calcule-t-on les taux de disparition d'espèces et quelles sont les causes essentielles des pertes de biodiversité ?

Dans le document du *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), les taux de disparition d'espèces ont été estimés, à partir des superficies d'habitats disparus ou dégradés, dans une fourchette supérieure de 100 à 1 000 fois à ce que les paléontologues ont calculé sur les cinquante derniers millions d'années. En 2011, He et Hubbell ont révisé ces calculs et proposent un chiffre de l'ordre de 300. Il n'est pas simple de comparer les espèces actuelles aux genres du passé ! On peut aussi se demander si un taux d'extinction représente réellement le meilleur critère d'appréciation de l'intensité de l'impact de l'humain sur les écosystèmes aujourd'hui. En mer, par exemple, moins d'une vingtaine d'espèces ont « officiellement » été déclarées éteintes, sur quelques siècles ! Beaucoup plus graves sont les effondrements de stocks et les destructions d'écosystèmes !

Les causes majeures de l'effondrement actuel de la biodiversité sont au nombre de quatre ; la première, qui en explique à elle seule les deux tiers, est la destruction et la pollution des habitats. Les autres sont la surexploitation des ressources naturelles (les ressources vivantes étant naturellement renouvelables, mais l'homme interdisant leur « renouvelabilité », les seuils d'exploitation harmonieuse étant largement dépassés), la dissémination anarchique

d'espèces partout sur la planète (la « roulette écologique »), certaines devenant des « invasives » et, enfin, le changement climatique (BARBAULT, 2006 ; BOEUF, 2008 ; WALTHER et al., 2009 ; CSPNB, 2012).

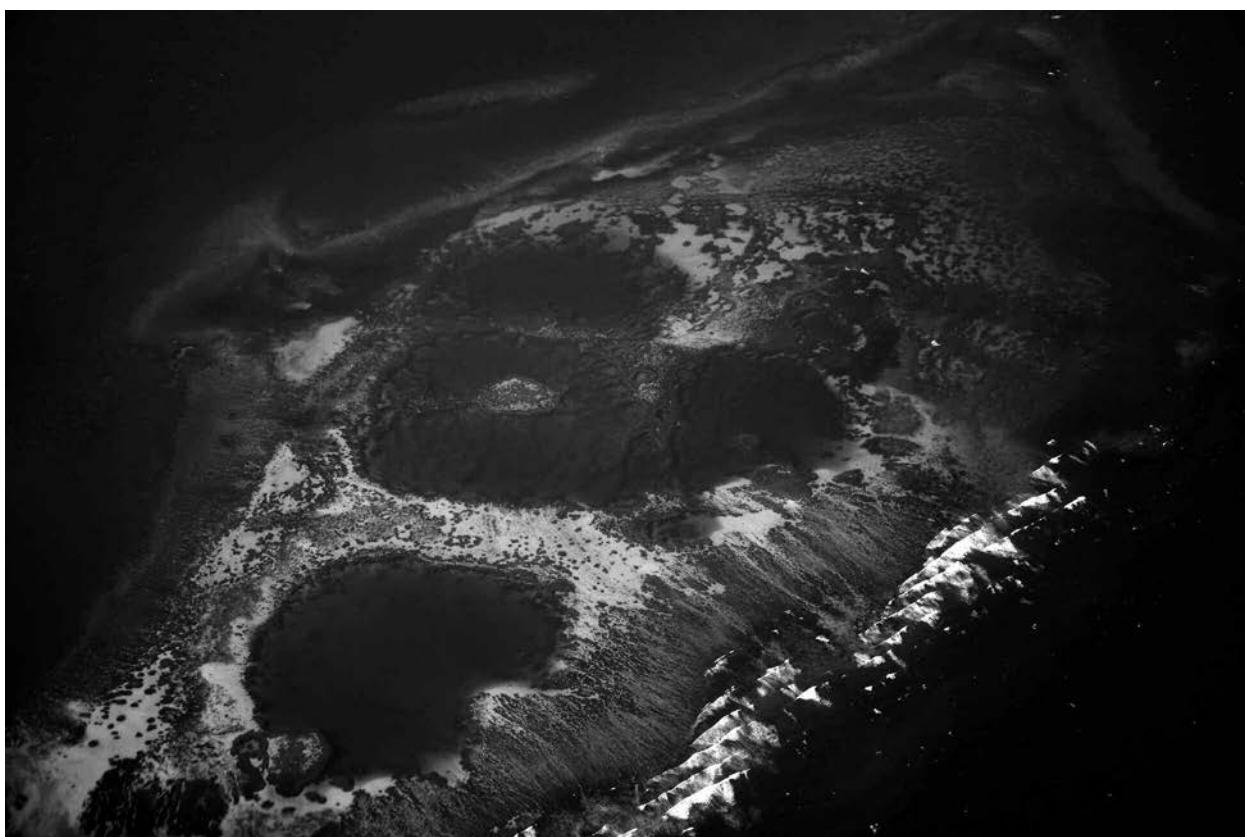
En ce qui concerne la première cause, l'expansion géographique de l'homme et sa démographie ont été liées à ses progrès agronomiques, mais il ne faudrait quand même pas imaginer aujourd'hui que la planète pourrait devenir un gigantesque agrosystème autour de mégalopoles !

Il reste les océans, et la mise en réserve de zones remarquables apparaît également fondamentale.

En matière d'urbanisation, la France perd l'équivalent de la surface d'un département tous les sept ans ! Les villes représentent aujourd'hui 8 % de la superficie de la France. On prône beaucoup actuellement la *verdisation* des villes et le retour de la nature (« la campagne à la ville ») dans des plans « biodiversité » élaborés par des grandes villes, comme celui adopté par Paris en novembre 2011.

La ville ne peut plus être regardée comme un espace non naturel et son expansion géographique régulière repose de plus en plus la question de la responsabilité de l'urbanisme dans la conservation de la biodiversité. Tout comme l'on a imposé à l'agriculture toute une série de contraintes environnementales, il faudra inclure dans les projets d'urbanisme des règles spécifiques de préservation de la biodiversité.

Le défi est immense : il faudra nourrir demain neuf milliards d'êtres humains (GUILLOU et MATHERON, 2012) sans augmenter indéfiniment les surfaces agricoles (1 500 millions d'hectares aujourd'hui), sans détruire la biodiversité, sans



© Gilles Boeuf

Le Grand Récif du Sud en Nouvelle-Calédonie.

utiliser des pesticides et des insecticides, sans gaspiller l'eau...

En ce qui concerne la pollution, il faut savoir que l'humain contamine aussi des zones où il ne vit pas ! Ainsi, l'Arctique et l'Antarctique sont massivement touchés par les PCBs, l'acidification des océans est importante même au beau milieu du Pacifique,...

La surexploitation des ressources est patente en ce qui concerne la forêt tropicale, l'équivalent d'un quart de la surface de la France disparaissant chaque année. Il en est de même dans le domaine des pêches maritimes (CURY et MISERET, 2008) pour lesquelles, malgré des moyens de plus en plus sophistiqués pour détecter les stocks de poissons et pour les capturer, les prises n'augmentent plus depuis une vingtaine d'années. Entre 50 et 90 % de tous les grands poissons pélagiques ont été éradiqués en l'espace de quinze ans ! On débarque dans les ports de moins en moins d'espèces, avec des individus de plus en plus petits. Une aquaculture soutenable tarde à se mettre en place, mais nous progressons.

Dans le monde entier, les disséminations incontrôlées d'espèces sont très préoccupantes. Par exemple, les tankers géants relarguent chaque année dans les océans 12 millions de tonnes d'eau de mer de toute origine, répandant ainsi des espèces invasives et/ou toxiques. S'échangent ainsi plus de 3 000 espèces par jour. L'étang de Thau, en France, est devenu un écosystème... japonais ! En effet, des naissains d'huîtres japonaises y ont été régulièrement introduits depuis quarante ans. 300 plantes (sur

les 300 000 connues) posent de très sérieux problèmes de prolifération, contre lesquels les cinq cent milliards d'euros dépensés annuellement pour les éradiquer s'avèrent inefficaces.

La science elle-même, qui a joué le rôle de lanceur d'alerte, peine à trouver les bonnes répliques pour faire la part des choses entre des espèces « acceptables » (qui d'ailleurs se révèlent comme telles après des temps souvent très longs) et des espèces absolument indésirables, dont certaines ont toutefois fait consensus à l'échelle de la planète (cette liste comprend des espèces bactériennes, végétales et animales). Elle a également du mal à évaluer l'ensemble des dégâts occasionnés par les invasions biologiques, qui sont pourtant souvent jugés considérables à dire d'experts. Cette difficulté est liée au manque de références antérieures sur les espèces présentes (manque d'inventaires), sur l'état de leurs populations et surtout sur celui des écosystèmes qui les accueillent, sur leur fonctionnement et sur l'ensemble des services qu'ils rendent, ce qui empêche d'évaluer correctement les dysfonctionnements et, surtout, « les services perdus ». Par ailleurs, nous ne savons toujours pas analyser finement le fonctionnement de ces écosystèmes de substitution dans lesquels dominent non pas une, mais plusieurs espèces allochtones (ou non), et qui préfigurent les écosystèmes de l'avenir, lorsque les changements climatiques s'exerceront pleinement, faisant disparaître une partie des espèces autochtones et favorisant de plus en plus l'arrivée d'espèces exotiques (LEFEUVRE, 2012).



© Denis Bringard/BIOSPOTO

Dans le monde entier, les disséminations incontrôlées d'espèces sont très préoccupantes, observation d'ambrosies, une plante sauvage envahissante et allergisante, Haute-Saône.

Les impacts du changement climatique sont aussi souvent délétères sur le maintien de la diversité biologique. La température de l'eau ou de l'air n'est pas seule en jeu, il y a aussi la remontée du niveau des océans et, localement, des phénomènes associés d'appauvrissement de l'eau en oxygène. Les espèces sont soumises à la « traque à l'habitat » ! Dans les deux hémisphères, on migre vers les pôles, tant en milieux continentaux qu'en milieux océaniques. Beaucoup de travaux publiés au début des années 2000 (cartes de répartition des espèces) sont aujourd'hui contredits par des études portant sur des séries plus longues, qui démontrent que ces espèces « n'ont pas le temps de faire la route » (BERTRAND et *al.*, 2011, DEVICTOR et *al.*, 2012), que ce soit des arbres, des papillons ou des oiseaux ! Les effets du réchauffement apparaissent de plus en plus discernables, tant sur les végétaux que chez les animaux. Le travail de Thomas et *al.*, en 2004, prévoyait l'extinction, liée à cette cause, d'un million d'espèces à l'horizon 2050. Comme bien souvent, même si les valeurs absolues des paramètres enregistrés peuvent parfois apparaître préoccupantes, c'est bien plus la vitesse et l'accélération des changements de tous ordres qui sont inquiétantes.

Aujourd'hui, après des centaines de millions d'années durant lesquelles les grands facteurs de l'environnement (la température, la salinité de l'océan, la composition de l'air,...) ont été les moteurs de l'évolution du vivant et de ses capacités adaptatives, c'est bien l'humain et son cortège d'activités qui en sont devenus le moteur essentiel !

En estimant les vitesses d'évolution des espèces, en tentant de prédire les trajectoires possibles et en planifiant ces mécanismes à l'avance, nous pourrions sans doute réduire fortement l'impact de l'humain sur les espèces et les écosystèmes, et sérieusement améliorer les coûts économiques et sociaux de nos activités sur la nature (PALUMBI, 2001). Il n'y a pas d'agriculture durable autre que l'agriculture écologique, et il n'y a pas de santé durable autre qu'écologiquement fondée (BARBAULT, 2006).

Le capital naturel ne peut indéfiniment être appauvri (BOEUF, 2010) et nous ne pouvons nous passer des services rendus par les écosystèmes. L'humain a aussi un profond besoin de communiquer étroitement avec la nature (WILSON, 2007 ; MITCHELL et POPHAM, 2009).

Une prise de conscience généralisée est en cours, mais suivrons-nous un rythme de changement de nos habitudes au moins aussi rapide que celui des changements environnementaux de tous ordres que nous déclenchons autour de nous ? Saurons-nous, au cours de ce XXI^e siècle, justifier pleinement et mériter enfin ce qualificatif de « *sapiens* » dont nous nous sommes nous-mêmes affublés ?

Note

* Président du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris ; Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire Arago, UPMC/CNRS, Sorbonne Université, Banyuls-sur-Mer, gboeuf@obs-banyuls.fr et boeuf@mnhn.fr

Bibliographie

BARBAULT (R.), *Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité*, Paris, Seuil, Science ouverte, 266 pages, 2006.

BARNOSKY (A.D.) & al., "Has the Earth's 6th mass extinction already arrived?", *Nature*, 471, pp. 51-57, 2011.

BERTRAND (R.) & al., "Lowland plant lag behind climate warning", *Nature*, doi:10.1038/nature10548, 2011.

BLONDEL (J.), *Biodiversité et sciences de la nature. Les biodiversités, objets, théories, pratiques*, Paris, CNRS Editions, pp. 23-36, 2005.

BLONDEL (J.), ARONSON (J.), BODIOU (J.Y.) & BOEUF (G.), "The Mediterranean Region: biological diversity in space and time", *Oxford University Press*, 376 p., 2010.

BOEUF (G.), « Quel avenir pour la Biodiversité ? », in *Un monde meilleur pour tous, projet réaliste ou rêve insensé ?*, sous la direction de J.-P. Changeux et J. Reisse, Paris, Collège de France/Odile Jacob, pp. 47-98, 2008.

BOEUF (G.) & KORNPROBST (J. M.), « Biodiversité et chimio-diversité marines », *Biofutur*, 301, pp. 28-32, 2009.

BOEUF (G.), « Quelle Terre allons-nous laisser à nos enfants ? », in *Aux origines de l'environnement*, sous la direction de GOUYON (P.Y.) & LERICHE (H.), Paris, Fayard, pp. 432-445, 2010.

BOEUF (G.), « L'eau dans les systèmes biologiques, évolution et biodiversité », *Biofutur*, 331, pp. 59-61, 2012.

BUTCHART (S. H. M.) et al., "Global biodiversity: indicators of recent declines", *Science*, 328, pp. 1164-1168, 2010.

CRUTZEN (P. J.) & STOERMER (E. F.), "The "Anthropocene" ", *Global Change Newsletter*, 41, pp. 12-13, 2000.

CURY (P.) & MISERET (P.), *Une mer sans poissons*, Calmann-Lévy, Paris, 283 pages, 2008.

CSPNB, *La biodiversité à travers des exemples, services compris*, tome 3, CSPNB, ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, MEEDDTL, 186 pages, 2012.

DEVICTOR (V.) & al., "Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale", *Nature Climatic Change*, DOI: 10.1038/NCLIMATE1347, 2012.

GUILLOU (M.) & MATHERON (G.), *9 milliards d'hommes à nourrir. Un défi pour demain*, François Bourin éd., Paris, 421 pages, 2011.

HE (F.) & HUBBELL (S. P.), "Species-area relationships always overestimate extinction rates from habitat loss", *Nature*, 473, pp. 368-371, 2011.

LEFEUVRE (J.C.), *Les invasions biologiques, un danger pour la biodiversité*, Buchet-Chastel, (sous presse, 2012).

LEVEQUE (C.) & MOUNOLOU (J.C.), *Biodiversité. Dynamique biologique et conservation*. Paris, Dunod, 248 pages, 2001.

Millennium Ecosystem Assessment, *Ecosystems and human well-being: synthesis*, Washington DC, Island Press, 137 p., 2005.

MITCHELL (R.) & POPHAM (F.), "Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study", *The Lancet*, 372, pp. 1655-1660, 2008.

MUMBY (P. J.) & STENECK (R.S.), *Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms*, Trends in Ecology and Evolution, 23, pp. 555-563, 2008.

PALUMBI (S.R.), "Humans as the world's greatest evolutionary force", *Science*, 293, pp. 1786-1790, 2001.

THOMAS (C. O.) et al., "Extinction risk from climate change", *Nature*, 427, pp. 145-148, 2004.

WALTHER (G. R.) et al., *Alien species in a warmer world : risks and opportunities*, Trends in Ecology and Evolution, 24 (12), pp. 686-693, 2009.

WILSON (E.O.), *Sauvons la biodiversité*, Dunod, Paris, 204 pages, 2007.

Biodiversité et développement durable : Les enjeux de la « recapitalisation écologique » ⁽¹⁾

Par Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS*

Le lien entre biodiversité et développement durable est souvent perçu dans une logique de court terme visant à trouver dans le vivant de nouvelles ressources pour de nouvelles productions (biocarburants, ressources génétiques, nouveaux médicaments), afin notamment de pallier les limites d'un certain nombre de ressources actuellement utilisées.

Au cours du XX^e siècle, l'exploitation des ressources naturelles issues de la biodiversité était fondée sur trois croyances, dont on mesure aujourd'hui le caractère erroné : le caractère inépuisable de ces ressources, leur gratuité et la diminution progressive de notre dépendance vis-à-vis de celles-ci.

À l'avenir, pour éviter de nouvelles désillusions, l'utilisation de la biodiversité devra reposer sur des principes différents, notamment en adoptant des conceptions de l'innovation et des critères de performance nouveaux.

Partant d'une réflexion sur le contenu des trois types de « capital » concernés par le développement durable, un objectif politique ambitieux allant bien au-delà de la simple proposition de stopper la perte de biodiversité serait d'augmenter le « capital écologique » de notre pays, non pas en substitution aux deux autres types de capital (économique et humain), mais au contraire en synergie avec eux.

Introduction

Comme le rappelle la loi « Grenelle I », la préservation de la biodiversité s'inscrit dans une ambition globale de développement durable. Nous souhaitons donc dans cet article préciser la place et l'importance de la biodiversité au sein des enjeux du développement durable.

On sait que la notion de développement durable introduit deux idées nouvelles et complémentaires par rapport à la notion de croissance au sens économique du terme : d'une part, ce développement ne doit pas compromettre la possibilité, pour les générations futures, de bénéficier des mêmes atouts et libertés de choix que ceux qui fondent les nôtres, aujourd'hui ; d'autre part, il convient de prendre en compte non seulement la croissance économique, mais également des améliorations sociales et culturelles ainsi qu'une bonne gestion de l'environnement. Même si ces trois dimensions du développement ont des contenus différents, il est possible d'en donner une lecture à travers la notion de « capital », celui-ci étant non seulement le fondement, mais aussi la résultante d'un processus de développement : capi-

tal économique, capital humain et capital écologique constituent donc l'assise – on parle souvent de « piliers » – du développement durable.

Mais cette vision à long terme d'un développement véritable s'exprime à un moment de l'histoire de l'humanité où d'autres urgences à relativement court terme apparaissent prégnantes et pourraient nous inciter à remettre à des périodes plus favorables la prise en compte de ces questions. En effet, même si elle a parfois été présentée comme étant la « sixième extinction », la crise de la biodiversité peut difficilement prendre dans l'agenda politique la dimension d'une véritable crise nécessitant des mesures urgentes. C'est pourquoi présenter et faire reconnaître la biodiversité comme un fondement central du développement durable constitue aujourd'hui un défi majeur.

Pour ce faire, il nous semble nécessaire de revisiter tout d'abord les liens qu'ont entretenus les humains avec la biodiversité au cours d'un passé proche, en particulier depuis la révolution industrielle, et d'examiner non seulement les usages, mais aussi et surtout les représentations de cette biodiversité qu'ils ont développées. Dans un second temps,

nous poserons la question du rôle de la biodiversité dans l'avenir, pour montrer qu'alors que notre représentation de la biodiversité a été profondément renouvelée depuis une trentaine d'années [1, 3, 5], il est opportun de repenser dans cette perspective les usages que nous pourrions en faire. Ceci nous amènera, pour conclure, à reposer la question des trois types de capital concernés par le développement durable, des relations existant entre eux et de la manière de les faire fructifier.

Retour sur le passé : trois croyances à revoir

Si l'on examine globalement le développement économique qui s'est mis en place à partir du XIX^e siècle, on réalise à quel point l'homme s'est appuyé sur des ressources accumulées au fil de millénaires, voire de millions d'années, par l'activité des êtres vivants pour fonder ce développement [6]. Mais cette utilisation massive s'est faite à notre avis avec une conception des ressources du vivant fondée sur trois croyances dont on perçoit aujourd'hui le caractère erroné : celle de l'abondance des ressources, celle de leur gratuité et, enfin, la croyance en notre indépendance vis-à-vis d'elles.

Croyance dans l'abondance, tout d'abord : dès lors qu'elles étaient renouvelables, il était naturel de considérer ces ressources comme inépuisables, et il est vrai que les prélèvements opérés par l'homme sur des ressources qui s'étaient accumulées au cours du temps ont longtemps été marginaux. Ainsi, alors que le XIX^e siècle est souvent associé au développement des grandes pêches, on estime que le total des pêches mondiales ne représentait en 1850 qu'environ 2 millions de tonnes, alors qu'il est aujourd'hui supérieur à 90 millions de tonnes et qu'il a sans doute dépassé, pour de nombreuses espèces, les quantités exploitables de manière durable. En outre, certaines espèces vivant à une grande profondeur (comme les grenadiers) n'étaient pas exploitables avec les techniques disponibles dans les années 1950, et leur mise en exploitation dans les années 1970 a pu donner l'impression de véritables pêches miraculeuses, mais celles-ci allaient vite s'avérer éphémères. Les débats actuels sur la pêche montrent bien la difficulté qu'ont de nombreux acteurs à admettre, pour des raisons économiques et sociales, ce caractère limité d'une ressource environnementale.

Croyance dans la gratuité, ensuite : à travers la notion juridique de *res nullius* (qui n'appartient à personne), la biodiversité ne se voyait reconnaître de valeur que si un lien de propriété ou de production lui était attaché, ce qui rendait le vivant « non commercial », appropriable par quiconque, mais néanmoins sans coût, ni autre forme de valeur (le cas de la pêche étant là encore un exemple emblématique de cette situation). Ce n'est que progressivement que s'est imposée l'idée qu'une exploitation excessive de ces ressources induisait pour la société des coûts indirects à moyen et long terme, à l'exemple des grandes inondations des Alpes du Sud au XIX^e siècle, qui étaient liées à la déforestation. Il a fallu attendre la fin du XX^e siècle pour que des études associant écologistes et économistes commencent à



© Pierre Gleizes/REA

« On estime que le total des pêches mondiales ne représentait en 1850 qu'environ 2 millions de tonnes, alors qu'il est aujourd'hui supérieur à 90 millions de tonnes et qu'il a sans doute dépassé, pour de nombreuses espèces, les quantités exploitables de manière durable. », pêche au chalut au large des côtes de la Mauritanie, mars 2012.

cerner l'ampleur de ces pertes, en suggérant que la totalité des « services non marchands » des écosystèmes pouvait représenter en fait une valeur supérieure à celle des produits exploités par l'homme.

Croyance en notre indépendance, enfin : il nous semble en effet que cette exploitation s'est faite souvent avec l'idée qu'elle était temporaire et que les progrès technologiques réalisés par l'humanité allaient lui permettre de s'affranchir progressivement de sa dépendance vis-à-vis de la nature. Ainsi, le remplacement des huiles de poissons ou de cétacés par l'huile de roche (le pétrole), puis par l'énergie de fission nucléaire a permis à la fois de repousser les frontières de la rareté et de soutenir une telle vision. On peut citer également les promesses des aliments synthétiques, voire les succès – au moins à court terme – des médicaments et des produits phytosanitaires de synthèse. Mais, le plus souvent, ces évolutions n'étaient en fait qu'une transition entre l'utilisation des ressources actuelles de la biodiversité et l'exploitation de ses ressources passées, énergétiques en particulier ; ou bien elles étaient fondées sur l'imitation (plus ou moins réussie) par la chimie « d'innovations » du vivant. De plus, ces substitutions ont souvent révélé, plus ou moins tardivement, des effets imprévus affectant non seulement

la biodiversité en général, mais l'homme lui-même : les exemples de la résistance aux antibiotiques ou aux insecticides, ou celui du réchauffement climatique sont à cet égard emblématiques.

Si l'on admet cette analyse illustrée des trois croyances, un constat s'impose : nous demeurons durablement liés à la biodiversité et notre avenir dépendra de la manière dont nous saurons « ménager » cette biodiversité, c'est-à-dire à la fois en utiliser les ressources et contribuer à sa conservation et à son adaptation aux évolutions à venir.

Demain : de nouvelles visions et de nouvelles relations à construire

Notre destin étant durablement lié à celui de la biodiversité, dont nous sommes d'ailleurs une composante, pouvons-nous effectivement « compter sur la biodiversité » pour assurer notre avenir et devons-nous établir avec elle de nouvelles relations ?

Même si nous répondons par l'affirmative à ces questions, il nous semble nécessaire d'identifier auparavant trois illusions relatives à ce qu'est la biodiversité et à ce qu'elle est susceptible de nous apporter, ceci afin d'éviter de nouvelles... désillusions.

La première est l'illusion de la « solution miracle » : la biodiversité « contiendrait des pépites », des solutions enco-

re inexploitées qui apporteraient un progrès radical sans avoir les défauts des solutions antérieures : nouvelles molécules naturelles remplaçant les pesticides de synthèse, biocarburants de seconde ou de troisième génération, nouveaux médicaments, agents de lutte biologique, etc. Souvent portées au pinacle par les médias, ces solutions « biologiques » connaissent parfois un succès éphémère. Cette désillusion résulte sans doute d'une incompréhension du mode de fonctionnement de la biodiversité : celui-ci est fait d'une multitude d'interactions entre ses entités et combine donc des processus dont aucun n'est individuellement « parfait » (autrement dit, la biodiversité tire son efficacité de la combinaison de solutions qui sont imparfaites prises isolément).

Ainsi, un agent de lutte biologique (un insecte, un champignon) ou une molécule élicitrice (ces molécules produites par les plantes qui stimulent leurs défenses vis-à-vis des agresseurs) ne sont pas des solutions « absolues », instantanées ni sans conditions : vouloir les utiliser pour remplacer un pesticide de synthèse supposera d'agir en même temps sur les pratiques de culture, sur le choix des variétés, sur la gestion des sols, sur l'aménagement du paysage pour favoriser la faune auxiliaire, etc. Il faut donc apprendre à construire des solutions de biodiversité qui soient « intégrées » et « intégrantes » (c'est-à-dire des solutions combinant de manière pertinente des interventions réparties dans



© Bruno Cavignaux/BIOSPOTO

« Ainsi, un agent de lutte biologique (un insecte, un champignon) ou une molécule élicitrice (ces molécules produites par les plantes qui stimulent leurs défenses vis-à-vis des agresseurs) ne sont pas des solutions « absolues », instantanées ni sans conditions : vouloir les utiliser pour remplacer un pesticide de synthèse supposera d'agir en même temps sur les pratiques de culture, sur le choix des variétés, sur la gestion des sols, sur l'aménagement du paysage pour favoriser la faune auxiliaire, etc. », un couple de coccinelles asiatiques en train de se repaître de pucerons.

l'espace et dans le temps) et qui soient en outre « ouvertes », c'est-à-dire capables d'incorporer progressivement de nouveaux apports issus de notre compréhension de la biodiversité (à l'image des logiciels libres, en informatique). C'est ce que nous avons appelé « l'innovation en profondeur », par analogie avec les stratégies militaires de « défense en profondeur » combinant plusieurs lignes de défense que l'on sait individuellement vulnérables [2].

Cela introduit la seconde illusion, celle de la « maîtrise du vivant ». Il nous faut en effet admettre que même dans les pays où la biodiversité a fait l'objet de nombreux travaux, nous n'avons aujourd'hui qu'une connaissance et une compréhension très partielles de ses composantes et, surtout, de son fonctionnement. Rappelons en particulier notre méconnaissance actuelle des microorganismes, dont on sait qu'ils représentent l'essentiel de la matière vivante et qu'ils jouent un rôle majeur dans le fonctionnement des grands cycles de l'azote, du phosphore et du carbone. Si nous souhaitons établir de nouvelles relations avec la biodiversité, il faut donc admettre que nous ne la maîtrisons pas et que nous ne faisons en fait que la « solliciter » et tirer parti, de manière empirique, de ses réactions. Alors que l'on évoque souvent la question de la « maîtrise de la maîtrise » de la technologie, il convient plutôt, dans le cas du vivant, de poser le problème de notre « maîtrise de la non-maîtrise », c'est-à-dire de la manière de nous comporter vis-à-vis de processus encore très mal compris.

La troisième illusion, enfin, est celle consistant à croire que les innovations fondées sur la biodiversité se révéleront plus performantes que les solutions antérieures, sans avoir à reconsidérer la notion même de performance économique ni ses critères de mesure, et sans adopter une nouvelle vision, plus globale, de la performance. Ainsi, si l'on demande à des systèmes de culture plus économes en intrants (eau, engrais, produits phytosanitaires, énergie) d'avoir les mêmes « rendements » qu'un système classique intensif en continuant à définir le rendement (comme il est d'usage en agriculture) en termes de quantité produite par hectare, on risque fort de conclure à la moindre performance de ces systèmes alternatifs. Par contre, si l'on rapporte ces productions aux intrants consommés (ce qui est la définition classique d'un rendement, par exemple, lorsque l'on regarde pour une voiture la distance parcourue par litre d'essence consommé), la comparaison devient plus ouverte.

Elle l'est encore plus si l'on prend en compte en termes économiques les conséquences environnementales de ces rendements élevés sur l'eau, les sols et la biodiversité. Encore faudra-t-il, si l'on veut que ces éléments soient effectivement pris en compte, mettre en place les mesures économiques concrètes entérinant cette meilleure performance globale.

Les trois types de capital : de la substitution au co-développement

Comme nous l'avons indiqué en introduction, l'une des manières de poser la question du développement durable est de considérer comment le développement de nos sociétés se fonde sur trois types de « capital » – économique, humain et écologique – et d'examiner leurs interrelations et leurs devenir au cours d'un processus de développement.

Bien que difficilement comparables, ces trois capitaux sont « substituables », c'est-à-dire qu'il est possible de faire appel à l'un d'entre eux pour en développer un autre, ou de développer l'un pour s'affranchir d'une dépendance excessive vis-à-vis d'un autre, à l'exemple de la substitution capital/travail par la mécanisation lors de la révolution industrielle. Mais l'interrogation autour du développement durable est justement née de la perception des limites de ces transferts. Ainsi, alors que l'on observait dans les pays développés, jusque dans les années 1980, une croissance simultanée de la richesse matérielle et des indicateurs de développement humain (2), il est apparu que ceux-ci pouvaient stagner, voire décroître, alors que le PIB poursuivait sa progression. L'introduction de données environnementales dans ces indicateurs de développement, comme « l'indicateur de progrès véritable » (3), a renforcé ce sentiment : la mesure de la croissance économique ne pouvait plus être considérée à elle seule ni comme un indicateur de la richesse d'un pays, ni comme un indicateur de développement durable.

En réaction à ce constat, diverses propositions ont émergé dans la société. Nous distinguerons trois grandes approches :

- ✓ a) La première est qualifiée de « durabilité faible ». Elle considère qu'il y aura développement dès lors que le cumul des trois types de capital demeurera au moins constant. Il est donc légitime de continuer à puiser dans le capital naturel pour développer les autres capitaux, l'hypothèse sous-jacente, que nous avons évoquée précédemment, étant que nous serions capables, grâce au progrès technologique, de nous affranchir de plus en plus de notre dépendance vis-à-vis du capital naturel, ce qui signifie que sa valeur économique relative irait décroissant. On peut considérer que le refus du président Georges Bush de ratifier le protocole de Kyoto s'inscrit dans cette croyance dans le progrès technologique et dans cette option de durabilité faible.
- ✓ b) la seconde, la « durabilité forte », propose, à l'inverse, de mettre fin à l'érosion du capital naturel et de le considérer désormais comme globalement intangible. Cette politique s'exprime à travers des objectifs comme la volonté d'arrêter l'érosion de la biodiversité (avec pour échéance initiale 2010), ou à travers la proposition de compenser les impacts des aménagements par des opérations de restauration, sur la base d'une équivalence écologique entre des milieux restaurés et des milieux affectés par des aménagements.
- ✓ enfin, c) l'option de la « décroissance soutenable » considère que notre croissance économique a déjà atteint (tout au moins, dans les pays développés) un niveau incompatible avec le développement durable de l'ensemble de notre planète. L'image de « l'empreinte écologique » illustre cette impossibilité d'atteindre pour l'ensemble de l'humanité ce niveau de

développement économique atteint par les pays développés. Il est donc proposé de consentir à une diminution de notre richesse matérielle pour réduire, voire pour inverser, la tendance à l'exploitation excessive du capital naturel.

Faut-il choisir entre ces trois options ? Ne pourrait-on pas imaginer des politiques ambitieuses vis-à-vis du capital naturel, visant non seulement à le conserver mais même à le redévelopper, tout en assurant un développement des capitaux matériels et humains, en particulier dans les pays qui n'ont connu dans le passé que de faibles améliorations, voire des régressions du bien-être de leurs populations ?

Une telle ambition de co-développement peut sembler utopique. Mais on peut la fonder sur quelques constats simples.

Tout d'abord, notre « système Terre » n'est pas clos : il reçoit quotidiennement, et ce pour longtemps, un flux d'énergie solaire qui, comme nous l'avons vu, est à l'origine de notre développement économique moderne *via* la biodiversité.

Il est donc possible de répartir ce flux entre les trois types de capital : ainsi, le développement des énergies renouvelables crée de l'activité économique en puisant moins dans le capital écologique (4) et le développement de forêts composites améliore le capital écologique (stockage de carbone) tout en constituant lui aussi une ressource économique à moyen terme.

Ensuite, certaines opérations de restauration du capital écologique (amélioration de l'état écologique des cours d'eau, mise en place de haies dans les zones agricoles, soutien à l'élevage extensif, etc.) peuvent être source d'activités économiques, dès lors qu'elles feront appel à de vrais savoir-faire : c'est tout l'enjeu du génie écologique. De plus, pour peu que ces opérations associent les populations aux diverses étapes de leur réalisation (conception, mise en œuvre, évaluation), elles peuvent également contribuer à créer une part de capital social.

En outre, ces synergies potentielles entre capitaux sont à considérer dans le temps : de même qu'un investissement dans l'éducation ne se traduira qu'après plusieurs années dans la compétitivité économique et dans les capacités d'innovation d'un pays, la mise en place d'infrastructures écologiques, comme la Trame verte et bleue, ne portera sans doute ses fruits (par exemple, en termes d'activités touristiques), qu'après une ou deux décennies.

Plus généralement, le fait que le capital écologique puisse alimenter les autres capitaux sans pour autant être « consommé » peut être illustré au moyen d'exemples concrets : ainsi, on peut avoir un développement notable d'activités touristiques « douces » dans le milieu naturel ; la sensibilisation à l'environnement (classes vertes, classes bleues, etc.) permet de développer le capital humain sans nuire à la biodiversité ; de même, la biomimétique et d'autres technologies bio-inspirées permettent de créer des innovations sans endommager le modèle. Autrement dit, la question du transfert entre les capitaux selon une logique de vases communicants se pose si l'on raisonne en termes de flux de matière ou d'énergie. Mais elle ne se pose plus de

la même manière si l'on pense en termes de transferts d'information. C'est donc en termes d'écologie de l'information, c'est-à-dire d'une bonne circulation de l'information, sans appropriation induite ni « cul de sac », qu'il convient de penser le co-développement des trois types de capital.

Conclusion : inventer la gouvernance du capital naturel ?

Pour situer et illustrer notre proposition centrale d'une politique de « recapitalisation écologique », l'analogie avec la question des économies d'énergie dans les bâtiments nous semble pertinente : en quelques années seulement, les politiques menées en la matière ont évolué, passant d'une absence complète de regard sur les impacts environnementaux des choix de construction à la conception de bâtiments plus économes en énergie (grâce au développement de l'isolation et à l'amélioration du rendement des chaudières, notamment), puis à la recherche de bâtiments « énergétiquement neutres » et, aujourd'hui, à celle de bâtiments « à énergie positive ». De même, après avoir cherché à réduire les impacts des activités humaines sur la biodiversité, puis avoir affiché l'ambition d'en stopper l'érosion, il est temps de penser en termes de recréation de la biodiversité et d'activités « à biodiversité positive ».

Cette ambition pose la question de la gouvernance de ce capital écologique. En effet, il est admis que le développement du capital humain suppose des politiques adaptées prenant en compte la diversité des situations individuelles (santé, éducation) d'un grand nombre d'acteurs. De la même manière, le monde a récemment redécouvert la nécessité d'une gouvernance du capital économique et financier. Il serait donc naïf de croire que la seule croissance du capital écologique, sans adopter des mesures adaptées et concertées pour veiller à son utilisation équitable et à son co-développement avec les autres capitaux (et inversement), pourra satisfaire les besoins des générations actuelles et futures.

Imaginer les principes, les structures et les processus susceptibles d'assurer la gouvernance de la biodiversité – en innovant et/ou en s'appuyant sur des dispositifs existants – est donc un objectif auquel il convient de s'atteler d'urgence [7].

Notes

* Inspecteur général de l'Agriculture, membre de l'Académie des technologies. bernard.chevassus@jouy.inra.fr

(1) Cet article est une version condensée et remaniée d'un texte publié en 2009 (référence [5]).

(2) Le plus connu, l'IDH (indicateur du développement humain) qu'utilise l'ONU combine le pouvoir d'achat, l'espérance de vie et le niveau d'éducation moyen de la population d'un pays.

(3) GPI = *Genuine Progress Indicator*. Cet indice intègre positivement la valeur des activités non-rémunérées (bénévolat, activités domestiques) et déduit le coût des impacts environnementaux. Voir www.progress.org/projects/gpi/

(4) Sous réserve de la consommation d'énergie nécessaire à la production et à l'installation de ces équipements, qui peut représenter une part notable de l'énergie qu'ils produiront, et de l'étude de leurs impacts environnementaux.

Bibliographie

[1] CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.), « La biodiversité : un nouveau regard sur la diversité du vivant. I. Immensité et complexité », *Cahiers Agricultures*, 16, pp. 219-227, 2007.

[2] CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.) & GRIFFON (M.), *La nouvelle modernité : une agriculture productive à haute valeur écologique*, DEMETER 2008, pp. 7-48, 2007.

[3] CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.), « La biodiversité : un nouveau regard sur la diversité du vivant. II. Stabilité et utilité », *Cahiers Agricultures*, 17, pp. 51-57, 2008a.

[4] CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.), *La biodiversité : un nouveau regard sur la diversité du vivant. III. Fragilité : vers la « sixième extinction » ?*, *Cahiers Agricultures*, 17, pp. 303-313, 2008b.

[5] CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.) & DUCROUX (A.M.), « Biodiversité et développement durable : la recapitalisation écologique, un nouvel objectif politique », in *Humanité et Biodiversité. Manifeste pour une nouvelle alliance*, pp. 25-37, Ed. Descartes et Cie – Ligue ROC, Paris, 2009.

[6] DELANNOY (E.), « La biodiversité : un nouveau défi pour l'entreprise », in *Humanité et Biodiversité. Manifeste pour une nouvelle alliance*, pp. 97-107, Ed. Descartes et Cie – Ligue ROC, Paris, 2009.

[7] DUCROUX (A.M.), *Nouvelle gouvernance : l'art et la manière*, in *Humanité et Biodiversité. Manifeste pour une nouvelle alliance*, pp. 199-215, Ed. Descartes et Cie – Ligue ROC, Paris, 2009.

Les services écosystémiques et leur valorisation

Par Xavier BONNET* et Elen LEMAÎTRE-CURRI**

L'érosion rapide de la biodiversité sous l'influence des comportements anthropiques a stimulé dans le monde une réflexion sur les outils économiques utilisables pour inscrire sa protection dans le développement socio-économique intégré. De même qu'il est aujourd'hui largement admis, en théorie, que donner un prix aux émissions de gaz à effet de serre est le seul moyen de les réduire suffisamment, a également été ouverte la question de la valorisation de la biodiversité comme moyen de la protéger. Mais ce domaine s'avère encore plus complexe que celui des émissions de gaz à effet de serre.

La biodiversité : à l'origine de biens et services peu ou pas substituables entre eux

La biologie montre que chacun des êtres vivants joue un rôle propre au sein d'un équilibre complexe, si bien que porter atteinte à une partie de la biodiversité a des conséquences souvent totalement incontrôlées sur cet équilibre. On peut multiplier les exemples : si deux espèces peuvent parfois jouer un rôle analogue dans le fonctionnement global d'un écosystème, elles ne comportent pas le même patrimoine génétique, n'ont en général pas les mêmes capacités d'adaptation et pas forcément le même futur ; si les milieux polaires ou les zones humides d'Europe disparaissaient, leur perte ne serait pas compensée par la préservation de la forêt amazonienne...

Aujourd'hui, la science économique s'intéresse tout particulièrement aux services rendus par la biodiversité (ou par les écosystèmes), c'est-à-dire aux bénéfices que l'homme tire de la nature. Elle traduit l'impossibilité de remplacer un milieu par un autre pour rendre certains services comme une impossibilité de substitution entre milieux. Au niveau économique, il n'y a pas non plus d'équivalence entre des écosystèmes semblables localisés en différents endroits de la planète : les services rendus sont, pour la plupart, intrinsèquement locaux.

Les instruments aujourd'hui en place pour limiter les atteintes à la biodiversité, dans le cadre des politiques françaises et européennes, relèvent donc essentiellement de la régulation. Ils prévoient d'éviter et de réduire les impacts sur la biodiversité de projets d'aménagement ou de pollutions accidentelles, puis, éventuellement, de les compenser. La destruction d'un milieu impacté est compensée par la

création ou la restauration d'un milieu aussi proche et aussi similaire que possible, jouant le même rôle écologique et procurant le même type de services aux mêmes bénéficiaires. La directive européenne 2004/35/CE sur la responsabilité environnementale et la loi qui l'a transposée en France (loi n°2008-757 du 1er août 2008 relative à la responsabilité environnementale et à diverses dispositions d'adaptation au droit communautaire dans le domaine de l'environnement) renforcent ce principe dans le cadre des impacts accidentels. La compensation doit permettre de réparer les dommages et de créer ou restaurer des milieux semblables aux milieux impactés en tenant compte des pertes définitives et temporaires (1). Ces cadres réglementaires reconnaissent donc explicitement que les composantes de la biodiversité ne sont pas substituables entre elles.

L'absence de substitution entre les écosystèmes et les services afférents rend absurde l'idée d'un « marché global de la biodiversité », à l'image d'un marché carbone, pour limiter les « quantités de biodiversité » détruites, tout en levant des ressources monétaires au profit de la conservation. Cette idée rencontre d'ailleurs une forte opposition de certains pays (notamment d'Amérique latine) pour lesquels la préservation de la vie, de la « Terre mère », ne doit pas dépendre d'intérêts financiers.

Il n'est pas question en France d'adhérer à l'idée d'un marché global de la biodiversité, ni de prévoir la compensation financière des atteintes à la biodiversité. Pourquoi, alors, chercher à valoriser la biodiversité et les services qu'elle rend ? Pourquoi chercher à mettre en évidence la valeur d'un bien ou d'un service dont il ne s'agit pas de fixer le prix ?

Valoriser la biodiversité et les services écosystémiques ne vise pas à créer un marché, mais à orienter les décisions publiques et privées

Même s'il n'y a pas de prix d'échange sur un marché, il est indispensable de faire apparaître clairement à la société et au monde économique la valeur des services rendus par la biodiversité et les écosystèmes afin de jeter les fondements de réponses (publiques et privées) plus efficaces. Sinon, les bénéfices que nous retirons de ces biens (souvent de nature publique) seront négligés ou sous-évalués dans les décisions. Cela entraîne une perte de biodiversité d'une ampleur effrayante : la dégradation des forêts tropicales représente à elle seule près d'un cinquième des émissions mondiales de gaz à effet de serre, tandis que la disparition d'autres écosystèmes de grande valeur met en péril la sécurité de l'approvisionnement en denrées alimentaires (notamment halieutiques), en eau potable et en énergie, autant d'éléments susceptibles de devenir des problèmes d'ordre mondial dans les années à venir.

Ainsi que l'illustrent des études menées dans le monde entier (notamment l'étude internationale TEEB (2)), « comprendre et cerner la valeur des écosystèmes peut mener à des décisions plus éclairées et potentiellement différentes, prendre en compte cette valeur peut aboutir à une meilleure gestion, investir dans le capital naturel peut s'avérer très rentable et partager les retombées positives de ces actions peut engendrer des bénéfices réels pour les plus défavorisés » (TEEB, 2009).

L'objectif de l'évaluation des écosystèmes et l'utilisation qui peut en être faite dépendent du contexte de la décision, ainsi que l'illustre l'encadré 1.

Si le recours à l'évaluation monétaire continue à faire débat, la prise en compte des « valeurs » de la biodiversité est aujourd'hui un objectif partagé. Ainsi, dans leur nouveau Plan stratégique à l'horizon 2020, adopté en octobre 2010 à Nagoya, les 193 pays signataires de la Convention sur la diversité biologique se sont fixé les objectifs suivants : « D'ici à 2020 au plus tard, les individus sont conscients des valeurs de la diversité biologique (...) » ; « d'ici à 2020 au plus tard, les valeurs de la diversité biologique ont été intégrées dans les stratégies et les processus de planification nationaux et locaux de développement et de réduction de la pauvreté, et incorporées dans les comptes nationaux, selon que de besoin, et dans les systèmes de notification. »

Ces objectifs sont repris dans la Stratégie européenne pour la biodiversité (« La biodiversité, notre assurance-vie et notre capital naturel ») adoptée en 2011. Le plan d'actions proposé par la Commission prévoit notamment qu'« avec l'aide de la Commission, les États membres cartographient les écosystèmes et leurs services et en évaluent l'état sur leur territoire d'ici à 2014, évaluent la valeur économique de ces services et encouragent l'intégration de ces valeurs dans les systèmes de comptabilité et de notification, d'ici à 2020 ».

La nouvelle Stratégie nationale pour la biodiversité adoptée par la France en 2011 reprend aussi ces orienta-

tions dans son objectif 7, qui s'intitule « Inclure la préservation de la biodiversité dans la décision économique ».

L'évaluation économique progresse sur la base d'une meilleure connaissance scientifique du fonctionnement des écosystèmes et de leur usage

Bien que ces principes soient désormais établis, la prise en compte de la biodiversité et des services qu'elle rend est loin d'être chose faite, y compris dans les politiques nationales et européennes. L'article de Guillaume Sainteny (dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*) sur l'ignorance de la biodiversité par la fiscalité actuelle illustre ce constat de multiples façons.

L'une des voies choisies au niveau français, européen et mondial pour mettre en avant la valeur de la biodiversité passe par l'évaluation des services rendus à l'homme par des écosystèmes en bon état et des pertes induites par leur dégradation. Cette approche s'est structurée au niveau international avec la réalisation (de 2001 à 2005) de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, qui a réuni les contributions de plus de 1 360 experts de près de cinquante pays.

L'évaluation distingue classiquement quatre types de services rendus par les écosystèmes : a) les services de production (produits agricoles, bois, ressources génétiques...), b) les services de régulation (du climat, de la qualité de l'eau, de l'air, de l'érosion, des inondations,...), c) les services culturels (loisirs de nature, paysage, inspiration,...) et, enfin, d) les services d'auto-entretien qui n'engendrent pas à court terme de bénéfices directs pour l'homme, mais dont dépendent les autres services.

Reconnaître la valeur de ces services, ce n'est pas forcément leur attribuer une valeur monétaire, c'est en premier lieu identifier un enjeu (voir les encadrés 1 et 2). L'évaluation des écosystèmes est d'abord qualitative, puis physique et quantitative, avant d'être, éventuellement, monétaire. Le processus d'évaluation lui-même est une clé importante pour révéler les enjeux aux parties prenantes avec lesquelles cette évaluation est réalisée. Si l'évaluation fait nécessairement appel à des scientifiques et aux bases de données disponibles, la mobilisation des acteurs nationaux ou locaux concernés est une condition de succès de l'exercice aussi importante que le résultat final. La démarche elle-même conduit en effet à prendre conscience d'enjeux nationaux ou locaux et participe de l'objectif de sensibilisation.

Outre les décideurs publics, les outils d'évaluation visant à révéler des enjeux liés au bon fonctionnement des écosystèmes et à les prendre en compte dans les stratégies s'adressent aussi aux entreprises. C'est notamment le cas de l'outil EBEVie, développé par le ministère du Développement durable.

Au-delà des aspects qualitatifs, quantifier les services aujourd'hui utilisés par l'homme est le premier élément sur lequel se concentrent les études d'évaluation. Cette première approche peut jouer un rôle très important. Elle peut suf-

Encadré 1**Valoriser les services écosystémiques : quel type d'évaluation, pour quelle décision ? (adapté de TEEB, 2010) : (3)**

- ✓ Reconnaître les valeurs peut suffire pour assurer la conservation durable, c'est le cas lorsqu'existent des valeurs culturelles ou spirituelles fortement basées sur la préservation de la nature. Dans ce contexte, la monétarisation peut s'avérer « inutile ou contre-productive si cela est perçu comme contraire aux normes culturelles ou manque de refléter une pluralité des valeurs ».
- ✓ Prouver les valeurs est souvent utile dans une logique analyse coût-avantage. Pour y parvenir, il est plus pertinent d'évaluer différentes options et changements induits que d'estimer la valeur économique totale. Toutefois, prouver les valeurs ne doit pas être une condition nécessaire : face aux limites de l'évaluation, il est recommandé d'adopter une approche préventive en ce qui concerne les capitaux naturels essentiels (4).
- ✓ Internaliser les valeurs : les valeurs de la biodiversité et des services écosystémiques peuvent être prises en compte par des signaux prix ou grâce à d'autres mesures incitatives. Ceux-ci sont en général basés sur des coûts d'opportunité, sur des taux négociés ou sur l'adaptation d'instruments préexistants (tels la fiscalité) plus que sur l'évaluation monétaire des services. Le décideur public doit non seulement évaluer l'efficacité et l'équité de ces instruments, mais aussi juger de leur acceptabilité du point de vue culturel.

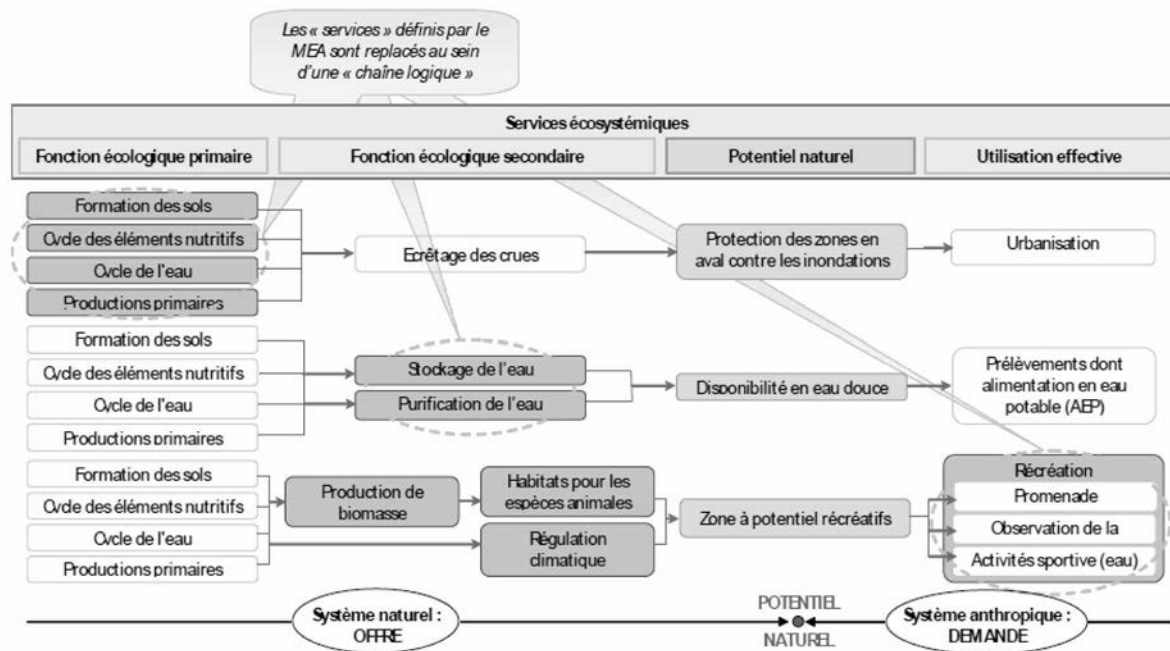
Encadré 2**EBEVie : un outil de sensibilisation à destination des entreprises**

D'après une enquête réalisée en France en 2010 auprès de plus de 3 600 entreprises représentatives : 20% des entreprises pensent que la perte de biodiversité affecte déjà leurs activités et 40% identifient ce risque pour l'avenir. Les entreprises sont particulièrement sensibles à leur dépendance vis-à-vis des services de régulation rendus par les écosystèmes puisque plus de 35% d'entre elles déclarent dépendre de la qualité de l'eau, de l'air et des sols, et plus d'un quart d'un service de protection contre les risques naturels (5). Pour aider les entreprises à prendre conscience de ce lien de dépendance, mais aussi pour les aider à agir, le ministère du Développement durable a développé l'outil EBEVie, un outil Internet simple et pratique qui permet aux entreprises de mesurer les impacts (positifs ou négatifs) de leurs activités sur la biodiversité, leurs liens de dépendance vis-à-vis des services rendus par les écosystèmes, ainsi que les risques et opportunités qui en découlent. EBEVie est accessible en ligne sur le site www.biodiversite2010.fr. Cet outil de sensibilisation ne va pas jusqu'à identifier des valeurs pour les services rendus.

fire à justifier des décisions publiques ou privées visant à conserver ou à gérer durablement des écosystèmes sensibles (voir l'encadré 5). Toutefois, elle ne suffit pas pour tenir compte de la valeur des écosystèmes. Certaines zones humides, par exemple, ne jouent pas aujourd'hui un rôle fondamental parce que les réserves en eau dont elles régulent l'approvisionnement ne sont pas utilisées. Mais, si ces réserves sont stratégiques pour approvisionner Paris en cas de crise, par exemple, elles ont de fait une valeur indéniable. De même, de nombreuses ressources génétiques n'ont pas aujourd'hui d'usage commercial ou sanitaire, mais pourraient jouer un rôle majeur dans les découvertes de demain. L'essor des biotechnologies et du bio-mimétisme illustre l'enjeu de la préservation des espèces (et donc de leurs

milieux) pour la valeur qu'elles pourraient avoir à l'avenir : c'est une valeur d'option. Les microorganismes, les milieux marins, ou encore les venins, par exemple, font l'objet de multiples recherches qui pourraient avoir des applications commerciales. Les trois ouvrages publiés de 2007 à 2012 par le Conseil scientifique du patrimoine naturel et de la biodiversité (CSPNB) sur la biodiversité et les services écosystémiques donnent, à travers des exemples, de multiples illustrations, très concrètes et convaincantes, de cette valeur (6).

Pour mettre en avant la notion de potentiel naturel et souligner l'importance des fonctions écologiques dans la production et le maintien des services écosystémiques, les évaluateurs développent souvent des modèles en cascade qui, sans être linéaires, illustrent les relations de dépendan-

Encadré 3**De la fonction au service (7)**

Remarque : Cette chaîne logique, même très simplifiée, n'est pas linéaire ; une fonction écologique peut contribuer à plusieurs services écosystémiques. Symétriquement, un service écosystémique donné dépend en général de plusieurs fonctions écologiques.

Encadré 4

Les méthodes d'évaluation basées sur les services écosystémiques peuvent, en théorie, permettre d'apprécier la valeur d'option en s'intéressant aux services écosystémiques potentiellement utilisés. Outre les difficultés d'évaluation, le risque principal de ces méthodes est celui des doubles comptes liés aux concurrences éventuelles entre services écosystémiques. Pour l'éviter, certains évaluateurs choisissent de se projeter dans des scénarios d'usage futur crédibles et cohérents. C'est l'option choisie par l'évaluation nationale des écosystèmes du Royaume-Uni, qui est présentée dans l'article de Jean-Philippe Lafontaine, publié dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*.

ce entre les fonctions écologiques et les services écosystémiques effectivement utilisés.

Au-delà des valeurs liées à l'usage actuel ou potentiel des écosystèmes, les hommes accordent à la biodiversité une valeur d'existence, parfois appelée valeur intrinsèque, pour eux-mêmes et pour autrui (notamment pour les générations futures). Même si les méthodes qui permettent d'approcher la valeur sociale accordée à la préservation de la biodiversité et des services écosystémiques sont imparfaites et parfois contestées (8), il n'en demeure pas moins que la valeur d'existence de la biodiversité, au-delà de tout

usage, doit être prise en compte par les politiques publiques.

La valeur d'existence peut, du moins en théorie, être approchée par des méthodes d'évaluation contingente. Certaines études essaient, en conjuguant différentes méthodes (dont l'évaluation contingente), d'approcher autant que possible la « valeur totale » des services rendus par les écosystèmes. C'est notamment l'objectif de l'étude sur les zones humides du Parc naturel régional du Cotentin réalisée en 2011 par le Commissariat général au Développement durable (CGDD) (voir l'encadré 5).

Encadré 5**Les services rendus par les zones humides en France, une justification à leur préservation (9)**

Les zones humides produisent des services qui justifient en France l'acquisition publique des zones menacées, dont la décision prise dans le cadre du Grenelle de l'Environnement d'acquérir 20 000 hectares de zones humides stratégiques. En effet, les bénéfices marchands et non marchands liés à ces services sont très nettement supérieurs aux coûts d'acquisition et d'entretien, et ce même dans les hypothèses les moins favorables.

Services rendus par les zones humides	Valeur à l'hectare du PNR	Valeur à l'hectare des 15 études françaises	Valeur à l'hectare de la méta-analyse néerlandaise
Services de régulation			
Ecrêtement des crues	∅	40 - 620	440
Recharge des aquifères et soutien d'étiage	190 - 370	40 - 150	40
Purification de l'eau	830 - 890	270	270
Régulation du climat	1 800	/	/
Services de production			
Agriculture	585 - 750	/	/
Conchyliculture	120	/	/
Services culturels			
Chasse	170 - 340	230 - 330	110
Pêche amateur	165 - 230	80 - 120	350
Valeur éducative et scientifique	10 - 15	/	/
Valeur esthétique et récréative	290 - 1 170	40	/
Biodiversité (non-usage)	225 - 870	200 - 1600	390
Valeur Economique Totale à l'hectare des zones humides	2 400 - 4 400	900 - 3 100	1 600

∅ : Service non pertinent sur le site étudié
PNR : Parc naturel régional du Cotentin.

/ : Service non évalué

Des valeurs incomplètes, mais qui constituent un apport réel à la décision dans le cadre d'utilisations spécifiques, prudentes et transparentes des valeurs

Il existe un décalage certain entre le cadre théorique et la pratique. La plupart des services écosystémiques sont mal connus, même d'un point de vue biologique et quantitatif. On ne sait pas ou mal quantifier les effets réseaux, les évolutions non linéaires et les effets de seuil, qui sont pourtant souvent très importants dans les processus biologiques. La valeur d'option est rarement prise en compte dans les études, même d'un point de vue qualitatif. Face à ces contraintes, les évaluations monétaires existantes fournissent souvent explicitement des valeurs *a minima* complétées d'analyses quantifiées (mais non monétarisées) et d'appréciations qualitatives. C'est notamment le cas du rapport du Centre d'analyse stratégique sur l'évaluation économique de la biodiversité et des services écosystémiques, dit rapport Chevassus-au-Louis (CAS, 2009). La question se pose alors de l'utilisation de valeurs *a minima*. Ces valeurs suffisent parfois à justifier une décision publique prise en

faveur de la biodiversité. Elles peuvent justifier, par exemple, que soit préférée une solution préventive basée sur la maintenance des écosystèmes à une solution curative construite de la main de l'homme (voir les encadrés 5 et 6).

Toutefois, ces méthodes ne sont plus forcément adaptées dès lors qu'il s'agit d'apprécier l'impact de la destruction ou de la dégradation d'un écosystème. Si l'on choisit de les utiliser pour remplacer des valeurs nulles dans les analyses coûts-bénéfices pratiquées par exemple au moment de décider de la construction d'une infrastructure, cela ne saurait être fait au détriment des régulations qui imposent aujourd'hui d'éviter, de réduire et de compenser en nature les impacts et qui tiennent compte, de fait, à la fois de la valeur d'option et de la valeur d'existence de la biodiversité.

Ces réflexions et les études de valorisation évoluent de façon parallèle dans de nombreux pays. Il existe aujourd'hui, à l'initiative du gouvernement canadien, une base de référence, EVRI (*Ecosystems Valuation Reference Inventory*, <https://www.evri.ca/Global/Splash.aspx>), qui permet de trouver de nombreux exemples de situations dans lesquelles diverses méthodes ont été utilisées, de mettre en exergue

Encadré 6**La restauration des écosystèmes, un investissement rentable (TEEB, 2009)
Estimation des coûts et bénéfices de projets de restauration dans différents biomes****Table 3: Estimates of costs and benefits of restoration projects in different biomes**

	Biome/Ecosystem	Typical cost of restoration (high scenario)	Estimated annual benefits from restoration (avg. scenario)	Net present value of benefits over 40 years	Internal rate of return	Benefit/cost ratio
		US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	%	Ratio
1	Coral reefs	542,500	129,200	1,166,000	7%	2,8
2	Coastal	232,700	73,900	935,400	11%	4,4
3	Mangroves	2,880	4,290	86,900	40%	26,4
4	Inland wetlands	33,000	14,200	171,300	12%	5,4
5	Lakes/rivers	4,000	3,800	69,700	27%	15,5
6	Tropical forests	3,450	7,000	148,700	50%	37,3
7	Other forests	2,390	1,620	26,300	20%	10,3
8	Woodland/shrubland	990	1,571	32,180	42%	28,4
9	Grasslands	260	1,010	22,600	79%	75,1

Note: Costs are based on an analysis of appropriate case studies; benefits have been calculated using a benefit transfer approach. The time horizon for the benefit calculation are 40 years (consistent with our scenario analysis horizon to 2050); Discount rate = 1%, and discount rate sensitivity by flexing to 4%, consistent with TEEB 2008). All estimates are based on ongoing analyses for TEEB (see chapter 7 TEEB D0 forthcoming). As the TEEB data base and value-analysis are still under development, this table is for illustrative purposes only.

les décisions éclairées par ces études et l'analyse de leur usage. Le gouvernement français participe à la constitution de cette base de références internationale.

L'évaluation monétaire n'est pas le seul moyen de reconnaître les valeurs

Dans un contexte d'information imparfaite, reconnaître la valeur des services écosystémiques dans les projets

d'aménagement passe d'abord par une application plus explicite aux services écosystémiques des cadres réglementaires intéressant la biodiversité et les milieux naturels. Ainsi, la loi Grenelle 2 a explicitement étendu l'application de la séquence « éviter, réduire et compenser » (ERC) aux continuités écologiques. La récente doctrine ERC (voir l'encadré 7) prend en compte les services rendus par les écosystèmes. En l'absence de système d'information global, l'identification de ces enjeux passe par une analyse territo-

Encadré 7**Éviter, réduire et compenser les impacts sur le milieu naturel**

L'évitement, la réduction et, si possible, la compensation des impacts sur l'environnement des projets d'aménagement (et donc l'internalisation des impacts) sont des mesures prévues depuis la loi de 1976 relative à la protection de la nature. Devant un constat mitigé sur la mise en œuvre et le suivi dans le temps de ces obligations réglementaires, le ministère du Développement durable a lancé en 2010 un programme de travail visant à améliorer la mise en œuvre de la séquence « éviter, réduire et compenser » les atteintes au milieu naturel. Un comité de pilotage national, dans lequel les différents acteurs concernés sont représentés, permet la concertation autour de ces travaux.

En mars 2012, le comité de pilotage a adopté un document de doctrine (10), qui vise à transcrire dans les pratiques des maîtres d'ouvrages, de leurs prestataires, des services de l'État et des collectivités territoriales les obligations découlant des textes législatifs et réglementaires (notamment de ceux issus du Grenelle de l'Environnement) en précisant, de manière pragmatique, les principes qui les guident, dans le souci d'améliorer la qualité des projets tout au long de leur processus d'élaboration et de leur vie. Des lignes directrices, qui déclinent dans un document méthodologique les principes rappelés dans la doctrine, sont en cours d'élaboration selon une démarche de concertation analogue. Ce document composé d'une série de fiches devrait être disponible début 2013.

riale. Celle-ci peut s'appuyer sur des documents régionaux ou locaux, comme les schémas de cohérence écologique identifiant les éléments clés de la Trame verte et bleue, les atlas de paysages,...

L'article de Laurent Piermont (publié dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*) analyse les premières initiatives françaises de compensation et d'approche par l'offre, une approche qui vise à anticiper et à mutualiser les mesures compensatoires sur des territoires soumis à de fortes pressions d'aménagement. L'expérimentation de l'offre de compensation devrait être étendue à quatre nouvelles opérations en 2012. Le fonctionnement des opérations expérimentales est encadré par des conventions qui sont passées entre le ministère du Développement durable et chacun des opérateurs. Un comité national et plusieurs comités locaux suivent les opérations. Pour un aménageur, le recours à l'offre de compensation reste une option parmi d'autres pour compenser ses impacts.

Encadré 8

L'évaluation des écosystèmes en France

De 2007 à 2009, le ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE) a piloté successivement une étude de faisabilité pour un *Millenium Ecosystem Assessment-France* (réalisée par le Muséum national d'Histoire naturelle), puis une étude exploratoire confiée à un panel de bureaux d'étude. Ces études ont permis de définir des bases méthodologiques pour l'évaluation des écosystèmes et d'identifier un certain nombre de difficultés techniques et de points nécessitant une vigilance particulière. Depuis, le MEDDE, mais aussi des institutions de recherche, des ONG et des établissements publics ont poursuivi des travaux sur ce thème. L'ONEMA (Office national de l'eau et des milieux aquatiques) vient notamment de publier un ouvrage sur l'évaluation des services écologiques des milieux aquatiques (12). Le Comité français de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature) publiera, quant à lui, prochainement des ouvrages sur ce même thème.

Un exercice de niveau national est engagé afin de mutualiser les initiatives, de s'assurer de leur articulation et de les valoriser dans les travaux internationaux en cours sur l'évaluation, la cartographie et la comptabilité des écosystèmes.

D'autres outils innovants sont envisageables ou déjà en développement en France ; le rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement sur « La conservation et l'utilisation durable de la biodiversité et des services écosystémiques : L'analyse des outils économiques » (CGDD, 2010) les décrit (11).

Conclusion

Dans un contexte de fortes contraintes budgétaires, la notion de services écosystémiques, qui permet de mettre en avant la rationalité à agir pour préserver, entretenir voire restaurer les écosystèmes, prend une place croissante dans les recherches, les négociations internationales et les politiques publiques. L'évaluation des services écosystémiques est l'une des missions de la prochaine Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), l'équivalent en matière de biodiversité de ce qu'est le GIEC pour le climat et dont la mise en place est en cours. La France est clairement engagée dans cet agenda et les positions qu'elle défend sont reconnues comme innovantes. Cela fera aussi l'objet d'un séminaire organisé avec l'OCDE, début 2013. Cette notion émergente complète utilement l'analyse sur la biodiversité et permet de mettre en avant certains des bénéfices de la conservation de cette dernière, notamment sur le court et moyen terme. Toutefois, cette notion ne doit pas venir supplanter la notion de biodiversité dans les négociations et dans les stratégies. En effet, l'importance de la biodiversité, condition essentielle de la vie, transcende tout ce que nous pouvons évaluer.

Notes

* Chef du service de l'Economie, de l'Evaluation et de l'Intégration du Développement durable (SEEIDD) du Commissariat général au Développement durable du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

** Chef du bureau des Biens publics globaux, au SEEIDD.

(1) Une proposition de loi (déposée en mai 2012 au Sénat) visant à inscrire le préjudice écologique dans le Code civil va dans le même sens puisque l'une des deux phrases la composant vise à préciser que « la réparation du dommage à l'environnement s'effectue prioritairement en nature ».

(2) EEB, *L'Economie des écosystèmes et de la biodiversité pour les décideurs nationaux et internationaux* (Résumé : Prendre en compte la valeur de la nature), (2009).

(3) TEEB, *L'Economie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Economie de la nature*, Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB, 2010.

(4) Cette orientation est convergente avec celle du rapport Chevassau-Louis (CAS, 2009) qui recommande de limiter l'évaluation économique (dans le cadre d'une analyse coûts-bénéfices) à la biodiversité dite « ordinaire ».

(5) CGDD, *Entreprises et biodiversité – Premiers résultats d'enquête*, coll. Le Point Sur..., n°72, 2011.

(6) Tome 3 (2012) : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-biodiversite-a-travers-des,27213.html>

Tome 2: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-biodiversite-a-travers-les.html>

Tome 1: http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Biodiv_utile.pdf

(7) Dans CGDD, « Evaluation économique des services rendus par les zones humides – Enseignements méthodologiques et monétarisation », *Etudes et documents* n°49, 2011.

(8) En économie, la valeur d'existence est souvent approchée par des méthodes basées sur des enquêtes de préférences, qui apprécient des consentements à payer. De nombreux travaux visent à corriger les biais de ces méthodes qui, bien qu'ayant grandement progressé, restent controversées.

(9) Tableau issu de plusieurs études du CGDD, dont : CGDD, « Evaluation économique des services rendus par les zones humides – Enseignements méthodologiques et monétarisation », *Etudes et documents* n°49, 2011.

(10) http://www.developpement-durable.gouv.fr/Doctrine-eviter-reduire-et,28438.html?var_mode=calcul

(11) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Conservation-et-utilisation.html>

(12) ONEMA, *Evaluer les services écologiques des milieux aquatiques : Enjeux scientifiques, politiques et opérationnels*, Jean-Pierre ARMIGUES & Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, 2012.

La fiscalité de la biodiversité existe-t-elle ?

Par Guillaume SAINTENY*

L'utilisation de la fiscalité se développe dans de nombreux domaines liés à l'environnement : l'énergie, les transports, le climat, les déchets, etc. En revanche, elle demeure peu utilisée en matière de biodiversité. Cela paraît vrai sur le plan international, européen, national et local.

En réalité, il n'existe pas véritablement de fiscalité de la biodiversité, mais plutôt une fiscalité qui s'est historiquement construite sans tenir compte de ses effets sur la biodiversité. C'est notamment la situation qui prévaut en France. Globalement, la structure du système fiscal français est défavorable à la préservation de la biodiversité. C'est le cas, par exemple, de la fiscalité du patrimoine, de la fiscalité locale, de la fiscalité de l'urbanisme ou encore de la fiscalité s'appliquant à la gestion de l'eau.

Une fiscalité du patrimoine naturel pénalisante

La fiscalité du patrimoine revêt une importance particulière en matière de biodiversité. En effet, la fiscalité des espaces naturels, en influant sur leur rentabilité, favorise certains usages par rapport à d'autres.

D'une manière générale, l'application d'un taux de prélèvement unique pour des biens dont les taux de rendement sont différents semble en soi critiquable. Un impôt de 1,5 % ou de 2 % sur la valeur d'un bien pourra être payé par les revenus générés par le bien lorsqu'il s'agit de valeurs mobilières (dont le rendement annuel moyen à long terme est de 4 à 5 %), d'immobilier bâti (rendement annuel moyen à long terme de 2 à 3 %), mais pas quand il s'agit d'immobilier non bâti (rendement annuel presque toujours inférieur à 2 %). Pour faire face à une telle imposition fiscale, sur des biens fonciers non bâtis au rendement brut déjà très faible, il s'avère donc nécessaire d'accroître leur rendement (par une exploitation plus intense, ce qui va à l'encontre des souhaits d'une extensification), d'en changer la substance (constructibilité/urbanisation) ou d'en amputer une partie, c'est-à-dire de morceler les espaces naturels ou de s'en défaire.

Au sein du foncier non bâti, un taux de prélèvement unique s'appliquant à des espaces très différents et à des modes d'exploitation très divers (favorables ou non à la biodiversité) peut aboutir, d'une part, à pénaliser les usages les moins productifs (qui sont aussi souvent les moins défavo-

rables à la biodiversité) et, d'autre part, à intensifier le rendement des biens fonciers non bâtis pour compenser, par des revenus accrus, la nouvelle imposition. Or, cet accroissement du rendement passe également, le plus souvent, par l'intensification de l'exploitation ou la transformation du bien non bâti, induisant son artificialisation et donc une perte de valeur en termes de biodiversité.

Si l'on veut permettre un rendement accru des espaces ruraux sans que cela passe obligatoirement par leur transformation, leur artificialisation, leur urbanisation ou l'intensification des méthodes d'exploitation, il semble nécessaire d'alléger la fiscalité qui pèse sur eux. Les espaces appartenant au foncier non bâti non agricole ni sylvicole (tels que certaines zones humides) sont souvent ceux dont la biodiversité est la plus importante et dont le taux de rendement brut est le plus faible. Leur imposition relative est donc plus lourde, leur rentabilité nette encore plus négative et l'allègement de leur taxation encore plus nécessaire.

Une fiscalité locale artificialisante

À l'exception de celles afférentes à la taxe sur le foncier non bâti (TFNB), les recettes fiscales des collectivités territoriales incitent à l'artificialisation du territoire. Elles sont en effet assises sur la construction, l'existence, l'utilisation ou la transmission d'éléments bâtis et d'infrastructures. C'est par exemple le cas de la taxe d'aménagement (TA), de la taxe sur le foncier bâti (TFB), de la taxe d'habitation (TH),

de la taxe sur les surfaces commerciales (TASCOM), de la contribution économique territoriale (CET), de l'imposition forfaitaire sur les réseaux (IFR), de la taxe de séjour, des droits de mutation à titre onéreux (DMTO) ou du versement pour dépassement du plafond légal de densité (VPLD).

Quant à la TFNB, malgré quelques réformes récentes, certains de ses aspects demeurent peu favorables à la biodiversité. Les zones humides reboisées en sont exonérées durant dix, trente ou cinquante ans selon l'essence de bois utilisée. De manière générale, la valeur locative cadastrale des terrains ne correspond ni à leur revenu ni à leur valeur écologique. Le classement des propriétés non bâties en treize groupes remonte à une instruction ministérielle du 31 décembre 1908, qui depuis n'a jamais été actualisée. Or, ce classement hétéroclite ne correspond plus à aucune logique économique, et encore moins écologique. Dans une même catégorie, des terrains artificialisés peuvent se retrouver regroupés avec des espaces naturels. Ainsi, les zones humides sont de fait réparties en plusieurs catégories de natures très diverses. On peut aussi bien en trouver dans la catégorie 1 (« terres ») que dans les catégories 2 (« prés »), 5 (« bois »), 6 (« landes »), 7 (« carrières, ardoisières, sablières, tourbières »), 8 (« lacs et étangs »), voire 9 (« jardins ») et 11 (« terrains d'agrément »)...

Depuis la loi du 23 février 2005, les zones humides peuvent être exonérées à hauteur de 50 % de la TFNB sous réserve d'un engagement de gestion de cinq ans. Mais cette possibilité d'exonération ne concerne que les zones humides

agricoles classées dans les catégories 2 (« prés ») et 6 (« landes ») : les zones humides non agricoles en sont donc exclues. Toute tentative de rendre la TFNB plus incitative à des modes de gestion favorisant la biodiversité bute sur cette classification datant de plus d'un siècle.

Une fiscalité de l'urbanisme ignorant la biodiversité

La fiscalité de l'urbanisme est assise sur l'une des activités impactant le plus la biodiversité, la construction, donc l'artificialisation des sols et la réduction des surfaces d'espaces naturels. Certes, étant donné son objet et l'historique de sa conception, les mécanismes de la fiscalité de l'urbanisme ne sauraient être conçus uniquement en fonction de leur impact sur la biodiversité. Néanmoins, il est frappant de constater que celle-ci n'avait pas été intégrée jusqu'ici dans ses modalités.

Jusqu'en 2012, elle était composée d'un ensemble hétéroclite de taxes complexes. La taxe locale d'équipement (TLE) était affectée au financement de l'aménagement, la TDCAUE (taxe départementale des conseils d'architecture de l'urbanisme et de l'environnement) à celui des conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (CAUE), la taxe départementale des espaces naturels sensibles (TDENS) servait à l'acquisition et à la gestion d'espaces naturels. Il s'agissait donc de taxes de financement. Leurs taux, plafon-



© Marc Potez/BIOSPOTO

« Les zones humides reboisées sont exonérées de la taxe sur le foncier non bâti (TFNB) durant dix, trente ou cinquante ans selon l'essence de bois utilisée. », plantations sur le chantier de renaturation de la rivière l'Hermance qui alimente le Lac Lemman.

nés, étaient fixés à un niveau trop bas pour avoir un effet incitatif.

Depuis le 1^{er} mars 2012, une taxe d'aménagement (TA) se substitue à la TLE, à la TDCAUE et à la TDENS. Les communes peuvent désormais pratiquer des taux différents sur leur territoire afin de tenir compte du coût réel de l'urbanisation dans chaque secteur. Toutefois, la TA, loin d'être conçue comme incitative, demeure, fondamentalement, une taxe de financement, mais basée sur une assiette peu satisfaisante et mitée des mêmes exonérations que les taxes auxquelles elle succède.

Son assiette est constituée des opérations de construction, de reconstruction et d'agrandissement, mais celles-ci sont désormais évaluées en fonction de la surface hors œuvre nette (SHON), et non plus en fonction de la surface au sol. Or, un certain nombre de surfaces artificialisées ne sont pas retenues dans la surface hors œuvre brute (SHOB), comme les pylônes, les canalisations, les citernes, les silos, les auvents, les terrasses non couvertes, etc. De plus, d'autres éléments artificialisés, déduits de la SHOB pour donner la SHON, n'entrent pas dans l'assiette des taxes d'urbanisme (balcons, loggias, surfaces non closes situées au rez-de-chaussée, certains bâtiments agricoles, etc.). Certaines constructions conduisant à une artificialisation des sols sont exonérées (constructions destinées à être affectées à un service public ou d'utilité publique, bâtiments agricoles, etc.). En outre, les conseils municipaux peuvent également exonérer les logements sociaux, les stations-service, les ateliers de réparation, etc.

Un versement pour sous-densité (VSD) a également été créé à partir du 1^{er} mars 2012. Mais son instauration reste à la discrétion des communes. Cette réforme tente de rendre la fiscalité de l'urbanisme plus incitative en termes de densité, et donc à l'économie d'espace. Mais elle demeure timide.

Ces exclusions, l'assiette réduite par rapport à la surface au sol effectivement construite et artificialisée et le caractère facultatif de certaines taxes ont pour effet de réduire le rôle incitatif potentiel de cette fiscalité. Ni le VSD ni la TA ni les taxes que celle-ci remplace n'offrent ni n'offraient par le passé de modulation possible en fonction de la sensibilité de l'espace naturel affecté par la construction.

Certains locaux ayant pourtant une plus forte emprise au sol que d'autres sont soit très légèrement taxés soit exonérés. Telle qu'elle a été conçue jusqu'ici, la fiscalité de l'urbanisme n'a guère favorisé l'usage économe d'espaces naturels et la préservation de la biodiversité. À l'inverse, certains de ses aspects (prêt à taux zéro-PTZ - éco-PTZ, Pass foncier, taxe sur les surfaces commerciales (TASCOM), exonérations diverses concernant certaines constructions et infrastructures, VPLD, régimes fiscaux d'aide à l'investissement immobilier locatif dans le neuf, etc.) ont favorisé, au détriment de milieux naturels supports de biodiversité, un mode d'urbanisme fortement consommateur d'espace implanté en périphéries sur un foncier rural bon marché, au lieu de privilégier un urbanisme dense, mixte et économe en espace.

Une fiscalité de l'eau rentable, mais imparfaite

Les milieux aquatiques et humides représentent le réservoir d'une part importante de la biodiversité. Leur richesse biotique dépend en grande partie de la qualité de leurs eaux, mais aussi de leur quantité. Ces deux éléments sont liés, une pollution aquatique pouvant affecter plus gravement encore un milieu donné en période d'étiage. L'eau est l'un des rares domaines de l'environnement qui soit doté, en France, de financements récurrents et abondants depuis près d'un demi-siècle et, pour la plupart d'entre eux affectés. L'ensemble représente 11,4 milliards d'euros pour le neuvième programme d'intervention (2007-2012), dont plus de 1,8 milliard d'euros en 2009. Mais les modalités de ces financements sont critiquables tant du point de vue de leurs usages (subventions) que de leur origine (fiscalité).

Certaines subventions accordées par les agences de l'eau s'avèrent potentiellement dommageables pour la biodiversité (comme la construction de barrages). Les agences ont tardé à hiérarchiser les demandes d'aides en fonction de la sensibilité des milieux concernés. Elles semblent davantage habituées au traitement de pollutions localisées (rejets domestiques ou industriels) *via* le financement de stations d'épuration qu'au traitement de pollutions diffuses. Ainsi, les budgets consacrés à ce type de pollution sont parfois sous-consommés. En 2007 et 2008, un budget de 50 millions d'euros destiné à la gestion et à la restauration des milieux aquatiques a dû être reporté faute d'avoir été utilisé. Les agences de l'eau financent aussi beaucoup plus les actions curatives que préventives, *via* la protection de la ressource ou le changement des pratiques agricoles : 1,29 milliard d'euros, contre 712 millions d'euros, soit 80 % de plus en faveur des actions curatives, dans le neuvième programme (1).

Mais, le problème principal de ces redevances tient à leur caractère non internalisant, voire même, souvent, à leur caractère non incitatif.

L'objectif de ces redevances était que l'usager prenne en compte les coûts économiques dont ses propres usages grevaient les autres utilisateurs. L'esprit de ces redevances est incarné dans la formule « l'eau paye l'eau » et dans le principe « pollueur-payeur ». Ce principe prôné par l'OCDE et par la Commission européenne depuis les années 1970 a été repris, d'une manière générale, dans la loi française en 1995, puis constitutionnalisé dans la Charte de l'environnement en 2005. Dans le domaine de l'eau, la récupération des coûts est l'un des principes fondamentaux de la directive cadre (européenne) sur l'eau (DCE), qui elle-même a été transposée dans le droit français par la loi du 21 avril 2004. Mais, dans les faits, la France n'a jamais appliqué pleinement ce principe à sa politique de l'eau. Au contraire, elle y a dérogé à plus d'un titre. Dans leur énoncé, la DCE et sa transposition dans le droit français nuancent le principe de la récupération des coûts. Ainsi, l'article 11 de la loi du 21 avril 2004 précise que « *les coûts liés à l'utilisation de l'eau, y compris les coûts pour l'environnement et les ressources elles-mêmes, sont supportés par les utilisateurs en*

tenant compte des conséquences sociales, environnementales et économiques ainsi que des conditions géographiques et climatiques ».

L'eau reste souvent vendue à un tarif inférieur à ses coûts complets. Le tarif ne prend en compte ni les coûts environnementaux ni les coûts d'opportunité.

Les redevances elles-mêmes visent davantage à procurer des recettes financières à redistribuer qu'à inciter à une modification des comportements (2). La taxe hydraulique versée à VNF (Voies Navigables de France) est assise à la fois sur le domaine public fluvial occupé et sur le volume d'eau prélevé ou rejeté. Mais un coefficient d'abattement, variant de 10 à 30 % pour les usages industriels et de 90 à 97 % pour les usages agricoles, s'applique à ce dernier élément. Il s'agit donc là d'une pure taxe de financement.

Parmi les redevances affectées aux agences de l'eau, deux seulement (la redevance pour obstacle et la redevance pour pollution non domestique), qui ne constituent que 5 % des recettes totales, présentent un réel lien avec l'impact les justifiant et, en raison de taux trop bas, aucune de ces redevances n'a d'effet internalisant.

De manière générale, les taux des redevances ne sont pas suffisamment différenciés en fonction de la sensibilité des zones ou du caractère plus ou moins prioritaire des paramètres de pollution taxés. En effet, si la loi précise les assiettes et fixe les tarifs-plafonds, ce sont les agences qui adoptent des taux et définissent des zonages. Or, certains

plafonds ont été établis à des niveaux trop bas pour permettre l'internalisation ou même l'incitation (irrigation) ; de même, les taux de certaines redevances ont été fixés de façon unique, forfaitairement, pour l'ensemble du territoire (redevance d'élevage), sans possibilité de modulation. En outre, les agences elles-mêmes n'ont pas suffisamment utilisé la latitude qui leur avait été accordée.

En ce qui concerne les aspects quantitatifs, la redevance pour prélèvement est assise sur le prélèvement brut et non sur la consommation d'eau, c'est-à-dire sur le prélèvement net. Or, en matière de ressource en eau, c'est le prélèvement net (eau prélevée et non restituée) qui importe. Et les principaux contributeurs ne sont pas les mêmes dans ces deux cas. En outre, les taux des redevances sont essentiellement modulés selon les usages et non selon la disponibilité de la ressource ou les priorités de sa gestion. Les usages les plus fortement consommateurs d'eau (irrigation agricole, refroidissement des centrales électriques) bénéficient de taux de redevance plus faibles que l'usage domestique, moins consommateur par mètre cube prélevé. Pour l'irrigation, la redevance pour prélèvement est plafonnée à 2 ou 3 centimes d'euro par mètre cube d'eau, selon les ressources en eau de chaque bassin. Le niveau de la redevance évolue entre 0,2 et 0,3 centime d'euro par mètre cube selon les bassins. Globalement, la part de la redevance pour prélèvement payée par l'agriculture représentait 3,6 % en 2010 (contre 21,9 % pour l'industrie et 74,5 % pour les ménages).



© Jean-Luc Kokel/BIOSPHOTO

« Les usages les plus fortement consommateurs d'eau (irrigation agricole, refroidissement des centrales électriques) bénéficient de taux de redevance plus faibles que l'usage domestique, moins consommateur par mètre cube prélevé. », irrigation de plants de maïs dans la vallée de la Dordogne à Vézac (Département de la Dordogne).

La redevance pour prélèvement prend donc plus en compte le consentement des contribuables à payer que leurs impacts réels sur la ressource. Elle n'est guère incitative à une modération de leur consommation et/ou à une évolution de leurs pratiques.

En ce qui concerne les aspects qualitatifs, soit la fiscalité n'est ni dissuasive ni suffisamment incitative (redevance élevage ou redevance pour pollutions diffuses), soit elle n'est pas utilisée (absence de taxation de la pollution azotée), soit elle n'est pas basée sur une assiette tenant compte de la pollution effective. Ce dernier cas est celui de la redevance pour pollution domestique, qui est assise sur les volumes consommés et non sur la pollution rejetée ; or, ces deux variables sont distinctes. Telle qu'elle est conçue, cette redevance ne peut pas, logiquement, inciter à diminuer directement les pollutions domestiques. Il n'existe aucun lien entre la redevance et l'impact la justifiant. L'esprit de la loi de 1964 et celui des redevances de bassin ne sont ici guère respectés. Or, cette redevance est celle qui rapporte le plus. Son produit est supérieur au tiers de l'ensemble.

La biodiversité ne joue donc qu'un faible rôle dans la fiscalité de l'eau, qu'il s'agisse des modalités de la taxation ou des modalités de la distribution de son produit.

Des taxes non incitatives

Le produit de la plupart des taxes assises sur les activités causant des dommages à la biodiversité n'est pas affecté aux politiques de protection et de gestion de la biodiversité. C'est le cas notamment de la plupart des taxes assises sur le foncier bâti et sur les constructions (TFB, TLE, taxes sur les bureaux, DMTD, etc.), sur les infrastructures (taxe sur les concessions d'autoroutes, IFR, taxe sur les éoliennes en mer, etc.), sur les transports, sur la pollution atmosphérique, etc. Cette non-affectation prive, certes, les politiques de la biodiversité de ressources. Mais cette situation ne peut être critiquée en tant que telle, du fait de la règle de non-affectation des recettes budgétaires. En revanche, apparaît plus contestable le fait qu'aucune de ces taxes ne soit incitative. Les dommages causés à la biodiversité par ces activités ne semblent guère avoir été pris en compte lors de la conception et des réformes successives de ces taxes.

Quant aux rares taxes dont le produit est affecté au moins pour partie à la biodiversité, elles souffrent de plusieurs défauts.

D'abord, beaucoup d'entre elles sont « mal assises ». Elles ne sont pas basées sur l'acte précis qui constitue le dom-



© Thierry Dudoit/EXPRESS-REA

« La TDENS, la TDCAUE, la TA, le droit annuel de francisation et de navigation (DAFN), la taxe sur les traversées maritimes à destination d'espaces naturels, la taxe sur les véhicules empruntant un pont entre le continent et une île, la plupart des redevances liées à l'eau, les redevances cynégétiques, etc. sont autant de taxes budgétaires dont le produit est affecté en partie ou en totalité au financement des politiques de biodiversité et des structures qui les conduisent. Ce ne sont ni des taxes internalisantes ni même des taxes incitatives. », vue du pont de l'île de Ré, février 2009.

mage à la biodiversité, mais sur un proxy. Ce proxy est lui-même parfois exonéré, ou soumis à des taux réduits. Ensuite, bien que fixées à des taux trop bas pour être internalisantes ou même incitatives, elles rapportent peu (à l'exception des redevances liées à l'eau), qu'il s'agisse du produit de chacune d'entre elles ou de leur poids aggloméré rapporté au total de la fiscalité environnementale. Enfin, et surtout, elles ne sont guère incitatives. La TDENS, la TDCAUE, la TA, le droit annuel de francisation et de navigation (DAFN), la taxe sur les traversées maritimes à destination d'espaces naturels, la taxe sur les véhicules empruntant un pont entre le continent et une île, la plupart des redevances liées à l'eau, les redevances cynégétiques, etc. sont autant de taxes budgétaires dont le produit est affecté en partie ou en totalité au financement des politiques de biodiversité et des structures qui les conduisent. Ce ne sont ni des taxes internalisantes ni même des taxes incitatives.

Le DAFN n'est pas une écotaxe, dans le sens où il n'est guère modulé en fonction des atteintes portées par les bateaux aux milieux naturels. Son produit est affecté au Conservatoire du littoral. Ne pouvant dépasser respectivement un plafond de 1,52 euro par passager et de 3,05 euros par véhicule, la taxe sur les passagers maritimes embarqués et celle sur les ouvrages d'art reliant une île au continent ne visent pas à dissuader la sur-fréquentation des milieux naturels, mais plutôt à contribuer au financement des espaces insulaires protégés.

La TDENS, principale taxe en matière de biodiversité (270 M€ en 2010), incarnait les défauts de ce type de taxe. Certaines constructions en étaient exonérées. Sa mise en œuvre par chaque département demeurait facultative. L'usage de son produit semblait beaucoup plus tourné vers des acquisitions par les départements que vers la gestion partenariale d'écosystèmes.

Son caractère départemental ne semblait pas optimal. En effet, les départements dans lesquels ont lieu d'importantes activités de construction, reconstruction et agrandissement, générant donc des recettes fiscales affectées, ne sont pas toujours ceux dans lesquels il existe des espaces naturels de qualité à préserver et à gérer. À l'inverse, beaucoup de départements abritant de nombreux écosystèmes remarquables ne percevaient que de maigres recettes de TDENS du fait de leur faible activité de construction, ce qui ne leur permettait guère de conduire une politique ambitieuse d'acquisition, de préservation et de gestion des espaces naturels. La régionalisation de la taxe aurait peut-être amélioré son efficacité en permettant de cibler des espaces naturels d'une plus grande superficie et d'une qualité accrue. Elle aurait aussi été cohérente avec les compétences que détiennent les régions en matière de parcs naturels

régionaux (PNR) et de réserves naturelles régionales, ainsi qu'avec la meilleure adéquation entre périmètres régionaux, zones biogéographiques et bassins versants.

La taxe départementale des espaces naturels sensibles (TDENS) n'était perçue qu'une seule fois, au moment de la construction, ce qui en diminuait le caractère incitatif. En effet, l'impact d'une construction sur la biodiversité ne cesse pas avec la fin de la phase de sa construction : l'imperméabilisation du sol perdure, la surface construite est retirée à la nature, l'éventuelle localisation du bâtiment sur un passage faunistique ou une station botanique demeure tout au long de sa durée de vie. Ces impacts sont donc permanents. Le taux de cette taxe était plafonné à 2 %, ce qui ne permettait pas aux départements de fixer des taux incitatifs. Pourtant, la logique financière de la taxe – compenser l'artificialisation par la préservation d'espaces naturels – ne semblait pas davantage poussée jusqu'à son terme. Elle aurait supposé que l'assiette de la taxe soit étendue aux infrastructures artificialisant et fragmentant les espaces naturels, dont l'impact est souvent plus important que la construction d'un immeuble : lignes ferroviaires à grande vitesse (LGV), lignes électriques à très haute tension (THT), autoroutes, routes, sites industriels, décharges, etc. Ni taxe incitative ni véritable taxe de rendement, la TDENS semblait flotter dans un entre-deux fiscal. Son absorption dans la TA à partir de 2012 ne remédie pas à ses défauts, elle ne tranche pas la question de sa véritable vocation et ne clarifie pas son but. En effet, la réforme de 2010 (applicable à partir de 2012) ne fait qu'intégrer la TDENS (comme la TDCAUE et la TLE) à la TA, sans en modifier les traits. On peut le regretter.

La fiscalité de la biodiversité n'existe donc guère en tant que telle en France. À l'inverse, la biodiversité n'a pas véritablement été prise en compte dans l'édification du système fiscal français. Nombre des dispositions de ce dernier lui apparaissent donc aujourd'hui clairement défavorables (3). Le principe d'intégration de l'environnement dans les politiques publiques supposerait qu'il en soit désormais autrement.

Notes

* Maître de conférences à l'École Polytechnique.

(1) Cour des comptes, 2010.

(2) Commissariat général au Plan, 1997 ; Cour des comptes, 2003, 2010 ; Conseil d'État, 2010.

(3) Pour de plus amples développements sur l'analyse ébauchée dans ce court article, voir Guillaume Sainteny, *Plaidoyer pour l'écofiscalité*, Paris, Buchet-Chastel, 2012.

La stratégie nationale pour la biodiversité

Par Odile GAUTHIER* et Paul DELDUC**

Cet article décrit le cheminement de la France en matière de protection de la biodiversité depuis la convention sur la diversité biologique de 1992 jusqu'à la deuxième stratégie nationale pour la biodiversité adoptée en mai 2011. Il détaille en particulier l'approche de participation des parties prenantes et de mobilisation de la société retenue en 2011 pour franchir une nouvelle étape dans la prise en compte des enjeux de biodiversité par les décideurs de toute nature.

Avant de parler de stratégie, un rappel sur la biodiversité. Ce terme apparu dans les années 1980 décrit en premier lieu une des caractéristiques du vivant : sa grande diversité. Il reçoit en 1992 sa consécration dans le nom même de la Convention sur la diversité biologique, et dans son article 2, qui la définit ainsi : [La biodiversité est] la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.

À mesure que le temps passe, le terme finit par englober fréquemment, au-delà de l'une de ses caractéristiques, l'ensemble du monde vivant. Malgré son aspect aride, voire un peu technocratique, le mot biodiversité a durablement pris sa place sur la scène politique, succédant ainsi à la nature. La nature, dans la culture européenne notamment, est un cadre dans lequel se trouve l'homme, qui n'en fait pas à proprement parler partie. La nature est même parfois vue comme un décor dont on peut vanter et protéger les propriétés esthétiques, culturelles, voire la richesse (un patrimoine, un trésor), mais un décor que l'on ne parvient à protéger de manière satisfaisante qu'en en excluant l'homme. La biodiversité, par contraste, intègre nécessairement l'homme et invite à avoir une vision fonctionnelle des écosystèmes, fondée sur une interaction permanente entre les différentes composantes de la biodiversité, dont l'homme fait partie.

Gilles Bœuf et Bernard Chevassus-au-Louis ont apporté un éclairage sur ce qu'est concrètement la biodiversité et sur les enjeux qui s'y rapportent. En ajoutant à cela l'importance des services éco-systémiques présentés par Xavier Bonnet, on comprend pourquoi en 1992, lors du sommet de Rio, la conservation de la diversité biologique a été considérée comme un enjeu aussi important pour l'homme que le changement climatique : la convention sur la diversité biologique était née, et malgré l'absence remarquée – et

durable ! – des Etats-Unis, l'ensemble de la communauté internationale s'était mise en marche pour préserver et renforcer le tissu vivant de la planète.

La Convention prévoit, dans son article 6 que les Etats parties fassent leur travail :

« Article 6. Mesures générales en vue de la conservation et de l'utilisation durable

Chacune des Parties contractantes, en fonction des conditions et moyens qui lui sont propres :

- a) Élabore des stratégies, plans ou programmes nationaux tendant à assurer la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique ou adapte à cette fin ses stratégies, plans ou programmes existants qui tiendront compte, entre autres, des mesures énoncées dans la présente Convention qui la concernent ;*
- b) Intègre, dans toute la mesure possible et comme il convient, la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique dans ses plans, programmes et politiques sectoriels ou intersectoriels pertinents. »*

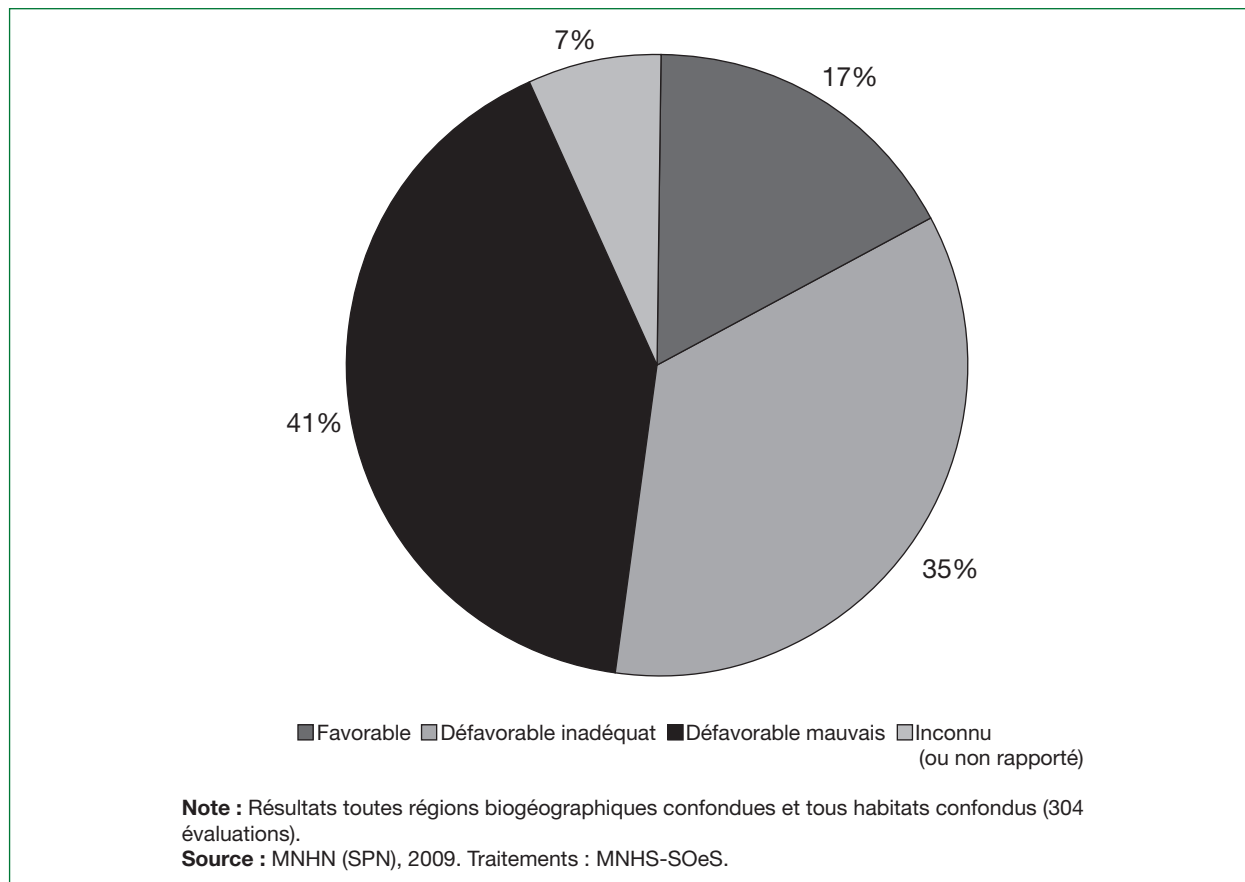
En pratique, les Etats parties ne se sont pas précipités sur cette tâche complexe. En ce qui concerne la France, la première application concrète de cet article de la convention sur la diversité biologique sera la publication en 2004 d'une stratégie nationale pour la biodiversité (SNB)(1), qui faisait suite à l'engagement des chefs d'Etat et de gouvernement de l'Union européenne à « stopper l'érosion de la biodiversité d'ici à 2010 » (Conseil européen de Göteborg, juin 2001). La SNB 2004-2010 était structurée en quatre orientations transversales (mobiliser tous les acteurs ; reconnaître sa valeur au vivant ; améliorer la prise en compte par les politiques publiques ; développer la connaissance scientifique et l'observation) et déclinée en dix plans d'action sectoriels (agriculture, infrastructures de transport, urbanisme, mer...). Elaborés pour la plupart entre 2005 et 2006, ces plans d'action sectoriels ont été révisés en 2009 pour intégrer les engagements du Grenelle de l'Environnement.

Cette première stratégie était avant tout tournée vers l'intégration des enjeux liés à la biodiversité dans les politiques sectorielles. L'objectif était de forcer les différents départements ministériels à s'approprier le concept et à en tirer des conséquences pour leur action. Les différents plans d'action sectoriels étaient donc pilotés par les ministères compétents, et non par le ministère chargé de l'environnement. Bien que chaque ministère pilote ait organisé un comité de suivi réunissant les principaux acteurs du secteur, ces plans d'action comportaient avant tout des actions menées par l'Etat, qui était finalement le seul à s'engager sur une évolution de ses pratiques. Il s'agissait cependant là d'une avancée considérable, faisant entrer la biodiversité dans la culture de l'Etat, tout au moins au niveau ministériel.

Arrive l'heure de l'évaluation de « l'objectif 2010 », rien de moins que l'arrêt de l'érosion de la biodiversité ! Même si cet objectif, plus politique que technique, était difficile à évaluer, il n'a fait de doute pour personne qu'il n'était pas atteint. Plus que l'observation directe de certaines composantes de la biodiversité (par exemple, à travers les listes rouges d'espèces menacées co-élaborées par le comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature et le Muséum national d'Histoire naturelle, qui indiquent que 18 % des espèces animales métropolitaines évaluées sont menacées d'extinction ou déjà éteintes, ou encore l'évaluation de l'état de conservation de certains habitats naturels (voir le schéma ci-dessous) dans le cadre de la directive

européenne « habitats », qui a montré en 2007 que seuls 17 % des habitats visés étaient dans un état de conservation favorable (2)), c'est surtout la persistance, voire l'aggravation des pressions pesant sur la biodiversité (destruction, dégradation et fragmentation des habitats, surexploitation, pollution, espèces exotiques envahissantes...), qui a conduit la communauté internationale à considérer que l'objectif 2010 n'était pas atteint et qu'il fallait impulser une dynamique nouvelle. Une étude mondiale approfondie de l'état des écosystèmes et des services qu'ils rendent, appelée « *Millennium Ecosystem Assessment* » (MEA, 2005) (3) a fortement contribué à cette prise de conscience.

Alors que la diplomatie du changement climatique, regardée par les défenseurs de la biodiversité comme un exemple à suivre – au point de lancer une étude sur la biodiversité inspirée du rapport de Sir Nicholas Stern sur le changement climatique : « *The economics of ecosystems and biodiversity* », dite TEEB (4), réalisée sous la conduite de l'économiste Pavan Sukhdev –, sortait un peu déprimée de l'échec des négociations de la Convention sur le changement climatique lors de la conférence de Copenhague en décembre 2009, la conférence des parties à la Convention sur la diversité biologique d'octobre 2010, à Nagoya, a réussi à donner une impulsion forte et nouvelle à l'action internationale en faveur du vivant. Les parties ont en effet réussi à valider trois documents fondamentaux : a) un plan stratégique accompagné de cibles (une sorte de stratégie mondiale), b) un protocole sur l'accès aux ressources géné-



État de conservation des habitats d'intérêt communautaire en Métropole (période 2000-2006).

tiques et sur le partage des avantages découlant de leur utilisation (en négociation quasiment depuis l'origine de la convention) et enfin, c) une stratégie de mobilisation des ressources en vue de soutenir la mise en œuvre de la Convention.



© Jose Jacome/EFE/MAXPPP

« La diplomatie du changement climatique est regardée par les défenseurs de la biodiversité comme un exemple à suivre – au point de lancer une étude sur la biodiversité inspirée du rapport de Sir Nicholas Stern sur le changement climatique : « *The economics of ecosystems and biodiversity* », dite TEEB. », portait de Sir Nicholas Stern.

Par ailleurs, 2010 avait été déclarée « année internationale de la biodiversité » par l'assemblée générale de l'Organisation des Nations Unies. En France, le ministère du Développement durable avait pris l'initiative d'organiser des opérations de communication fortes en direction du grand public et d'offrir une plateforme et un label à toutes les structures organisant des manifestations destinées à sensibiliser les Français aux enjeux de la biodiversité.



C'est dans ce contexte de grande activité politique et médiatique qu'a été lancé le processus de révision de la

stratégie nationale pour la biodiversité, à l'issue d'un gigantesque remue-méninges (voulu « ouvert et innovant ») dénommé « Conférence française pour la biodiversité (5) » : plus de quatre cents personnes représentant toutes les structures intéressées par la biodiversité (élus et collectivités, chercheurs, entreprises, associations, services de l'Etat et établissements publics, syndicats de salariés...) se sont réunies du 10 au 12 mai 2010 à Chamonix-Mont Blanc pour travailler sur le thème : « Quelle gouvernance, pour réussir ? ». Les travaux ont été organisés suivant les méthodes de créativité utilisées dans les entreprises et ont permis à la fois de donner l'impulsion voulue et de fournir des pistes de travail pour réviser la stratégie.

La nouvelle stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020 a ensuite été élaborée de juillet 2010 à mai 2011 (date de sa publication) sur un mode collaboratif. Un comité de révision composé d'environ 100 personnes représentant toutes les parties intéressées, dans une configuration proche du Grenelle de l'Environnement, présidé par Jean-Claude Ameisen, professeur d'immunologie, membre du Comité consultatif national d'éthique, constituait l'autorité validant tant les orientations que les versions finales des différentes productions. Les parties les plus sensibles de la stratégie (comme la vision décrivant une compréhension commune de la place de l'homme dans le vivant, ou encore le libellé des orientations et des objectifs) ont été négociés dans cette enceinte mot par mot. De très nombreux groupes de travail thématiques se sont chargés tant de la conception de l'architecture de la stratégie que de l'élaboration de son contenu.

Venons-en maintenant à l'objet lui-même. Les partenaires, convaincus des faiblesses de la première stratégie (*in fine* une compilation de plans d'action à réaliser par l'Etat) et désireux de s'impliquer directement dans la mise en œuvre de la stratégie, ont souhaité produire un outil qui permette à toutes les personnes morales – voire aux personnes physiques – qui le souhaitent de s'engager en faveur de la biodiversité. La nouvelle stratégie est donc un document uniquement stratégique (certains pourront penser que c'est une faiblesse) qui présente un cadre pour l'action décliné en six orientations et vingt objectifs.

Ce texte court reprend dans la présentation de son « ambition » les grandes lignes de la stratégie précédente :

- ✓ *préserver et restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité,*
- ✓ *en assurer l'usage durable et équitable,*
- ✓ *réussir pour cela l'implication de tous et de tous les secteurs d'activité.*

Quant aux orientations et aux objectifs, ils constituent une déclinaison, adaptée au cas de la France, des orientations et objectifs du plan stratégique de la Convention sur la diversité biologique.

L'ambition de cette stratégie est de mobiliser tous les acteurs au travers d'objectifs parlants et s'adressant collectivement mais aussi spécifiquement aux citoyens, aux décideurs, au monde économique, aux collectivités territoriales, au monde de la recherche, aux organisations non gouvernementales, etc.



© Société forestière de la Caisse des Dépôts

Vue d'un sous-bois.

Ce qu'il y a de vraiment nouveau, dans cette stratégie, c'est le fait que toutes les organisations (communes, associations, entreprises...) sont invitées individuellement, d'une part, à exprimer leur adhésion aux principes de la stratégie (un coupon-réponse étant joint à la stratégie !) et, d'autre part, à s'engager pour la biodiversité en présentant un projet de plan d'action pour leur propre structure en vue de la reconnaissance de ce plan par les pairs (6), c'est-à-dire par le comité de révision de la stratégie, devenu comité de suivi. À ce jour, 270 organisations ont adhéré à la stratégie (dont environ 40 % d'entreprises, 35 % d'associations, 15 % d'établissements publics et 7 % de collectivités). Ce dispositif, qui s'apparente à celui de l'Agenda 21, a été soutenu par l'ensemble des parties représentées dans le comité de révision. Pour assurer la qualité et la transparence des évaluations, chaque projet présenté sera évalué par un professionnel mandaté par le ministère du Développement durable et par un évaluateur recruté parmi les structures membres du comité de révision et qui suit à cet effet une formation et signe une charte de déontologie afin d'éviter les conflits d'intérêts. Les critères d'évaluation ont été validés par le comité de révision.

Le premier cycle de reconnaissance a été lancé en 2012. Les projets devaient être déposés au plus tard le 15 juillet dernier sur une plateforme dédiée. Les évaluations ont été faites en août et en septembre, les reconnaissances seront validées par le comité de révision en octobre : la première promotion de projets « reconnus SNB » sera donc présentée à l'automne. Les lauréats bénéficieront d'une communication sur le site Web de la SNB, hébergé par le ministère

chargé du développement durable, et ils pourront utiliser l'identité visuelle de la SNB.

Et l'Etat, dans tout ça ? La question s'est posée en comité de révision, et il avait été envisagé que l'Etat présenterait lui aussi un projet en vue de sa reconnaissance. Dans la pratique, l'Etat a présenté en mai 2011, en même temps que sa stratégie, une série d'engagements particuliers portant sur la période 2011-2013 (7), axés sur la restauration des milieux naturels et des continuités écologiques, sur l'intégration, sur la connaissance et l'innovation, sur l'action foncière, sur le financement et sur la gouvernance. Ces mesures doivent être évaluées et complétées en vue de préparer la période suivante.

Mais tout cela ne manque-t-il pas d'objectifs quantifiés ? Cette critique a notamment été fortement exprimée par la presse, qui a vu dans l'absence d'objectifs chiffrés la marque d'un manque d'ambition.

En effet, à ce jour, la stratégie nationale pour la biodiversité ne dispose ni d'objectifs quantifiés ni de cibles. Il y a à cela plusieurs raisons : la première est le fait que les deux lois « Grenelle » et le plan stratégique de la CDB ont largement pourvu notre pays en matière de cibles sur le thème biodiversité. On pourrait ajouter à cela les objectifs généraux fixés par la stratégie de l'Union européenne. La seconde raison tient au fait que, dans un premier temps, il a paru nettement plus intéressant d'inciter les acteurs de la société française à faire un pas en avant, plutôt que de leur dire de quelle longueur devait être ce pas : toute la démarche d'élaboration de la SNB et son mode de fonctionnement sont destinés à « imprégner » les parties prenantes, à faire

en sorte qu'elle s'approprient positivement l'enjeu. On a vu, avec l'Objectif 2010, que si la fixation d'objectifs inatteignables permet de formuler un slogan simple et impactant, séduisant politiquement, elle finit par avoir un effet négatif lorsque l'échéance de l'échec s'approche.

Cela étant dit, la fixation d'objectifs quantifiés dans un deuxième temps est un souhait qui a été largement exprimé, et cela permettrait de fixer plus clairement un cap, pour peu que celui-ci soit atteignable. Sans que son utilité soit restreinte à ce seul but, l'Observatoire national de la biodiversité a été conçu afin de produire des indicateurs qui doivent avant tout permettre de disposer d'un thermomètre collectif lisible de l'état de la biodiversité et des pressions qu'elle subit, mais qui peuvent aussi jouer un rôle de suivi d'un objectif. Ses premières productions viennent d'être

mises en ligne, à l'occasion de la Journée mondiale de la biodiversité.

Le gouvernement entend faire de la biodiversité un des principaux sujets de la future Conférence environnementale. En ces temps de crise économique, certains diront que c'est un luxe : on pourra leur répondre que l'espèce humaine ne pourra subsister sur la planète que si elle s'inscrit dans son fonctionnement écologique. Mais cette réponse n'est pas suffisante : il faut chaque jour convaincre tout un chacun, par la pédagogie, la persuasion, l'information. Il revient tout particulièrement aux membres du comité de révision de la stratégie nationale pour la biodiversité d'agir en ce sens au sein de leurs divers réseaux.

Notes

* Directrice de l'Eau et de la Biodiversité au ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

** Sous-directeur chargé de la protection des espèces animales et végétales sauvages, de la chasse et de la pêche en eau douce, ainsi que de la connaissance et de la stratégie nationale pour la biodiversité, direction de l'Eau et de la Biodiversité, ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie.

(1) Voir le site Internet du ministère du Développement durable : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Presentation-generale-de-la-23451.html>

(2) Voir le site de l'Observatoire national de la biodiversité : <http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/>

(3) Voir le site de l'Evaluation des écosystèmes pour le millénaire : <http://www.maweb.org/fr/index.aspx>

(4) Voir le site du TEEB : <http://www.teebweb.org/>

(5) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-conference-francaise-de-la.html>

(6) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/notice%20SNB%20compl%C3%A8te.pdf>

(7) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-Etat-s-engage-pour-la-mise-en.html>

L'ONB

L'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) a pour objet le suivi de l'état et des tendances d'évolution de la biodiversité (infra-spécifique et individuelle, spécifique, écosystémique, fonctionnelle) et de ses interactions avec la société (services écosystémiques, ressources naturelles).

Pour ce faire, il s'appuie sur la connaissance de la biodiversité acquise au travers du système d'information sur la nature et les paysages. Il croise ces informations avec celles issues d'autres systèmes d'information sur les paramètres d'environnement (climat, géologie, géographie...) et de société (démographie, activités socio-économiques et culturelles, politiques conduites...).

Il élabore et met à disposition de tous des jeux d'indicateurs afin d'éclairer les enjeux de société liés à la biodiversité.

Il suit à ce titre les effets de la stratégie nationale pour la biodiversité (SNB).

La stratégie nationale pour la biodiversité : un progrès vers le pluralisme et la diversité dans la prise de décision collective

Par Michel JUFFÉ*

« Entretenir la plus grande diversité possible de conditions d'existence humaine et ne pas uniformiser les hommes avec un codex moral – voilà le moyen le plus général de préparer le hasard favorable. »

Nietzsche, *Aurore, Fragments posthumes, début 1880-printemps 1881*, Gallimard, 1980.

Nietzsche, lecteur de Darwin, plaidait déjà pour la diversité au sein de l'espèce humaine, comme le fit Claude Lévi-Strauss soixante-dix ans plus tard, dans son célèbre ouvrage *Race et histoire*.

Même si l'on trouve chez Darwin de nombreuses allusions à la nécessaire diversité des « êtres organisés », c'est avec la création de parcs naturels, puis avec les plaidoyers pour la nature de Vladimir Vernadsky, d'Aldo Leopold, de Jean Dorst, de Stephen Jay Gould et de bien d'autres, que la notion de protection de la « diversité des êtres vivants » a peu à peu cheminé. Il est vrai que tous avaient été précédés de plusieurs centaines d'années par Montaigne, lequel admettait que tous les êtres vivants partageaient le même sort et étaient d'égale valeur (1).

Ce n'est pourtant qu'à l'occasion de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, tenue en juin 1992 à Rio-de-Janeiro (Brésil), que ce mouvement a trouvé une portée politique, sinon juridique.

Cette conférence adopta en effet un texte fondateur en matière de conservation et de gestion des ressources biologiques, la « Convention sur la diversité biologique » (CDB). Cette convention élaborait un plan stratégique et fixait des objectifs ratifiés par 189 pays, dont la France. Ces objectifs étaient « la conservation de la diversité biologique, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques » (art. 1), tout en rappelant le principe de souveraineté des États pour exploiter leurs propres ressources selon leur politique d'environnement (art. 3). La convention fit passer l'atteinte de ses objectifs par une série d'actions, notamment dans les divers domaines de la conservation *in situ* et *ex-situ*, de la recherche et de la formation, de l'éducation et de la sensibilisation du public, des études d'impact et de réduction des effets nocifs, de l'accès aux ressources génétiques, de l'accès à la technologie et du transfert de technologie, des échanges d'informations, de la coopération technique et scientifique (art. 8 à 19).

La stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) élaborée en 2003-2004

Celle-ci a été élaborée, comme une concrétisation de l'engagement de la France dans la CDB, avec un but précis : « La finalité globale de la stratégie est clairement de stopper la perte de biodiversité d'ici à 2010, comme s'y sont engagés tous les pays de l'Union européenne. » Les délais étaient très courts : six mois pour bâtir un plan d'action détaillé. C'est ainsi que la cellule « biodiversité » créée auprès du directeur de la nature et des paysages, au ministère de l'Ecologie, pilota non seulement la réflexion sur la stratégie dans son ensemble, mais elle contribua également à l'élaboration de plans d'action par ministère.

Aux dires mêmes de ses auteurs, cette première SNB était lacunaire :

- ✓ l'accès de tiers aux ressources génétiques « aux fins d'utilisation écologiquement rationnelle » (art.15),

l'accès à la technologie et le transfert de technologies (art.16) n'y étaient pas abordés ;

- ✓ la SNB n'avait pas pu adopter la démarche de l'Agence européenne de l'environnement (AEE) concernant les descripteurs et les indicateurs de biodiversité, car ceux-ci n'étaient pas encore au point. Les indicateurs utilisés pour les plans d'action ont donc été des indicateurs de moyens plus que des indicateurs de résultats.

Mais le plus gênant était l'isolement de la SNB parmi d'autres politiques publiques. Or, depuis le traité d'Amsterdam (1997), le principe d'intégration des exigences environnementales dans les autres politiques avait bien été affirmé, car il constitue un facteur essentiel de promotion du développement durable (article 6 du traité instituant la Communauté européenne).

Avec le « Grenelle de l'Environnement », la biodiversité apparaît dans l'appareil législatif français. L'objectif assigné est de « stopper la perte de biodiversité sauvage et domestique, restaurer et maintenir ses capacités d'évolution » (art. 23). Pour ce faire, doivent être, entre autres choses, constituée une Trame verte et bleue, mise en œuvre une stratégie nationale de création d'aires protégées terrestres, créées des aires marines protégées, mis en place des plans de conservation ou de restauration, mis en œuvre des plans de lutte contre les espèces exotiques envahissantes et, enfin, soutenu le projet de création d'un groupe d'expertise scientifique internationale pour la biodiversité (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* - IPBES). En revanche, bien qu'elles soient abordées dans la même loi, les relations de la stratégie pour la biodiversité avec d'autres politiques publiques ne semblent pas évidentes, en particulier en ce qui concerne les points suivants :

- ✓ « Retrouver une bonne qualité écologique de l'eau et assurer son caractère renouvelable dans le milieu et abordable pour le citoyen » (art. 27 et suivants).
- ✓ « Une agriculture et sylviculture diversifiées et de qualité, productives et durables » (art. 31 et suivants).
- ✓ « La gestion intégrée de la mer et du littoral » (art. 35).

L'idée, acceptée dans la hâte, de décliner la SNB en plans d'action ministériels en a fortement limité l'efficacité. En fait, loin de correspondre à un programme global qui aurait ensuite été décliné en divers domaines et modes d'action ou à une coordination d'actions dont l'intégration aurait abouti à une cohérence d'ensemble, il s'agissait d'une accumulation d'actions préexistantes auxquelles la préoccupation de la préservation de la biodiversité venait le plus souvent se surajouter. De ce fait, les divers plans d'action ont souffert d'une faible reconnaissance au sein de leur ministère de tutelle. Ces plans étaient d'une grande hétérogénéité, ce qui a rendu leur coordination difficile, et peu lisible l'appréciation de leurs effets. Ils étaient en partie sectoriels et en partie territoriaux ; certains secteurs n'étaient couverts que par la bande (eau et milieux aquatiques), voire étaient totalement absents (industrie, santé, éducation, emploi) ; les plans d'action « outremer » possédaient chacun leur cohérence interne, mais ne formaient pas ensemble un véritable « plan d'action outremer ».

Aucune évaluation du dispositif n'était prévue au départ, et l'avis annuel de l'Union internationale pour la conserva-

tion de la nature (UICN) ne pouvait en tenir lieu puisque cet organisme était partie prenante des comités de pilotage des plans d'action.

La mission (2) d'audit de la SNB – commanditée par la direction de l'eau et de la biodiversité – pouvait ainsi conclure : « Il devient de plus en plus clair – tout au moins pour les acteurs directement concernés – qu'une évolution profonde des modes de développement, rendue nécessaire par le constat de la solidarité de tous les éléments de la biosphère, passe par la réconciliation entre des approches anthropocentrées et écocentrées, en d'autres termes entre humanisme et écologie. La protection et la valorisation de la biodiversité en sont un aspect majeur, emblématique de l'ensemble. D'autant plus qu'elles se déploient à différentes échelles de territoires, ce qui conduit à l'implication des sphères internationale, européenne, nationale et infranationale et, autant que possible, à des approches intégrées de ces différentes échelles. »

D'où cette appréciation assez sévère :

« En regard de cette exigence de grande ampleur et de long terme, et de l'urgence des mesures à prendre, il apparaît que l'actuelle SNB n'est ni stratégique ni nationale.

Ni stratégique : L'ensemble des moyens mis en œuvre souffre de plusieurs défauts cumulés :

- ✓ le portage politique est insuffisant ; (...)
- ✓ le pilotage technique s'est éparpillé en autant de plans d'action sans que ceux-ci fassent l'objet d'une véritable coordination ; (...)
- ✓ les crédits relatifs à la protection et à la mise en valeur de la biodiversité sont répartis au sein de plusieurs missions et programmes de la LOLF [Ndlr : loi organique relative aux lois de finances, du 1^{er} août 2001] dans divers ministères ; (...)
- ✓ la confusion persiste dans l'articulation entre la SNB et les diverses mesures résultant du Grenelle de l'Environnement ; (...)
- ✓ les relations entre la SNB et les diverses politiques liées aux modes d'occupation de l'espace (prévention des risques, infrastructures de transport, planification urbaine, production et consommation d'énergie, etc.) ne font pas l'objet d'une réflexion d'ensemble qui permettrait de tirer le meilleur parti des interactions entre ces politiques.

Ni nationale :

- ✓ l'élaboration de la SNB en 2004 a été l'objet d'une concertation principalement entre une direction d'administration centrale, quelques ONG et quelques membres de la communauté scientifique ;
- ✓ depuis, bien que des initiatives aient été prises, en lien ou non avec la SNB, par des collectivités territoriales (régions, départements et intercommunalités), les divers plans d'action de la SNB et ces initiatives semblent trop souvent s'ignorer mutuellement et, en tout cas, ne font guère l'objet de projets ou de programmes partagés (...)
- ✓ les entreprises dont les activités ont un impact direct ou indirect sur la biodiversité n'ont également pas été consultées ou associées à l'élaboration de la SNB. »

La préparation de la nouvelle SNB (2011-2020)

À partir du bilan présenté ci-dessus, l'audit des conditions de réussite de la nouvelle SNB (2011-2020) a permis de dégager les objectifs ci-après :

- ✓ une gouvernance améliorée avec une appropriation collective ; un portage politique de haut niveau (Premier ministre) par une intégration de la SNB dans les politiques publiques d'aménagement et de développement durable des territoires ; des objectifs stratégiques chiffrés ; une intégration des objectifs internationaux ; une déclinaison territoriale accompagnée d'une relance de la recherche naturaliste, de la connaissance et de l'observation.
- ✓ une procédure de « fabrication » de la SNB assez éloignée de la première, s'appuyant sur la loi dite « Grenelle I » qui préconise : « une stratégie nationale et l'élaboration de stratégies régionales et locales cohérentes, dans le respect des compétences des collectivités territoriales et en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés » (art. 23).

Le fait de retenir cette idée conduirait à généraliser et à élargir les attributions des comités régionaux prévus pour la concertation autour de la Trame verte et bleue (TVB), partie intégrante des schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE). Ceux-ci devraient être « pris en compte » par les collectivités territoriales compétentes en matière d'aménagement et d'urbanisme. L'État restera le garant des engagements internationaux et des objectifs *grenelliens* ; il vérifiera, par le biais de ses services déconcentrés, la réalisation des plans territoriaux. Il conservera le pilotage de l'observation et de la recherche, la négociation avec les instances internationales (Union européenne et conventions internationales), ainsi que les programmes scolaires et les instruments fiscaux.

Si cette procédure était retenue, le dispositif d'élaboration pourrait comporter trois sortes d'instances :

- ✓ a) un comité national de la SNB associant les parties prenantes (une « gouvernance concertée ») : État, établissements publics nationaux, collectivités territoriales, entreprises, organisations syndicales, associations ;
- ✓ b) des comités territoriaux (un par région métropolitaine) composés de la même manière que le comité national, préfigurant les comités Trame verte et bleue-Schéma Régional de Cohérence Ecologique (TVB-SRCE) tels que conçus par le Grenelle 2 ;
- ✓ enfin, c) des comités de zone biogéographique pour dépasser les contours administratifs et politiques. Ces comités (quatre ou cinq en métropole et de six à sept pour l'Outremer) assureraient la cohérence et la complémentarité des objectifs et des actions définis par chaque comité territorial sur la zone (ou sur les zones) biogéographique(s) de leur ressort.

À l'issue des travaux de ces comités, le texte de la SNB consisterait en une série d'objectifs majeurs et prioritaires, assortis d'un petit nombre d'indicateurs de résultats articulés sur les engagements européens et nationaux. Une charte reprenant les points clés de la SNB pourrait être propo-

sée à la signature des parties prenantes qui le souhaiteraient.

L'évaluation de la SNB serait prévue dès son adoption, avec un dispositif d'évaluation indépendant portant aussi bien sur les finalités poursuivies que sur la mise en œuvre des actions.

La nouvelle SNB

L'adoption et la mise en œuvre de la nouvelle SNB a en grande partie suivi les recommandations de la mission d'audit. La directrice de l'eau et de la biodiversité a pris sur elle de diffuser publiquement un rapport qui n'était pas encore approuvé par les chefs des inspections générales concernées. Le comité de révision a réuni durant près de dix mois cent personnes, réparties en sept collèges (auxquels s'ajoutait un collège de personnalités qualifiées), au rythme de deux réunions par trimestre et par le biais d'une dizaine de groupes de travail. Il en est résulté le texte (3) intitulé « Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020 », dont la « vision » résume l'inscription de la biodiversité dans les grands défis que devra soutenir l'humanité au cours du XXI^e siècle. L'ambition est triple :

- 1) préserver, restaurer, renforcer et valoriser la biodiversité,
- 2) en assurer un usage durable et équitable,
- 3) et pour cela, obtenir l'implication de chacun et de tous les secteurs d'activités.

Cette triple ambition a donné lieu à six orientations stratégiques, elles-mêmes déclinées en vingt objectifs.

Dès sa publication, ce texte politique comportait une déclaration d'adhésion volontaire ouverte aux personnes morales. C'était là une nouveauté, car il s'agissait non plus d'imposer un schéma à une pluralité d'acteurs, mais de leur ouvrir un champ d'initiatives. Cette adhésion valait engagement (à préciser dans les 18 mois) à conduire des actions liées aux vingt objectifs énoncés. Un « Guide pour l'action », préparé soigneusement à cet effet, a été rendu public en avril 2012. En mai 2012, plus de deux cent cinquante adhérents se sont manifestés, et un premier appel à la reconnaissance des « engagements volontaires » a été lancé.

De plus, des appels à projets de recherche ont été lancés par l'Etat et, déjà, soixante-deux de ces projets avaient été approuvés en février 2012. L'Etat vient de lancer (en juin 2012) deux nouveaux appels à projets portant, pour l'un, sur la restauration des continuités écologiques interrompues par les infrastructures de transport existantes et, pour l'autre, sur des travaux de restauration d'aires protégées dégradées.

Malgré cette profusion d'initiatives et l'important travail accompli pour la révision et la mise en œuvre de la SNB, quelques points restent insatisfaisants :

- ✓ la co-construction avec les collectivités territoriales n'a pas vraiment eu lieu, même si certaines d'entre elles ont participé au comité ;
- ✓ l'intégration de la SNB dans la Stratégie nationale de développement durable (SNDD) n'a pas été accomplie (il suffit de lire le texte de la SNDD concernant la biodiversité pour s'en convaincre : la concordance entre les deux est faible), et encore moins son intégration dans l'ensemble des politiques d'aménagement et de



© Ian Hanning/REA

« L'Etat vient de lancer (en juin 2012) deux nouveaux appels à projets portant, pour l'un, sur la restauration des continuités écologiques interrompues par les infrastructures de transport existantes et, pour l'autre, sur des travaux de restauration d'aires protégées dégradées. », vue de la station de dépollution implantée sur le site de la réserve de la Crau (Département des Bouches-du-Rhône), août 2010.

développement durable des territoires (même si un groupe de travail du comité de révision s'occupait des relations avec les autres politiques publiques) ;

- ✓ les questions d'éthique de la biodiversité (qui devraient orienter les choix politiques) n'ont été que marginalement abordées et, de manière fortement liée, la question du mode d'évaluation de la SNB dans son ensemble n'a pas été traitée, alors que l'évaluation des projets et des engagements particuliers est, quant à elle, bien définie.

La SNB qui débute (il lui reste encore huit ans pour faire ses preuves) est donc bien plus stratégique (la réflexion, partie des finalités, est passée par des orientations générales et elle a abouti à des actions coordonnées), et bien plus fortement ouverte sur la société civile (ne serait-ce qu'à travers son comité de révision, devenu comité de suivi), mais elle est encore insuffisamment nationale, si l'on considère que le « national » fait appel à toutes les composantes de la puissance publique.

Elle n'est cependant pas assez connue des autres milieux porteurs de politiques publiques pourtant proches, comme la gestion de l'eau, celle des risques en tout genre (dont la préservation de la biodiversité fait partie), la planification stratégique des territoires, la production agricole et sylvicole, etc. (4).

Lorsque le texte « SNB 2011-2020 » a été rendu public, il a été affirmé, notamment au sein du comité de révision,

qu'il n'était pas gravé dans le marbre et notamment que les actions qu'il préconise évolueraient au fil du temps.

Espérons qu'il en sera ainsi...

Notes

* Philosophe, ancien conseiller du Vice-président du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, Vice-président du conseil scientifique de l'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles (AFPCN).

(1) *Apologie de Raymond Sebon*, II, 12.

(2) *La stratégie nationale pour la biodiversité : bilan et perspectives*, rapport du CCAAER et du CGEDD, juin 2010. http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_2076_SNB_Bilan_et_perspectives.pdf

(3) http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SNB_2011-2020WEB.pdf

(4) « Maignon ne mesure pas les enjeux et n'impose pas la mobilisation de tous les ministères. Les mesures annoncées ne sont donc pas à la hauteur. Même si on peut saluer plusieurs annonces concrètes du ministère de l'Écologie et des ministères de la Défense et des Sports, le compte n'y est pas. En effet, aucune mesure ne concerne les secteurs impactant fortement la biodiversité (agriculture, aménagement, transports, foncier). Quant aux pistes de financement, elles restent bien timides, avec la seule annonce d'une mission d'étude. » *Communiqué de presse commun de France-Nature-Environnement (FNE) et de la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) et Ligue Roc* (20 mai 2011).

Agricultures et biodiversité : des futurs liés

Par Marion GUILLOU* et Claire ROGEL-GAILLARD**

Plus d'un tiers des plantes cultivées dépendent de l'activité des insectes pollinisateurs (abeilles, etc.) pour se reproduire. La contribution des vers de terre au maintien de la fertilité des sols a été évaluée en Irlande à un apport de 700 millions d'euros par an. L'agriculture a besoin de la biodiversité, tout en y contribuant directement. Dans les pays où l'espace est largement exploité par l'homme, les interactions entre les activités de production agricole ou forestière et la diversité du vivant (végétal, animal ou microbien) sont nombreuses et essentielles. Pour favoriser des synergies positives, il est indispensable d'aménager, d'inciter et d'évaluer. C'est un des enjeux des politiques publiques agricoles à visées économiques et environnementales, à développer à l'échelle de l'Europe, comme à celle des territoires.

La biodiversité en agriculture

En choisissant des plantes et des animaux au sein de la diversité naturelle, puis en les sélectionnant et en les cultivant ou les élevant, nos ancêtres chasseurs-cueilleurs ont développé une meilleure capacité alimentaire au cours de la révolution néolithique. Aujourd'hui, seulement 1 % des espèces végétales et 0,1 % des espèces animales sont exploités pour l'agriculture dans le monde. L'activité agricole a en effet influé de manière volontariste sur la diversité génétique afin de privilégier certains de ses services.

Pour les animaux, selon les espèces, les caractères sélectionnés incluent notamment la docilité, l'adaptation à des environnements plus ou moins rustiques, la morphologie, la couleur, le pelage, les qualités maternelles de reproduction et la capacité de production (de viande, de lait, d'œufs, etc.).

Chez les plantes cultivées, selon les espèces, les caractères sélectionnés incluent notamment le rendement de leur culture, leurs qualités nutritionnelles, leur résistance aux maladies, leur adaptation aux températures, aux conditions hydriques et aux terroirs, et leur architecture de croissance.

Pour les arbres, selon les espèces, là encore, les caractères sélectionnés incluent notamment leur vitesse de croissance, la rectitude de leurs troncs, la qualité de leur bois en tant que matériau de construction ou de transformation.

Cette biodiversité domestique est suivie et caractérisée, au sein de chaque espèce, par race (pour les animaux) et par

variété (pour les plantes et pour les arbres) ; elle est accompagnée, dans le domaine des plantes cultivées et des microorganismes, par une réglementation qui permet de définir les variétés et les souches créées. Au-delà, parmi les espèces non domestiquées, considérées comme sauvages ou naturelles, certaines interfèrent avec les systèmes conduits par l'homme ; il en est ainsi des insectes pollinisateurs, mais aussi des mauvaises herbes ou des ravageurs des cultures. Outre le fait qu'elle contribue directement à la production agricole, la biodiversité est bénéfique sur le long terme, non seulement pour assurer la durabilité des systèmes, mais aussi pour préserver une capacité d'adaptation des milieux naturels dans des contextes environnementaux et climatiques changeants.

La biodiversité : une nécessité pour assurer les adaptations futures

Le monde vivant évolue. Gènes, espèces, écosystèmes et paysages interagissent entre eux et changent au fil du temps. À cet égard, la biodiversité est à la fois un réservoir d'adaptabilité (inter-espèces comme intra-espèces) et de fonctions. Elle participe d'un équilibre à un instant donné et constitue un capital unique en termes de capacité et de dynamique d'adaptation. Il est donc essentiel de considérer ce capital comme un patrimoine et un bien public à léguer à nos descendants, qui vivront dans des conditions probablement différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui [1].

Le besoin de renouveler les caractéristiques des plantes cultivées en puisant dans la variabilité génétique existante en est une illustration. La sélection de plants de vigne plus résistants à des épisodes de sécheresse ou de variétés de maïs précoces qui réclament de l'eau avant les périodes d'été l'atteste de manière concrète. Robert Barbault [2] cite comme exemple des expériences en vraie grandeur réalisées en Chine : la culture de mélanges de variétés de riz a permis d'augmenter la productivité en luttant efficacement contre la flétrissure, une maladie due à un champignon microscopique, tout en réduisant l'utilisation de fongicides. Plus généralement, dans un contexte prévisible de changements environnementaux globaux, la meilleure garantie de résilience des écosystèmes réside dans le maintien d'une biodiversité abondante.

À l'échelle de la biodiversité domestique, les ressources existantes sont la base de notre aptitude à générer une diversité à partir de laquelle de nouveaux tris seront possibles à des fins de production.

À l'échelle de la biodiversité sauvage, l'enjeu est de préserver une diversité naturelle, qui participe à l'équilibre de la planète et assure une large gamme de services écologiques.

Dans les deux cas, les ressources de la biodiversité nécessitent caractérisation, conservation et valorisation.

En France, la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, qui a été créée en 2008 suite à la fusion de l'Institut Français de la Biodiversité et du Bureau des Ressources Génétiques, joue un rôle majeur dans les recherches sur la biodiversité domestique et sauvage, en interface avec les partenaires sociaux-économiques impliqués dans sa protection, sa gestion et son utilisation. Les instituts de recherche (comme l'Institut National de la Recherche Agronomique - INRA) contribuent fortement aux travaux scientifiques visant à caractériser la biodiversité liée aux activités issues de l'agriculture, à améliorer nos connaissances sur les interactions entre biodiversité et agriculture, ou encore à estimer les services rendus par les écosystèmes pour les orienter et/ou les préserver.

Conserver des ressources génétiques et biologiques

La notion de ressource génétique a été conceptualisée par O. Frankel en 1967, dans le cadre de l'accompagnement de la révolution verte par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (*Food and Agriculture Organization* - FAO) et par les centres internationaux de recherche agronomique. Lors de la Conférence des Nations Unies sur le développement durable, à Rio-de-Janeiro en 1992, a été signée une Convention sur la diversité biologique, ratifiée par la France en 1993.

Elle définit les ressources génétiques comme du « matériel génétique d'origine végétale, animale ou microbienne contenant des unités fonctionnelles de l'hérédité et ayant une valeur effective ou potentielle ». Ces ressources bénéficient de dispositifs de suivi et de gestion très organisés. À l'échelle mondiale, la commission des ressources génétiques

pour l'agriculture et l'alimentation de la FAO a pour objectif d'assurer la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Dans ses missions s'inscrit la préparation périodique des évaluations de l'état des ressources génétiques dans le monde.

Deux « états du monde des ressources génétiques végétales pour l'agriculture et l'alimentation » ont déjà été produits, dont un pour les ressources génétiques animales. Un premier état concernant les ressources génétiques forestières est, quant à lui, en cours de réalisation ; il devrait être suivi d'un rapport sur les ressources halieutiques, puis d'un autre sur les ressources microbiennes.

Des bases de données sont ainsi régulièrement mises à jour, pour les ressources végétales (<http://apps3.fao.org/wiews/wiews.jsp>) et les ressources animales (<http://dad.fao.org/>). De telles bases sont en cours de constitution pour ce qui concerne les ressources forestières.

Pour la zone Europe, il existe des suivis pour les plantes cultivées (*European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*, <http://www.ecpgr.cgiar.org/>), pour les animaux domestiques (*European Regional Focal Points*, <http://www.rfp-europe.org/>), et pour les espèces forestières (*European Forest Genetic Resources Programme*, <http://www.euforgen.org/>). Ces dispositifs s'appuient juridiquement sur le traité international sur les ressources phyto-génétiques pour l'alimentation et l'agriculture, qui décline, dans le contexte de l'agriculture, les obligations de la Convention sur la diversité biologique en matière d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages découlant de leur utilisation. Plusieurs modes de conservation complémentaires existent pour les ressources génétiques : la conservation *in situ*, la conservation *ex situ* et la conservation dynamique.

Les catégories retenues en ce qui concerne les plantes sont les espèces sauvages et adventices apparentées, les cultivars locaux primitifs, les variétés obsolètes, les variétés cultivées actuelles et les souches génétiques spéciales. Du point de vue biologique, ces catégories sont en accord avec la notion d'espèce biologique et la possibilité d'échanges de gènes par voie sexuée. Il existe de nombreuses collections de ces plantes. Voici quelques exemples de collections phares de l'INRA ou du CIRAD :

- ✓ la collection d'agrumes du Centre INRA-CIRAD de Corse est classée parmi les cinq plus importantes collections mondiales ; elle contient plus de 1 000 introductions, plus de 680 variétés issues de quatre pays d'origine et trois genres botaniques (citrus, poncirus et fortunella) ;
- ✓ une collection de pommiers (celle du Centre INRA des Pays de Loire), s'inscrivant dans le réseau national « Ressources génétiques des arbres fruitiers à pépins », comprend, quant à elle, 1 500 variétés, dont 570 variétés anciennes et 200 porte-greffes ;
- ✓ une collection de céréales à paille (celle du Centre INRA d'Auvergne) contient plus de 10 000 variétés de blé, 6 300 variétés d'orge, 1 000 variétés de triticale, 800 variétés d'avoine et 50 variétés de seigle.

En ce qui concerne les espèces animales domestiques, les ressources génétiques se déclinent en quatre catégories, basées sur une classification proposée en 1982 par J.J. Lauvergne. Les populations traditionnelles ont des effectifs importants, une grande variabilité phénotypique, des généalogies souvent indéterminées et elles ne sont pas sujettes à des objectifs de sélection collectifs. Gérées par des communautés d'éleveurs, ces populations sont élevées dans des systèmes de production encore très dépendants des milieux naturels.

La consanguinité augmente au fil de la sélection et un enjeu essentiel est le maintien d'une variabilité génétique suffisante. La standardisation de la consommation et de la production a pu, selon les espèces et les pays, réduire le nombre de races élevées ou leurs effectifs.

L'identification d'un risque avéré de la disparition de certaines races a conduit, en France par exemple, à mettre en place des dispositifs garantissant la conservation de l'ensemble des ressources génétiques. Parallèlement à ces mesures en faveur des races menacées, la communauté scientifique s'est aussi préoccupée du devenir de la variabilité génétique au sein de populations soumises à une forte pression de sélection.

In situ, les animaux vivent dans leur contexte habituel d'élevage. *In vivo* ou *ex situ*, les animaux constituent un troupeau conservatoire géré par une association, une col-

lectivité, un parc zoologique ou une autre forme de collectif.

In vitro, les animaux ne sont pas maintenus vivants sur pied. Du matériel biologique (semence, ovocytes, embryons, cellules somatiques,...) est prélevé sur des animaux vivants et conservé dans des cryobanques. La cryobanque nationale française, créée en 1999, conserve du matériel biologique pour trois types de ressources génétiques animales : les animaux issus de races menacées présentant entre eux un maximum de diversité, des animaux issus de races non menacées présentant au sein de leur population des caractéristiques génétiques originales ou extrêmes, et des animaux issus de races non menacées représentatifs de la race au moment de la collecte.

Quant aux ressources génétiques microbiennes, elles ont un contour parfois difficile à dessiner de par leur importance dans des domaines très variés touchant à la santé humaine et animale (microflore digestive, pathogénicité, vaccinologie, synthèse de molécules antibiotiques,...), à la biologie végétale (interactions plantes-sol, bactéries symbiotiques,...), à la qualité de l'environnement (cycles biogéochimiques, pollution et dépollution) et aux biotechnologies (molécules à visée agroalimentaire, épuration, biodégradation...). En réalité, la seule méthode de conservation efficace est la conservation *ex situ*, qui suppose une mise en culture des souches, ce qui n'est possible que pour une très faible partie des microorganismes.



© INRA/Alain FRAVAL

Paysage bourguignon dans la Nièvre : l'aménagement des espaces agricoles contribue à la biodiversité.

Des observatoires pour étudier les changements de la biodiversité

Pour pouvoir étudier la dynamique de la biodiversité, il est essentiel d'obtenir des mesures à de multiples échelles de temps et d'espace. Se mettent ainsi en place des systèmes d'observation et d'expérimentation à court et long terme, qui permettent de quantifier les bénéfices d'une plus grande biodiversité dans les parcelles cultivées, les paysages et les territoires. Ces sites et réseaux sont des points de rencontre entre les mondes scientifique et agricole, les autorités publiques et la société. Y sont étudiées les différentes formes de biodiversité produites et leur évolution dans des systèmes de production variés, avec comme optique la gestion durable des agro-systèmes. La modélisation joue un rôle clé pour comprendre comment les pratiques agricoles agissent sur la biodiversité.

Les observatoires de recherche en environnement (ORE) sur la prairie, la forêt ou les bassins versants permettent d'étudier l'évolution des écosystèmes sous l'action de l'homme sur une durée d'au moins vingt ans.

Ainsi, par exemple, à l'INRA de Lusignan, un ORE est dédié à l'étude de la biodiversité des prairies temporaires (pâturages en alternance avec des cultures). Préalablement à l'expérimentation, la biodiversité initiale (insectes, vers de terre, acariens, microorganismes du sol) a été mesurée, de même que les composantes biologiques, physiques et chimiques de l'écosystème (humidité du sol, température, flux de gaz carbonique, de vapeur d'eau, d'oxyde nitreux...). Différents modes de gestion et d'alternance de prairies temporaires semées et de cultures (maïs, blé, orge) sont étudiés sur les parcelles expérimentales. Les études ciblent plus particulièrement la matière organique et son évolution dans le sol. À l'échelle nationale, l'INRA est associé à une trentaine d'ORE, et d'autres centres de recherche en France sont mobilisés et coordonnés au sein de l'Alliance pour l'Environnement (ALLENVI). D'autres réseaux peuvent quadriller le territoire national, tel celui mis en place pour observer l'évolution du sol et des microorganismes qui y vivent. Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) regroupe ainsi plus de 2 000 sites de 16 m² chacun, répartis sur toute la France. Ce réseau a publié en 2011 un inventaire de l'état des sols en France [3].

Inventaire de l'état des sols en France

En 2011, après dix ans de travaux de collecte et d'analyse coordonnés par le Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols, un bilan qualitatif et quantitatif des sols français a été publié. Il détaille la diversité naturelle des sols jusqu'à l'échelle 1/20 000^e et décrit la fertilité des sols agricoles et la dynamique de certains contaminants. Ce bilan donne, pour la première fois, des éléments de mesure de la vie dans les sols, comme la matière organique présente ou la biomasse microbienne par gramme de sol.

Gérer et valoriser la biodiversité

La nature fournit des produits et des services que le programme d'évaluation des Nations Unies a classés en quatre familles : a) le soutien (fonctionnement des grands cycles biogéochimiques de base, tels les cycles du carbone ou de l'azote), b) l'approvisionnement (nourriture, eau, bois, énergie, ressources génétiques,...), c) les régulations (climat, inondations, érosion, maladies, pollutions,...) et, enfin, d) les services culturels (patrimoine, paysages, divertissement, espèces protégées emblématiques,...) [4]. De fait, la biodiversité peut influencer (ou intervenir dans) chacune de ces familles de services, à des titres divers. Ainsi, les productions agricoles constituent une valorisation de la biodiversité, en plus des autres fonctions économiques, écologiques ou culturelles qu'elles assurent [5].

La diversité végétale influe sur la composition de la communauté microbienne et, en retour, la diversité microbienne facilite l'installation des plantes, améliore leurs performances et peut favoriser le contrôle des microorganismes phyto-pathogènes. De même, le maintien d'une diversité des communautés d'abeilles sauvages et d'autres pollinisateurs permet potentiellement celui d'une diversité des plantes à fleurs, et réciproquement. La flore adventice a, quant à elle, pour originalité d'être à la fois considérée comme un frein majeur à la mise en place de systèmes culturels respectueux de l'environnement et, dans le même temps, comme un maillon indispensable au développement de la biodiversité dans les agro-systèmes. Ainsi, dans les parcelles cultivées comme dans les milieux semi-naturels, la diversité de la flore contribue au maintien en leur sein de communautés diverses d'arthropodes zoophages. En retour, ces derniers protègent les plantes d'impacts trop importants des arthropodes phytophages et permettent le maintien de communautés végétales diversifiées. Enfin, la diversité génétique des espèces végétales cultivées pourrait favoriser le maintien de la diversité spécifique des autres espèces, par exemple des adventices. De fait, les aménagements et pratiques agricoles contribuent directement à la diversité et en bénéficient en retour.

Encourager des pratiques favorables à la biodiversité

Les cultures agricoles et les forêts occupent la majorité des territoires en Europe. Aussi est-il essentiel, pour entretenir une biodiversité comme gage d'adaptation aux conditions futures, de s'assurer que les pratiques agricoles et forestières ne sont pas nuisibles à la biodiversité, et mieux encore, de promouvoir des systèmes respectueux de la biodiversité, voire favorables à son développement.

Des leviers à identifier

Sur 1 200 espèces végétales sauvages présentes dans les champs cultivés (bleuet, coquelicot, pied d'alouette, gypsophile), 300 sont en forte régression. Or, ces plantes pluriannuelles poussant sur les parcelles, comme les plantes

Le monde microbien : un acteur de la biodiversité largement méconnu

Le nombre de cellules bactériennes dans la biosphère se situe entre 4 et 6.10^{30} , et elles constituent une biomasse équivalente à celle des végétaux. Moins de 10 % des bactéries sont représentées dans des environnements accessibles à l'homme, la majorité des bactéries étant localisée dans le sous-sol profond (terrestre ou océanique). Un gramme de sol contient jusqu'à un milliard de bactéries et le nombre de cellules bactériennes vivant dans un organisme humain, en particulier dans le tube digestif, au niveau de la peau et des muqueuses, dépasse le nombre total des cellules humaines (de l'ordre de 10^{14}). La majorité des bactéries est non cultivable : moins de 1 % des bactéries sont capables de se multiplier *in vitro* (sur ou dans un milieu de culture). Cela signifie que *via* les méthodes classiques de caractérisation des bactéries, la majorité de la biodiversité échappe à l'analyse. Le développement de méthodes de séquençage à très haut débit et l'amélioration des capacités d'analyse bioinformatique ont permis de mettre en place des approches totalement novatrices pour appréhender la diversité du monde microbien, en s'affranchissant de la difficulté de mise en culture de la majorité des bactéries. Il ne s'agit pas ici de caractériser le génome d'une bactérie particulière, mais bien celui de l'ensemble des bactéries présentes dans le contenu microbien analysé, d'où cette notion de « méta-génome ». Les nouvelles données obtenues par des approches de méta-génomique révolutionnent ainsi actuellement nos connaissances.

Les recherches en microbiologie ont eu des applications dans le monde industriel, notamment avec la découverte de molécules comme les antibiotiques, les enzymes (protéases, estérases, lipases, amylases, ...). Dans un échantillon de sol, jusqu'à 10 000 espèces de bactéries différentes peuvent être identifiées, soit potentiellement plus d'un million de gènes capables de coder pour des activités enzymatiques présentant un intérêt. Les ruminants ont la capacité de digérer la lignine, et la connaissance des molécules actives dans le contenu microbien du rumen est un enjeu important pour améliorer nos connaissances sur l'efficacité alimentaire et la production de méthane par les animaux. La microbiologie des sols mobilise de nombreuses équipes de recherche de par le monde. Des études récentes montrent que la charge en bétail influe sur la microbiologie des sols et sur l'émission d'oxyde nitreux, un puissant gaz à effet de serre dont le potentiel de réchauffement global est environ 300 fois supérieur à celui du gaz carbonique.

À une biodiversité remarquable du monde microbien (microorganismes vivant dans des environnements exceptionnels) répond une biodiversité ordinaire (microorganismes vivant dans des environnements habités par l'homme), qui participe aux écosystèmes agricoles. L'exploration de cette biodiversité fournit des ressources d'un intérêt majeur : molécules exportables vers le monde industriel, mais également nouveau potentiel de connaissances pour comprendre les mécanismes fins et intimes qui régulent l'efficacité d'un écosystème agricole, notamment au niveau des échanges entre sol et animaux, entre sols et végétaux, entre tube digestif et animal, avec des applications potentielles non négligeables pour lutter contre le réchauffement climatique. Les quelques exemples que nous avons cités ne sont que partiels, mais ils illustrent ce domaine en pleine émergence, dont nous ignorons encore l'impact qu'il aura probablement dans les innovations prochaines dans le domaine de l'agriculture.

pérennes de bordure, constituent des habitats naturels essentiels au maintien de la biodiversité dans son ensemble.

Des travaux sont actuellement conduits pour valoriser les services biologiques fournis par les plantes adventices (ou mauvaises herbes). Des travaux sont également menés pour favoriser des assolements favorables à la coexistence entre les cultures et des variétés adventices nécessaires à l'alimentation de nombreuses espèces (oiseaux, microorganismes du sol, notamment). Le recours à des cultures intercalaires de légumineuses est une voie qui favorise la pro-

ductivité des cultures. Par ailleurs, les bandes enherbées sont testées afin d'étudier leur rôle dans le maintien de la biodiversité et la retenue des eaux de ruissellement.

L'uniformisation génétique des cultures peut être parfois associée à l'émergence d'épidémies dans les monocultures intensives, notamment celles de pommes de terre, de maïs et de tournesol. La recherche porte sur des variétés dont le cycle végétatif est long afin de protéger les sols de l'érosion ou sur l'utilisation de variétés plus rustiques porteuses de résistances multiples. Ont ainsi été sélectionnées des varié-



© INRA/Nicolas MORISON

Abeille domestique butinant une fleur de melon : la biodiversité contribue aux productions agricoles.

tés de blé (Renan) qui présentent un ensemble de caractères de rusticité, comme leur résistance aux attaques fongiques et au froid, et de bonnes qualités boulangères, même si leur rendement est un peu moindre que celui de variétés moins « rustiques ».

L'insertion (ou le maintien) de prairies dans des zones de grandes cultures est lui aussi un enjeu important. En effet, les prairies ont perdu en vingt-cinq ans un quart de leur surface initiale, alors que les pâturages, les zones humides et les haies sont de vastes réservoirs de biodiversité, en zone tempérée, et qu'ils jouent un rôle essentiel de régulateur dans les cycles biogéochimiques de l'eau, de l'azote, du phosphore et du carbone.

Les prairies temporaires semées en herbe, en alternance avec des cultures, constituent une voie intéressante dans ce contexte. Ainsi, par exemple, le trèfle violet est une légumineuse apportant une forte valeur ajoutée à une prairie temporaire, car cette plante fixe l'azote dans le sol, ce qui permet de réduire d'autant les apports d'intrants azotés. Ce trèfle a aussi de bonnes qualités fourragères lorsqu'il est associé à une graminée. Des travaux de sélection ont permis la création de variétés de trèfle plus résistantes aux maladies, d'une meilleure qualité fourragère et d'une pérennité plus longue.

Les prairies permanentes sont généralement associées aux modes de pâturage extensifs, à l'introduction de races

rustiques de bétail et à l'apport de celles-ci en termes de biodiversité animale, mais aussi à la diversité et à la complémentarité génétique existant entre les espèces végétales qui les composent. La diversité botanique des prairies permanentes est un atout, car elle favorise les complémentarités fonctionnelles, notamment entre les légumineuses (qui apportent de l'azote) et les graminées. Dans les zones pastorales de moyenne montagne, les associations végétales stimulent l'appétit des animaux et influent de manière bénéfique sur le goût des fromages (AOC de Comté, Abondance...).

L'agroforesterie, qui est à nouveau encouragée par l'Union européenne, est une technique qui a longtemps été pratiquée par les agriculteurs, en particulier dans le bocage normand. Elle consiste à associer sur une même parcelle des cultures et des arbres espacés, aux pieds desquels poussent des herbes et des fleurs sauvages. Des animaux peuvent également y pâturer. Les études menées sur des parcelles expérimentales ont montré que le rendement y est supérieur à celui obtenu sur des parcelles conduites avec un assolement conventionnel. Elles ont mis en évidence le rôle des auxiliaires (tels les coccinelles et les syrphes), ennemis des ravageurs des cultures, qui trouvent dans les espaces non cultivés les ressources requises pour leur survie.

Dans l'expertise coordonnée par l'INRA relative aux relations entre agriculture et biodiversité [6], de multiples

résultats sont présentés : à l'échelle du champ, à celle d'une exploitation, mais aussi, le plus souvent, à celle d'un paysage. Mais l'identification de solutions techniques n'est qu'une étape puisque c'est l'adoption par les professionnels de ces pratiques favorables qui fera la différence. Parfois, cette adoption, fruit de leurs essais et de leurs expériences, se révèle compatible avec l'équilibre économique et social de la ferme. Mais parfois, cette adoption nécessite une incitation financière temporaire pour favoriser une transition souvent synonyme de prise de risque. Quelquefois, c'est un financement public *ad hoc* qui doit être pensé afin de rémunérer la production de ce bien public qu'est la biodiversité.

Des modèles agricoles durables

Les leviers identifiés montrent que les modèles agricoles durables de demain doivent se démarquer des pratiques agronomiques issues des années 1970, essentiellement basées sur une maîtrise la plus complète possible du milieu physique et chimique pour optimiser la production. En agriculture, le schéma économique conventionnel prend en compte trois facteurs de production que sont la terre (surface agricole), le travail et le capital (coût des intrants par hectare, des bâtiments et du matériel). Pour s'orienter vers des pratiques durables, il est important d'ajouter de nouveaux facteurs à ce schéma économique, telles les informations disponibles sur l'environnement, sur l'état des cultures et des élevages et sur les services rendus par les écosystèmes (apport en eau, action des microorganismes et des auxiliaires, processus d'interaction, de symbiose, de régulation,...).

La biodiversité des espèces cultivées et non cultivées dans un même habitat (espèces présentes et interactions entre elles) est aujourd'hui bien identifiée comme un des éléments clés de la réussite de ces systèmes durables, avec une mise en œuvre possible tant à l'échelle d'une exploitation qu'à celle d'un territoire. De manière générale, il est recommandé une réduction de l'emploi des intrants, une diversification des productions et une meilleure gestion des éléments considérés comme non productifs (jachères, bandes enherbées, arbres, talus, fossés,...), ces éléments très généraux devant être déclinés selon les cas. Pour les systèmes de grandes cultures, les éléments d'évolution à considérer incluent la protection intégrée, basée sur des changements agronomiques (choix de variétés moins sensibles aux maladies, rotations longues, répartition des cultures sur le territoire), associée à un travail du sol qui réduise l'incidence des adventices, et des mesures telles que la réduction de la fertilisation minérale et organique, l'abandon du labour, la diversification des rotations, les associations de cultures, ou encore l'implantation de couverts intermédiaires et de cultures dérobées. Pour les cultures pérennes comme l'arboriculture fruitière et la vigne, les paramètres à considérer incluent non seulement la réduction de l'emploi des pesticides, mais également l'enherbement des vergers et des vignobles, celui-ci permettant la conservation de la teneur en carbone des sols tout en limitant leur érosion hydrique. Pour les prairies perma-

nentes, les mesures les plus significatives qui améliorent la biodiversité sur les parcelles comprennent la réduction de la fertilisation, la réduction de la charge animale par hectare et une diminution du rythme des fauches (diminution du nombre de coupes, ou date de la première exploitation repoussée dans le temps). Enfin, la gestion des espaces non productifs doit prendre en compte la biodiversité. Ainsi, par exemple, l'entretien des haies doit être effectué en limitant au strict minimum l'usage d'herbicides et de débroussaillants chimiques.

La France consacre une faible part de sa surface agricole utile à l'agriculture biologique (2 %), en comparaison à d'autres pays européens (4 % en moyenne). Un plan pluriannuel de développement de l'agriculture biologique y a été lancé en 1997. Il a été relayé en 1999 par des contrats territoriaux, qui ont promu l'aide à la conversion, ainsi que par des mesures européennes. La pratique de l'agriculture biologique est exigeante sur le plan technique et humain, et malgré une demande croissante, une bonne image de marque des produits et l'octroi d'une prime de qualité biologique susceptible de compenser les coûts de production supérieurs, l'activité ne se développe pas à la hauteur de cette demande. Il est probable que l'insuffisance des mesures de politique publique, en regard des risques liés à la conversion en agriculture biologique et au maintien de l'activité sur le long terme, soit actuellement un frein.

Des incitations au changement

L'agriculteur qui souhaite faire évoluer ses pratiques doit à la fois acquérir la maîtrise agronomique nécessaire et s'assurer de la viabilité économique de son exploitation. Il est conduit à réorganiser son travail, les solutions qui lui sont proposées demandant souvent davantage d'investissement en temps que les pratiques déjà en place. Il doit aussi adapter son matériel et ses bâtiments, et modifier la structure spatiale de son exploitation, avec par exemple l'installation de haies ou le réaménagement de la taille des parcelles. Outre la motivation individuelle, des mesures incitatives de diverses natures permettent d'accompagner les agriculteurs dans ces changements qui croisent des facteurs techniques, économiques et sociaux.

Les incitations au changement incluent des actions de formation assurées par des acteurs de terrain et des réflexions collectives, qui amènent des groupes d'agriculteurs à agir de manière concertée. Les mesures incitatives publiques qui régissent l'interdépendance entre agriculture et biodiversité relèvent des politiques de protection de l'environnement (eau, air et espaces protégés, prévention des pollutions et des risques) et de la politique agricole. Nous nous en tiendrons ici au rappel de quelques mesures directement liées au secteur agricole, les aspects juridiques et le droit fiscal étant traités dans d'autres articles publiés dans ce numéro, comme notamment celui de Guillaume Sainteny.

La PAC a commencé à prendre en compte l'environnement dès 1985, et le soutien qu'elle apporte dans ce domaine est monté progressivement en puissance, avec l'ajout de

critères environnementaux au premier pilier de la PAC, suite à sa réforme de juin 2003. En France, les mesures agri-environnementales (MAE) issues de la PAC concernent la prime de conversion à l'agriculture biologique et la prime herbagère agri-environnementale. L'agriculteur bénéficiant de cette prime a pour obligation que les éléments considérés comme non productifs, mais sources de biodiversité (haies, alignements d'arbres, fossés, mares, cours d'eau...), représentent l'équivalent de 20 % de la superficie éligible à la prime. Les MAE sont mises en place sous la forme de contrats, ce qui nécessite une volonté des acteurs.

Le réseau Natura 2000, élément clé du dispositif communautaire de protection de l'environnement européen, couvre 20 % du territoire de l'Union européenne des Quinze et comprend 1 753 sites en France. (<http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Natura-2000,2414-.html>).

Ce réseau désigne des sites permettant d'assurer la conservation d'espèces d'oiseaux (directive « Oiseaux » de 1979) et la conservation de milieux naturels et d'autres espèces (directive « Habitats » de 1992). Pour chaque site est établi un document d'objectifs, qui est élaboré avec les acteurs locaux et un comité de pilotage. Les MAE correspondent à des contrats individuels, alors que les sites Natura 2000 associent plusieurs acteurs sur un même territoire, conduisant ainsi à des actions collectives.

En outre, les aides directes de la PAC sont conditionnées à de bonnes pratiques. Le premier volet de conditionnalité des aides porte sur l'environnement, la santé publique et la santé des plantes et des animaux. Le second volet porte sur le respect de bonnes conditions agricoles et environnementales, dont la protection des sols contre l'érosion, le maintien de la matière organique et de la structure des sols, l'assurance d'un entretien minimum des terres. Le troisième volet, qui engage l'Etat membre ou des régions, porte sur le respect d'un ratio entre la surface agricole totale et la surface en prairies permanentes.

Les effets des mesures engagées en faveur de la biodiversité ne sont pas encore totalement évalués, mais on peut néanmoins dire qu'elles ont au moins favorisé une prise de conscience collective, et que le système de conditionnalité, bien que lourd dans sa mise en place, donne un signal favorable au respect, par les agriculteurs, de pratiques environnementales souhaitables.

Mais cela n'est pas encore assez efficace ni en France ni au niveau mondial.

Vers une rémunération de la production de « biens publics » ?

Pour progresser en matière de protection de la biodiversité et d'arrêt de son érosion, la définition d'objectifs, d'indicateurs et de valeurs de référence est indispensable. L'enjeu est ici d'attribuer des valeurs, monétaires ou non, à la biodiversité et aux fonctions issues des services rendus par celle-ci, afin de les intégrer dans l'évaluation économique des investissements. Ces valeurs de référence peuvent ensuite servir de base pour définir une réglementation, établir des taxes, des quotas, des normes, des subventions.

Il s'agit ici d'établir une économie des écosystèmes et de la biodiversité (voir l'Etude de l'Economie des Ecosystèmes et de la Biodiversité (TEEB), <http://www.teebweb.org/>). Un des objectifs est de quantifier les coûts-bénéfices des actions menées et d'orienter l'action publique, en impliquant la société et en lui signifiant l'effort financier qu'elle doit consentir si elle veut protéger la biodiversité, qui contribue à son bien-être [7].

Quelques exemples de ce type d'actions menées à l'étranger figurent dans une synthèse publiée en 2010 [8]. En Australie, 400 000 arbres ont été plantés par la ville de Canberra pour améliorer la qualité de la vie urbaine. Le bénéfice économique est évalué entre 20 à 67 millions de dollars américains en termes d'économies pour la ville ou de valeur générée. Le Mexique a mis en place en 2003 un système de paiement pour les services écosystémiques forestiers à l'échelle nationale. En sept ans, ce système a attiré plus de 3 000 propriétaires forestiers, ce qui correspond à une surface de 2 365 km². La diminution de la déforestation est estimée à 1 800 km², soit une division par deux du taux annuel de déforestation observé dans ce pays. En Inde, la Cour Suprême a établi une échelle de paiements compensatoires auxquels sont soumis les propriétaires transformant leurs terrains forestiers pour d'autres usages ; les sommes perçues sont versées à un fonds public ayant pour finalité l'amélioration de la couverture forestière du pays.

L'enjeu est d'orienter de manière pertinente et prospective les investissements et les régulations destinés à préserver la biodiversité et garantir, en retour, les activités socio-économiques du pays. Si les agriculteurs sont concernés au premier chef, l'ensemble de la société l'est également.

En conclusion

La biodiversité est menacée par certains modes de production, tant en agriculture qu'en sylviculture. Or, il est de l'intérêt de tous de la maintenir afin de conserver des capacités d'adaptation à des futurs climatiques, sanitaires et agronomiques encore incertains, mais différents des conditions actuelles. L'agriculteur lui-même a parfois un intérêt direct à agir et à adopter des systèmes durables. Mais le plus souvent, son intérêt propre ne suffit pas pour assurer le maintien de la biodiversité. Il est alors indispensable de comprendre les évolutions en cours, de proposer les pratiques souhaitables et de les encourager à travers des politiques publiques, au niveau des exploitations, des territoires et des filières.

La politique agricole commune à venir est en cours d'élaboration. Soyons vigilants, afin de nous assurer qu'elle donnera aux acteurs les signaux propres à réconcilier l'homme avec la nature.

Notes

* Présidente d'Agreenium.

** INRA, directrice de recherches, UMR1313 de Génétique Animale et Biologie Intégrative.

Bibliographie

- [1] GUILLOU (M.) & MATHERON (G.), *9 milliards d'hommes à nourrir, un défi pour demain*, François Bourin Editeur, 430 pages, 2011.
- [2] BARBAULT (R.), *Un éléphant dans un jeu de quilles : l'homme dans la biodiversité*, Editions du Seuil, 266 pages, 2006.
- [3] Gis Sol, *L'état des sols de France*, Editions QUAE, 188 pages, 2011.
- [4] MEA - *Millenium Ecosystem Assessment - Ecosystems and Human Well-Being: synthesis*, Island Press Washington, D.C, 2005.
- [5] LAPCHIN (L.), « Les services écosystémiques : un cadre conceptuel pour l'agro-écologie », *Agronomie, Environnement & Sociétés*, 2 (1) : pp. 33-44, 2012.
- [6] LE ROUX & al., *Expertise scientifique collective. Agriculture et Biodiversité : valoriser les synergies*, Editions QUAE, 178 pages, 2008.
- [7] BIELSA (S.), CHEVASSUS-AU-LOUIS (B.), MARTIN (G.), PUJOL (J.L.), RICHARD (D.) & SALLES (J.-M.), *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique*, Rapport du Centre d'Analyse Stratégique (CAS), France, 399 pages, 2009.
<http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/094000203/0000.pdf>
- [8] TEEB, *L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : intégration de l'économie de la nature. Une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB*, 2010.

Les défis de la découverte de l'origine de la pomme

Par Catherine PEIX*



© Catherine Peix

Montagnes et forêts de pommiers *Malus sieversii*.

C'est au cœur des montagnes célestes du Tian Shan, dans des forêts ancestrales, que se cache le secret de l'origine de tous les pommiers du monde ! Dominant les herbes folles, ces arbres monumentaux entrelacés de lianes offrent une abondance et une variété de fruits hors du commun. Joyaux de la biodiversité, ils possèdent, à l'état sauvage, des gènes de résistance aux principaux fléaux qui ravagent nos pommiers cultivés. Aujourd'hui, un drame silencieux se joue dans nos vergers. Les pesticides ne protègent plus suffisamment les pommiers des attaques massives de champignons et de maladies. La conséquence en est une course éperdue (et perdue d'avance) vers l'emploi de toujours plus de pesticides très dangereux pour l'homme et l'environnement. Le *Malus sieversii* (le nom scientifique de ce pommier sauvage originel) pourra-t-il nous permettre de relever ce défi ? Et porter l'espoir d'une nouvelle forme d'arboriculture ?

Qu'est-ce que le malus sieversii ?

Voici la classification botanique de ce pommier sauvage originel :

Nom : *Malus sieversii*

Famille : Rosacées

Sous-famille : Maloideae

Genre : *Malus*

Série : *Malus*

Espèce : *Sieversii*

Naissance : celle-ci remonte à plus de soixante-cinq millions d'années.

Lieu de naissance : Kazakhstan (dans les montagnes du Tian Shan, aux frontières de la Chine et du Kirghizistan).

Découverte : son découvreur est le botaniste allemand Johann August Carl Sievers en 1796.

Caractéristique principale : son grand polymorphisme.

Nombre de ses chromosomes : 17.

Le grand évolutionniste Russe Nicolaï Vavilov [2] découvre cette espèce (ou ces arbres) en 1929 près d'Almaty (Alma-Ata, l'ancienne capitale du Kazakhstan). Devant l'extraordinaire expression de caractères héréditaires observés, il déclare qu'il vient de découvrir le centre de l'origine de la pomme, des travaux que la génétique contemporaine démontrera et confirmera (JUNIPER, 2002, [3] ; VELASCO (R.), 2010) [4].

Ces forêts n'ont été étudiées *in situ* que par l'académicien agronome kazakh Aymak Djangaliev (1913-2009).



© Catherine Peix

Photo d'un grand pommier *Malus Sieversii*.

Des forêts datant de l'époque des dinosaures !

Du nord au sud, et souvent à la limite des neiges éternelles du Tian Shan, poussent par des températures extrêmes des forêts impénétrables de pommiers sauvages. Cette découverte sidère, car le pommier était jusqu'alors considéré comme un arbre de culture, fruit du travail de l'homme. Or, ce sont de véritables forêts de pommiers à l'état sauvage datant de plus de soixante-cinq millions d'années que l'on rencontre dans cette région du Kazakhstan.

Le *Malus sieversii* n'est pas un pommier comme les autres. Pour le trouver, il a fallu se perdre sur les flancs des montagnes, à des altitudes totalement inhabituelles, au bord de torrents, de piémonts, dans des vallées glaciaires et dans des canyons se situant entre 600 et 2 400 mètres d'altitude.

D'une région à l'autre, ces forêts sont différentes

Au nord, les *Malus sieversii* partagent leur territoire avec d'autres rosacées, comme l'aubépine géante et le prunus, mais aussi avec d'autres espèces telles que les trembles, le pin géant de Sherek, la vigne et le houblon sauvage. Installées sur les pentes abruptes, ces forêts étaient parfois si denses (il y a encore de cela une cinquantaine d'années) qu'un cheval n'y passait pas. Ici, certains arbres atteignent plus de trente mètres de hauteur et le diamètre de leur tronc peut mesurer deux mètres.

Dans la région du Zaliiski, autour de la capitale historique du Kazakhstan, Almaty, une région de plus hautes montagnes, les pommiers, quoiqu'encore majestueux, sont plus petits (ils mesurent jusqu'à vingt mètres de hauteur). Ils côtoient des abricotiers sauvages et l'on y retrouve l'aubépine, le houblon et le pin de Sherek. Ces forêts très décimées par des déforestations massives décidées sous le régime de Staline, s'organisent désormais en poches pouvant pousser jusqu'à plus de 2 000 m d'altitude.

Dans le sud-ouest très aride et très chaud, vers Chimkent, la forêt est moins dense ; les arbres se sont réfugiés dans des canyons souvent désertiques, sur des falaises orientées vers le nord, aux abords des torrents, mais on les trouve aussi dans la steppe, accrochés à des rochers, voire poussant dans du sable. Leurs compagnons de vie sont des noyers, des pistachiers, des genévriers et des tulipes sauvages.

De façon générale, le *Malus sieversii* a su s'adapter à de nombreux profils géologiques (sables, calcaires, schistes, grès, granites), à des sols riches ou pauvres, à de fortes ou faibles pluviosités, à des écarts de température d'une amplitude pouvant atteindre 80 degrés Celsius entre les températures extrêmes de l'hiver et de l'été.

On l'aura compris : la particularité de l'espèce *Malus sieversii* réside dans sa diversité.

Si d'une région à l'autre les forêts sont différentes, au sein d'une même forêt, c'est chaque arbre qui diffère de son voisin : un arbre aux pommes jaunes côtoie un autre, aux fruits noirs, lui-même entouré d'arbres aux fruits bigarrés (c'est un vrai *tutti frutti* !).

Cette extraordinaire biodiversité est la signature de cette espèce.

Expression de la biodiversité des arbres et des fruits

- ✓ Les différentes expressions de la biodiversité du *Malus sieversii*

Aspect Général	Aspect du tronc	Couleur des branches
Fastigié	Unique géant	Brun foncé
Colonnaire	Multi gaule	Noir
Étalé		Rouge
Large		Acajou
À branches tombantes		Clair
Pleureur		
Sphérique		
Pyramidal		
Tortueux		

- ✓ Les différentes expressions génétiques des fruits dans une même forêt de *Malus sieversii*

Forme	Diamètre	Couleur
Oblongue	2 à 10 cm	Pourpre
Sphérique		Fushia
Pentagonale		Rouge sombre et vif
Pyramidale		Orange
Pyriforme		Jaune
Urcéolé		Vert
Elliptique		Blanc
Cylindrique		Bigarée
Plate		Tricolore
		Noir
		Grise
		Marbrée

Goût	Arôme	Couleur de la chair
Amer	Banane	Blanche
Acide	Framboise	Jaune
Acidulé	Rose	Translucide
Sucré	Grenade	Verdâtre
Astringent	Melon	Rose
	Fraise	Fushia
	Kiwi	Violette
	Violette	Marbrée
	Pêche	Rouge
	Poire	
	Raisin	
	Noisette	
	Poisson frais	
	Prune	
	Ananas	

Pourquoi une telle diversité de pommiers dans ces forêts ?

À la différence de beaucoup d'arbres fruitiers (comme le pêcher ou l'oranger), le pommier ne s'autoféconde pas. Il a besoin d'un partenaire sexuel : le pollen d'un arbre-père ira féconder les carpelles (organes sexuels femelles) d'un arbre-mère. Les pépins qui se développent dans la pomme représentent la nouvelle génération et possèdent un code génétique différent de celui de leurs parents. En germant, chacun de ces pépins donne naissance à un arbre aux caractères uniques, un pommier différent de tous les autres.

Cette hétérosexualité qui entraîne ce brassage génétique extrême, est donc le garant de la biodiversité du *Malus sieversii* : un million d'arbres peuplant une forêt, c'est un million d'arbres différents. On retrouve ici le même mécanisme de sexualité que chez les humains. Entre mutation et sélection naturelle, on comprend alors pourquoi ces arbres qui ont un éventail d'expressions de gènes si étendu, peuvent avoir des habitats aussi différents et s'y adapter avec autant d'aisance, même lorsque les conditions y sont extrêmes.

Comment sont nés ces pommiers, et qu'ont-ils à voir avec les nôtres ?

La grande famille des pommiers sauvages, que l'on appelle *les Malus*, apparaît très tôt dans l'évolution des plantes à fleurs. Ils étaient disséminés dans la grande forêt de feuillus qui recouvrait tout l'hémisphère nord. La taille de leurs pommes n'était pas plus grosse qu'une tête d'épingle !

Mais, au début du tertiaire, entraînée par la tectonique des plaques, l'Inde se détache de l'Afrique, elle dérive et vient se fracasser contre la plaque eurasiatique.

De ce choc surgissent les montagnes de l'Himalaya et du Tian Shan. De ces bouleversements cataclysmiques profonds naissent de nouveaux climats, de nouveaux paysages aux rivières abondantes, et une nouvelle vie apparaît. Épargnées par les dernières glaciations, la faune et la flore de ces régions se mettent à co-évoluer sous l'influence bénéfique des moussons qui affectent régulièrement l'Inde. Tout était en place pour que *Malus sieversii* puisse prendre son essor.

Comment la pomme du *Malus sieversii* est-elle devenue si grosse et si sucrée, alors que les fruits des autres espèces de *malus* sont restés petits et amers ? [1]

On sait que ce sont principalement les animaux qui sont responsables de la dissémination des graines des végétaux.

Pour conquérir de nouveaux territoires, ces graines ont besoin d'être dispersées loin des arbres-parents, et c'est principalement à l'animal qu'incombe cette tâche. Le fruit doit donc être séduisant pour que ce mécanisme fonctionne.

Si le fruit de beaucoup de variétés de *malus* est resté petit, c'est parce qu'il était convoité par des animaux de petite taille, comme les oiseaux.

Or, dans le cas de *Malus sieversii*, l'évolution a fait que le fruit est devenu de plus en plus gros.

Qu'y a-t-il à l'origine de cette transformation ?

Lorsque l'on pénètre dans ces forêts à cheval, on sent ces montures devenir inquiètes, nerveuses : elles décèlent la présence d'animaux. Partout, sur le chemin, on trouve des empreintes de pattes, des griffures profondes sur les troncs, des branches cassées et des excréments littéralement truffés de pépins de pomme, certains ayant même commencé à germer.

L'ours du Tian Shan, timide végétarien, au pelage couleur isabelle et aux griffes en forme de peigne particulièrement bien adaptées à la cueillette, peuple ces forêts. En automne, avant d'entrer en hibernation, il dévalise les pommiers sauvages en grimant jusqu'aux plus hautes branches [1].

Cet *ursus* originaire de l'Himalaya possède une vue et un odorat puissants. Attiré par les couleurs vives des fruits, en fin gourmet amateur de sucre, il va délaissier les pommes amères pour se concentrer sur celles qui lui apparaissent les plus parfumées et les plus savoureuses. En grand paresseux, il privilégiera les plus grosses.

Il faut donc imaginer des millions d'ours, pendant des millions d'années, retournant année après année auprès de leurs arbres préférés et abandonnant derrière eux, dans leur excréments, les pépins des nouvelles générations les plus prometteuses en termes de calibre, de parfum et de saveur [5].

Bien avant l'homme, c'est donc l'ours qui a exercé une pression de sélection sur ces forêts, les transformant peu à peu en forêts de pommiers à gros fruits sucrés.

Quand l'homme paraît

Que l'ours ait été le premier sélectionneur de pommes grosses et sucrées, n'explique toujours pas comment le pommier a pu parvenir jusqu'en Europe ?

Les pépins de pommes dans les excréments des ours

Protégé par un tégument très épais, le pépin est en dormance dans la pomme. Sa germination est inhibée par une enzyme. Pour qu'il puisse germer, le fruit doit pourrir et se décomposer. Le pépin, une fois libre, doit alors subir une longue période de froid qui détruira l'enzyme qui assurait la dormance du germe. Au printemps, à la belle saison, il pourra alors germer. En passant dans le tube digestif d'un ours, le pépin subit une hydrolyse partielle de son tégument par les enzymes de digestion. Il peut alors directement germer dans les déjections de l'ours (même en automne).

Le *Malus sieversii* doit encore attendre que son histoire croise l'apparition de l'homme et des tous premiers nomades, qui, il y a plus de vingt mille ans, se heurtèrent à cette grande barrière montagneuse qu'est le Tian Shan.

Ils furent séduits par ces fruits inconnus, qu'ils goûtèrent et trouvèrent sucrés. Ces fruits étaient à la fois désaltérants et nourrissants. Faciles à transporter et se conservant très bien, ils devinrent l'indispensable compagnon des grandes migrations humaines vers l'ouest.

Depuis la plus haute Antiquité, des échanges de marchandises et des mouvements de populations avaient eu lieu entre Orient et Occident en empruntant les grands couloirs des migrations animales. Cette route que l'on appellera plus tard la Route de la soie véhiculait les épices, le thé, la soie, les perles ; elle passait par la région d'Almaty, dans le Tian Shan. Les pommes des *Malus sieversii* partent alors avec les caravanes vers l'Europe, où l'on offre ce nouveau fruit inconnu et précieux en cadeau (tout en en semant des pépins en chemin...).

Les Grecs s'en emparent, puis les Romains qui pratiquent des greffages. Le naturaliste Pline, au début de notre ère, décrit plus de dix-huit variétés de pommiers, qui suivront les conquêtes romaines en Gaule et en Hispanie, contrées à partir desquelles ils gagneront le reste de l'Europe.

À la fin de la Renaissance, la pomme atteindra les rives du Nouveau monde à bord des caravelles des grands explorateurs. Au XIX^e siècle et au XX^e, grâce aux moyens de transport modernes, elle gagne toutes les zones tempérées des deux hémisphères.

La pomme a aujourd'hui achevé son voyage, et elle est le troisième fruit le plus consommé au monde, après les agrumes et la banane.

Pourquoi une découverte aussi tardive du *malus sieversii* en Occident ?

L'actuel Kazakhstan, pays de vastes steppes et de hautes montagnes, a été depuis les temps les plus anciens parcouru par des nomades : les Kazakhs. Ces chasseurs et éleveurs ont des origines ethniques complexes, à la fois scythes et turco-mongoles.

Leurs territoires furent à prement annexés par l'URSS lors de la révolution bolchévique en 1919. Pour comprendre l'histoire clandestine du *Malus sieversii*, il faut savoir que jusqu'en 1989 (année de la chute du Mur de Berlin) tous les travaux réalisés par des chercheurs soviétiques à son sujet étaient inconnus du monde occidental.

La première découverte

La première découverte de *Malus sieversii* est due au hasard, en 1796.

L'herboriste prussien J.A.C. Sievers, parti en exploration botanique vers les terres inconnues de la Sibérie, tombe sur des forêts de pommiers sauvages dans les défilés du Tarbagatay. Il est surpris, car nul homme et nul troupeau n'habitent ces contrées désertes. Ces pommiers ne peuvent

L'invention des vergers

Ce sont les Sumériens, il y a de cela 7 000 ans avant notre ère, qui ont inventé la greffe, ce premier pas vers la domestication des arbres. Sur deux pieds de vigne sauvage voisins, ils découvrent qu'en rapprochant leurs tissus, on peut cloner (c'est-à-dire multiplier à l'infini et à l'identique) une des deux vignes. Ils venaient d'inventer le vignoble, équivalent pour la vigne de ce que seront, bien plus tard, les vergers pour les pommiers et les autres variétés fruitières.

Le greffage est une opération qui consiste à planter dans les tissus d'une plante A un bourgeon prélevé sur une plante B afin que celui-ci continue à croître en faisant corps avec la première. La greffe est le résultat de la fusion de deux individus différents. Au-dessus de la soudure (c'est-à-dire au-dessus du point de greffage), c'est l'expression génétique de la plante B qui s'exprime, la plante A, appelée porte-greffe, n'ayant qu'un rôle nourricier.

Un verger industriel est donc une population de clones semblables génétiquement à l'arbre sur lequel on a prélevé initialement un bourgeon.

Par exemple, la variété Golden est issue d'un pépin qui avait germé par hasard aux Etats-Unis au XIX^e siècle. Toutes les Golden du monde proviennent de ce semi dû au hasard.

donc qu'être sauvages. En hommage à ce botaniste, cette espèce portera son nom.

Nicolai Vavilov et son concept du centre de l'origine des espèces végétales

Mais c'est au début du XX^e siècle que Nicolai Vavilov, le plus grand évolutionniste russe, agronome et précurseur de la génétique, parcourt les cinq continents pour trouver les centres d'origine de toutes les plantes cultivées que nous connaissons aujourd'hui.

Il défend une théorie selon laquelle chaque espèce possède un centre d'origine à partir duquel elle aurait migré. On identifie un tel centre à la plus grande expression constatée sur place des caractères héréditaires d'une espèce botanique donnée.

En 1929, Vavilov se trouve en Chine et décide d'échantillonner la flore encore inconnue du Kazakhstan. Il traverse à pied le Tian-Shan et débarque à Alma-Ata, la capitale à l'époque. Il est stupéfait : partout dans la ville et sur les flancs de la montagne, poussent des forêts denses de pommiers sauvages, phénomène unique qu'il n'a vu nulle part ailleurs. Il observe que ces arbres et leurs fruits sont tous différents les uns des autres. Il vient de découvrir par le plus pur des hasards le centre originel de la pomme.

Aymak Djangaliev : une vie entière consacrée au recensement et à l'étude de ce patrimoine biogénétique [1]

Sans le courage et les recherches solitaires de l'académicien et scientifique kazakh Aymak Djangaliev, ce « jardin d'Eden » ne serait jamais parvenu jusqu'à nous.

Brillant et surdoué, il s'intéressait déjà au Malus sieversii lorsqu'à l'âge de seize ans il rencontre Nicolai Vavilov. Devenu agronome, il soutient une thèse d'Etat à Moscou (à



© Catherine Peix

Photo d'Aymak Djangaliev.

l'Institut d'agronomie de Timiriazev), puis s'engage en tant que volontaire dans l'armée russe durant la Seconde Guerre mondiale.

Revenu en héros de guerre, mais horrifié par les déforestations massives initiées par Staline, il entreprend clandestin

tinement le seul travail existant de recensement et d'étude des pommiers sauvages du Kazakhstan. Il parcourt d'immenses étendues, du nord au sud, sur plus de 1 500 kilomètres, il analyse la climatologie, la géologie et l'écologie des forêts. Il recense chaque arbre, réalise une classification comparée de chaque fruit rencontré, en fait l'étude biochimique et analyse leur résistance aux maladies.

Seul gardien du temple, Aymak Djangaliev disparaît le 21 juin 2009 sans que ses recherches aient jamais été reconnues à leur juste valeur.

Une intuition confirmée par la science

En 1999, le généticien Barrie Juniper et son équipe de l'université d'Oxford partent en expédition au Kazakhstan, et confirmeront la thèse de Nicolai Vavilov et d'Aymak Djangaliev. Grâce à l'étude de son ADN, ils bâtissent l'arbre généalogique des Malus et démontrent que Malus sieversii est bien l'ancêtre de toutes les variétés de pommier cultivées [6].

L'association Alma ou la reconnaissance des travaux des pionniers

Mais c'est Alma (association pour la sauvegarde des forêts de pommiers Malus sieversii) [le mot alma signifiant « pomme » en kazakh] et le film *Les origines de la pomme* de Catherine Peix (sorti en 2010) qui dévoilent pour la première fois à la société civile la problématique de ces forêts et leur héros Aymak Djangaliev. Après cinq ans d'enquêtes historiques et scientifiques, ce film ainsi qu'une exposition itinérante donnent au pommier Malus sieversii la renommée justifiée qu'il n'avait jusque-là jamais eue [1]. Enfin, la communauté scientifique a (très récemment) manifesté la volonté de poursuivre les travaux initiés par Nicolai Vavilov, Aymak Djangaliev, Barrie Juniper et Herb Aldwinkle [7].

Quels sont les enjeux de cette découverte ?

Le retour aux sources : le futur est dans le passé

On s'interroge fort peu sur l'origine des plantes cultivées. C'est pourtant dans leur lieu d'origine que leurs ancêtres, qui sont tous des plantes sauvages, déploient la palette de leur biodiversité, c'est-à-dire le plus grand nombre d'expressions de leurs caractères héréditaires. À l'inverse, les fruits et les légumes cultivés, issus de sélections et de croisements multiples, n'en possèdent qu'un nombre limité.

Jusqu'à très récemment, la grande distribution exigeait comme caractéristiques d'un fruit pour être attractif à la vente, qu'il soit tout d'abord parfait visuellement, sucré en bouche et, enfin, qu'il se conserve correctement. L'accent n'avait pas encore été mis sur sa résistance aux maladies : on traitait au moyen de produits phytosanitaires chimiques, sans se poser plus de question. Mais aujourd'hui, ces traitements posent problème.

Les recherches actuelles aux États-Unis et en Europe démontrent qu'au sein de l'espèce Malus sieversii, certains

arbres possèdent une batterie de gènes qui leur confère une résistance durable aux maladies [7].

Diminution du recours aux pesticides et résistance au changement climatique

Depuis les années 1950, les rythmes de culture intensifs imposés à la terre ont lessivé et stérilisé les sols. Les engrais, les pesticides et autres produits chimiques se retrouvent dans les eaux de ruissellement, dans les nappes phréatiques, les fleuves et la mer.

La pomme est le fruit le plus vulnérable : le nombre des traitements aux pesticides que subissent les pommeraies ne cesse d'augmenter, pour s'élever jusqu'à cinquante-cinq traitements pour les variétés les plus sensibles, Golden et autres cultivars issus de celle-ci.

Qu'est-ce qui justifie l'emploi de plus en plus massif de pesticides ?

Les pesticides ont rendu les pathogènes de plus en plus résistants : ils mutent pour survivre, ce qui exige en retour le recours à toujours plus de traitements. La course est donc sans fin. C'est la mono-arboriculture qui favorise cette propagation tellement rapide des pathogènes : dans des vergers où tous les arbres sont génétiquement identiques, si un pathogène infecte un arbre, il les affectera tous.

Il faut absolument sortir de ce cercle vicieux en restaurant une biodiversité dans les vergers mono-variétaux.

La biodiversité qui offre des résistances naturelles multiples, freine les pathogènes, c'est ce que l'on observe dans les forêts primaires de Malus sieversii, qui sont peuplées d'arbres génétiquement différents bien qu'appartenant tous à cette unique espèce.

Habitué à vivre à l'état sauvage depuis des millions d'années en coévolution avec les pathogènes, ces pommiers ont développé des résistances aux maladies, notamment à celles qui frappent aujourd'hui nos vergers modernes, comme le champignon de la tavelure [8], l'oïdium et le redoutable feu bactérien [9].

Il faut s'inspirer de ce modèle naturel, recréer d'autres types de vergers, introduire une pluri-résistance en mélangeant les individus, choisir des variétés plus rustiques et, enfin, ne pas faire de croisements à partir de géniteurs aussi fragiles que le pommier Golden.

Biodiversité et résistance / adaptation au changement climatique

La pomme cultivée, fruit des régions tempérées, est sensible aux variations de température et d'hygrométrie et ne pousse normalement que dans des contrées septentrionales. Le gel comme les chaleurs extrêmes lui sont fatals (ainsi, cette année, 90 % de la récolte de pommes Golden du Limousin et 50 % de la production bretonne de cette même variété ont été perdus à cause de gelées tardives).

Les pommiers Malus sieversii, comme nous l'avons vu, supportent des changements extrêmes de températures et des terres arides, voire désertiques. Ils peuvent être un modèle pour notre future arboriculture et apporter une

réponse en matière d'adaptation au changement climatique.

Au-delà du mystère qui entoure ces pommiers et leur milieu naturel, c'est donc une véritable mine d'or pour l'humanité et l'arboriculture de demain qui a été mise au jour au Kazakhstan.

Rééduquer le consommateur et écouter les enseignements de la nature

Aujourd'hui, le marché de la pomme est considérable : il se chiffre à 600 millions d'euros annuellement. C'est pourquoi le consommateur doit lui aussi s'engager dans la lutte contre les pesticides.

Il doit accepter qu'un fruit ne soit pas visuellement parfait et de même calibre. La nature refuse la standardisation. Elle ne s'intéresse ni aux calibres ni même aux canons de beauté que l'on impose à nos fruits. Elle invente le désir pour séduire celui qui lui permettra de se perpétuer.

Elle produit donc des végétaux (fruits, légumes,...) aux goûts, aux parfums, aux tailles et aux aspects aussi divers que possible.

Le consommateur doit donc écouter les enseignements de la nature et accepter la diversité des fruits, les petits défauts y compris les petites taches causées par certains pathogènes qui ne gâchent en aucun cas un fruit. C'est à lui de décider s'il préfère un « beau » fruit gorgé de pesticides (et ciré artificiellement pour faire illusion) à un fruit naturel plein de saveur, mais avec ses « imperfections ».

Il a le devoir de s'informer sur ce qu'il consomme, mais surtout sur les conséquences des produits chimiques qu'il impose à son organisme. Si le consommateur cesse d'acheter ces pommes industrielles, il contraindra les distributeurs et les grossistes à reconsidérer les standards qu'ils imposent aux cultivateurs.

Une espèce menacée

Politique de destruction du milieu naturel initiée par l'URSS, ignorance, déforestation sauvage, urbanisation tous azimuts : 70 % des forêts de pommiers sauvages ont d'ores et déjà disparu.

La vaste forêt primitive ondulant dans la région du Tian-Shan se réduit comme peau de chagrin, emportant avec elle un patrimoine génétique inestimable. Et la prise de conscience se fait attendre.

Bien que les actions politiques de Djangaliev aient permis d'inscrire le *Malus sieversii* sur la liste rouge des espèces végétales menacées, ce pommier sauvage disparaît progressivement, dans l'indifférence générale. Avec la mort de Djangaliev, le pommier sauvage a perdu son plus actif défenseur.

ALMA FRANCE

En 2005, Catherine Peix, biologiste et réalisatrice de documentaires, part à la rencontre d'Aymak Djangaliev. De leur amitié naîtra un film sur l'origine de la pomme (une coproduction Arte-France3-Alsace, 2010). Dépositaires morales de l'œuvre de Djangaliev, Catherine Peix et Tatiana Salova, agronome et épouse de l'académicien, fondent l'association ALMA en 2010. Celle-ci entreprend aujourd'hui de mobiliser la communauté internationale et le gouvernement kazakh au service de la préservation du patrimoine naturel unique que représente la forêt de *Malus sieversii* et de la perpétuation de la mémoire d'Aymak Djangaliev.

Notes

* Photographe professionnelle.

[1] Enquête historique et scientifique de Catherine PEIX réalisée entre 2005 et 2010 en vue de la réalisation du film documentaire *Les origines de la pomme ou Le Jardin d'Eden retrouvé* (54 mn, Arte-France 3-Alsace).

Ce film est disponible en DVD chez kri-kor films ALMA : originede-lapomme@gmail.com

[2] VAVILOV (Nicolai) (1896-1943) agronome généticien évolutionniste, VIR St Petersburg :

Biographie succincte :

1917-1921 : professeur d'agronomie au département de l'Université Saratov.

1930-1940 : direction des laboratoires de génétique de Moscou.

1940-1943 : arrêté, Vavilov meurt dans la prison de Saratov.

Publications :

1919 - Théorie sur l'immunité des végétaux.

1920 - Formulation de la loi des séries homologiques dans les mutations génétiques.

1935 - Loi des séries homologiques dans la mutabilité génétique.

1940 - Théorie de l'origine des plantes cultivées, d'après Darwin.

[3] JUNIPER (Barrie), Professeur émérite de l'Université d'Oxford, *The Story of the Apple JUNIPER (Barrie) & MABBERLEY (D.J.)*.

[4] VELASCO (Riccardo), *Décryptage du génome du pommier* (en 2010).

[5] JUNIPER (Barrie), *The story of the Apple*.

[6] JUNIPER (Barrie) & HARRIS (Stephen A.), Dep^t of Plant Sciences, University of Oxford; ROBINSON (Julian P.), School of Pathology, University of Oxford.

[7] Travaux réalisés par le généticien Aldwinckle (Herb) et son équipe, Cornell Institute (Geneva NY).

[8] La *tavelure* est la principale maladie du pommier (genre *Malus*), elle est causée par un champignon ascomycète, le *Venturia inaequalis*.

[9] Le *feu bactérien* est l'une des maladies les plus dangereuses frappant les pommiers. L'agent pathogène qui le provoque est l'*Erwinia amylovora*, une bactérie Gram-négative de la famille des *Enterobacteriaceae*.

Abeilles et biodiversité

Par Philippe LECOMPTE* et Claire TUTENUIT**

Le monde a depuis quelques années pris conscience de la question des abeilles, ou plutôt des questions que pose leur évolution inquiétante : 40 à 50% des colonies ont disparu aux USA, 30% en Europe, avec de fortes disparités entre l'Est et l'Ouest de l'Europe. Il est aujourd'hui bien connu que les abeilles rendent à la nature et à l'humanité des services immenses, et d'abord celui de la pollinisation, comme l'a identifié Jacques Lecomte, entomologiste (aujourd'hui disparu) de l'INRA, qui a mis en évidence cette fonction aujourd'hui qualifiée d'agro-écosystémique, qui est une des trois dimensions de la biodiversité. Un autre service est celui de sentinelle de la biodiversité : là où les abeilles disparaissent, il se confirme que les autres insectes sont eux aussi affaiblis, ce qui est le signe que l'ensemble de la biodiversité est affecté (l'abeille est une « espèce parapluie »). Cette prise de conscience de leur utilité, ainsi que des menaces qui pèsent sur les abeilles a stimulé les recherches sur ce sujet.

Nous apportons ici les réponses les plus actuelles à trois questions principales :

- Pourquoi les ruches disparaissent-elles ?
- Dans quelle mesure la disparition des abeilles menace-t-elle l'humanité ?
- Peut-on enrayer ce phénomène d'effondrement ?

Quelles sont les causes de l'effondrement constaté des ruches ?

Il est intéressant de constater que le discours sur les causes des disparitions de ruches varie selon les pays, en désignant parfois des boucs émissaires : en Suisse, on incrimine les parasites ; en France, les parasites et les pesticides, parfois aussi les ondes des téléphones portables, voire les OGM (même si leur culture n'est pas autorisée en France).

Plusieurs causes sont souvent citées :

- ✓ les parasites et les pathologies des abeilles (surtout les plus agressifs que sont le *Varroa* et le *Nosema ceranae*) ainsi que, plus récemment, le frelon asiatique. Les laboratoires travaillent bien sûr activement à trouver des remèdes contre ces pathologies, mais cela demande du temps. Aujourd'hui, même si les apiculteurs savent traiter le *Varroa*, ils restent confrontés à cet adversaire redoutable, qui est capable de s'adapter et de résister aux acaricides. Par ailleurs, il n'a pas encore été identifié de traitement efficace contre le *Nosema ceranae* ;

- ✓ les pesticides utilisés par l'agriculture industrielle ; une étude récente (1) a montré les effets du thiaméthoxame (la substance active du Cruiser), même à doses assez faibles, sur le sens de l'orientation des abeilles. Certes, les doses utilisées lors de cette étude sont significativement supérieures aux doses présentes dans la nature, mais des travaux indépendants du Professeur Luc Belzunce montrent que la proportionnalité entre les doses et les effets pourrait ne plus systématiquement être vérifiée pour certaines substances qui provoquent, au contraire, d'autant plus d'effet que les doses appliquées sont faibles ;
- ✓ les OGM sont parfois cités dans les pays où leur culture est autorisée à grande échelle, mais le syndrome d'effondrement n'est pas limité aux zones de culture des OGM. En revanche, certains OGM supportent des doses importantes de produits phytosanitaires (les semences *Round-up-ready*, par exemple) ; les abeilles peuvent donc voir leur exposition augmenter dans les champs concernés ;



© Pascal Goetgheluck/BIOSPHOTO

« Plusieurs causes sont souvent citées pour expliquer l'effondrement des ruches, notamment les parasites et pathologies des abeilles, et surtout les plus agressifs que sont le *Varroa*, le *Nosemaceranae* et, plus récemment, le frelon asiatique. », un frelon asiatique attaquant une abeille.

- ✓ l'alimentation insuffisante des abeilles, en particulier dans les zones de grandes cultures céréalières où les floraisons sont distantes des habitats et où la monoculture à grande échelle réduit les durées et la continuité des floraisons accessibles aux abeilles ;
- ✓ enfin, le mode de vie des abeilles résultant de la gestion des ruches est parfois incriminé. En effet, de nombreux apiculteurs professionnels transportent intensivement leurs ruches pour suivre les floraisons des différentes espèces végétales cultivées : ainsi, on estime que presque toutes les abeilles d'Amérique du Nord et de nombreux essaims d'abeilles d'Australie et d'Asie sont transférés en février en Californie pour butiner les amandiers. Les abeilles peuvent-elles être stressées, et donc affaiblies, par ces déplacements ? Ces courants commerciaux et cette concentration géographique, inhabituelle pour un cheptel animal, conduisent à des contaminations croisées entre ruches et facilitent la transmission des parasites et des pathologies à travers le monde en faisant sortir les parasitoses de leur aire naturelle de répartition géographique

Tous ces facteurs jouent un rôle, et il est difficile de leur attribuer un poids précis et constant. La réalité est souvent multifactorielle : une étude récente a par exemple clairement établi que les ruches affectées par le *Nosema ceranae* étaient beaucoup plus vulnérables aux pesticides que les

autres, avec un effet amplificateur démontré : le pesticide étudié supprimerait la capacité de résistance des abeilles au parasite en créant un stress oxydatif de certaines cellules de leur intestin. Les recherches se poursuivent sur les mécanismes précis de cette interaction.

Un facteur moins connu, mais peut-être encore plus important, est d'ordre économique : dans l'apiculture comme ailleurs, voire plus précocement qu'ailleurs, la délocalisation économique a commencé avec une forte amplitude, réduisant le nombre d'apiculteurs et de ruches en Europe et dans les pays du Nord. Ainsi, 30 % de la production mondiale de miel est déjà importée des pays du Sud vers les pays du Nord. La Chine joue un rôle majeur dans cette économie, puisque 50 % du miel consommé en Europe en provient. Les miels chinois sont en général mélangés avec des miels provenant d'autres pays, puis étiquetés « d'origines diverses », afin de diluer certaines substances (notamment les médicaments pour abeilles) présentes à des concentrations trop fortes dans certains miels chinois, ce qui permet de les rendre « conformes » à la réglementation européenne. À l'intérieur de l'Europe aussi, certains pays ont doublé récemment leur production de miel et le nombre de leurs ruches, comme la Roumanie, où le revenu moyen permet aux apiculteurs de résister à la concurrence asiatique.

Parmi les autres facteurs périphériques liés au marché, certains sont redoutablement destructeurs de l'économie apicole, et donc de sa capacité à fournir des services. Un

rapport récent fixant les grandes lignes d'un programme national apicole promu par le ministère de l'Agriculture confirme que 30 % des miels vendus en hypermarché n'en sont pas au sens de la réglementation. Cela met en cause une fonction régaliennne de l'Etat.

Les conséquences de la disparition des abeilles

La conséquence de cette logique économique et des autres causes de l'effondrement des colonies qui ont été citées plus haut est la réduction du nombre de ruches en Europe et en France, ce qui a un effet négatif sur le service de pollinisation qu'elles rendent en général à l'agriculture et à la biodiversité sauvage. De plus, si certains phénomènes sont propres aux abeilles (transhumance, certains parasites,...), les autres menaces concernent en fait tous les autres insectes, réduisant leur nombre de manière significative. C'est en cela que l'abeille est dite « sentinelle de la biodiversité » : du fait qu'elle est domestique et utile, elle est observée, et on peut repérer sur les ruches des phénomènes qui sont en fait beaucoup plus généraux et touchent tous les insectes et, par-delà les insectes, leurs prédateurs que sont les oiseaux, les batraciens ou les chauves-souris, qui sont eux aussi affectés.

Le fonctionnement de l'agriculture est étroitement lié à celui des abeilles domestiques. Il existe bien sûr des pollinisateurs sauvages, qui pourraient partiellement les remplacer. Mais dans la mesure où eux aussi sont affectés par les mêmes menaces, il est difficile d'imaginer que le service qu'ils rendent pourrait remplacer celui rendu par les abeilles domestiques. De plus, il n'y a pas de gestionnaire ni d'éleveurs pour les surveiller, contrairement aux abeilles domestiques qui sont gérées par les apiculteurs. C'est donc bien l'apiculture de production qu'il s'agit de sauver.

Y a-t-il des solutions ? Et si oui, comment les mettre en œuvre ?

De même que les menaces sur les abeilles sont de plusieurs sortes, il n'y a pas une solution unique : un redressement de la population des abeilles supposerait un ensemble de pratiques et de mesures à mettre en œuvre tant par les apiculteurs que par les agriculteurs, les industriels de la protection des plantes ou de la pharmacie, la communauté scientifique, les pouvoirs publics... et les consommateurs.

Les apiculteurs ont bien entendu la part la plus lourde dans le suivi du nombre et de l'état de santé des abeilles et dans le traitement des ruches menacées par les pathologies et parasites. On compte environ 2 000 professionnels, mais leur nombre diminue lui aussi régulièrement. La profession est très éparpillée, et leurs syndicats aujourd'hui ne partagent pas forcément les mêmes analyses quant au poids relatif des différentes menaces qui pèsent sur les abeilles. Ceci peut parfois créer des incertitudes sur les priorités de l'action collective à conduire. Les apiculteurs amateurs ou les professionnels isolés qui ne suivent pas de formation continue (qui d'ailleurs n'existe pas), très nombreux, n'ont

pas toujours la capacité d'analyse des menaces et pathologies ; ils sont donc assez démunis face à l'effondrement éventuel de leurs ruches.

Les agriculteurs, qui produisent dans leurs cultures la plupart des fleurs butinées par les abeilles, peuvent aussi avoir une action très significative en matière de bol alimentaire des ruches. La politique agricole commune avait en effet imposé, de 1992 à 2010, de laisser en jachère environ 10 % des surfaces cultivables en France. Ces surfaces ont jusqu'ici été essentiellement consacrées à plusieurs usages : des cultures énergétiques (et non alimentaires) autorisées, des jachères destinées à nourrir le gibier sauvage, des plans d'eau... Depuis peu, la pratique des jachères apicoles se répand par la mise en place de ces couverts dans le cadre des Bonnes Conduites agro-environnementales, par le processus des SET (surfaces d'équivalent topographique). Un des sujets qui seront débattus pour le « verdissement » de la Politique agricole commune sera la poursuite de ce mouvement : 7 % des surfaces agricoles pourraient être consacrés à l'environnement. Cela bénéficierait largement aux abeilles ainsi qu'aux pollinisateurs sauvages. Les agriculteurs qui en ont fait l'expérience indiquent que la pollinisation de leurs cultures, et donc leur productivité, bénéficie significativement de ces jachères apicoles si elles sont pratiquées collectivement dans une région, permettant ainsi à une vaste population de pollinisateurs de prospérer localement.

Le réseau Biodiversité pour les abeilles promeut ainsi depuis plusieurs années auprès des agriculteurs la pratique de la jachère apicole. Aujourd'hui, on estime que plus de 7 000 hectares de jachères apicoles contribuent déjà à une meilleure alimentation des abeilles.

Une autre contribution possible des agriculteurs est qu'ils s'engagent à faire un usage des produits phytosanitaires aussi limité et ciblé que possible.

La communauté scientifique nationale et internationale approfondit les mécanismes de l'effondrement du nombre d'abeilles, les interactions entre les différentes menaces et l'efficacité des solutions.

Les industriels ont plusieurs rôles importants à jouer, de par leurs liens avec les trois communautés que sont les agriculteurs, les apiculteurs et les chercheurs :

- ✓ les pharmaciens mettent au point des traitements pour les abeilles, qui détruisent ou évitent certaines pathologies : par exemple, des recherches se poursuivent activement pour identifier un produit efficace contre le *Nosema ceranae* ;
- ✓ les chimistes mettent au point des produits phytosanitaires comportant moins de risques pour les insectes sauvages non directement visés ;
- ✓ les industriels utilisateurs des produits agricoles (industries agro-alimentaires, restauration collective, grande distribution,...) peuvent, *via* leurs cahiers des charges, influencer les pratiques agricoles dans un sens favorable à l'apiculture sans fausser la compétition ;
- ✓ les autres industriels, souvent propriétaires de surfaces non agricoles, pourraient mettre celles-ci à la disposition des abeilles en les gérant spécifiquement de façon favorable à la biodiversité ; plusieurs gestionnaires

d'infrastructures linéaires l'ont déjà compris (voir l'article de Jean-François Lesigne, publié dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*), mais même des propriétaires de simples espaces verts d'entreprises peuvent jouer un rôle positif dans ce domaine.

Les pouvoirs publics ont plusieurs responsabilités, tant dans l'évolution possible du modèle économique de l'apiculture que dans leurs politiques de lutte contre les épidémies. On a vu en effet à quel point la politique agricole commune européenne (PAC) avait eu, par ses incidences sur l'industrialisation de l'agriculture et par la politique de jachère, des effets importants sur le bol alimentaire des abeilles (des effets négatifs dans le premier cas et positifs dans le second). Dans la réflexion sur les mesures agro-environnementales à inclure dans la prochaine PAC, nul doute que la question des abeilles tiendra une place significative, tant la prise de conscience de leur rôle écologique s'est renforcée ces dernières années.

La PAC pourrait aussi intégrer dans ses objectifs la préservation du service écosystémique de la pollinisation, et donc veiller à maintenir sur le territoire de l'Europe une communauté suffisante d'apiculteurs et de ruches répartis sur l'ensemble du territoire européen (quitte à adapter le modèle économique actuel, qui ne va pas dans ce sens).

En résumé, à la diversité des menaces qui pèsent sur les abeilles correspond une très grande diversité d'acteurs influents sur leur devenir, tant localement que globalement. De nombreux mécanismes économiques sont en jeu, ainsi que de nombreuses interactions entre paramètres. Là réside l'essentiel du défi à relever : ces acteurs pourront-ils se coordonner assez tôt et assez efficacement pour mettre en œuvre ensemble des stratégies de sauvetage aussi multifactorielles que le sont les menaces ?

L'exemple du programme Symbiose, conduit sur trente-cinq communes situées à l'est de l'agglomération de Reims, fournit à cet égard des raisons d'espérer : collectivités

locales, apiculteurs, agriculteurs, forestiers, fournisseurs d'intrants (au premier rang desquels la société BASF), chercheurs du Muséum national d'Histoire naturelle, administrations responsables de l'aménagement du territoire et organisations professionnelles ont entrepris d'adapter leurs façons de travailler, et surtout de le faire ensemble, pour maximiser l'effet de l'action de chacun et contribuer ainsi à la création de la Trame verte et bleue locale (les détails de ce programme sont disponibles sur le site <http://www.symbiose-biodiversite.com/>). L'une des originalités de ce programme est le fait qu'il a mis en place une gouvernance qui permet aux acteurs de se rapprocher régulièrement et de prendre des décisions communes grâce à un comité de pilotage et à un comité directeur. Sauver les abeilles a été l'une des ambitions initiales à l'origine du projet, mais la transformation des pratiques des uns et des autres et son impact économique vont aujourd'hui beaucoup plus loin, faisant peu à peu émerger de nouvelles méthodes et modèles économiques, un écosystème bioéconomique plus durable. Est-il reproductible ? Peut-on en déduire des règles d'organisation pour l'appliquer plus systématiquement ? Les partenaires du programme en sont convaincus, et sont prêts à diffuser leur modèle.

Mais cela suffira-t-il pour sauver les abeilles ?

Cela y contribuera en tout cas, pour peu que la démarche soit adaptée aux différents contextes locaux et que les acteurs prennent le temps de trouver les solutions les mieux adaptées localement.

Notes

* Président fondateur du réseau Biodiversité pour les abeilles.

** Délégué général d'Entreprises pour l'Environnement.

(1) Voir : <http://www.sciencemag.org/content/336/6079/348.abstract>

Les politiques agricoles en faveur de la biodiversité

Par Eric GIRY*

Avec une surface occupée à plus de 60% par des usages agricoles, pratiques agricoles et maintien de la biodiversité sont en France intimement et indissociablement liés. Bien que réduite d'année en année par une urbanisation mal maîtrisée, l'agriculture peut et doit contribuer à la préservation et à la restauration de la biodiversité. Il convient pour cela de l'aider, dans le cadre d'approches et d'outils systémiques, à renouer avec des pratiques favorables à la biodiversité, sans toutefois renoncer à sa mission première de production de denrées agricoles et alimentaires dans un contexte de plus en plus concurrentiel. Cette mission est au cœur des préoccupations du ministère en charge de l'agriculture. Elle doit s'exercer en cohérence et en complémentarité, et s'intégrer autant que faire se peut avec les dispositifs élaborés et mis en œuvre par le ministère en charge de l'écologie et du développement durable.

La France métropolitaine comptait en 2010 (1) 28,1 millions d'hectares de terres agricoles et 21,9 millions d'hectares de sols naturels pour une surface totale de 54,9 millions d'hectares (2). Les sols dits naturels comprennent 17 millions d'hectares de forêts et 3,7 millions d'hectares de landes, friches, maquis, garrigues et zones humides, dont une part non négligeable a un usage agricole (le plus souvent de pâture). C'est dire à quel point l'espace français est peu naturel, très largement anthropisé et majoritairement façonné par l'agriculture.

Le Grenelle de l'Environnement a remis en exergue ce fait que la préservation ou la restauration de la biodiversité étaient, en France, très dépendantes de l'agriculture, y compris en critiquant, parfois très durement, les pratiques qui y sont mises en œuvre.

L'approche générale majoritairement retenue jusqu'à présent est plutôt une approche de conservation et de protection des espaces et des espèces par le biais d'interdictions ou de restrictions aux activités, notamment agricoles. Or, comme d'autres secteurs économiques, l'agriculture apprécie peu ce type de contraintes qui occasionnent des charges supplémentaires qui ne peuvent pas être compensées financièrement.

Comment et en quoi l'agriculture peut-elle peser sur ces choix ? Le ministère chargé de l'agriculture dispose-t-il d'une marge de manœuvre pour mener une action qui lui soit propre ? Est-il possible d'adopter une démarche différente, non fondée sur des dispositifs contraignants ? Quelles

sont les modalités qui permettraient de rendre plus efficaces des politiques agricoles favorables à la biodiversité ?

Ce sont ces questions que nous nous proposons d'aborder ici.

Agriculture et biodiversité : des relations complexes

Jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale, la richesse de la biodiversité en France a largement été le résultat du développement de l'agriculture et des pratiques agricoles. Ainsi, les espaces ouverts, qui sont les plus riches en espèces animales et végétales, qu'ils soient cultivés ou pâturés, sont le produit des défrichements réalisés pour développer la production agricole. Les bocages ont été créés à la fois pour protéger les animaux et les cultures contre les éléments naturels et pour fournir du bois. Les terrasses cultivées ont modelé un paysage typique qui constitue également des biotopes très intéressants. Les alpages d'altitude doivent leurs caractéristiques à des centaines d'années de pâturages saisonniers.

Réciproquement, la biodiversité a fourni par le passé et fournit encore aujourd'hui à l'agriculture d'innombrables services, au premier rang desquels les espèces animales et végétales qui, domestiquées, sont les ancêtres des espèces utilisées aujourd'hui. La sélection animale et végétale, en croisant entre elles des variétés et des races plus ou moins éloignées, a créé et continue de créer de nouvelles espèces

et de nouvelles variétés. Ainsi, par exemple, l'agriculture française dispose de plusieurs milliers de variétés de blé.

La pollinisation reste un élément déterminant pour nombre de plantes à fleurs, au premier rang desquelles les arbres fruitiers. Il a été démontré que le rendement d'un champ de colza, en présence de ruches, pouvait être supérieur de 10% à celui d'un champ qui en est dépourvu.

La richesse spécifique et la variété de la macrofaune du sol, les lombriciens et des microorganismes, (champignons, microbes) contribuent à la stabilité structurale des sols et aux processus de transformation de leurs éléments nutritifs, et donc à leur fertilité.

Des études montrent que des invertébrés, les caraboïdes, sont de redoutables prédateurs de parasites des plantes cultivées.

Les exemples sont nombreux qui montrent de riches synergies entre biodiversité et activité agricole. Mais cette richesse appartiendrait-elle désormais au passé ?

Un effet globalement négatif

À la demande des ministères chargés de l'agriculture et de l'écologie, l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) a réalisé une expertise collective sur l'agriculture et la biodiversité. Publié en 2008, son rapport (3) nous rappelle tout d'abord qu'« agriculture et biodiversité, quand les usages agricoles occupent plus de 60% de la surface du territoire, sont indissociablement liées ».

Il montre que globalement, l'intensification qu'a connue l'agriculture après la fin de la Seconde Guerre mondiale a eu un impact néfaste sur la biodiversité.

S'agissant plus particulièrement des cultures annuelles, le travail du sol (notamment les labours, le recours généralisé et systématique à des intrants chimiques, engrais et produits sanitaires, la simplification et le raccourcissement des rotations de cultures) ont eu des effets négatifs sur la richesse spécifique ou sur l'abondance de nombreux organismes. Il en est de même de l'intensification de l'usage de nombre de pâturages en vue de nourrir plus d'animaux.

L'intensification a conduit également à une simplification et à une uniformisation des paysages. La suppression des éléments semi-naturels (prairies extensives, haies, arbres) a eu pour conséquence une réduction de la variété spécifique. Si les effectifs peuvent être encore nombreux, les espèces les plus rares disparaissent au profit des plus banales.

Il s'agit là d'un constat, non d'un jugement. Pour augmenter la production agricole en vue de satisfaire une demande toujours plus forte et de s'assurer un revenu équitable, les agriculteurs ont dû s'adapter et adopter ces nouvelles pratiques. Par exemple, considérant que les mauvaises herbes et les plantes adventices entraînent en concurrence (pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière) avec les plantes cultivées et occasionnaient des pertes estimées à un tiers des rendements potentiels, l'emploi des pesticides a été généralisé, mais en affectant aussi les plantes messicoles, c'est-à-dire les plantes commensales des plantes moisson-

nées, parmi lesquelles nos symboliques et aujourd'hui fort recherchés bleuets, marguerites et coquelicots.

Des marges de manœuvre existent, mais il y a aussi des freins

L'expertise collective montre que tous les systèmes de production (en grande culture, en élevage, en cultures pérennes) peuvent être améliorés pour mieux préserver la biodiversité. Les changements doivent être conduits au niveau de la parcelle : réduction des apports de fertilisants de synthèse et de pesticides, diminution des travaux du sol, rotations plus longues et plus diversifiées. Au sein des paysages, il convient de recomplexifier les structures, notamment en réduisant la taille des parcelles culturales et en réintroduisant des éléments semi-naturels.

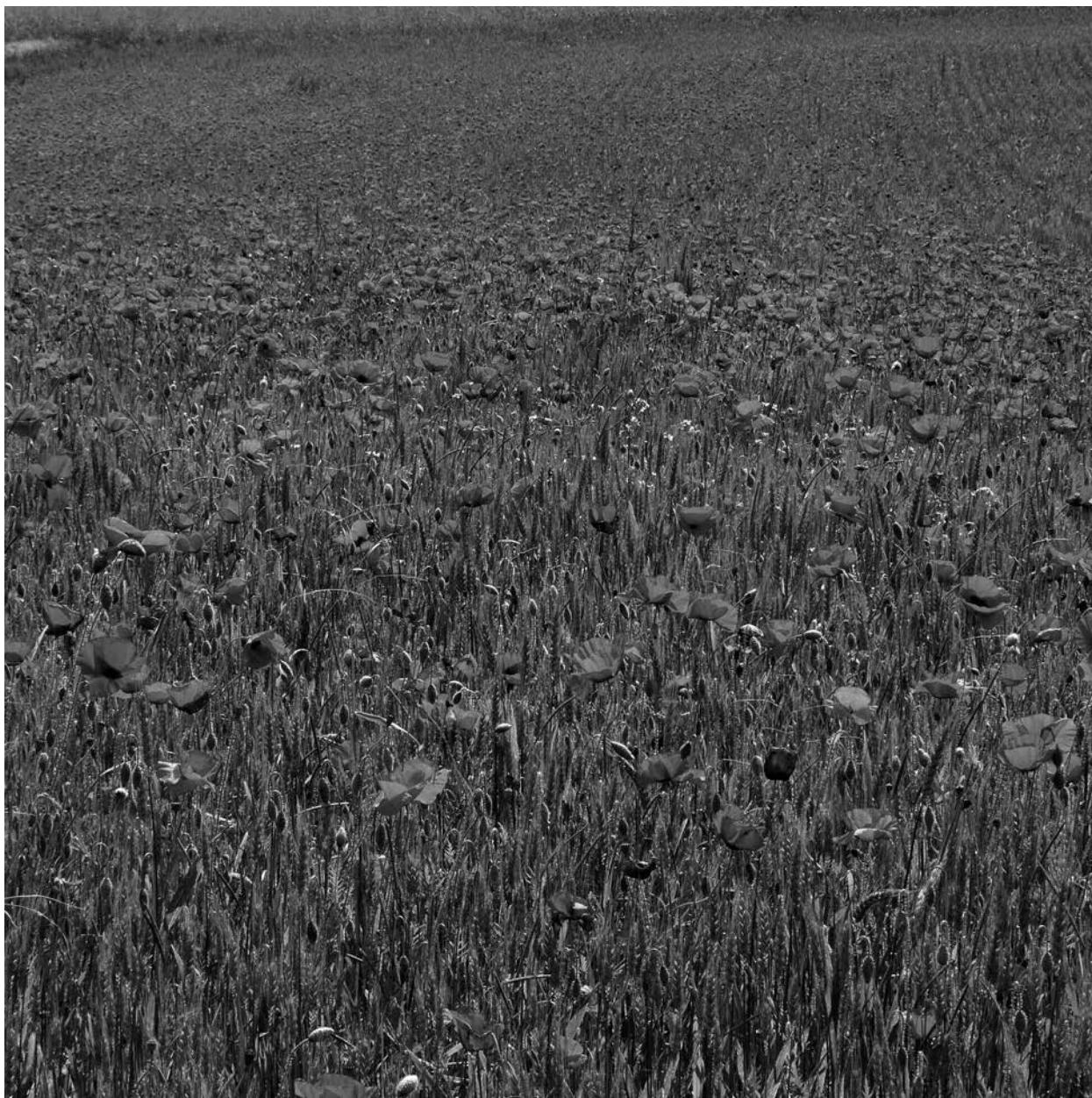
Trois sortes de freins existent cependant :

- ✓ Une telle évolution suppose de mettre en œuvre de nouvelles pratiques qui ne sont pas toujours bien connues, ou qui n'ont pas encore été validées. L'acquisition de savoir-faire, de nouvelles références, est nécessaire.
- ✓ Ce changement a un coût, soit que ces pratiques sont en elles-mêmes coûteuses, soit qu'elles occasionnent des pertes de rendement que les éventuelles économies ne compensent pas.
- ✓ Enfin, la conception et la compréhension du métier d'agriculteur ont profondément changé avec l'agriculture intensive. L'agriculteur est devenu d'abord un producteur, assez peu soucieux des effets de ses pratiques sur l'environnement, notamment sur la biodiversité. Il doit devenir un producteur utilisant la biodiversité pour mieux produire et préserver celle-ci pour répondre à des besoins nouveaux. Ce nouveau changement de valeurs est difficile et prendra du temps.

Concilier le développement de l'agriculture avec la préservation (ou la restauration) de la biodiversité

Pour des démarches volontaires

Pour l'agriculture, la préservation ou la restauration de la biodiversité représentent un véritable changement de paradigme. Il faut aujourd'hui ménager ce qui était considéré, il y a peu encore, au mieux comme des espèces inutiles, au pire comme des parasites qu'il fallait détruire. Ce qui doit être recherché, ce sont l'usage des fonctionnalités de la biodiversité, la restauration des services écosystémiques que celle-ci peut procurer à la société, et non pas une simple protection à des fins purement conservatoires. La loi sur les parcs nationaux de 2005 consacre ce principe, puisque leurs cœurs peuvent héberger des habitants, et notamment des agriculteurs qui peuvent y exercer leur activité, même si celle-ci est fortement encadrée. C'est pourquoi le ministère de l'Agriculture mise sur le volontariat, l'engagement des agriculteurs dans des démarches proactives et dynamiques.



© R. JUMEL

Des mauvaises herbes ou des messicoles à préserver ?

Leur mise en œuvre n'est pas sans conséquences sur les coûts, les charges, les rendements conduisant potentiellement à un manque à gagner incompatible avec le maintien de l'activité économique. Ainsi, il peut s'agir de maintenir inondée tardivement en saison une prairie qui est également une zone de reproduction d'un oiseau migrateur, alors que la pratique habituelle consisterait à exonder au plus tôt ladite prairie pour y faire pâturer le bétail ou y réaliser une récolte supplémentaire de fourrage. Le maintien de l'eau va occasionner une perte de fourrage, et donc une perte de revenu.

De la même façon, le loess de la plaine d'Alsace constitue l'habitat du grand hamster *Cricetus cricetus*, une espèce rare et protégée. Ce rongeur, commensal de l'agriculture et consommateur des graines des céréales à paille, de la luzerne et des betteraves fourragères, était de ce fait considéré

jusqu'au milieu des années 1950 comme un parasite à détruire. Ces cultures ont été peu à peu abandonnées ou ont vu leurs surfaces fortement réduites au profit du maïs, que ce hamster ne consomme pas. Pour y revenir, il conviendrait de financer le manque à gagner du blé ou de l'orge et de la luzerne, dont une partie ne devra pas être récoltée (pour servir de nourriture au grand hamster), par rapport à la culture du maïs, économiquement plus intéressante.

Les règlements communautaires autorisent (tout en les encadrant de manière stricte) les aides aux agriculteurs dès lors que celles-ci ne risquent pas de fausser la concurrence. Pour inciter à mettre en œuvre des pratiques agricoles favorables à l'environnement, des règlements prévoient, dans le cadre des mesures agro-environnementales, de financer les surcoûts et les manques à gagner occasionnés aux agriculteurs par l'adoption de ces pratiques. Un cofinancement

communautaire est accordé en complément de l'aide nationale.

Ce type d'aide est mis en place en France depuis 1989 (4) par le ministère chargé de l'agriculture. À l'époque, le terme de biodiversité n'était pas d'un usage courant, pas plus que celui d'infrastructures agro-écologiques, mais ce dispositif d'incitation a permis de financer ces dernières.

L'agneau et le loup, une cohabitation impossible ?

Le loup, *Canis lupus*, a été totalement éliminé du territoire français dans les années 1930. Espèce strictement protégée au titre de la Convention de Berne et de la directive dite « Habitats » (5), il est réapparu naturellement en France, dans le département des Alpes-Maritimes, en 1992, venant d'Italie. Depuis, son expansion géographique n'a pas cessé. Il a colonisé tout d'abord l'ensemble du massif alpin. Aujourd'hui, il est également présent dans les Pyrénées orientales, et il semble installé durablement, depuis 2011, dans les Vosges et dans le département du Doubs. Après une apparition sporadique dans le département du Cantal, il vient d'être signalé, en ce début d'année 2012, dans le département de la Lozère. Cette expansion géographique s'accompagne d'un accroissement particulièrement marqué des effectifs dans les départements de colonisation ancienne, qui voient la constitution de meutes permanentes. On estime que la France abrite aujourd'hui entre 100 et 200 loups.

Super-prédateur, le loup est une espèce opportuniste qui se nourrit d'ongulés sauvages, mais également domestiques, de petits mammifères (marmottes, lièvres, rongeurs), d'oiseaux, d'insectes et de fruits, en fonction de ce qui est le plus disponible. Un loup adulte consomme en moyenne trois kilogrammes de viande par jour. Ainsi, depuis son retour en France, il s'attaque aux troupeaux, notamment ovins, très présents sur les alpages. En 2011, 1 371 attaques de loups ont été attestées, qui ont fait 4 742 victimes, essentiellement des ovins. Ce chiffre est à comparer aux plus de 100 000 moutons tués par des chiens, et à un cheptel ovin français de l'ordre de dix millions de têtes. La présence du loup conduit à modifier les systèmes de production, les pratiques agricoles et les modes de conduite des troupeaux (obligation d'un gardiennage renforcé, tâches nouvelles liées aux parcs et aux chiens, raccourcissement de la durée de pâturage, abandon d'estives par trop exposées) et elle induit des pertes économiques importantes sur des élevages déjà fragiles.

Nul n'est besoin de souligner le rejet et l'incompréhension que cette situation a pu susciter par le passé et suscite encore aujourd'hui chez les éleveurs.

Dès la réapparition du loup, la politique mise en œuvre par les ministères chargés de l'agriculture et de l'écologie a visé à favoriser la cohabitation entre les activités d'élevage et la protection du loup. Ces actions trouvent leur traduction dans un plan national « Loup » d'une durée de cinq ans élaboré conjointement par les deux ministères précités. Le titre du plan actuel 2008-2012, « Plan national d'action sur le loup dans un contexte français d'une importante et traditionnelle activité d'élevage », traduit bien ces enjeux. Ce

plan vise notamment à limiter les impacts du loup en accompagnant les éleveurs et à anticiper son expansion dans d'autres zones géographiques.

La première mesure consiste à aider financièrement les éleveurs dans la mise en place de systèmes de protection efficaces. Ainsi, une aide est apportée pour financer des études de vulnérabilité destinées à évaluer les combinaisons optimales de moyens de protection, l'achat et l'entretien de chiens de protection (couramment dénommés *patous*), les parcs de regroupement nocturne et les parcs de pâturage électrifiés, ainsi que le travail supplémentaire de gardiennage dû à la présence du loup, effectué par un aide-berger ou par l'éleveur lui-même. Ce financement est pris en charge par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et des Forêts (MAAF), avec un cofinancement communautaire. Dans les zones les plus anciennement colonisées et les plus exposées aux attaques, la quasi-totalité des troupeaux est aujourd'hui protégée.

De son côté, le ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE) indemnise les pertes subies par les éleveurs du fait de la prédation, pour les animaux « prédatés », mais également les pertes indirectes (perte de poids des agneaux, avortements des brebis dus aux traumatismes résultant d'attaques par des loups).

Enfin, lorsque les dégâts sont importants, dès lors que tous les moyens ont été mis en œuvre pour éviter les attaques (protection et effarouchement), la directive européenne autorise, à titre dérogatoire, des tirs de destruction de loups. Depuis l'arrivée du loup en France, les deux ministères précités se sont efforcés d'améliorer, de simplifier le recours à ces tirs et de les rendre efficaces, dans le respect des conditions de la directive. Ainsi la possibilité de tirer, d'abord accordée aux lieutenants de louveterie, a été étendue aux éleveurs eux-mêmes ou à des mandataires. Aujourd'hui, les éleveurs, dès lors que leur troupeau est protégé et que des effarouchements ont été effectués, peuvent réaliser facilement des tirs de défense avec des fusils à canon rayé susceptibles d'être létaux, si le troupeau pâture dans une zone reconnue à risque, c'est-à-dire s'il a subi lui-même une attaque l'année précédente ou s'il se trouve à proximité d'un troupeau qui a été attaqué.

Chaque année, en fonction des effectifs et de l'état de conservation de l'espèce, est fixé un plafond du nombre des loups susceptibles d'être prélevés, qu'ils le soient dans le cadre légal décrit ci-dessus, ou du fait du braconnage. Ainsi, sept loups ont été tués au cours de la saison 2011-2012, pour six autorisés. En 2012-2013, le plafond a été fixé à onze, dont sera déduit le loup tué par anticipation la saison précédente (l'augmentation du plafond est lié à la progression des effectifs).

Toutes ces mesures sont débattues au sein d'un groupe national « Loup » qui regroupe, outre les administrations concernées au niveau national et déconcentré, des représentants des organisations agricoles, des associations de protection de l'environnement, des chasseurs, des élus et d'organismes experts (Office national de la chasse et de la faune sauvage, Centre d'étude et de réalisation pastorales Alpes et Méditerranée, Parcs nationaux et Parcs naturels



© R. JUMEL

Le chien « patou », un des meilleurs moyens de protéger les troupeaux.

régionaux). Au niveau des départements, des groupes « Loup » de composition analogue sont également constitués. Si les débats sont parfois rudes, ils sont un point essentiel de la politique menée visant à la compréhension réciproque d'acteurs aux intérêts jugés divergents.

Pour le MAAF, ce dialogue avec les organisations agricoles est fondamental ; il est un gage de la réussite du plan.

Natura 2000, du contractuel et du réglementaire

Le réseau Natura 2000 constitue un bon outil de préservation de la biodiversité.

Les directives communautaires « Oiseaux » (6) et « Habitats » instaurent pour un certain nombre d'espèces rares ou fragiles une protection absolue sur l'ensemble de leur territoire. Elle oblige juridiquement les Etats membres à classer en « zones de protection spéciale » les territoires les plus appropriés à la conservation des oiseaux et en « zones de conservation spéciale » les sites abritant les habitats naturels prioritaires ou les habitats d'espèces animales (hors

oiseaux) et végétales protégées. Cet ensemble de zones constitue le réseau Natura 2000.

En France, 1 742 de ces sites couvrent 6 877 000 hectares, soit 12,5% du territoire national. Ces chiffres ne prennent pas en compte les nouveaux sites Natura 2000 marins. Ainsi, un Français sur quatre vit dans une commune où existe un site Natura 2000.

La répartition des sites n'est pas uniforme. Ils sont concentrés dans les zones où la biodiversité est la plus riche et l'agriculture moins intensive : montagne (38%), région PACA (14%) et zone littorale (8%). Ils couvrent 10% de la surface agricole utile et 18 % de la surface forestière métropolitaine.

Le rôle de l'agriculture en matière de gestion du réseau Natura 2000 est fondamental. 2,9 millions d'hectares de terrains situés en zone Natura 2000 (soit 41% du total) sont agricoles. 38% de ces terres agricoles sont des prairies ou des surfaces toujours en herbe (STH). Les cultures majoritaires sont le blé et le fourrage. La part de l'élevage y est importante.

ZSP	ZPS	Superficie terrestre	% territoire national	Terres agricoles	% terres agricoles
1 360	380	6 876 906 ha	12,5 %	2 878 801 ha	41 %

Données Natura 2000
(chiffres IFEN)



© R. JUMEL

Une fauche retardée de prairie permet de préserver sa richesse floristique.

Lors de sa constitution, le réseau Natura 2000 a été l'objet de suspicions de la part de nombreux acteurs du milieu rural (agriculteurs, forestiers, chasseurs,...) qui redoutaient l'instauration d'un nouveau type d'espace protégé, avec toutes les interdictions que cela suppose en droit français.

Pour désamorcer ces craintes et assurer d'une manière efficace la gestion des sites Natura 2000, la France a fait le choix d'un dispositif concerté, fondé sur la gouvernance locale et privilégiant une démarche contractuelle. Les objectifs de conservation sont définis dans le document d'objectifs (DOCOB) de chaque site, élaboré localement sous l'égide d'un comité de pilotage rassemblant l'ensemble des acteurs d'un site (administrations, organisations professionnelles agricoles, associations de protection de la nature). Ce DOCOB, en s'appuyant sur un diagnostic de l'état de conservation des habitats et des espèces ayant justifié la désignation du site et des activités socio-économiques développées sur le territoire, identifie les mesures de toute nature (réglementaire, administrative, contractuelle) visant le maintien ou la restauration dans un bon état de conservation des habitats et espèces. Les mesures agro-environnementales territorialisées auxquelles peuvent souscrire les agriculteurs pour mettre en œuvre les pratiques favorables sont élaborées sur cette base. Elles sont financées conjointement par le MAAF et des aides communautaires.

Les directives Natura 2000 prévoient également une évaluation des incidences potentielles des activités hors

sites Natura 2000. Par exemple, un prélèvement d'eau en dehors d'un site peut avoir des conséquences sur une zone humide ayant justifié la désignation d'un site Natura 2000. Une activité qui aurait une incidence forte sur ce site peut être interdite. Pour transposer cette disposition, la France a élaboré des listes d'activités susceptibles d'avoir une incidence. Elle a utilisé les régimes d'autorisations administratives existantes, telles que celles édictées au titre des installations classées pour l'environnement ou de la police de l'eau. D'autres activités, comme le retournement des prairies, l'arrachage des haies ou l'arasement de talus (qui peuvent être des habitats), n'étaient pas soumises à des régimes d'autorisations administratives. Elles peuvent désormais l'être au titre de Natura 2000. Comme il s'agit pour une grande part de pratiques agricoles, les agriculteurs sont confrontés à un double système d'adhésion volontaire et d'évaluation obligatoire qui peut conduire à des interdictions. La crainte vis-à-vis de ces dernières peut aboutir à un refus des mesures volontaires.

L'observatoire de la biodiversité en agriculture, en lien avec les pratiques agricoles

Les mesures décrites précédemment, prises à l'initiative du ministère en charge de l'agriculture (MAAF), s'inscrivent dans le cadre des actions de protection de la biodiversité remarquable et patrimoniale portées par le MEDDE. De plus,

le MAAF s'attache tout particulièrement à développer une action propre en matière de préservation de la biodiversité ordinaire, qui ne fait pas l'objet d'un dispositif de protection.

C'est ainsi qu'à travers la stratégie nationale pour la biodiversité 2010-2015, qui a été élaborée pour répondre aux engagements européens et internationaux, le MAAF s'est engagé dans l'élaboration et la mise en place d'un Observatoire de la biodiversité ordinaire en lien avec les pratiques agricoles (acronyme OAB) et d'une plateforme d'échanges sur les pratiques agricoles favorables à la biodiversité.

Son objet est double : outre celui de disposer d'un outil de connaissance, il s'agit de sensibiliser les agriculteurs aux relations entre biodiversité ordinaire sauvage et pratiques agricoles et de les placer au cœur du dispositif de préservation en leur confiant la responsabilité de renseigner majoritairement les indicateurs. Plusieurs réseaux d'agriculteurs sont associés à cette action en lien avec les Chambres d'agriculture, qui apportent un soutien fort au projet.

Le Muséum national d'Histoire naturelle apporte un appui scientifique : il a notamment contribué à choisir les espèces indicatrices (papillons, abeilles solitaires, vers de terre et mollusques) et les protocoles d'observation.

Un réseau de sites fixes a été mis en place, composé d'exploitations, de lycées agricoles, d'instituts techniques, de coopératives. Des observations plus précises y seront effectuées, notamment celles permettant d'établir des liens avec les pratiques agricoles.

Le projet associe dans un comité de pilotage des représentants de l'administration, de la profession agricole, des associations de protection de l'environnement, des réseaux techniques et de développement agricole, de la recherche, des groupes coopératifs et d'autres acteurs du monde rural.

En 2010, ont été formés des animateurs des réseaux des agriculteurs impliqués, et plus de quatre cents agriculteurs ont déjà renseigné les indicateurs. Les données ainsi récoltées sont collationnées au niveau national, puis restituées aux agriculteurs. Parallèlement va se mettre en place une plateforme d'échanges sur ces pratiques favorables à la biodiversité afin de les valider collectivement et de favoriser leur appropriation par les agriculteurs.

Cette action du MAAF connaît un succès certain : cette démarche volontaire et décentralisée, qui repose sur des réseaux d'agriculteurs qui se sont mobilisés en collaboration et en concertation avec des associations de protection de l'environnement, est appréciée parce que valorisante pour les agriculteurs et non liée à des dispositifs contraignants.

D'autres politiques en faveur de la biodiversité

La conditionnalité des aides PAC

Depuis la réforme de la politique agricole commune de 2003, les aides directes versées aux agriculteurs sont soumises au respect de directives relatives à l'environnement et

à la santé publique et animale, et à des « bonnes conditions agricoles et environnementales » (BCAE). Ces BCAE sont d'application obligatoire, mais les Etats membres disposent d'une importante latitude pour leur mise en œuvre.

Le MAAF a fait d'abord le choix d'une mesure à plusieurs fins : l'implantation de bandes enherbées le long des cours d'eau. Ces bandes constituent une zone tampon qui retient les éléments polluant les cours d'eau (principalement des phosphates, des nitrates et des produits phytosanitaires). Elles jouent également un rôle antiérosif. Enfin, elles contribuent à préserver la biodiversité. Elles constituent un refuge pour des espèces végétales (notamment mellifères) et animales (en particulier des invertébrés auxiliaires des cultures). Elles restaurent également les continuités écologiques transversales (entre la parcelle et le cours d'eau) et longitudinales (le long des cours d'eau). À ce titre, elles sont un des éléments constitutifs de la Trame verte et bleue (7).

Suite au bilan de santé de la PAC de 2008, les BCAE ont été approfondies pour mieux prendre en compte la biodiversité. En complément des bandes tampons le long des cours d'eau, les agriculteurs doivent désormais maintenir en France une part de la surface qu'ils exploitent (3%) en infrastructures agro-écologiques ou en éléments fixes du paysage : haies et arbres (isolés ou en alignement), vergers de haute tige, certaines prairies, mares, fossés et petits cours d'eau, murets... Ce taux correspond à une surface équivalente pondérée par l'intérêt écologique des éléments. Ainsi 1 mètre de linéaire de fossé « vaut » 10 m² de surface équivalente. Les éléments précités ont été choisis parce qu'ils constituent à la fois des réserves de biodiversité et des corridors écologiques.

Le plan éco-phyto 2018

Constituant une des suites du Grenelle de l'Environnement, ce plan vise à réduire l'usage des produits phytosanitaires de 50% d'ici à 2018 (dès lors que cela est techniquement possible). Une des mesures phares consiste à tester dans un réseau de 2 000 fermes de référence des pratiques agricoles moins gourmandes en ces produits, et à diffuser ces pratiques. Son objectif premier est la préservation et la restauration de la qualité des eaux.

Ce plan prévoit d'observer les effets non intentionnels des pesticides sur la biodiversité. Pour cela, un observatoire de 500 parcelles représentatives des systèmes de production a été mis en place.

La certification haute valeur environnementale (HVE)

Dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, le MAAF vient d'élaborer et commence à mettre en œuvre un dispositif visant à certifier des exploitations agricoles volontaires. Trois niveaux de certification environnementale sont prévus. Le niveau trois, dit de haute valeur environnementale (HVE), est fondé sur des obligations de résultats, notamment en matière de respect de la biodiversité.



© R. JUMEL

Réintroduction de Hamster chez un agriculteur alsacien volontaire.

Conclusion

L'appropriation des enjeux de préservation et de restauration de la biodiversité par l'agriculteur passe par un changement du regard et de l'approche que celui-ci porte sur son métier. Pour surmonter cet obstacle et pour favoriser une évolution de ses pratiques, une démarche volontaire de sa part, autant que possible concertée, coordonnée et s'appuyant sur des expériences ou des expérimentations exemplaires, est un gage de réussite.

Les nouvelles pratiques ont et auront un coût, qu'il convient de compenser par une juste rémunération des services que l'agriculteur rend à la société à travers sa contribution à la biodiversité. Des politiques contraignantes peuvent parfois s'avérer nécessaires. Mais elles doivent demeurer l'exception et n'être mises en œuvre que si les démarches volontaires ont échoué.

Notes

* Ingénieur en chef des Ponts, des Eaux et des Forêts, chef du service de la stratégie agroalimentaire et du développement durable au sein de la direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

(1) Sauf indication contraire, les données statistiques sont issues des enquêtes Terruti-Lucas réalisées par le Service de statistique et de prospective (SSP) du ministère de l'Agriculture et de l'Agro-alimentaire,

qui ont été publiées dans les numéros 219 de juin 2009, 246 de juillet 2010 et 260 d'avril 2011 de la revue *Agreste Primeur*.

(2) Les sols artificialisés couvraient (selon les mêmes sources) 4 588 millions d'hectares, soit environ 9 % du territoire.

(3) Xavier LE ROUX & al., *Agriculture et biodiversité : Valoriser les synergies*, Inra, Paris, juillet 2008.

(4) À partir de 1985, les premières aides agro-environnementales ont été autorisées et cofinancées par la Commission européenne (article 12 du Règlement CE 797-85).

(5) La Convention de Berne (ou Convention sur la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe), qui a été signée dans la ville éponyme en 1979, engage les Etats signataires à protéger les espèces animales et végétales qu'elle liste. La France l'a ratifiée par deux textes, en 1989 et en 1990.

La directive 92-43 CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels, ainsi que celles de la faune et de la flore sauvages, a pour objectif le maintien de la biodiversité en visant à protéger des espèces végétales et animales et des habitats présents dans l'Union.

(6) La directive 2009-147 du CE du 30 novembre 2009 concernant la préservation des oiseaux sauvages. Plus ancienne que la directive « Habitats », puisque la première version, sous le numéro 79-409, a été édictée en 1979, elle contient, pour les oiseaux, des dispositions en grande partie reprises dans la directive « Habitats » (voir la note (4)).

(7) La Trame verte et bleue est l'outil français de restauration des continuités écologiques. Elle comprend des zones noyaux, tout ou parties de zones protégées et des corridors écologiques qui les relient, et des zones semi-naturelles, le plus souvent d'usage agricole.

La compensation écologique : « Si possible », selon la loi de protection de la nature de 1976. Une obligation, pour nous

Par Laurent PIERMONT* et Philippe THIÉVENT**

Si la loi de la protection de la nature de 1976 a posé le principe de la compensation, cette dernière est longtemps apparue impossible à mettre en œuvre aux yeux de la plupart des maîtres d'ouvrages.

La société CDC Biodiversité, filiale de la CDC, propose une offre commerciale aux maîtres d'ouvrages soumis à cette compensation pour perte de biodiversité, une compensation qui pour CDC Biodiversité ne doit pas se concevoir en termes d'équivalence monétaire, mais d'équivalence écologique.

Pour elle, un approfondissement du concept de compensation est nécessaire pour favoriser l'établissement de relations plus durables entre le développement économique et la préservation des écosystèmes.

Une partie des enjeux de la préservation de la biodiversité repose sur l'usage de deux mots, « si » et « possible ». Ils apparaissent à l'article 2 de la loi de protection de la nature n°76-629 votée en 1976 (Journal Officiel du 13 juillet 1976) : « *Le contenu de l'étude d'impact comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement* ».

Or, depuis 1976, cette compensation est apparue impossible aux yeux de la plupart des maîtres d'ouvrage, et la loi, dans son volet « compensation », n'a été que très peu appliquée. Quand elle a essayé d'émerger, cela a été à la faveur de grands projets (d'infrastructures autoroutières, notamment). Ainsi, des projets de moindre envergure se placent systématiquement en dehors du champ de la compensation, même s'ils franchissent les seuils qui devraient (en théorie) les soumettre à mesures compensatoires.

Notre approche, qui a présidé à la création de la société CDC Biodiversité, est fondée sur trois principes :

- ✓ a) la compensation doit être prise dans son acception de réparation ou de réhabilitation et non pas dans sa seule acception de compensation financière,
- ✓ b) le maître d'ouvrage responsable de la destruction doit en financer la réparation en intégrant celle-ci dans le coût d'objectif du projet, et donc prendre en compte le coût complet d'un aménagement,

- ✓ enfin, c) cette réparation doit se faire en visant l'objectif qu'il n'y ait *pas de perte nette*. Cela conduit à raisonner en termes d'équivalence écologique et non pas en termes d'équivalence monétaire.

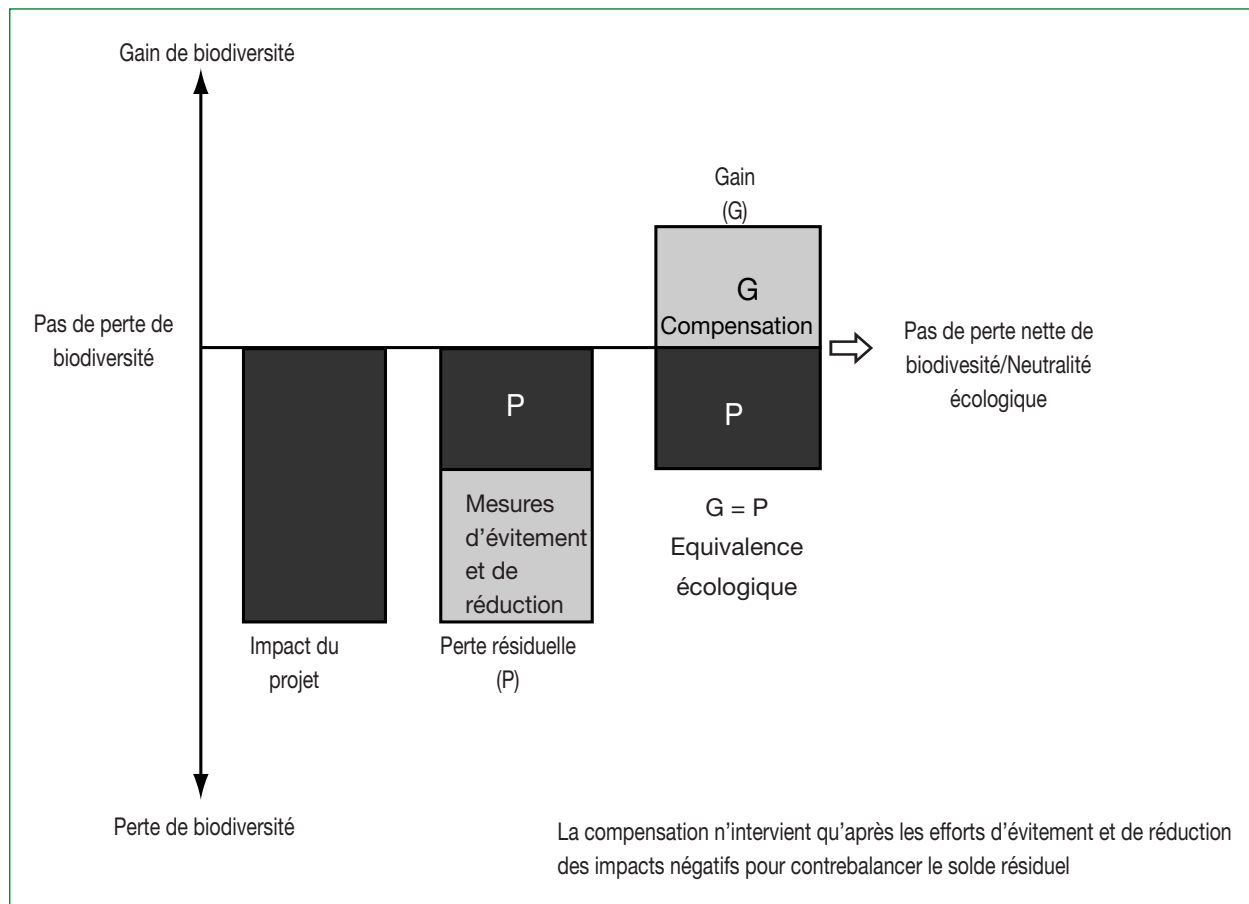
Bien entendu, nous sommes conscients de ce que la réparation ne peut être parfaite et que la copie n'est pas identique à l'original. Mais elle peut lui être équivalente, voire supérieure, dans certains cas.

Le schéma d'intervention est alors le suivant :

La société CDC Biodiversité, filiale de 1^{er} rang de la Caisse des Dépôts, a été créée en 2008 avec pour objectif d'agir en faveur de la biodiversité. La compensation est le premier levier d'action qui a été choisi.

Elle propose une offre de compensation écologique à des maîtres d'ouvrage soumis à des obligations de compensation sur une base commerciale. C'est la première société de ce type et depuis sa création, aucun maître d'ouvrage ne devrait plus pouvoir déclarer sérieusement sans avoir mobilisé au préalable CDC Biodiversité (ou les sociétés de ce type qui, nous l'espérons, vont se créer) qu'il ne lui a pas été possible de compenser les impacts résiduels de son projet.

Pour atteindre ses objectifs, CDC Biodiversité met en œuvre une triple ingénierie : écologique, foncière et financière. Réhabiliter des espaces à vocation écologique fonctionnels, s'engager sur des résultats pérennes (avec suivi scientifique et gestion) en maîtrisant les coûts sur toute la durée de l'engagement (trente, cinquante ans et au-delà) en intervenant le plus souvent sur un mode de contractua-



lisation avec des propriétaires de terrains favorables à l'action suppose en effet de mobiliser des savoir-faire nouveaux à l'interface de ces trois domaines de compétence.

CDC Biodiversité s'est dotée d'un comité scientifique de haut niveau grâce auquel elle inscrit son action dans les meilleurs standards scientifiques. Elle peut ainsi engager des recherches sur les conditions de l'action en faveur de la biodiversité. Elle a aussi établi un partenariat avec France Nature Environnement et nourrit des échanges constructifs avec les organisations de défense de l'environnement et les organisations professionnelles concernées.

Elle intervient principalement à la demande des maîtres d'ouvrages afin de les aider à réaliser leurs obligations de compensation en s'engageant devant l'ensemble des parties prenantes à ce que les objectifs soient atteints, et gérés dans la durée.

D'autre part, dans le cadre d'une expérimentation menée avec le ministère de l'Ecologie, CDC Biodiversité a créé dans la Crau (à Cossure, sur la commune de Saint-Martin de Crau, dans les Bouches-du-Rhône) la première *réserve d'actifs naturels*. Elle y a investi pour reconstituer un espace naturel d'une grande valeur écologique favorable à l'avifaune steppique (Ganga cata, Outarde canepetière, OEdicnème criard, Alouette calandre,...) dont elle garantit la vocation écologique à long terme et dont elle a confié la gestion conjointement au Conservatoire des espaces naturels PACA et à la Chambre d'agriculture des Bouches-du-Rhône. La validation de l'opération par les pouvoirs publics permet

qu'elle soit utilisable par des maîtres d'ouvrage soumis à des obligations de compensation pour un projet situé dans un proche périmètre (méditerranéen) et impactant des habitats du même type (milieux secs de plaine). En achetant des *Unités Biodiversité*, chaque maître d'ouvrage concerné s'acquiesce ainsi de ses obligations de compensation sous réserve d'un accord au cas par cas du service instructeur, dont la mission est de vérifier également que l'évitement et la réduction des impacts écologiques ont bien eu lieu avant toute action de compensation.

À l'issue de quatre années d'activité de CDC Biodiversité, nous observons que la réalisation des objectifs de compensation validée par les scientifiques, les milieux naturalistes et les pouvoirs publics s'est révélée possible dans la totalité des cas.

Au cours de la période 2008-2011, CDC Biodiversité est intervenue notamment pour la prise en main de la compensation de quinze opérations d'aménagement à la demande de maîtres d'ouvrage, et une seule fois pour la constitution d'une opération d'offre de compensation (Cossure) à la demande collective de l'Etat, d'organisations professionnelles et d'associations de protection de la nature.

Ces opérations représentent un volet d'actions engagées sur plus de 4 000 hectares sur lesquels sont ou seront compatibles une activité économique (notamment agricole ou sylvicole) et une activité de réhabilitation et/ou de préservation des enjeux écologiques.

Ces actions conduites par CDC Biodiversité pour répondre aux engagements pris par les maîtres d'ouvrage lors de l'instruction de leurs projets se traduisent par 800 hectares sécurisés par des acquisitions (parmi lesquelles on trouve un mas provençal (ancienne bergerie), un presbytère (site d'intérêt interrégional pour les chiroptères) et deux bergeries, que nous avons construites spécialement, et plus de 1 500 hectares sécurisés par conventionnement. Le reste étant encore en cours de sécurisation.

Sur l'ensemble des contrats qu'elle a conclus, CDC Biodiversité a atteint 100 % des objectifs assignés et ce, dans les délais fixés le plus souvent par des arrêtés.

En termes d'activité concourant à la professionnalisation des métiers de l'écologie, CDC Biodiversité est passée de six collaborateurs en 2008 à une vingtaine à la fin 2011. En parallèle, le nombre de jours de travail sous-traités à des prestataires extérieurs représente sur cette même période 3 500 jours. Le montant des travaux de génie écologique réalisés est de 4 millions d'euros.

Parmi les opérations engagées, nous noterons plus particulièrement celles relatives à :

- ✓ l'autoroute A65, en Aquitaine, sous maîtrise d'ouvrage Alienor (Groupe Eiffage et Sanef), dont le niveau de compensation représente des chiffres encore jamais atteints jusque-là, à savoir 1 372 hectares de compensation concernant dix-sept groupes taxonomiques

(notamment des zoo-taxons) à suivre et à gérer sur soixante ans. CDC Biodiversité en est le maître d'ouvrage délégué et par son engagement contractuel, porte l'intégralité du risque d'exécution pour Alienor jusqu'en 2066. Ce contrat symbolise le cœur de métier et de savoir-faire de CDC Biodiversité. Résultat : l'objectif de sécurisation fixé a été atteint en deux ans.

- ✓ la création dans la plaine de la Crau (Bouches-du-Rhône) de la première « Réserve d'Actifs Naturels » en France sous maîtrise d'ouvrage CDC Biodiversité, elle est constituée de 357 unités de biodiversité pouvant être utilisées par des aménageurs pour leurs besoins de compensation dans des conditions très restrictives validées par les services de l'Etat (elles ne peuvent être utilisées que pour des projets impactant des milieux secs méditerranéens de plaine). Ce contrat symbolise lui aussi le cœur de métier et de savoir-faire de CDC Biodiversité et constitue une innovation en France. À ce jour, cette opération a déjà été utile à deux projets (un établissement public et un établissement industriel) qui ont trouvé là leur compensation « clé en main ». Résultat : un objectif écologique atteint en deux ans.
- ✓ une zone d'activité près de Bayonne sous maîtrise d'ouvrage d'un syndicat mixte (Smaza) nécessitant 27 hectares de compensation d'habitats semi-aqua-



Ancien presbytère de Saint-Justin.

© Philippe Thiévent



© Philippe Thiévent

Une des deux bergeries de Cossure.

tiques sur vingt-deux ans. Résultat : l'objectif de sécurisation fixé a été atteint en moins de deux ans.

- ✓ la RN12, en Basse Normandie, sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat (*via* la DREAL), avec un besoin de 150 hectares de compensation concernant des habitats de prairies humides. Résultat : un objectif de sécurisation atteint en un an.
- ✓ l'autoroute A63-nord, en Aquitaine, sous maîtrise d'ouvrage Atlantes (Colas), avec un besoin de 90 hectares de compensation d'habitats humides sur quarante ans ;
Résultat : en cours de réalisation.
- ✓ l'A63-sud, en Aquitaine, sous maîtrise d'ouvrage ASF (Groupe Vinci), avec un besoin de 225 hectares de compensation d'habitats humides sur vingt-deux ans. Résultat : un objectif de sécurisation atteint en un an.
- ✓ un poste de transformation électrique en Gironde sous maîtrise d'ouvrage RTE, avec un besoin en compensation de 2 hectares de zone humide, dans le cadre de l'instruction d'un dossier « loi sur l'eau ». Résultat : l'objectif de sécurisation a été atteint en six mois.
- ✓ un EHPAD (91) (maître d'ouvrage Socogim IdF - Groupe Vinci), avec un besoin en compensation de 1,3 hectare de zone humide, dans le cadre de l'instruction d'un dossier « loi sur l'eau ». Résultat : un objectif de sécurisation atteint en un mois.

De ces premières années d'activité, nous tirons plusieurs conclusions :

- ✓ en premier lieu, la concentration sur une action de compensation pour répondre à plusieurs obligations

permet des effets d'échelle et de cohérence écologique sensibles, notamment sur les deux opérations de la Crau et de l'autoroute A65. En ce sens, la compensation (prise au sens de réparation) peut entrer, à côté des mesures réglementaires et des financements publics, dans la panoplie des outils de reconstitution des infrastructures écologiques du pays (trame verte et trame bleue),

- ✓ en second lieu, l'externalisation de l'obligation de compensation auprès d'un opérateur crédible et doté des capacités suffisantes (techniques, scientifiques et financières) est, pour les parties prenantes, un gage de la réalisation de la compensation, en particulier sur le très long terme. Cela est d'autant plus sensible qu'il n'existe pas actuellement de dispositif de type registre permettant de suivre la réalisation effective des obligations incombant aux maîtres d'ouvrages,
- ✓ enfin et peut être surtout, le fait que la compensation imposée par les décrets d'autorisation des ouvrages soit quasi toujours possible nous conduit à reconsidérer la question du statut du « si possible » de la loi de 1976.

En effet, ce « si possible » reste pertinent, mais il nous semble que son usage doit être déplacé dans la séquence conduisant de la décision d'autoriser la destruction d'un espace naturel à sa compensation. Le nouveau séquençage pourrait être : d'abord, d'apprendre à modérer les demandes et rechercher les choix alternatifs et, ensuite, d'examiner les propositions d'évitement-réduction-compensation proposées par le maître d'ouvrage et distinguer les compensations possibles de celles qui ne le sont pas. Le « si possible » devant se traduire comme un « si admissible ».

Traiter différemment les dossiers compensables et les autres, par exemple en n'autorisant que ceux dont la compensation (après évitement-réduction) est admissible. Enfin, de suivre avec rigueur la réalisation de ladite compensation en instaurant des outils *ad hoc* (autorité de régulation, registre,...).

Une telle approche serait sans doute de nature à clarifier le concept de compensation et à en faciliter l'application et, par voie de conséquence, à augmenter son utilité pour l'établissement de relations plus durables entre le

développement économique et la préservation des écosystèmes.

Notes

* Ingénieur agronome, docteur en écologie, PDG de la Société Forestière et de CDC Biodiversité.

** Ingénieur écologue, docteur en écologie, directeur du Pôle Biodiversité Nature & Paysages de la Société Forestière, directeur de CDC Biodiversité.

Biodiversité et infrastructures linéaires : la contribution de RTE à la Trame verte et bleue

Par Jean-François LESIGNE*

La cohabitation des différents réseaux de transport est une réalité historique. Les civilisations qui se sont succédées au long des siècles ont construit des réseaux qui ont été amenés à se croiser : ainsi, les aqueducs témoignent encore du franchissement de certaines voies romaines par des adductions d'eau. Puis le réseau des canaux s'est ajouté au réseau routier, lui-même suivi par le réseau des voies ferrées au XIX^e siècle et, enfin, par celui des autoroutes, des gazoducs et des lignes électriques et de télécommunication, au XX^e. Les ingénieurs ont su trouver les solutions pour que ces réseaux se croisent tout en maintenant la fonctionnalité de chacun d'entre eux. Aujourd'hui, un nouveau réseau doit être construit, la Trame verte et bleue (TVB). Pour y parvenir, naturalistes, ingénieurs, aménageurs et législateurs doivent ensemble innover, trouver des solutions à des problèmes parfois complexes qui nécessiteront encore des études et de l'expérimentation. Sans attendre la résolution de tous les problèmes, la nouvelle toile doit commencer à se tisser.



Forêt de Notre Dame.

Illustration de la démarche : le cas du réseau de transport d'électricité

L'implication de RTE dans le domaine de l'environnement est ancienne, elle répond à sa responsabilité d'entreprise citoyenne et à sa mission de service public. Elle connaît cependant depuis quelques années de nouvelles orientations, notamment au travers de partenariats plaçant l'entreprise au cœur de nouvelles initiatives. Dans le cadre de sa démarche de développement durable, RTE a pris des engagements volontaristes en particulier en matière de préservation de la biodiversité répondant ainsi à des attentes sociétales de plus en plus fortes.

Les lignes électriques représentent en France 80 000 kilomètres de couloirs d'une largeur allant de 10 à 200 mètres répartis sur l'ensemble du territoire national (70 % en zones agricoles, 20 % en zones boisées et 10 % en zones urbaines).

Les emprises sous les lignes électriques en milieu urbain ou sous les pylônes en milieu agricole restent souvent des espaces sauvages et des espaces ouverts en milieu forestier. En effet, une des particularités des réseaux électriques aériens est que l'isolation des câbles conducteurs est assurée par l'air. Aucun objet relié à la terre ne doit donc pénétrer dans le volume qui entoure ces conducteurs, cela vaut en particulier pour les arbres. En conséquence, les propriétaires des terrains surplombés par des lignes électriques doivent en maintenir la végétation à distance. De par la loi, RTE est autorisé à se substituer aux propriétaires en cas de défaillance de leur part.

Dans la pratique, les agriculteurs entretiennent l'emprise des lignes électriques tout en cultivant leurs champs. En revanche, en forêt et en zones naturelles, RTE se substitue aux propriétaires, qui n'ont plus la motivation économique pour le faire. Réalisé tous les trois à cinq ans, cet entretien (le plus souvent mécanisé) maintient des espaces ouverts peu anthropisés. Ils constituent ainsi des espaces refuges favorables à la biodiversité. C'est ce constat qui a conduit l'entreprise, à partir de 2008, à renforcer la place de la biodiversité dans son système de management environnemental grâce à des actions de recherche, à l'expérimentation de nouvelles pratiques d'entretien des « couloirs » des lignes électriques, à l'adaptation de la formation du personnel et, enfin, à la recherche de nouveaux partenaires.

Prise de conscience du phénomène : les premiers indices de l'intérêt des emprises de lignes électriques du point de vue de la biodiversité

RTE a été sollicité de temps à autre par des gestionnaires d'espaces naturels afin de prendre en compte des exigences particulières dans les plans de gestion des tranchées forestières sur des sites présentant un intérêt de par la présence de certaines espèces végétales ou animales patrimoniales.

Le cas le plus symbolique est sans doute celui du petit papillon l'Azuré des mouillères (*Maculinea alcon*), dans les landes de la Gascogne. L'Azuré des mouillères est menacé de disparition. Sa reproduction est dépendante d'une plante hôte, la gentiane pneumonanthe, sur laquelle il pond ses œufs, et d'une fourmi qui récupère les larves tombées au sol



Stations de gentianes du genre *Pneumonanthe* dans un couloir de lignes électriques.

pour les élever dans sa fourmière [ce sont d'ailleurs les propres couvains de la fourmi en question qui leur servent de garde-manger !, ndlr]. Cette gentiane est une plante des milieux humides ouverts ; or, la refermeture de ces milieux dans les landes (du fait du recul de l'agropastoralisme) cause la disparition de la gentiane pneumonanthe et, par là même, celle de l'Azuré des mouillères.

Le Conservatoire Régional des Espaces Naturels (CREN) d'Aquitaine en charge de sa protection a constaté qu'un quart des stations de gentianes pneumonanthes qui subsistaient encore étaient situées sous les lignes électriques. L'entretien de la végétation réalisé pour les besoins du réseau électrique est donc à l'origine de la préservation de cette espèce menacée. Le CREN Aquitaine et RTE ont donc décidé de signer une convention afin de définir les modalités de gestion de ces emprises : une coupe tardive et l'enlèvement des rémanents ; en effet, ceux-ci pourraient à la longue entraîner la disparition de la gentiane en raison d'un enrichissement excessif du sol.

D'autres exemples peuvent être cités. Ainsi, l'installation d'une pelouse à orchidées, dans le parc naturel régional de la Forêt d'Orient, favorisée par une fauche régulière ou encore le développement de myrtilliers sous une ligne électrique en pleine forêt vosgienne, qui a permis le retour du coq de bruyère.

Ces premières expériences positives saisies par l'entreprise comme des opportunités de renforcement de ses relations au niveau local ont mis en évidence les services qu'un réseau électrique pouvait rendre à la biodiversité. Le regard du naturaliste sur ledit réseau, qui jusqu'à ce jour était plutôt négatif eu égard aux accidents qu'il peut causer aux oiseaux (par collision ou électrocution), allait changer. Il restait alors à valider ces résultats scientifiquement, à en faire partager les principes, à approfondir les interactions afin d'améliorer la biodiversité sous les lignes.

Une question pour la recherche scientifique : biodiversité et lignes électriques sont-elles compatibles ?

Plusieurs études sont venues confirmer le fait que les lignes électriques sont compatibles avec la biodiversité, voire même qu'elles peuvent la favoriser. Ainsi, au printemps 2009, en milieu forestier, le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien (qui est un service du Muséum national d'Histoire naturelle - MNHN), en partenariat avec la Région Île-de-France, a réalisé un inventaire de la flore sous 170 kilomètres de lignes en Seine-et-Marne, puis sous 120 kilomètres dans l'Essonne et dans les Yvelines. Les résultats ont dépassé toutes les attentes : pour le premier inventaire, 567 espèces ont été recensées, soit 38 % de la flore francilienne, dont 80 espèces dites patrimoniales de par leur niveau de rareté et leur caractère indigène, et 7 espèces protégées. Le deuxième inventaire fut encore plus riche, avec 601 espèces, dont 100 d'intérêt patrimonial et 13 espèces protégées.

L'emblème de la réussite de ce travail de recensement fut la découverte du rarissime polygala chevelu. Celui-ci eut les

honneurs de la presse puisque cette petite plante était considérée comme ayant disparu depuis les années 1960 !

Première conclusion : l'entretien ordinaire des tranchées forestières par RTE est favorable à la flore des milieux ouverts. En effet, la disparition du pastoralisme, l'intensification de l'agriculture et l'extension de la forêt ont fait régresser les espaces propices à ces plantes héliophiles. Toute action qui tend à maintenir ces milieux ou à les développer est donc favorable à la biodiversité : les tranchées forestières des lignes électriques deviennent des espaces refuges pour toute une cohorte d'espèces végétales et animales. Les espaces les plus intéressants sont sans aucun doute les prairies calcicoles, les prairies humides ou encore les mares. Le MNHN a poursuivi son étude en faisant au gestionnaire du réseau électrique des recommandations pour améliorer encore sa gestion.

Cette première étude a été complétée par un travail sur les espaces agricoles en 2009. À proximité d'Orléans, en Gâtinais, le CEMAGREF (devenu depuis l'Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture - IRSTEA) a réalisé un inventaire de la flore dans les emprises de 150 pylônes, représentant 2,5 hectares. C'est certes une petite surface à l'échelle de toute une région, mais les résultats sont tout à fait intéressants : 461 espèces ont été recensées, soit un tiers des espèces de la région, avec, en moyenne, sous chaque pylône, une trentaine d'espèces représentatives du fond floristique local. 7 % des pylônes abritent des espèces protégées.

Plusieurs indices de biodiversité ont été utilisés par le CEMAGREF afin de qualifier la richesse de la biodiversité en espèces patrimoniales et en espèces non banales. Un interclassement des types d'entretien sous les pylônes en fonction du paysage environnant a pu être alors établi. En 2010, l'étude a été poursuivie par la comparaison de la biodiversité sous les pylônes avec celle des bords des chemins voisins, qui sont le plus souvent les seuls espaces sauvages dans les régions de grandes cultures. Ces travaux mettent en évidence l'intérêt que présentent les pieds de pylônes pour la biodiversité, particulièrement dans les zones de grandes cultures. Leur intérêt est d'autant plus grand que les formations végétales qu'ils protègent sont pérennes et spontanées. Par conséquent, les recommandations sont de remplacer les formations rudérales par les formations précédentes en laissant la nature reprendre ses droits et en recherchant l'établissement de fructifères [Formations végétales constituées d'arbustes, Ndlr]. La jachère permanente est une alternative lorsque la solution précédente n'est pas possible dans le contexte agricole local. Il faut évidemment abandonner les traitements phytocides et insecticides sous les pylônes. Il est également recommandé, lorsque cela s'y prête, d'élargir la surface de terrain protégée autour des pylônes.

La mise en œuvre : un partenariat tripartite

Sur le plan juridique, RTE est propriétaire des ouvrages électriques, mais pas des terrains sur lesquels sont implantées les lignes aériennes ou souterraines. L'entreprise dispo-

se de servitudes de surplomb pour ses lignes. Elle a une obligation de surveillance et d'entretien pour prévenir tout risque de défaut électrique qui aurait des conséquences pour la sécurité des biens et des personnes et pour la sûreté de fonctionnement du système électrique. Il est donc nécessaire de maintenir toute végétation à distance des câbles. Pour cela, l'entretien de la végétation s'effectue par fauchage, girobroyage, élagage ou encore par abattage d'arbres. Le propriétaire conserve tous les attributs du droit de propriété dans la limite de cette servitude. Lorsqu'un projet d'aménagement d'une emprise plus favorable à la biodiversité se présente, RTE ne peut pas modifier unilatéralement cet espace, du fait qu'il n'en est pas propriétaire : l'aménagement doit se réaliser avec l'accord du propriétaire du terrain et de l'exploitant.

En 2007, une rencontre a permis de travailler sur cette question des points de vue technique, économique et juridique. La Fédération Nationale de la Chasse a proposé à RTE d'établir un partenariat afin de développer l'aménagement d'espaces favorables à la faune sauvage sous les lignes. Il s'agissait de planter des buissons et des arbustes à baies aux pieds de pylônes implantés au milieu de plaines agricoles pour redonner couvert et nourriture aux oiseaux et à la petite faune. C'est l'origine de la « chaussette verte » qui habille le pied d'un pylône !

En forêt, il a été envisagé d'aménager des clairières sous les lignes en favorisant les plantes herbacées ou en plantant des prairies ou des cultures « à gibiers ». Sous les pylônes, là où les câbles sont le plus haut, des arbres de courte venue pourraient être conservés, voire plantés, car ils n'ont pas besoin d'être taillés (noisetiers, sureaux, néfliers,...).

Trois acteurs sont concernés par un tel aménagement : la fédération de chasse qui porte le projet, RTE (qui a des obligations du fait de l'exploitation et de la maintenance de la ligne) et le propriétaire ou l'exploitant, qui seuls peuvent décider de ce qui est fait sur leur terrain. Ainsi, tout aménagement destiné à favoriser la biodiversité doit tenir compte des exigences de chacune des parties. Leurs obligations et leurs droits sont consignés dans un contrat tripartite conclu entre le propriétaire du sol (et si nécessaire l'exploitant), le gestionnaire du réseau et l'opérateur du projet biodiversité.

Ainsi, en partant d'expériences réalisées avec différents acteurs, RTE a concrétisé en 2008 son partenariat avec la Fédération Nationale des Chasseurs de France (FNC). Ce partenariat a permis de préciser le concept de partenariat tripartite et de définir le dispositif technique et économique grâce au travail des juristes et des techniciens de la FNC et de RTE.

Obtenir la signature de tous les propriétaires n'est pas la moindre difficulté de ce type de projet, en particulier du fait du morcellement du domaine forestier. Même lorsque le projet est apprécié par tous les partenaires, le grand nombre de signatures à collecter nécessite du temps, mais la pérennité de l'aménagement passe par cet investissement.

Ce principe de contractualisation tripartite a maintenant été étendu à tous les projets biodiversité quel que soit le gestionnaire du territoire concerné. RTE ne souhaite pas être



Convention Nationale de Partenariat – RTE.

lui-même le concepteur d'un projet biodiversité. Il est en effet rapidement apparu que RTE n'avait ni la compétence, ni la légitimité, ni une vision suffisamment large du territoire pour déterminer quel est le meilleur projet pour la biodiversité sous une ligne électrique donnée. Le projet local doit être examiné à une échelle plus large que les quelques cent mètres de largeur (en moyenne) des emprises des lignes et des quelques portées concernées par le projet, même si l'aménagement peut parfois s'étendre sur plusieurs kilomètres.

Les aménagements labellisés biodiversité : d'un simple « jardinage de la nature » au génie écologique

Une fois les concepts établis et le dispositif juridique validé par RTE et les naturalistes ayant adhéré au projet de développer des espaces favorables à la biodiversité sous les lignes électriques, il restait à déterminer quels types d'aménagements pourraient être proposés et mis en place.

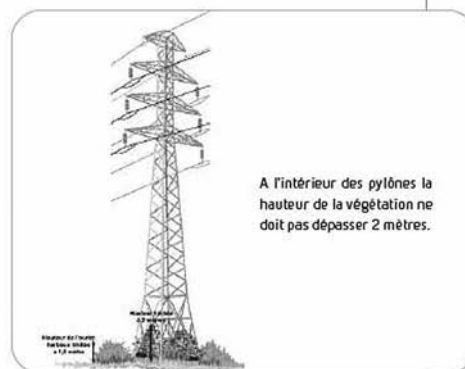
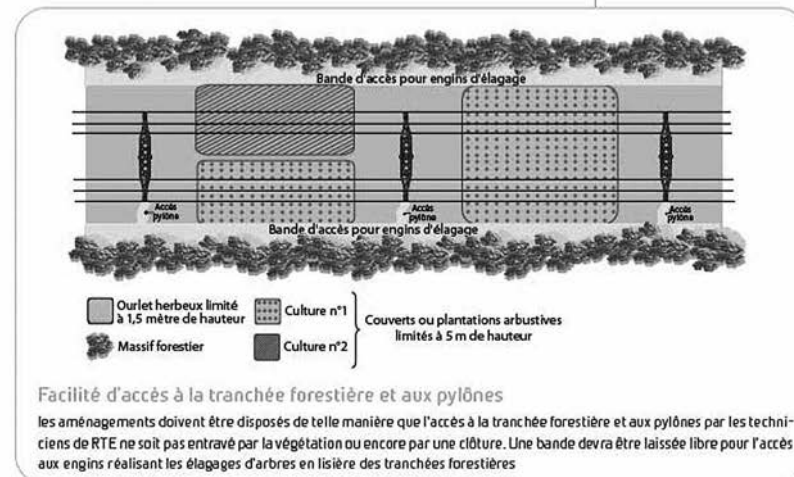
Nous avons jusqu'à présent insisté sur l'intérêt que représentent pour la biodiversité les milieux ouverts constitués par les emprises de lignes électriques. Mais il faut également considérer l'impact négatif des ouvrages sur les oiseaux et l'impact de l'entretien de la végétation sur certaines espèces végétales et animales. RTE travaille à la réduction de ces impacts depuis de nombreuses années.

Les dangers pour l'avifaune sont de deux types : les oiseaux peuvent se blesser en vol en heurtant les câbles ou

Présentation des aménagements cynégétiques envisageables

Différents aménagements cynégétiques peuvent être envisagés dans le cadre du partenariat :

- la plantation d'arbustes ;
- des couverts faunistiques



11

Présentation des aménagements cynégétiques envisageables.

s'électrocuter en se posant sur certains endroits dangereux d'un pylône. Les portées de câbles dangereuses pour les oiseaux se situent le plus souvent au croisement de leurs couloirs de migration ou en surplomb de leurs zones de repos ou de nourrissage. Dans ce cas, ces portées sont équipées de balises avifaunes afin de rendre visibles les câbles que les oiseaux risquent de percuter. Les pylônes peuvent aussi être équipés de silhouettes de rapaces afin d'inciter les vols de migrateurs à prendre davantage d'altitude. Contre l'électrocution, les pylônes sont équipés de pics anti-pose, et des plateformes de nidification y sont installées afin de stabiliser les nids de cigogne ou de balbuzards pêcheurs et de choisir l'emplacement le plus favorable pour ceux-ci dans la structure métallique. Afin de mieux travailler sur cette question, une instance d'échanges et de concertation

a été mise en place en 2004 avec les associations de défense des oiseaux : la LPO (Ligue de Protection des Oiseaux) et la fédération FNE (France Nature Environnement), représentée par le CORA Faune Sauvage, et les électriciens RTE et ERDF (Electricité Réseau Distribution France, le gestionnaire du réseau de distribution, qui partage les mêmes préoccupations que RTE en matière d'avifaune).

L'entretien de la végétation doit également être amélioré. Depuis l'origine, l'entreprise a cherché à réduire le coût financier de ce poste important tout en garantissant la meilleure sécurité possible. La mécanisation s'est imposée progressivement, le développement de girobroyeurs de grande puissance ayant ajouté ses effets au désintérêt de la plupart des propriétaires pour le bois énergie. L'optimisation des plans de charge des entreprises d'élagage a conduit à

couper les bois toute l'année sans plus se soucier des saisons, ce que le non-usage du bois coupé permettait. En conséquence, l'entretien ne se fait pas toujours à la meilleure période pour la faune et la flore. L'outil de Gestion Informatisée de la Végétation (GIV) utilisé par les techniciens de RTE permet de piloter les élagages et de générer les plans de coupe ; il peut prendre en compte des exigences environnementales particulières. Ainsi, sur certaines zones, les coupes sont prescrites en dehors des périodes de nidification ou à certaines périodes prédéterminées en accord avec les gestionnaires locaux d'espaces naturels. Le plus emblématique de ces accords est sans doute celui qui a été signé, dans les Pyrénées, avec la DREAL (Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) Aquitaine et la LPO en faveur du gypaète barbu : la LPO identifie les nids choisis pour la ponte par les couples de ces rapaces. RTE s'est engagé à suspendre toute maintenance et toute fréquentation de la zone, en particulier en différant les visites par hélicoptère. En cas de succès de la couvée et de naissance d'un jeune gypaète barbu, c'est jusqu'à son envol que l'accès au site est ainsi suspendu. La rareté des jeunes et la vulnérabilité de cette espèce justifient cette attention et l'effort déployé en la matière par RTE et la LPO.

Il ne sera pas possible de traiter toutes les emprises de cette façon, c'est pour cela que des techniques alternatives sont recherchées : la mise en pâture est une des solutions expérimentées. Moyennant quelques aménagements, moutons, chèvres, chevaux ou vaches jouent le rôle de « giro-broyeurs écologiques » qui permettent de gérer la végétation au-dessous des lignes. La problématique est alors de réguler la pression de ce pâturage en fonction des objectifs

à atteindre, s'y ajoute la nécessité de clôturer le terrain et parfois de le dessoucher et d'y semer une prairie permettant d'amorcer le processus. Une des difficultés est de trouver l'éleveur, en particulier dans certaines régions où l'élevage a quasiment disparu.



Entretien du poste électrique de Louisfert, en Loire Atlantique, par des moutons d'Ouessant.



Entretien d'une tranchée forestière avec un gyrobroyeur.



Chevaux camarguais sous une ligne électrique, dans l'Isère.

Une alternative est de confier l'entretien de l'espace au porteur du projet biodiversité, qui, de ce fait, apportera toute son attention aux objectifs du projet. C'est le principe même du partenariat conclu avec la Fédération Nationale des Chasseurs : RTE aide financièrement les chasseurs à aménager l'emprise sous les lignes qui, en contrepartie, assurent l'entretien de l'espace. Celui-ci est réalisé de façon à favoriser le gibier, ce qui profite à l'ensemble de la faune sauvage.

Des entomologistes et des apiculteurs se sont également adressés à RTE dans l'objectif de développer sous les lignes des prairies mellifères (des prairies fleuries) pour apporter de la nourriture aux abeilles, aux pollinisateurs sauvages et aux insectes en général. En zone forestière, il y a beaucoup de nourriture disponible au printemps, mais moins en été et en automne : ces prairies, conduites en fauche tardive, sont un bon complément. Plusieurs projets de cette nature ont vu le jour. L'un d'eux, dans l'Ouest, en partenariat avec NOE-conservation, a permis de tester un protocole de suivi basé sur le comptage des papillons (protocole Propage), qui a été mis en place pour évaluer la propension de l'aménagement de l'emprise des lignes électriques à favoriser le développement des populations d'insectes. L'évaluation et le suivi des aménagements, avec toute la difficulté liée à la complexité des indicateurs de biodiversité, sont indispensables. Il n'est en effet pas question de généraliser des démarches qui seraient sans effet reconnu pour la biodiversité, qui n'emporteraient pas l'adhésion des naturalistes qui n'auraient pas le soutien des propriétaires, des exploitants ou des riverains, et qui seraient d'un coût trop élevé pour la collectivité.

Sous la forme de fiches techniques à l'usage de ses collaborateurs, RTE a réalisé un inventaire des réalisations déjà expérimentées. Ces fiches décrivent : les objectifs de la réalisation, les sites appropriés, les partenaires possibles, les recommandations techniques, les coûts indicatifs des aménagements initiaux et ceux de leur maintenance ultérieure.

Pour aller plus loin, RTE s'est associé à ELIA, son homologue gestionnaire du réseau de transport électrique belge, avec le soutien de la région Wallonne, en Belgique, et de l'Office National des Forêts (ONF), pour la France, pour présenter un projet LIFE+ Nature & biodiversité. Ce projet s'inscrit au titre de ceux mis en place par la Commission européenne en faveur de la biodiversité. Deux associations naturalistes belges, SOLON et CARAH, apportent les connaissances scientifiques et forment l'équipe projet du LIFE+. Ce projet consiste à créer des aménagements favorables à la biodiversité et répondant aux exigences des gestionnaires de réseau tant en matière de sécurité que de faisabilité économique. Les aménagements seront réalisés sous 130 kilomètres de lignes en forêt wallonne et sur huit sites répartis sur l'ensemble du territoire français. Seront ainsi testés des aménagements de lisières étagées, des gestions par pâturage et fauchage, la mise en place de prairies fleuries, des plantations de vergers conservatoires de fruitiers sauvages et de variétés anciennes, des restaurations de tourbières, de landes et de prairies maigres, des creusements de mares et des dispositifs de lutte contre certaines plantes invasives. Tous les projets français sont conçus avec un porteur de projet biodiversité local : Parc Naturel Régional, Conservatoire Régional des Espaces Naturels,

Fédération Départementale des Chasseurs, Ligue de Protection des Oiseaux, Office National des Forêts, Réserve Naturelle... Le projet LIFE+ a été approuvé en juillet 2011 par la Commission européenne et son déploiement opérationnel a débuté dès le mois de septembre suivant. Cette reconnaissance européenne affirme la dimension originale, novatrice et exemplaire du projet. Les résultats auront vocation à être repris par tous les Gestionnaires de Réseaux de Transport d'électricité (GRT) européens, et la Commission européenne s'assurera de la publicité qui sera donnée au projet.

La proposition des Gestionnaires d'Infrastructures Linéaires

Une approche commune

La réflexion et la démarche qui viennent d'être décrites pour le réseau de transport d'électricité ont été, à des degrés divers, conduites par les différents gestionnaires d'infrastructures linéaires. Chacune de ces infrastructures a ses propres impacts quant à sa transparence vis-à-vis des déplacements des espèces et chacune entretient des emprises plus ou moins spacieuses laissées à l'état naturel, qui sont propices à accueillir un développement de la biodiversité. Chacune a financé des études sur le sujet pour

améliorer les connaissances. Ainsi, par exemple, Réseau Ferré de France (RFF) finance plusieurs études sur l'influence des voies ferrées sur l'évolution d'une population de tritons crêtés, grâce à la génétique, sur les indicateurs de biodiversité dans ses emprises et sur la transparence écologique de ses ouvrages. Un programme de mesures complémentaires en faveur de l'écologie du paysage a également été mis en œuvre lors de la construction de la ligne à grande vitesse (LGV) Rhin-Rhône. Chacun redécouvre ses dépendances vertes avec le regard nouveau de la biodiversité et tous s'engagent dans des projets de restauration de la biodiversité. C'est ainsi qu'en bordure de l'autoroute A 71, la société Cofiroute a restauré, avec l'appui de l'Office de Génie Ecologique, un étang ancien en Sologne, qui représente un milieu naturel remarquable pour la qualité de ses habitats d'intérêt communautaire. Chacun a appris à travailler avec les associations de défense de l'environnement pour améliorer ses pratiques et mieux connaître les spécificités du territoire. Le chantier de l'A 89, en Auvergne, est une belle illustration de l'efficacité du travail réalisé en profondeur par l'ASF (société des Autoroutes du Sud de la France) avec les associations locales, et ce bien en amont du chantier.

Les infrastructures de transport terrestre (voies ferrées, routes et autoroutes) ont en commun leur effet de barrière pour une partie de la faune. En réponse, elles ont conçu des



© Voies navigables de France

Passage à grande faune au-dessus d'une autoroute.



© Réseau Ferré de France

Passage à petite faune sous une voie ferrée.

ouvrages de franchissement : passerelles à gibier, passages à faune en sous-œuvre, « crapauducs », aménagements des rives de cours d'eau sous les ponts ou à l'intérieur des buses de traversée des talus... Leurs emprises hébergent une flore variée et sont accueillantes pour la microfaune lorsque leur entretien est adapté. Des plans de gestion se mettent progressivement en place qui intègrent à la fois les questions de sécurité et les questions de biodiversité. Le fait que ces gestionnaires soient propriétaires de ces emprises facilite la mise en place de nouveaux aménagements et de plans de gestion favorables à la biodiversité.

Le transport de gaz est très similaire au transport et à la distribution d'électricité par l'intérêt que présentent ses emprises dans les zones naturelles et dans les zones forestières. Comme dans le cas de l'électricité, les gestionnaires entretiennent la végétation sur le tracé des conduites de gaz, avec des exigences encore plus grandes vis-à-vis d'arbres qui sont prohibés. En revanche, leurs emprises, de l'ordre d'une dizaine de mètres, sont moins larges que celles du transport d'électricité, ce qui limite les possibilités de certains aménagements. À leur avantage, les infrastructures gazières ne comportent pas d'effet barrière. Les inventaires conduits par le Conservatoire Botanique National du Bassin Parisien en partenariat avec la Région Île-de-France sur les emprises de GRT Gaz ont montré tout l'intérêt pour la flore de ces espaces, et plusieurs espèces endémiques y ont été inventoriées. Ces études ont abouti à des plans de gestion

particuliers. Ainsi, Transport-Infrastructures Gaz de France (TIGF), en partenariat avec les Conservatoires des Espaces Naturels (CEN) d'Aquitaine et de Midi-Pyrénées, a rédigé à destination de ses équipes un guide de bonnes pratiques pour la gestion des emprises, en particulier dans les zones sensibles (gestion différenciée), avec un volet consacré à la lutte contre les espèces invasives. Elle a mis en place des suivis biodiversité de ses emprises, ce qui permettra de juger, dans quelques années, de la pertinence des choix de gestion. Cependant, comme dans le cas des électriciens, les emprises gazières, régies par des servitudes, ne sont pas la propriété du distributeur et tout projet doit donc être réalisé avec l'accord des propriétaires.

Les voies navigables présentent des caractéristiques encore différentes. Les similitudes portent sur la biodiversité terrestre. Les bords de canaux ou de rivières présentent les mêmes atouts que les emprises précédentes puisque ce sont également des espaces naturels à faible activité humaine. On y rencontre davantage de zones humides. Les choix d'entretien de ces espaces déterminent leur qualité pour la biodiversité. Les berges artificielles des canaux et des rivières peuvent constituer des obstacles au franchissement, voir des pièges pour la faune. Voies Navigables de France (NVF) a conçu des dispositifs de franchissement qui permettent aux animaux de descendre dans l'eau et de remonter sur la berge opposée. Les berges sont restaurées en recourant à des techniques de végétalisation. Ce génie

écologique vise à reproduire les caractéristiques d'une berge naturelle, mais aussi à favoriser les continuités écologiques en rétablissant des connexions entre les milieux aquatiques et terrestres, dans la logique de la Trame verte et bleue. Les aménagements spécifiques aux voies d'eau que sont les passes à poissons permettent à ceux-ci de franchir les barages et les écluses.



© Voies navigables de France

Rivière artificielle équipée de paliers pour faciliter la migration des poissons.

Le Club des Infrastructures Linéaires et de la Biodiversité

La similitude entre les enjeux auxquels les différents gestionnaires d'infrastructures linéaires sont confrontés en matière de biodiversité et la proximité entre les solutions permettant d'y répondre ont rendu évident l'intérêt d'un travail en commun. Ces entreprises, qui avaient chacune leur histoire propre, se sont retrouvées sur le terrain de la biodiversité. C'est ainsi qu'un Club des Infrastructures Linéaires et de la Biodiversité (CILB) a été institutionnalisé par la signature d'une charte, le 27 juin 2011. Ce club rassemble, à ce jour : Eiffage Concessions, ERDF, GRT-gaz, RFF, RTE, TIGF, Vinci Autoroutes et VNF. Ainsi, ses membres se sont engagés à partager leurs connaissances, leurs bonnes pratiques et leurs expériences en matière de biodiversité, tant en matière d'étude et de conduite des projets que d'entretien de leurs infrastructures. Ils ont constitué des réseaux de référents biodiversité au sein de leurs entreprises afin de structurer et de capitaliser l'expérience acquise pour faire progresser collectivement le respect de la biodiversité. Ils organisent et

coordonnent leur représentations et contribuent, dans le cadre de la concertation, à la préparation des textes législatifs et réglementaires. Ils contribuent par exemple aux différents travaux sur la Trame verte et bleue, sur les études d'impacts, les mesures d'évitement, de réduction et de compensation. Pour ce faire, ils sont présents dans les différents groupes thématiques « biodiversité » des organisations ou des associations professionnelles (MEDEF, Fédération Nationale des Travaux Publics – FNTP, association Entreprises pour l'Environnement – EPE,...), ainsi qu'au sein de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB).

Du Grenelle de l'Environnement au comité opérationnel (COMOP) Trame verte et bleue (TVB), l'engagement des infrastructures linéaires à travers le CILB a permis de mettre en évidence ce que ces infrastructures pouvaient apporter à la TVB grâce à leurs emprises et à leurs dépendances vertes. Cela s'est concrétisé dans les guides de la TVB, en particulier dans le troisième qui traite spécifiquement du sujet des infrastructures linéaires. Après cette phase législative et de précision des concepts, l'action essentielle se déroule maintenant dans les régions, afin de construire le Schéma régional de cohérence écologique (SRCE) qui doit décrire les TVB régionales. Les entreprises du CILB se sont organisées de manière à pouvoir participer aux différents groupes de travail qui préparent le SRCE, ainsi qu'au comité régional TVB co-présidé par les préfets de région et les présidents des conseils régionaux. La tâche est importante, mais les enjeux pour les gestionnaires d'infrastructures linéaires sont grands, et la richesse des échanges avec les acteurs régionaux et la qualité des relations qui s'établissent entre eux justifient pleinement cet engagement du CILB. Ce dernier est également représenté au comité national TVB, ce qui lui permet d'avoir une vision globale de l'avancement des travaux et de participer aux décisions d'ajustement du dispositif de la TVB.

Des aménagements localisés à la Trame verte et bleue

Les aménagements décrits plus haut sont jusqu'à présent des initiatives locales ou des mesures d'évitement ou de réduction d'impacts, s'inscrivant dans le cadre des divers projets d'infrastructures. Mais ce sont le plus souvent des îlots disjoints de biodiversité ou de continuité. La volonté de les mettre en oeuvre avec les acteurs du territoire en charge de la nature permet de les réaliser en cohérence avec la fonctionnalité des espaces adjacents, et cela devrait ainsi contribuer à la construction de la Trame verte et bleue. L'ambition est bien de proposer des briques élémentaires à l'opérateur de la TVB. L'architecte est en train de dessiner les plans, la construction va pouvoir commencer : les Schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) guideront le choix des aménagements nécessaires et bénéficieront de la contribution que les infrastructures linéaires pourront apporter à la réalisation de la TVB.

Note

* Attaché Environnement à Réseau de Transport d'Electricité (RTE).

Les interfaces entre la communauté scientifique et la société civile Ou la nécessité d'un dialogue entre science et société, autour des enjeux de biodiversité

Par Hélène LERICHE*

La science cherche à comprendre la biodiversité, mais l'enjeu même de cette biodiversité est celui de notre société et concerne nombre d'acteurs qui participent du devenir du vivant. Ils portent donc une part des questions que pose la crise de la biodiversité, mais aussi les éléments de savoir et les réponses possibles, pour l'action comme pour la connaissance. Des interfaces et des dialogues sont à construire ou à renforcer afin que science et société portent ensemble les enjeux de la biodiversité et aident ainsi à construire notre avenir.

Point de vue

Découvrir la biodiversité par le prisme de la science permet d'essayer de comprendre « comment marche la biodiversité ». Derrière ce terme se cache en effet l'infiniment petit des mécanismes physiologiques de chaque organisme vivant, en commençant par les bactéries du sol, par exemple, et en allant jusqu'à l'étude du fonctionnement d'écosystèmes forestiers ou marins et de leurs interactions avec le climat. Curiosité, rigueur et ouverture d'esprit sont indispensables pour appréhender ce sujet dans toutes ses dimensions, y compris temporelles. Les pas de temps d'évolution d'une herbe, d'un arbre ou d'un corail et tous les organismes qui y sont attachés sont très variés. Les définitions des objets d'étude et leur compréhension se situent parfois à des échelles, qu'elles soient spatiales ou temporelles, bien différentes des approches des sociétés humaines.

Appréhender le bassin versant pour comprendre un écosystème et le gérer au mieux pour qu'il puisse continuer à évoluer dans le temps n'est pas toujours conciliable avec le partage géographique du territoire par les acteurs économiques ou politiques. Autour d'une forêt, l'écologue aura la capacité d'expliquer au mieux le fonctionnement de ce système vivant, mais ce seront les forestiers, les touristes, les agriculteurs, les éleveurs, les poètes, les chasseurs et les autres amateurs ou non de ce milieu qui s'interrogeront et décideront de son devenir. À leur tour, ces acteurs peuvent interpeller la science de l'écologie pour lui soumettre des enjeux, des questions et un certain nombre d'éléments de

réponse. Chacun aura son point de vue et ses propres attentes. L'écologie permet la rencontre des acteurs autour du sujet de la biodiversité pour définir, au final, le présent et l'avenir de notre planète, et donc le nôtre. Les observations, expériences et travaux prospectifs sont indispensables pour donner les clés de lecture et de décision aux acteurs, ainsi que la capacité d'agir pour restaurer et préserver le potentiel naturel qu'est la biodiversité. Patrimoine de notre passé, potentiel d'avenir, la biodiversité est un sujet de gouvernance – gouvernance d'un bien commun et vital –, et l'écologue, comme les autres acteurs, a sa part à prendre pour fournir à tous un corpus de connaissances qui puisse servir de base au nécessaire débat de société. La biodiversité soutient nos sociétés, et donc l'économie que celles-ci mettent en œuvre.

Ayant acquis un bagage médical et écologique, j'ai eu le loisir d'appréhender ce sujet complexe avec intérêt et par une approche systémique, sans me départir, je l'espère, de mon esprit critique. Mon parcours professionnel m'a permis de faire partie de la communauté scientifique en travaillant sur certaines des thématiques rattachées à la biodiversité. J'ai ensuite eu l'occasion d'approcher les politiques de la recherche, puis de travailler dans des organisations non scientifiques, notamment dans des associations, ou en lien avec les pouvoirs publics et les entreprises. Ce kaléidoscope de rencontres et d'expériences autour de la biodiversité, la recherche et l'action m'a permis de répondre à la sollicitation de Claire Tutenuit et des Annales des Mines pour partager cette expérience. Les interfaces entre communauté

scientifique et société civile sont multiples, et je ne prétends pas tous les connaître. Ceux que j'ai vécus ou entrevus me permettent, je crois, d'en témoigner et de partager avec vous les sentiments et les idées qu'ils ont pu faire naître en moi. Comme tout témoignage, ce texte est un point de vue subjectif et partiel, qui ne portera aucun jugement, mais sera une simple occasion de partager un vécu, des sentiments et peut-être des idées.

La biodiversité : un sujet qui nous concerne tous

La biodiversité est un sujet complexe qui donne donc lieu à plusieurs définitions. Je ferai pour ma part référence aux « interactions entre organismes dans des milieux en changement » ; une définition scientifique qui met l'accent sur la complexité, les interactions et la dynamique : trois éléments essentiels à intégrer lorsque l'on parle de biodiversité. Au final, il s'agit, pour moi, d'un terme qui permet de parler du « monde vivant », qui lui-même peut être défini de multiples façons.

Un des enjeux majeurs, aujourd'hui, est de prendre conscience de l'interdépendance de l'humanité avec ce monde vivant, si nous voulons pouvoir penser nos activités au quotidien et l'avenir de notre planète. Citadins, pour une grande part d'entre nous, acteurs ou désirant participer à un monde dit moderne, ce qui signifie souvent, dans les esprits, « coupé de la Nature », voire inerte, cette prise de conscience de l'état et du devenir de la biodiversité semble difficile. Pourtant, ce monde vivant est en danger et d'autres articles de ce numéro de *Responsabilité & Environnement* y font référence (notamment celui de Gilles Bœuf).

Ce réseau d'interactions, qui nous est vital, se délite rapidement. L'état des lieux est partagé par les scientifiques du sujet, même s'ils mettent en avant, à juste titre, la nécessité d'en apprendre davantage. Car nous sommes loin de connaître toutes les espèces vivantes, d'autant plus que celles-ci disparaissent plus vite que nos connaissances n'avancent. Ce sont donc les propriétés, les interactions, les capacités potentielles de ce vivant qui sont perdues avant même d'être connues. Limiter nos impacts sur le vivant doit nous permettre de découvrir ce que 4 milliards d'années d'évolution ont su créer dans le monde vivant, source essentielle de connaissances et de potentiel pour nous-mêmes. Toutes les pertes sont irréversibles et la disparition d'espèces met à mal le tissu vivant constitué de toutes les interactions, qui ne peuvent être ni remplacées ni compensées par des performances techniques n'étant pas issues d'une coévolution multimillénaire. L'enjeu est d'agir sans attendre d'en savoir plus, mais aussi de lier l'action à la connaissance ; l'une et l'autre ont à se nourrir mutuellement et à co-construire un chemin imprévisible à bien des égards.

La biodiversité, tout comme la crise qui l'affecte et les solutions possibles, restent des sujets de recherche, mais l'urgence est tout autant à la nécessité d'unir les forces que de partager ces enjeux avec une société qui est concernée dans son devenir même. En effet, la connaissance appelle une réponse de la société, autant pour soutenir les efforts

et les partager que pour choisir les voies d'avenir, et donc l'avenir lui-même, cela dans la limite des possibles qui nous seront imposés par le présent et par les choix du passé.

Les acteurs de la recherche en biodiversité

Avec le mot *biodiversité* nous vient souvent à l'esprit celui de *Nature* ; les acteurs qui, aujourd'hui, s'intéressent et défendent la biodiversité sont d'abord les naturalistes. Le Conseil Economique et Social (devenu le CESE, Conseil Economique, Social et Environnemental) définit les naturalistes comme « les professionnels (chercheurs, ingénieurs et techniciens) et amateurs (membres d'associations) ayant des compétences scientifiques en biologie et en écologie ». Ils constituent ainsi un groupe forcément hétérogène, mais « ont en commun de partager un même corpus de connaissances et d'expériences qui leur font percevoir la complexité de la nature et de la vie » (extrait de : « Avis et rapport » du Conseil économique et social français de fin 2007 sur « La nature dans la ville : biodiversité et urbanisme »).

« Travaillent » également la biodiversité les pouvoirs publics et les acteurs économiques, mais combien d'entre eux, à la façon de monsieur Jourdain, font de la biodiversité sans le savoir ? Faite des « interactions entre organismes dans des milieux en changement », la biodiversité nous est non seulement vitale (oxygène, eau, nourriture, esthétique,...), mais de plus elle sous-tend l'ensemble des activités humaines sur les territoires terrestre et marin. En termes de ressources, de potentiel comme d'impact de nos activités, elle est notre socle de vie. Les travaux du *Millenium Ecosystem Assessment* ont rendu compte avec beaucoup de pédagogie de l'interdépendance entre les activités humaines et le fonctionnement des écosystèmes. Etablissant l'état de santé de la biosphère (l'ensemble de la biodiversité de la planète), les chercheurs du monde entier ont ainsi « traduit » la biodiversité en termes de dépendance de notre quotidien vis-à-vis du monde vivant (fourniture de ressources, contrôle du climat, pollinisation, esthétique,...). La prise de conscience de ce lien vital entre les humains, la connaissance et les moyens d'action nécessaires à la préservation de la biodiversité légitiment l'importance de la connaissance, la sensibilisation des différents acteurs, le dialogue entre tous et les synergies indispensables pour construire un avenir humain et souhaitable pour tout le vivant, êtres humains compris !

Les scientifiques

La biodiversité est donc le sujet d'étude des scientifiques travaillant sur l'écologie. Pourtant, l'aspect protéiforme et essentiel du sujet considéré explique les interactions entre les sciences de l'écologie et les autres domaines de la recherche. Travailler sur le vivant et interagir avec lui nourrissent et interrogent toutes les autres sciences, y compris celles que l'on qualifie d'« humaines ». Celles-ci sont en retour porteuses d'éléments de connaissance et d'interrogations. J'ai eu le plaisir de coordonner l'ouvrage collectif *Aux origines de l'environnement*, cela m'a permis d'aborder cer-

taines facettes de la biodiversité et la diversité des contributeurs issus des sciences biologiques, économiques et sociales... Ce recueil illustre à quel point ce sujet est à l'interface de nombreux domaines de recherche. Les scientifiques qui travaillent sur ou en lien avec la biodiversité se trouvent dans le domaine de la recherche publique, mais œuvrent également auprès d'acteurs économiques, dans la recherche privée. Ces deux mondes constituent deux groupes de travaux de recherches qui, trop souvent, communiquent peu entre eux. Les objectifs et la valorisation différente des travaux, les règles de confidentialité, les secrets industriels, les échelles et les points de vue différents expliquent sûrement le manque de ponts qui sont actuellement établis entre ces deux univers de recherche. Il est à espérer que des organismes mixtes, comme la Fédération pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) – sur laquelle nous reviendrons plus en détail –, puissent faciliter les échanges et les collaborations entre ces forces de connaissance.

Les citoyens

Deux raisons justifient que le grand public soit associé à cette recherche :

- ✓ Pour que des ressources publiques et privées soient dédiées à la biodiversité, il faut un soutien de l'opinion publique, et donc que les citoyens soient informés des enjeux et des questions à résoudre ; les collectivités, les ONG, les scientifiques y travaillent ;
- ✓ La connaissance en biodiversité demande des données de terrain, y compris lors de travaux de modélisation qui doivent être nourris et testés. C'est un travail de collecte rigoureux et parfois titanesque, mais il n'est pas toujours nécessaire d'être spécialiste pour le réaliser. L'aide bénévole se révèle précieuse pour alimenter les bases de données, même si elle ne peut se substituer aux travaux de recherche qu'effectuent les spécialistes.

L'enjeu de société qu'est la biodiversité plaide en faveur de sa vulgarisation, y compris par des actions de sensibilisation auprès des citoyens portant sur leur vie privée comme professionnelle. La vulgarisation des résultats de la recherche est également essentielle à la réappropriation des enjeux de la biodiversité par le plus grand nombre.

J'ai notamment pu élaborer un programme de sensibilisation autour de l'alimentation touchant ainsi non seulement tout un chacun au quotidien, mais également les collectivités et les entreprises responsables de restauration collective, et donc leurs convives, de toutes conditions et de tous âges. Construire ainsi des passerelles entre la société civile et la recherche permet une meilleure compréhension, par les citoyens, de l'enjeu, de la nécessité d'acquérir des connaissances et de se doter de moyens. Mais ces mêmes passerelles doivent également pouvoir nourrir la recherche en questionnements et connaissances « non scientifiques » indispensables à une recherche éclairée et citoyenne. L'enjeu de la biodiversité est avant tout un enjeu de société.

Les associations jouent un rôle important en matière de vulgarisation et de sensibilisation des citoyens, elles peuvent ainsi favoriser l'implication de la société auprès de la recherche (science participative), mais également rapporter aux scientifiques les interpellations provenant de cette même société. En tant qu'enseignante, qu'experte, qu'actrice d'événements grand public, ou encore comme membre d'associations, j'ai eu maintes fois l'occasion de vulgariser la biodiversité à l'intention de publics très variés. Chaque occasion m'a apporté, en retour, nombre de questionnements et d'idées très pertinentes révélant l'intérêt du public pour les enjeux de biodiversité et soulignant l'importance d'un dialogue science-société sur ce sujet. Les apports et attentes de la société civile envers la recherche en biodiversité sont encore à développer et des établissements comme la FRB sont pionniers en la matière (j'y reviendrai dans la suite de cet article).

Les sciences participatives

Les citoyens peuvent d'ores et déjà participer à la recherche en biodiversité, notamment par les sciences participatives. Permettant la réappropriation des enjeux mais, surtout, la fourniture à la recherche de données essentielles, ces sciences s'appuient sur des centaines de personnes qui collectent régulièrement des informations et les transmettent aux scientifiques, permettant ainsi de nourrir la connaissance tant fondamentale qu'appliquée. Il semble essentiel, pour la recherche, de développer et de renforcer ces collaborations. La science, exigeante en matière de données, doit non seulement pouvoir accompagner ces acteurs pour que les données soient les plus utilisables que possible, mais également partager ses objectifs et ses résultats, reconnaissant ainsi ces « petites mains » comme des collaborateurs à part entière. Des moyens de sensibilisation, de suivi et de retour doivent être mis en place afin de reconnaître, de valoriser et de développer ces sciences, ainsi que leurs acteurs. Les entreprises peuvent également participer à ces travaux et s'impliquer ainsi dans la recherche collective. Le sujet particulier des indicateurs de l'état et du devenir de la biodiversité est majeur pour ce type d'études (voir, à cet égard, l'article de Denis Couvet). Le Muséum national d'Histoire naturelle propose notamment un programme « Vigie Nature », qui se décline selon les espèces concernées (Sauvages de ma rue, Spipol,...). En véritable sentinelle de l'environnement, tout un chacun peut ainsi participer à l'acquisition de la connaissance. C'est également une chance pour la réappropriation et la visibilité territoriale des enjeux.

Les études et les métiers de la biodiversité

Les formations scientifiques en matière d'écologie existent, mais d'autres cursus permettent également de travailler dans les divers domaines de la biodiversité. Il est ainsi possible de trouver des interfaces entre nombre de métiers et la biodiversité, même si l'on peut regretter que le terme *biodiversité* reste encore absent de la grille des métiers. Il est donc important de soutenir non seulement les forma-

tions, mais également les professionnels qui interagissent avec la biodiversité. Les entreprises ont plus ou moins intégré la notion de développement durable et le changement climatique est un enjeu qui résonne désormais à nos oreilles comme un terme familier. Reste à intégrer le fait que l'économie est incluse dans nos sociétés et que ces sociétés sont elles-mêmes plongées dans la biodiversité (PASSET, 1979). Ainsi, pour une collectivité ou une entreprise, il ne s'agit pas de « se verdier », mais bien d'intégrer la biodiversité au sein même de sa stratégie. Une reconnaissance des besoins de connaissance sur la biodiversité, une réappropriation des enjeux et une relecture des ressources humaines sont donc essentielles. Les démarches et outils se multiplient qui permettent d'accompagner les acteurs en ce sens (comme l'Evaluation des Services Rendus par les écosystèmes (ESR), portée en France par Entreprises pour l'Environnement (EPE), notamment). Mais l'enjeu impose d'aller plus loin et de repenser la stratégie. La structure multi-acteurs à laquelle j'appartiens aujourd'hui organise des groupes de travail œuvrant en ce sens, elle a notamment élaboré un guide d'intégration de la biodiversité dans la stratégie, le guide OREE.

Les institutions nationales et internationales de dialogue science-société

La difficulté reconnue de définir des priorités de recherche ou des politiques en la matière a conduit les gouvernements et les scientifiques à créer des lieux de dialogue et de recommandation à destination des politiques, qui restent les décideurs quant à l'affectation des ressources collectives, et des entreprises, qui décident, quant à elles, de leurs investissements et de leurs modes de travail.

La Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)

Créé en 2008, cet organisme de recherche collégiale sur la biodiversité fédère les organismes de recherche en biodiversité, mais aussi les acteurs de la société regroupés en cinq collèges, qui constituent le Conseil d'Orientation Stratégique (COS). La FRB permet ainsi la rencontre entre les scientifiques et les acteurs de la société afin d'établir un dialogue, de développer des actions concertées et d'aider au financement de la recherche. J'ai vu naître cette organisation et j'ai pu suivre, au sein du COS ou du conseil d'administration, certains de ses travaux. Il m'a notamment été donné de présider un groupe de travail sur l'aménagement du territoire ayant pour finalité de faire émerger les attentes et idées du COS en la matière. La diversité des acteurs et le dialogue établi furent particulièrement riches ; ils ont permis, après un an de travaux, d'apporter aux chercheurs les attentes et les forces de travail nécessaires à une collaboration constructive entre les acteurs économiques et la société (élus locaux, pouvoirs publics,...). Les ressources consacrées à de tels travaux, pourtant en rapport avec les besoins des acteurs, restent modestes. La place des collectivités, des entreprises et des associations

au sein du COS de la FRB est donc encourageante pour le dialogue nécessaire entre la recherche et la société au sujet de la biodiversité, mais la question des moyens pour appuyer la connaissance, et donc aider aux choix et aux actions, reste essentielle.

L'IPBES (Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services)

Pour faciliter la compréhension de ce nouveau sigle, plus d'un parle de l'IPBES comme d'un « GIEC de la biodiversité », sans présager pour autant du fonctionnement et des travaux de ce jeune organisme international se situant à l'interface entre science et politique. Sa création répond au besoin des pouvoirs publics de disposer d'une expertise scientifique de haut niveau susceptible de guider leur action. Le rôle de l'IPBES sera de construire, au niveau international, ce consensus scientifique sur les mécanismes d'érosion et de préservation de la biodiversité de la planète. Son corpus de connaissances devrait servir de base à la gouvernance nationale et mondiale de la biodiversité. La France œuvre, depuis 2005, à l'émergence de cette plateforme et la FRB est identifiée comme le correspondant français de l'IPBES. « La FRB, dans sa mission d'interface science-société, a vocation à initier et conduire les réflexions sur la mise en place de mécanismes de mobilisation de l'expertise à différentes échelles et à contribuer à cette mobilisation ». Cette organisation a été créée afin d'établir un dialogue, au plus haut niveau, entre scientifiques et politiques, et l'on peut espérer que l'investissement de la France, aux côtés de cet organisme ou *via* les travaux de la FRB, y tiendra une bonne place.

La nécessité de trouver les moyens du dialogue

Leçon d'humilité avant tout, le devenir de la biodiversité, et la biodiversité en elle-même, est un sujet encore trop mal connu. Les efforts de recherche doivent pouvoir permettre d'avoir les clés de lecture du présent pour préserver et restaurer notre planète, autant que pour nourrir nos perspectives, et donc nos choix d'avenir.

Connaissances fondamentales et connaissances appliquées se complètent, elles doivent se répondre les unes les autres pour de tels enjeux, mais l'écologie est encore une science bien jeune. Elle bénéficie des corpus de connaissances des autres sciences, mais doit organiser et compléter ce corpus autant qu'elle doit acquérir des capacités de scénarisation de l'avenir. Nous avons vu que la connaissance de la biodiversité est nourrie par ceux qui s'y consacrent professionnellement, mais aussi par ceux qui s'y vouent bénévolement. Ayant besoin de compétences et de données pour élaborer et/ou tester ses hypothèses, la science de la biodiversité manque de moyens. Qu'ils soient appliqués ou fondamentaux, les travaux de recherche demandent des ressources humaines et financières.

L'investissement est aujourd'hui minime au regard de l'enjeu et comparativement aux financements de domaines

dits sensibles (comme la sécurité...), et donc supposés vitaux pour la société, comme l'est la biodiversité. Car toutes nos activités dépendent de la biodiversité et l'impactent de façons directes ou indirectes, sans que l'on soit bien souvent en mesure d'appréhender toutes les conséquences de nos choix. Les tristes exemples des espèces dites invasives, des maladies émergentes ou encore les enjeux de la culture d'organismes génétiquement modifiés (OGM) en plein champ sont là pour nous rappeler que nous vivons et agissons « dans » la biodiversité, sans disposer de capacités de contrôle et, le plus souvent, à l'aveugle. D'autres exemples soulignent en retour que la biodiversité est source de présent et d'avenir, ne serait-ce qu'en termes de médication, d'innovations techniques ou, simplement et plus fondamentalement, comme source de connaissances, de rencontres des sociétés et d'émerveillement.

En guise de conclusion...

Nous l'avons vu, les acteurs de la société ont de nombreuses ressources à mettre en commun avec la science de la biodiversité pour faire avancer la connaissance : données de terrain (études d'impacts, analyses de terrains,...), moyens d'action (financiers, techniques, fonciers). Ils doivent également prendre conscience de leurs liens avec la biodiversité, de leurs actions néfastes ou, au contraire, bénéfiques au maintien d'un système complexe et fragile mais vital, et repenser ainsi leur gestion au quotidien comme leur stratégie.

Mais ces acteurs sont également essentiels à la société et à la recherche, de par les questions et les besoins qu'ils expriment en matière de biodiversité, de vécu et d'attentes, dans nos sociétés.

La science doit pouvoir les entendre, tant pour aider à la pertinence du choix des sujets à traiter que pour s'interroger elle-même quant aux approches, aux priorités et aux pré-requis qu'elle choisit.

Au cours de ces dernières années, j'ai eu l'occasion de vivre certaines des différentes interfaces entre science et société au sujet de la biodiversité.

Les statuts qui furent les miens, d'étudiante en science, puis de docteur en écologie et d'enseignante dans différents établissements (du jardin d'enfant à la préparation de l'agrégation, en passant, notamment, par les écoles d'ingénieurs), de responsable de programmes de sensibilisation, de vulgarisatrice auprès des citoyens *via* des animations, les médias ou des écrits (écrits scientifiques à l'attention des

enfants et du grand public), mais également comme participante ou coordinatrice de groupes d'experts et d'acteurs économiques, ou encore en tant qu'accompagnatrice de projets d'entreprises, m'ont tous permis de rencontrer une grande variété de porteurs d'enjeux de biodiversité et de m'interroger sur la pertinence et la difficulté du dialogue entre le monde de la biodiversité et la société.

Les points de vue, les mots, les échelles d'espace et de temps, les moyens financiers et humains, les priorités ne sont pas les mêmes. Pourtant, l'enjeu est de taille et, au final, c'est un enjeu humaniste. La complémentarité des points de vue et des forces est évidente, elle est le ciment de notre société. La reconnaissance, l'implication de tous et le dialogue sont impératifs.

Il me semble qu'il ne saurait exister de science sans société, mais que notre société a aussi besoin de la science.

Note

* Docteur vétérinaire & docteur en écologie.

Bibliographie

« Avis et rapport » du Conseil économique et social français de fin 2007 sur *La nature dans la ville : biodiversité et urbanisme*.

BARBAULT (R.), notamment : *Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité*, Paris, Seuil, 2006.

GOUYON (P. H.) & LERICHE (H.), *Aux origines de l'environnement*, Paris, Fayard, 2010.

PASSET (R.), *L'économie et le vivant*, Paris, Payot, 1979.

WEBER (J.) & BARBAULT (R.), *La vie, quelle entreprise ! Pour une révolution écologique de l'économie*, Paris, Seuil, 2010.

Liens internet

EPE : Entreprises pour l'Environnement. www.epe-asso.org

FRB : Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité. www.fondationbiodiversite.fr

PBES : *Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. www.ipbes.net

MEA : *Millenium Ecosystem Assessment*. www.maweb.org

MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle. www.mnhn.fr

OREE : Organisation pour le Respect de l'Environnement dans l'Entreprise. www.oree.org

Les entreprises, acteurs de la biodiversité

Par Claire TUTENUIT*

La plupart des activités économiques ont pour objet de rendre des services à la place de ceux fournis autrefois par la nature, mais en quantité trop limitée ou au prix de trop d'efforts pour satisfaire toute l'humanité : ainsi, la construction de bâtiments a remplacé les grottes et les huttes de branchages, l'agriculture s'est substituée à la cueillette et à la chasse, l'automobile au cheval, les produits chimiques aux colles, aux colorants, aux médicaments, aux textiles ou aux cosmétiques naturels... L'industrie, par essence, recherche et développe des systèmes productifs et efficaces, prévisibles, faciles à reproduire si leur environnement est assez stable. N'y a-t-il pas là une antinomie naturelle entre biodiversité et entreprise ? C'est le paradoxe qu'explore cet article.

Avant l'ère industrielle, certains estiment que les activités humaines ont été tout d'abord plutôt favorables à la biodiversité : obtention de nouvelles variétés, ouverture des paysages (remplacement de forêts par des espaces agricoles ouverts ou par des prairies), découpage d'espaces propice à l'apparition d'écosystèmes plus diversifiés... La vision d'une nature au service de l'humanité ou simplement d'une priorité de l'humanité sur les autres espèces a conduit à certaines destructions massives ou à certaines surexploitations : les loups et les ours ont disparu d'Europe occidentale,

l'esturgeon ne fraie plus dans les rivières de France et les bisons ne peuplent plus les plaines américaines, des forêts ont été converties en terres agricoles.

Les débats sur les impacts ou les risques que font peser les activités humaines sur certains espaces et sur certaines espèces vulnérables se sont intensifiés avec le développement industriel des XIX^e et XX^e siècles, ce qui a conduit les entreprises à devoir prendre garde aux espaces naturels et aux espèces directement affectés par leurs activités. La loi française de 1976 sur l'environnement a exigé la prise en



© Société Forestière de la Caisse des Dépôts

compte, dans tout projet d'aménagement, des impacts des activités projetées sur l'environnement. Le régime juridique des installations classées pour la protection de l'environnement en a fait de même pour ce qui concerne les risques industriels. Certaines entreprises ont su transformer ces nouvelles contraintes en opportunités – c'est ce que nous verrons dans la première partie de cet article.

De plus, depuis une dizaine d'années, un changement d'attitude s'est fait jour avec la prise de conscience de ce que les scientifiques appellent « la sixième grande extinction ». La prise en compte de la biodiversité consiste aujourd'hui à envisager l'ensemble des relations de l'entreprise avec la nature, qu'elles concernent l'usage de ressources naturelles ou les impacts, qu'elles soient directes ou indirectes, et à rechercher les moyens de rendre compatible la poursuite du développement de l'entreprise avec le bon fonctionnement des écosystèmes. La seconde partie sera consacrée à la description de cet effort.

Une troisième partie évoquera les limites et les difficultés que rencontre cet effort, celles-ci ouvrant de nouvelles voies de réflexion et d'expérimentation pour les entreprises et leurs parties prenantes.

Enfin, dans une quatrième et dernière partie, nous présenterons les méthodes et les outils de travail mis en œuvre par les entreprises avec leurs parties prenantes.

De la contrainte au projet créateur de valeur : une diversité d'attitudes

Depuis la prise de conscience intervenue dans les années 1970 jusqu'à l'apparition du terme *biodiversité* en 1992, la

question des risques que font peser les entreprises sur la nature a d'abord été gérée selon deux principes :

- ✓ a) le principe du pollueur-payeur, qui met à la charge de l'entreprise (ou plus généralement de l'acteur concerné) le coût de la réparation des impacts de son activité ; ce coût est parfois fixé de façon forfaitaire, par exemple lorsqu'il s'agit d'une taxe fondée sur ce principe. Le principe peut aussi être étendu à des impacts moins directs ;
- ✓ b) le principe « éviter, réduire, compenser » les atteintes aux milieux naturels, qui prend acte de la difficulté de reconstituer un écosystème naturel et qui postule qu'il faut avant tout éviter de le détruire ou de réduire au maximum l'impact de l'activité sur lui ; la réparation est la meilleure façon de réduire l'atteinte environnementale *a posteriori* et la compensation s'impose lorsque l'atteinte est irréversible (que ce soit connu *a priori* ou que cela apparaisse *a posteriori*).

Ces deux principes permettent une traduction économique des impacts sur la nature à partir des coûts de réparation ou de prévention. En permettant d'intégrer ceux-ci au raisonnement économique des entreprises, ces deux principes ont contribué pour beaucoup à l'amélioration des pratiques. Certaines entreprises ont commencé à construire des stratégies sur la réduction des impacts sur l'environnement, qu'il s'agisse des leurs ou de ceux de leurs clients. Le développement des métiers liés au traitement des effluents de toutes origines ou à la prévention des risques est la conséquence directe de la mise en œuvre de ces deux principes et de la logique économique selon laquelle « il vaut mieux prévenir que guérir ».



Fauche tardive réalisée par un robot.

© Séché Environnement

Fortes de leur expérience en la matière, certaines entreprises dont ce n'était pas *a priori* le métier ont développé une véritable expertise sur la nature. Ainsi, les carriers, à l'instar de Lafarge ou de Calcia, anticipent l'exigence de réparation et développent des pratiques d'exploitation qui préservent les espèces présentes sur leurs sites, parfois en les déplaçant, et en laissant en fin d'exploitation des sites réaménagés dont la richesse initiale a été mise en valeur, voire parfois accrue : îlots au milieu des plans d'eau protégeant la nidification, installation d'espèces caractéristiques de certains milieux... L'expertise en matière de biodiversité est devenue un atout stratégique réel dans ce secteur, à la fois parce que la qualité du réaménagement est un facteur d'acceptabilité par la population, mais aussi parce que l'ouverture de carrières apparaît parfois comme un moyen d'amélioration à terme de la biodiversité. Une question nouvelle se pose aujourd'hui : celle du devenir des sites après la fin de leur réaménagement, lorsque les carriers ne sont plus là pour protéger le réaménagement une fois celui-ci achevé.

L'article de Jean-François Lesigne (de RTE), dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, qui porte sur les infrastructures linéaires, fournit d'autres exemples de ce déplacement de la relation entre l'entreprise et la nature, une relation qui est passée du progrès sous contrainte à la création d'opportunités.

Plus généralement, et en prolongeant ces exemples, chacun des cinq mécanismes d'érosion de la biodiversité peut donner lieu à des activités de substitution, de compensation ou de remédiation, qui sont autant d'opportunités économiques dès lors qu'un financement peut être trouvé :

- ✓ a) **l'artificialisation des surfaces** : les techniques évoquées ci-dessus, qui visent à la réintroduction de la nature dans des surfaces artificialisées, sont des activités aujourd'hui créatrices de valeur – parfois monétaire, si l'on pense aux métiers du génie écologique, aux gestionnaires d'espaces verts urbains écologiques ou aux écologues d'entreprise. Toutefois, autant l'activité directe de l'entreprise peut être gérée, autant ses impacts indirects (construction sur des terrains avoisnants) restent hors du champ ;
- ✓ b) **la pollution** : les activités permettant d'éviter, de substituer, de réduire puis, *in fine*, de traiter les pollutions sont nombreuses : la recherche par les entreprises chimiques de substituts aux produits les plus polluants est un des axes porteurs de leurs stratégies ; les nouvelles méthodes agricoles, l'agriculture raisonnée et *a fortiori* l'agriculture biologique proposent aujourd'hui de nouveaux modèles qui limitent les intrants polluants sans compromettre la valeur de la production, tout en préservant les qualités des sols et en réduisant les coûts ; de nombreuses entreprises ont assis leur modèle économique sur les activités de dépollution des sols, des eaux ou des fumées.
- ✓ c) **la surexploitation des ressources naturelles** : celle-ci entraîne des contraintes (restriction des volumes autorisés), mais elle stimule aussi la recherche de solutions de substitution artificielles permettant de

fournir le même service que les milieux naturels : ainsi, par exemple, la limitation forcée des pêches industrielles de morues ou de saumons sauvages a conduit à développer l'élevage de poissons. De nombreuses entreprises sont impliquées dans ces activités de substitution, cela d'autant plus que la surexploitation se déplace et que les substituts eux-mêmes doivent être renouvelés : le meilleur exemple est là encore l'élevage de poissons qui conduit aujourd'hui à une surpêche des bancs de petits poissons destinés à alimenter les poissons d'élevage ; pour éviter cette nouvelle surexploitation, les élevages recherchent aujourd'hui des cultures végétales nouvelles qui permettraient de remplacer anchois et sardines dans l'alimentation des saumons.

- ✓ d) **les espèces invasives** : cette cause d'érosion de la diversité est particulièrement difficile à éviter, mais certaines pratiques commencent à se généraliser (voire à devenir obligatoires), comme l'interdiction de déverser les eaux de ballast des navires, l'interdiction d'introduire de nouvelles espèces d'un pays à l'autre ; la réparation, sous la forme, par exemple, de l'arrachage de certaines plantes ou de l'élimination de certaines espèces invasives, est grosse consommatrice de ressources ; elle est donc très coûteuse. C'est là un domaine où la prévention semblerait économiquement avantageuse, mais celle-ci s'avère difficile ;
- ✓ e) **le changement climatique** : la contribution possible des infrastructures linéaires (à travers la gestion des emprises dans le cadre de la Trame verte et bleue) à l'adaptation de la végétation au réchauffement climatique en cours est évoquée par ailleurs. De nombreuses entreprises ont défini des stratégies pour contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou pour réduire leur vulnérabilité.

Ces exemples montrent que les entreprises ont un rôle important à jouer dans le ralentissement de l'érosion de la biodiversité. Ils montrent aussi la diversité des postures des entreprises quant à leurs relations directes avec les écosystèmes et les services écosystémiques. Le principal enjeu est la compréhension de ces interactions par tous. Comme le dit le directeur du développement durable d'une entreprise : « Notre politique biodiversité ? Elle consiste à en parler en interne, à chaque occasion ».

Vers une intégration de la biodiversité dans les modèles économiques ?

Au-delà de cet apprentissage collectif, il peut paraître tentant de rechercher une intégration plus systématique de la biodiversité dans les stratégies des entreprises. Dans ce but, de nombreuses tentatives ont été faites pour donner une valeur économique à la biodiversité, de façon à orienter les modèles économiques des entreprises en tenant compte d'options favorables à la biodiversité. Les articles de Xavier Bonnet et Jean-Philippe Lafontaine, dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, en témoignent.

Une publication d'EpE en 2009, intitulée *Biodiversité : Quelles valeurs pour quelles décisions ?*, propose d'approcher la valeur d'un écosystème au moyen de deux éléments : la **valeur des services rendus** par cet écosystème, et sa **valeur d'existence**, qui est un concept plus complexe recouvrant soit la valeur qu'il faudrait dépenser pour le préserver ou le reconstituer, soit sa valeur potentielle (de rareté, d'assurance, voire affective) aux yeux de tous les acteurs actuels et de ceux des générations futures. Les spécialistes du monde de l'assurance, tels ceux d'AXA ou de Marsh, travaillent depuis longtemps à appréhender cette valeur d'existence. Ces concepts sont encore en phase de définition : une base de données internationale, EVRI (<https://www.evri.ca/Global/Splash.aspx>), qui rassemble de nombreux exemples de situations où des études de valorisation ont été réalisées, vient tout juste de voir le jour.

Pour aider les entreprises à évaluer les services rendus par les écosystèmes et approcher leur valeur, le *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)* a publié deux outils :

- ✓ l'*Ecosystems Services Review (ESR)* – qu'EpE a traduit en français par : *Evaluation des Services Rendus par les Ecosystèmes*,
- ✓ le *Corporate Ecosystem Valuation (CEV)* pour valoriser leurs interactions, vulnérabilités ou impacts avec les écosystèmes. Une entreprise peut ainsi intégrer la biodiversité dans sa stratégie en recensant l'ensemble de ses impacts et de ses dépendances.

L'analyse de l'ESR se fait en plusieurs étapes :

- ✓ a) Recensement des écosystèmes dont l'entreprise utilise les services ou qu'elle influence (dans un sens ou

dans l'autre), ainsi que des services fournis ou concernés ;

- ✓ b) Analyse de l'état de ces écosystèmes et des services qu'ils fournissent, ainsi que du sens des évolutions ;
- ✓ c) Analyse du risque, pour l'entreprise, lié à l'évolution de ces services et écosystèmes, et identification des opportunités potentielles ;
- ✓ d) Définition des priorités d'action de l'entreprise pour limiter les risques ou développer les opportunités.

Ce repérage méthodique des interactions avec les écosystèmes permet ensuite de passer, sur un périmètre identifié comme critique, à la valorisation selon la méthode du CEV, qui permet de comparer entre elles différentes solutions : si un service écosystémique est moins onéreux qu'un service produit par l'entreprise, celle-ci a tout intérêt à y avoir recours de la façon la plus durable possible. Le secteur de l'eau en fournit des exemples parlants : la bonne gestion des périmètres de protection autour des captages naturels et des forages par Veolia-Environnement ou par Suez-Environnement permet de limiter et de rendre moins coûteux les traitements de potabilisation de l'eau. À l'inverse, la prospection de substances médicamenteuses naturelles (bio-prospection) est de moins en moins souvent rentable, par comparaison avec la mise au point de molécules de synthèse.

Du côté des vulnérabilités, le refroidissement des installations industrielles fournit un exemple éclairant : l'utilisation de l'eau d'une rivière pour refroidir une centrale électrique dépend du bon fonctionnement de cette rivière : la production suit le débit de la rivière ; alternativement, si l'eau rejetée est trop chaude, elle dégrade l'écosystème en



© Sèché Environnement

Installation pour le captage du biogaz.

aval, et cela entraîne des mesures de réparation. Dans les deux cas, l'entreprise a donc intérêt à intégrer le service écosystémique de refroidissement assuré par la rivière dans ses calculs économiques.

Un autre exemple illustre cet intérêt : des entreprises telles que Solvay utilisent de plus en plus l'épuration assurée par des roseaux ou d'autres plantes dans un bassin isolé des nappes phréatiques, en complément du traitement traditionnel des eaux industrielles usées avant leur rejet dans l'environnement. Cela permet d'éviter l'émission de polluants, certes en quantité très faible, et donc autorisée, mais qui pourraient s'accumuler en aval. Pour un coût limité, cette technique s'avère donc fournir un service de dépollution plus efficace, tout en créant des espaces de biodiversité (tels que ces bassins d'épuration végétalisés).

Les limites de ce modèle se trouvent bien entendu dans la disponibilité d'écosystèmes adéquats pour ces usages, dans l'existence de terrains disponibles et, *in fine*, dans le risque d'une surexploitation des écosystèmes locaux.

Ces expériences laissent penser que, si la méthodologie est généralisable, les évaluations sont conduites avec l'inévitable subjectivité des acteurs qui y participent, et les valeurs attribuées à la biodiversité restent par conséquent contingentes. Les négociations d'accès et de partage des avantages créés par la bio-prospection sont là pour en témoigner : les valeurs revenant aux populations locales sont négociées au cas par cas, en fonction des alternatives artificielles possibles, des perspectives d'usage, de la rareté des espèces et de la sensibilité des populations qui les connaissent, ainsi que de celle des Etats concernés.

Ce caractère local, subjectif et conjoncturel des valeurs des écosystèmes et des services qu'ils rendent constitue souvent un frein pour les entreprises, qui préfèrent des modèles reproductibles et d'une efficacité mesurable. Les années à venir devraient néanmoins permettre d'accumuler des cas pratiques, des évaluations et des modèles de gestion dans différentes situations économiques, créant ainsi progressivement des référentiels. Mais, d'une manière générale, la biodiversité impose le sur-mesure, le local, et une forte intégration avec le milieu.

Limites des modèles économiques de la biodiversité et pistes de travail

Au-delà même de ces difficultés d'évaluation de la biodiversité et des services qu'elle rend, les questions en suspens restent encore nombreuses sur l'intégration de la biodiversité dans les modèles économiques des entreprises et dans leurs actions, car de nombreuses situations d'interactions entre entreprises et biodiversité s'intègrent difficilement dans les logiques décrites plus haut.

Les menaces collectives pesant sur la biodiversité

Lorsque la menace sur la biodiversité provient d'un comportement collectif et non de celui d'un acteur isolé, la solution repose elle aussi sur une organisation collective ; elle est donc plus complexe.

Ainsi, la gestion durable des forêts a donné lieu à des labels certifiés par des tiers (PEFC, FSC) ; pour que ces labels perdurent, il faut qu'un prix de vente du bois plus élevé compense le coût de la certification et la productivité amoindrie de la forêt gérée durablement (une proportion de la forêt est laissée à l'état naturel, avec toute sa richesse de biodiversité, les coupes épargnent certains arbres ; de ce fait, la productivité à l'hectare est inférieure – des entreprises comme Vallourec, Michelin ou ArcelorMittal ont constaté ce surcoût, certes modeste, mais bien réel, de l'exploitation durable). Ce système fonctionne donc si la chaîne aval et les consommateurs sont suffisamment conscients du problème de l'érosion de la biodiversité pour accepter de supporter ce surcoût.

À l'inverse, dans le cas de la pêche, la gestion par le seul marché n'est pas durable, puisque chacun aurait intérêt à prélever le plus possible sur une ressource collective ; la collectivité des exploitants doit au contraire accepter des règles de gestion collective de l'ensemble de la ressource. Les travaux d'Elinor Ostrom (1) ont montré qu'une autogestion par les producteurs est possible dans des communautés restreintes, solidaires et confiantes. Dans le cas le plus général où la profession est très nombreuse et diffuse, la puissance publique a dû intervenir là où elle le pouvait en fixant et en faisant respecter des quotas, comme le font l'Europe et les Etats-Unis dans leurs eaux territoriales. La Conférence de Rio 2012 a progressé sur le sujet.

Les modèles de gouvernance d'une ressource collective apparaissent comme un complément essentiel à la logique de valorisation : il y a là un champ d'études important.

Les effets multifactoriels

Certains de ces effets sont encore en cours d'identification et d'étude par les scientifiques. Difficiles à repérer par les entreprises dans leurs études propres, ils sont très complexes à gérer, car cela supposerait de décider de priorités entre les activités d'entreprises différentes. La difficulté d'attribuer à une entreprise donnée la responsabilité de l'atteinte à la biodiversité limite évidemment l'application du principe pollueur-payeur, dont on a vu ci-dessus l'efficacité. L'article de Philippe Lecompte sur les abeilles, dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, illustre pleinement cette difficulté.

La définition des périmètres pertinents

La question des limites du périmètre à utiliser pour évaluer les impacts sur la biodiversité se pose aussi aux entreprises, dès lors que les impacts de leurs activités sont souvent indirects (par exemple, ils peuvent être causés par leurs fournisseurs ou leurs clients).

L'industrie s'efforce de produire de façon efficace, donc avec le meilleur rendement possible des intrants, ce qui suppose une optimisation de leur utilisation. Cette optimisation étant complexe à réaliser, moins elle change, plus l'entreprise est efficace. La fabrication industrielle de frites, par exemple, est un processus complexe : une fois réglée la

combinaison d'une certaine variété de pommes de terre, sa taille, sa consistance, son épaisseur de peau, une certaine huile, une certaine taille de morceaux permettant d'optimiser les conditions de cuisson, la recette ne fonctionne à la satisfaction du consommateur que si l'entreprise utilise des intrants de qualité stable. Le consommateur est d'autant plus satisfait que le goût du produit est prévisible. Le souci industriel de maximiser le marché à moindre coût impose donc une réduction de la diversité des intrants. Une variété de pomme de terre a donc surclassé les autres parce qu'elle donne de meilleures frites. Le sachant, les agriculteurs ont utilisé des intrants pour pouvoir la cultiver sous tous les climats et dans tous les terrains, faisant disparaître les variétés adaptées aux écosystèmes locaux. Ces mécanismes laissent penser que, hors activité compensatrice, le développement de l'industrie est en lui-même contraire à celui de la diversité des espèces, en raison de la standardisation qu'il implique.

L'inégalité croissante entre les espèces est-elle durable, certaines d'entre elles prospérant ou proliférant grâce à l'homme (certaines variétés de poulet, de blé, de maïs, parmi les quelque 1 000 espèces les plus cultivées, et l'humanité elle-même), d'autres ne survivant que grâce aux efforts humains (pandas, baleines, loups et ours d'Europe,...) et d'autres, enfin, disparaissant purement et simplement ? Comment améliorer la résilience de cet ensemble ?

Comment, surtout, mesurer et gérer l'influence d'une entreprise sur cette évolution collective ?

Existe-t-il une demande du marché pour une biodiversité accrue ?

Paradoxe, à l'aval : après une phase où le consommateur a voulu une qualité et un goût prédictibles, nous assistons aujourd'hui à une demande croissante de diversité. Il suffit pour s'en convaincre de visiter les supermarchés, où plus de 60 000 références ont remplacé les 1 000 références au plus des épiciers d'antan et où les mélanges (pommes-cassis, mélanges de céréales, pizza aux multiples fromages,...) témoignent de ce que la diversité est un profond besoin de l'homme. Peut-on dire, là encore, que l'activité humaine de conception et de *marketing* de ces produits nouveaux a remplacé le service écosystémique que fournissait autrefois gratuitement la diversité des espèces disponibles à un moment donné en un lieu donné ? Le besoin de changement des consommateurs était alors satisfait, car les fraises n'étaient disponibles qu'en été, et leur goût était fortement dépendant de leur variété et de leur terrain de culture ; aujourd'hui, ce besoin de changement est artificiellement satisfait par leur mélange à d'autres saveurs et consistances : un service industriel s'est donc substitué à un service écosystémique de fourniture de diversité.

L'attention aujourd'hui prêtée à la biodiversité commence peut-être à renverser ce paradigme. La grande distribution propose aujourd'hui plus de produits locaux, et l'on pourrait peut-être voir revivre davantage de variétés : au-delà des conservatoires de graines et des zoos, la désignation de l'année 2013 en tant qu'« Année internationale du qui-

noa » par les Nations Unies, est-elle un signe que les consommateurs vont valoriser une plus grande diversité d'espèces végétales ? Ce serait sans nul doute un signe positif pour la biodiversité ! En revanche, le succès du quinoa est tel que l'accélération de sa culture est déjà en train de poser question au regard de ses impacts sur la biodiversité (2).

Les échelles de temps

Une difficulté particulière pour l'intégration de la biodiversité dans les modèles économiques des entreprises vient enfin des échelles de temps : le temps des entreprises est souvent relativement court, alors que les évolutions de la biodiversité ne sont perceptibles que sur plusieurs décennies ; les indicateurs de dynamique de telle ou telle espèce ou de tel ou tel écosystème n'ont souvent de sens que sur une telle période. Inversement, l'effondrement de certaines espèces en raison de leur surpêche est plus rapide que le temps nécessaire à la prise de décision politique, lorsqu'il s'agit d'organiser la reconversion de centaines d'entreprises ou de modifier des pratiques culturelles multiséculaires, telle l'alimentation.

Comment des valeurs peuvent-elles représenter ces décalages ? Comment peut-on fixer et faire évoluer des valeurs qui soient suffisamment lisibles et stables pour que les entreprises puissent y appuyer leurs décisions d'investissement ou d'opérations ? Le problème, déjà difficile pour ce qui concerne le changement climatique, est encore plus complexe en matière de biodiversité.

La biodiversité, assurance-vie de l'humanité ?

Une des pistes de travail pour approcher la valeur de la biodiversité pour l'humanité consiste à tenter l'approche assurantielle : la biodiversité est, selon certains scientifiques, « l'assurance-vie » des espèces : en cas de menace générale sur une espèce, la diversité biologique accroît la résistance collective à cette menace. Certaines activités économiques peuvent découler de cette approche, telles que les tentatives de création de banques de semences. Leur faisabilité technique reste à confirmer à long terme, mais elle sera la condition de leur financement.

Les modes de travail : acteurs, coopérations, outils

Ayant pris conscience de ces enjeux et de la nécessité d'agir pour y faire face, les entreprises (en particulier celles qui sont membres de l'association EpE – Entreprises pour l'Environnement) ont commencé à s'organiser pour le faire de la façon la plus efficace possible. Surtout, elles font appel aux initiatives nombreuses et diverses d'autres acteurs, ainsi qu'à leur expertise, au fur et à mesure que celle-ci devient disponible.

Les salariés : le premier cercle de ces acteurs est le personnel des entreprises. Renforcer leur connaissance des milieux, des espaces sensibles et des espèces ainsi que de leurs interactions complexes est un préalable indispensable

Entreprises pour l'Environnement (EpE) rassemble une quarantaine de grandes entreprises qui partagent une vision de l'environnement comme source de progrès et d'opportunités, et qui travaillent ensemble à mieux le prendre en compte dans leurs stratégies et leur gestion. Parmi les groupes de travail d'EpE, la Commission Biodiversité est présidée par Daniel Baumgarten (Séché-Environnement).

Membres d'EpE : Air France – Air Liquide – ArcelorMittal France – Axa – BASF-France – Bayer-France – BeCitizen – BNP Paribas – Caisse des Dépôts – Calcia – Coca-Cola Entreprises – Deloitte France – EADS – Economie d'Energie – EDF – ERM France – GDF Suez – Lafarge – La Poste – Marsh – Michelin – Mobivia – Primagaz – PSA – Renault – Rexel – RTE – Saint-Gobain – Sanofi – Schneider-Electric – Séché Environnement – Sequana – SIA Conseil – SNCF – Société Générale – Solvay – Suez-Environnement – Total – Vallourec – Veolia Environnement – Vesuvius – Vinci.

Pour plus d'informations, voir : www.epe-asso.org

à la prise de décision. Plusieurs entreprises ont ainsi depuis plusieurs années construit une expertise interne avec des écologues et des biologistes, afin d'étudier comment réduire leurs impacts ou développer des opportunités (par exemple, le groupe EDF en matière d'écologie des systèmes aquatiques).

Au-delà de cette expertise pointue, plusieurs entreprises (telles que Séché-Environnement ou Veolia-Environnement) ont constaté que le thème de la biodiversité était porteur de sens et mobilisateur pour leurs salariés, et que cela pouvait générer des projets fédérateurs pour l'entreprise ; le déve-

loppement d'une démarche biodiversité sur un site a d'ailleurs favorisé l'appropriation de l'outil de travail par les salariés.

Les approches collectives : Les entreprises ont aussi appris à mutualiser leurs expertises, notamment dans des approches sectorielles où la demande sociétale et les préoccupations des entreprises sont assez voisines. Le Club des infrastructures linéaires en est un exemple, au même titre que les travaux de l'Union nationale des producteurs de granulats sur la prise en compte de la biodiversité dans leurs exploitations. La construction à venir de la Trame verte et



RAPPORT ANNUEL
Responsabilité sociétale

2011

Séché
environnement
Séché global solutions

bleue sera un moyen de multiplier ces axes de coopération entre acteurs.

Le travail au sein d'EpE relève de cette recherche d'efficacité grâce à la mutualisation des compétences et des expériences.

Les scientifiques : L'appui sur la communauté scientifique externe, nationale et internationale, est indispensable à cette construction d'expertise ; il se concrétise par des travaux communs ou des travaux de recherche cofinancés portant sur des sujets définis en commun. La création par plusieurs entreprises (Eiffage, Total, Veolia, Vinci) de chaires dans des universités montre que cette relation avec la recherche est de plus en plus solide et appréciée.

Les parties prenantes : Enfin, le dialogue avec le reste de la société, les décideurs politiques, les associations locales ou celles représentant les intérêts des différentes composantes de la biodiversité, est aussi un facteur d'enrichissement de ces approches d'entreprises. C'est à travers ces dialogues que se réalise le processus d'apprentissage collectif et la construction de savoirs sur les interactions et les évolutions. La thématique de la biodiversité a ainsi permis à Veolia d'inscrire certains de ses sites dans les territoires par la connexion naturelle des écosystèmes, mais aussi par leur intégration dans des réseaux sociétaux locaux construits. L'implication exigeante des associations enrichit et crédibilise les résultats des actions menées avec elles. La biodiversité est un thème croissant de mécénat environnemental : Total a dédié les missions de sa fondation d'entreprise à la biodiversité dès 1992 ; les fondations créées par Air Liquide, Veolia, EDF et d'autres entreprises sont aujourd'hui engagées dans ce domaine.

La mesure et les indicateurs, des outils indispensables

Quels que soient le thème et le mode de travail de l'entreprise, une étape du travail est l'identification d'indicateurs pertinents permettant de juger de son efficacité, à l'image de SITA France, filiale de Suez Environnement, qui a conçu avec le Muséum national d'Histoire naturelle un indicateur de qualité écologique de ses centres de stockage des déchets. À partir de là, l'entreprise sélectionne avec ses interlocuteurs et partenaires quelques thèmes de travail prioritaires pour lesquels elle utilise les indicateurs retenus pour mesurer ses progrès.

L'expérience acquise par les membres d'EpE sur ces indicateurs en confirme le caractère local et relatif : selon les activités et les lieux, les indicateurs sont plus ou moins composites, plus ou moins détaillés, mais rarement consolidables. Les référentiels de la notation extra-financière sont encore balbutiants en ce qui concerne la mesure et le *reporting* en matière de biodiversité. Pour les émissions de gaz à effet de serre, il a fallu plusieurs années pour que ces indicateurs convergent et permettent de comparer les démarches des uns et des autres, même au sein d'un secteur donné, puis de fonder des mécanismes économiques solides. Le champ de la biodiversité est beaucoup plus complexe et moins facilement quantifiable que celui du changement cli-

matique, il n'est même pas certain que l'identification d'indicateurs universels communs à toutes les entreprises soit pertinente. C'est là un champ de travail actuel et riche, qui est ouvert au niveau international entre les entreprises et leurs parties prenantes.

Valoriser le capital naturel ?

Au terme de ce tour d'horizon, la relation des entreprises à la biodiversité apparaît non seulement foisonnante et diverse, mais surtout évolutive et dynamique :

- ✓ Comme l'ensemble de la société, les entreprises, et notamment les membres d'EpE, sont de plus en plus sensibles à la thématique de la biodiversité ; elles anticipent l'apparition de nouvelles contraintes physiques et institutionnelles, et cherchent à les transformer en opportunités. Cette sensibilité n'est plus limitée aux seules entreprises ayant des relations directes avec la biodiversité ;
- ✓ La valorisation économique des impacts et dépendances par des outils (tels que les indicateurs, l'ESR et le CEV) leur permet de mieux prendre en compte la biodiversité, mais celle-ci reste encore débattue et limitée à des cas particuliers ;
- ✓ Sur ce sujet, les entreprises ont compris l'intérêt de coopérer avec de nombreux autres acteurs, et notamment avec la communauté scientifique et les associations de protection de l'environnement ;
- ✓ Lorsque les causes de la perte de biodiversité sont collectives, multifactorielles ou indirectes, la gouvernance prend toute son importance et, sauf exception, les entreprises ne peuvent l'organiser seules.

Les entreprises reflètent les valeurs de la société. Selon la valeur attribuée par leurs clients, leurs actionnaires et leurs parties prenantes à la préservation de la biodiversité, elles font de celle-ci un axe plus ou moins important de leurs stratégies. Celles qui anticipent ce mouvement en tireront plus de bénéfices que les autres, mais c'est aussi pour elles un choix risqué que d'investir sans savoir si la valeur attribuée à la biodiversité sera un jour reconnue et donc, si l'investissement pourra être rentabilisé.

Dans un tel contexte, le concept de capital naturel proposé dans ce numéro par Bernard Chevassus-au-Louis pourrait être un puissant stimulant. Il permettrait de mettre en évidence aux yeux du monde financier et des autres parties prenantes les actions menées en faveur de la biodiversité et de mieux intégrer la biodiversité dans la logique habituelle de fonctionnement des entreprises.

Notes

* Délégué général d'Entreprises pour l'Environnement (EpE).

(1) *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge University Press, 1990.

(2) Voir : http://www.novethic.fr/novethic/ecologie,rio___agriculture,les_producteurs_boliviens_bientot_victimes_succes_quinoa,137993.jsp?utm

_source=newsletter&tutm_medium=Email&tutm_content=novethicInfo&tutm_newsletter=ok

Bibliographie

Rapport du Conseil d'Analyse Stratégique sur la valeur de la biodiversité : <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/catalogue/9782110077912/>

WBCSD, Ecosystems Services Review: <http://www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=Mjg5NjQ>

WBCSD, CEV (version française en cours) <http://www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?type=p&MenuId=MTC3Ng&doOpen=1&ClickMenu=LeftMenu>

EpE, *Biodiversité : quelles valeurs, pour quelles décisions ?*, http://www.epe-asso.org/index.php?part=publi&id_rap=101

Carrières, biodiversité et fonctionnement des hydrosystèmes, éditions Buchet-Chastel, à l'initiative de l'UNPG (Union nationale des producteurs de granulats), sous la direction de Jean-Claude Lefeuvre.

Les carrières, une opportunité pour la biodiversité, UNPG.

L'irréductible diversité des indices et indicateurs de biodiversité

Par Denis COUVET*

Un large éventail d'indicateurs de biodiversité permet de construire et d'évaluer les politiques publiques et de sensibiliser les différents publics. En complément apparaît la nécessité de disposer d'indicateurs évaluant l'impact de chaque acteur, qui soient robustes et déclinables à une échelle locale.

Couplée à des indicateurs de pression locale (tels que l'HANPP – *Human Appropriation of Net Primary Production*), la caractérisation de l'état des communautés animales et végétales pourrait répondre à ce cahier des charges.

Nous soulignerons l'importance de la coordination entre acteurs combinant l'expérimentation de nouveaux indices et l'obtention d'un accord entre les parties prenantes sur des indicateurs. Les indicateurs devraient plutôt caractériser des processus qu'être de simples descripteurs, afin d'être utilisables dans le cadre de scénarios. Ces indicateurs devraient notamment évaluer la réponse de la biodiversité aux changements globaux, c'est-à-dire ses capacités adaptatives.

Enfin, les systèmes d'observation nécessaires à la documentation de ces indicateurs ont une importance cruciale et pourraient faire l'objet d'une mutualisation des moyens entre les acteurs concernés.

Introduction

La biodiversité est un objet d'observation complexe. Les niveaux d'organisation biologique sont multiples (individus, populations, écosystèmes, paysages) et en interaction avec de nombreux acteurs. Les concepts de diversité biologique et de service écosystémique visent à éclairer et à analyser cette complexité. Ils soulignent la diversité des représentations et des enjeux.

Dans ce cadre, les indicateurs ont une fonction essentielle de synthèse et de quantification des informations portant sur la biodiversité, permettant ainsi l'analyse de son état et de sa dynamique.

Nous examinerons ici quels sont les nouveaux indicateurs (que nous qualifierons d'« indicateurs de seconde génération ») permettant de mieux répondre à la demande des acteurs socio-économiques.

Un état des lieux

La Convention pour la diversité biologique (CBD) a pris l'initiative en proposant un éventail d'indicateurs « phares » devant éclairer ses trois objectifs de préservation (voir le tableau 1 de la page suivante).

Ces indicateurs « phares » ont souvent une large définition s'appuyant sur des indicateurs « complémentaires ». Ainsi, l'indicateur « phare » de la CBD *Tendances de l'abondance et de la répartition des espèces sélectionnées* s'appuie le plus souvent sur le *Living Planet Index* (LPI) et sur le *Farmland Bird Index* (FBI). Etant donné la diversité des espèces sélectionnables, des manières de les regrouper, cet indicateur pourrait être complété de nombreuses manières.

Caractérisant les interactions entre biodiversité et sociétés, ces indicateurs se rangent selon trois catégories : a) les pressions s'exerçant sur la biodiversité, b) l'état de cette dernière et, enfin, c) les réponses apportées par les sociétés et les acteurs.

Ainsi, les thèmes A et D du tableau 1 de la page suivante comprennent des indicateurs phares de l'état de la biodiversité, le thème B les indicateurs des réponses apportées à la dégradation de la biodiversité et le thème C ceux relatifs aux menaces. La liste des menaces et des réponses apportées reste très incomplète, celle relative aux états de la biodiversité est imprécise, pouvant ainsi faire l'objet de nombreux indices complémentaires (voir *infra*).

En compilant ces indicateurs « phares », Butchard et *al.* (2010) montrent une dégradation de l'état de la biodiversité et une augmentation des pressions ainsi que des réponses

Thèmes biodiversité	Indicateurs « phares »
A. Situation et tendances des composantes de la diversité biologique	1. Tendances de l'étendue des biomes, des écosystèmes et des habitats
	2. Tendances de l'abondance et de la répartition des espèces sélectionnées
	3. Couverture des aires protégées
	4. Changement de statut des espèces menacées
	5. Tendances de la diversité génétique des animaux domestiques, des plantes cultivées et des espèces de poissons d'importance socio-économique
B. Utilisation durable	6. Régions d'écosystèmes forestiers, agricoles et d'aquaculture gérées de façon durable
	7. <i>Proportion des produits dérivés de sources durables</i>
	8. <i>Empreinte écologique et concepts liés</i>
C. Menaces sur la biodiversité	9. Dépôts d'azote
	10. Tendances relatives aux espèces exotiques envahissantes
D. Intégrité des écosystèmes et biens et services dérivés des écosystèmes	11. Indice trophique marin
	12. Qualité de l'eau des écosystèmes d'eau douce
	13. <i>Intégrité trophique d'autres écosystèmes</i>
	14. Connectivité/fragmentation des écosystèmes
	15. <i>Incidence de défaillances des écosystèmes induites par les activités anthropiques</i>
	16. <i>Santé et bien-être des communautés qui dépendent directement des biens et services des écosystèmes locaux</i>
	17. <i>Biodiversité pour l'alimentation et la médecine</i>

Tableau 1 : Indicateurs phares proposés par la CBD. *En italique, les indicateurs provisoires, qui demandent plus de développement* (<http://www.cbd.int/2010-target/framework/indicators.shtml>).

apportées, ces dernières n'étant manifestement pas suffisantes.

Indicateurs de biodiversité et politiques publiques

Ces indicateurs ont ensuite été déclinés à l'échelle régionale, avec l'initiative européenne SEBI, puis aux échelles nationales (avec l'Observatoire National de la Biodiversité – ONB, en France), voire à des échelles plus locales. En quantifiant, en hiérarchisant les pressions, les menaces, et en évaluant l'efficacité des réponses, ils aident à concevoir des politiques publiques à ces différentes échelles. Ce sont aussi des outils de sensibilisation du public le plus large au thème de la préservation de la biodiversité, devant favoriser le soutien de ce dernier aux politiques environnementales.

Des indicateurs de seconde génération marquant un passage de politiques publiques à des stratégies d'acteurs

Une des ambitions des premiers indicateurs a été de synthétiser les impacts de l'ensemble des acteurs sur la biodi-

versité (voir par exemple BUTCHARD et al., 2010). Lorsque les politiques publiques auxquelles ils ont contribué sont en place, d'autres indicateurs évaluant l'impact de chaque acteur deviennent nécessaires.

Ces indicateurs dits de « seconde génération » doivent aider chaque acteur à évaluer sa responsabilité environnementale et à revoir ses pratiques en conséquence. Dans le cadre d'une gestion adaptative (GUNDERSON & HOLLING, 2002), ce serait des instruments de concertation, de négociation et d'arbitrage entre acteurs, notamment entre fournisseurs et bénéficiaires de services écosystémiques.

Construire de tels indicateurs est une tâche redoutable, car la rigueur de leur construction, leur robustesse, ainsi que leur légitimité sociale et scientifique, sont des qualités essentielles. En effet, leurs implications socio-économiques sont potentiellement importantes ; les systèmes d'incitation choisis par les politiques publiques (lois, permis, taxes et/ou fiscalité éco-conditionnelle) devraient d'ailleurs s'appuyer sur l'information apportée par ces indicateurs.

Ces indicateurs devraient donc permettre d'évaluer localement, d'une part, l'état de la biodiversité et, d'autre part,

les pressions des autres acteurs. Nous aborderons successivement ces deux points.

Les indicateurs d'état des communautés

L'état des communautés biologiques – ensembles d'espèces proches d'un point de vue écologique et phylogénétique, présentes sur un même site – devrait donner naissance à de nombreux indicateurs de seconde génération, et ce pour plusieurs raisons :

- ✓ Englobant un certain nombre d'espèces, l'étude de ces qualités moyennes est moins sujette aux effets du hasard que la dynamique d'une seule espèce, et elle n'est pas liée à l'idiosyncrasie de cette dernière. Certains de ces indicateurs ont été utilisés de manière probante à échelle locale (par exemple, à l'échelle de l'exploitation agricole) (FILIPPI-CODACCIONI et al., 2011).
- ✓ L'état des communautés caractérise le fonctionnement des écosystèmes et des services écosystémiques, une information d'importance majeure lorsqu'il s'agit de caractériser la biodiversité.
- ✓ Ces indicateurs « communautés » peuvent être déclinés aux différentes échelles spatiales, du local au global, assurant ainsi une continuité, et donc une synergie, des travaux entrepris par les différents acteurs de la CBD, depuis les Etats jusqu'aux entrepreneurs locaux.
- ✓ Les communautés varient rapidement et largement de par les changements de leur composition. Cette fluidité de leur état ouvre de nombreuses possibilités de caractériser leurs réponses aux changements globaux, un facteur essentiel de la résilience des écosystèmes (voir également *infra*).

Un autre avantage de ce type d'indicateur est de permettre de caractériser une communauté de plusieurs

manières, répondant ainsi à la diversité des demandes des acteurs (mais nous verrons plus loin les inconvénients de cette pluralité d'approches).

- ✓ D'une part, selon le groupe biologique considéré, choisi pour son importance fonctionnelle et sociale, la collecte des informations nécessaires peut être plus ou moins aisée. Geo-Bon (www.earthobservations.org), un organisme fédérant mondialement les réseaux d'observation de la biodiversité, recense les possibilités majeures pour opérer un tel choix (voir le tableau 2 ci-dessous).
- ✓ D'autre part, le groupe biologique peut être choisi en fonction des propriétés de la communauté considérée (diversité biologique, fonctions des écosystèmes ou des services écosystémiques). En effet, en connaissant l'abondance relative des espèces dans une communauté donnée, on peut en caractériser les différentes propriétés en considérant différents traits biologiques propres à ces espèces. Ces traits peuvent être la place phylogénétique occupée par l'espèce ou des traits de nature écologique, comme la spécialisation à l'habitat, l'affinité thermique ou le régime alimentaire. Les informations portant sur ces traits sont le plus souvent disponibles, notamment dans les bases de données de la Gbif (*Global Biodiversity Information Facility* – www.gbif.org).

Les groupes biologiques caractérisés et la propriété à évaluer devraient être soigneusement choisis. La hiérarchie entre écosystèmes en termes de menaces, d'état, varient selon la propriété considérée. Ainsi, dans les scénarios liant agriculture et biodiversité, la diversité spécifique et la spécialisation divergent à l'échelle locale (KERBIRIOU et al., 2009), ou encore à échelle nationale (MOUYSET et al., 2011). Cette hiérarchie pourrait aussi dépendre des groupes biologiques caractérisés.

Type d'espèces	Groupe biologique concerné
Patrimoniales, objets de conventions	Espèces relevant des directives « Oiseaux » et « Habitats », oiseaux migrateurs, grands mammifères marins, tortues marines,...
Nature ordinaire	Oiseaux, batraciens, papillons, chauve-souris, lichens, plantes,...
Groupes fonctionnels clés	Pollinisateurs, faune du sol, producteurs primaires, herbivores, super-prédateurs, détritviores,...
Pathogènes et ravageurs	Insectes vecteurs, tiques, rongeurs, criquets, insectes ravageurs (piéride, chrysomèle,...), plantes adventices, algues toxiques, méduses,...
Domestiques et exploitées	Plantes et animaux domestiqués, espèces chassées et pêchées, espèces forestières
Groupes reliques	Fougères, cycadales, crocodiles, ascidies

Tableau 2 : Groupes biologiques permettant de caractériser l'état de la biodiversité : propositions de Geo-Bon.

Indicateurs de pression

Pour étalonner ses pratiques, chaque acteur doit pouvoir évaluer l'impact des autres acteurs, mais aussi les effets collatéraux des socio-écosystèmes plus ou moins éloignés (notamment à travers les services de régulation, la pollinisation ou la purification des eaux).

Un indicateur de type « empreinte écologique », tel que l'HANPP (*appropriation humaine de la production primaire nette*), semble une possibilité intéressante. Cet indicateur évalue les ressources qui restent disponibles pour l'ensemble de la biodiversité après consommation humaine (COUVET et TEYSSÈDRE, 2010). La documentation de cet indicateur pourrait s'appuyer sur les analyses de cycles de vie et sur l'analyse des images issues de la télédétection. La comparaison entre écosystèmes, selon la présence (ou non) d'un acteur, ses pratiques, aiderait alors à établir l'impact de ce dernier.

Par ailleurs, l'HANPP pourrait aider à différencier les objectifs de préservation de la biodiversité, qui devraient être d'autant plus ambitieux que l'HANPP diminue. En présence d'un effet de seuil (voir la figure 1, courbe B), cet indicateur pourrait par ailleurs être un indicateur de résilience des écosystèmes. Des mesures de préservation s'imposeraient d'autant plus que l'écosystème étudié se rapprocherait de ce seuil.

Des indices aux indicateurs

Chaque acteur pourrait être incité à développer ses propres indicateurs dans un souci de précision scientifique,

de communication, de légitimation de ses actions ou encore de compétitivité (dans la sphère entrepreneuriale). La prolifération d'indicateurs candidats affaiblirait leur rôle crucial de diminution des coûts de transaction entre acteurs s'appuyant sur une métrique commune.

En effet, pour jouer leur fonction d'arbitrage, les indicateurs doivent être validés par l'ensemble des parties prenantes, un processus de nature politique potentiellement conflictuel. En sollicitant l'ensemble des acteurs pour développer des indicateurs, l'*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) pourrait être pour ces derniers un outil puissant de validation. Elle pourrait notamment organiser cette validation en s'adressant à chacun des groupes sociaux répertoriés par l'*United Nations Environment Programme* – UNEP (www.unep.org).

Dans un souci de clarté, on pourrait distinguer des indicateurs des « indices » résultant d'un travail de métrologie de la biodiversité qui n'a pas encore donné lieu à une validation collective. Les indices sont nécessairement plus nombreux que les indicateurs ; plus proches de la recherche, ils sont candidats pour devenir des indicateurs. Les indicateurs sont l'objet de politiques publiques, tandis que les indices pourraient suggérer de nouvelles politiques.

Perspectives

Enfin, nous examinerons quatre perspectives à ne pas négliger dans le développement des indices et des indicateurs.

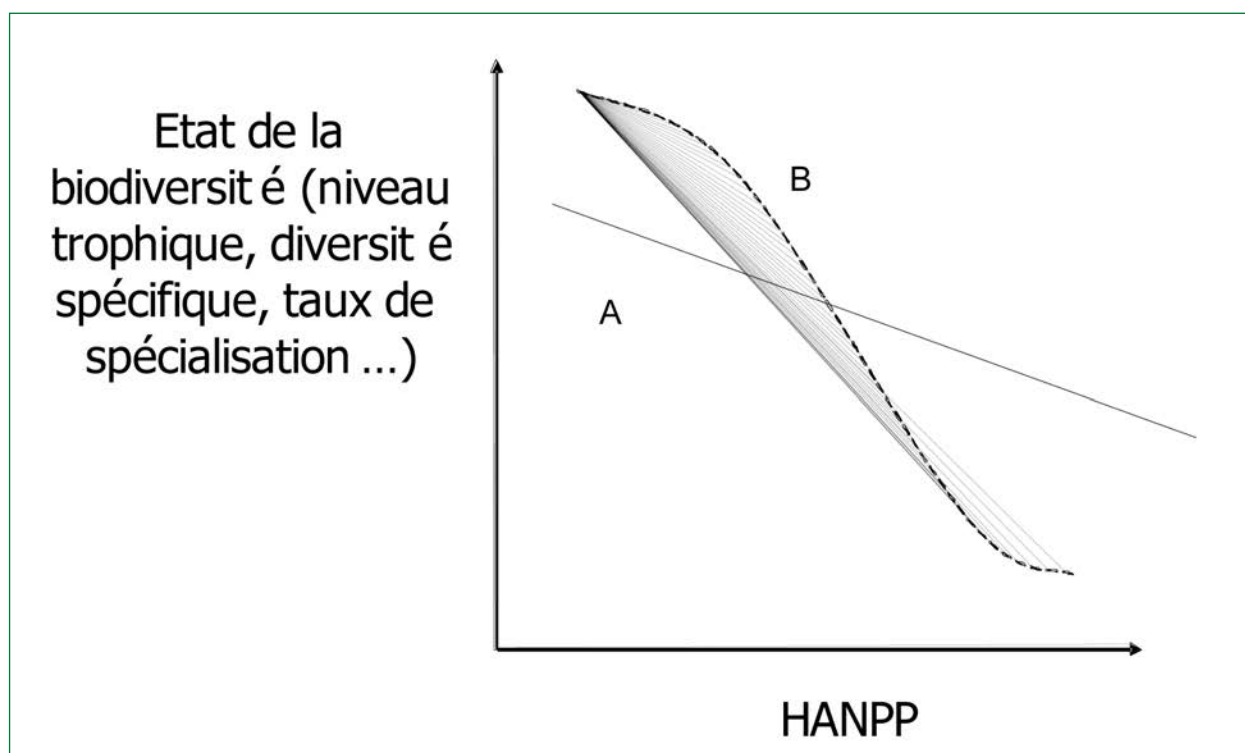


Figure 1 : Deux relations possibles entre HANPP et état de la biodiversité.

Indices et représentation d'interactions complexes

Les travaux portant sur les indices devraient aussi porter sur les mécanismes complexes liant la biodiversité et les sociétés. Ainsi, caractériser le lien probable entre maladies multifactorielles (allergies, diabète, cancers,...) et la qualité de l'environnement et de la biodiversité. Ou, de manière plus générale, la relation probable entre les services écosystémiques et la diversité biologique (par exemple, la relation entre le stockage du carbone et la diversité des peuplements forestiers, entre la qualité de la pollinisation et la diversité des cultures, ou encore entre le contrôle des ravageurs et l'état des chaînes trophiques). Il s'agit aussi d'évaluer l'effet parfois délocalisé des services écosystémiques, par exemple, l'effet des écosystèmes amont vis-à-vis de la régulation hydrique dans les écosystèmes aval. Les indices, dont il est aisé de caractériser la variance, pourraient être des candidats indicateurs de résilience des écosystèmes, l'augmentation de la variance des variables écosystémiques semblant être une propriété des écosystèmes proches de leur point de basculement (CARPENTER & BROCK, 2006).

Ces développements ont un intérêt scientifique et social. Ils doivent s'appuyer sur les capacités d'innovation des acteurs et répondre à des enjeux peu ou non identifiés par l'action publique.

Indicateurs et scénarios

Alors que les indicateurs permettent d'évaluer l'effet d'actions politiques passées, les scénarios tentent d'anticiper l'effet des actions politiques actuellement proposées ou à venir. L'utilisation des indicateurs par les scénarios met en synergie les connaissances acquises dans ces deux domaines. Par conséquent, les indicateurs les plus utiles, car pérennes, pourraient être ceux qui représentent les mécanismes modélisés par des scénarios.

Les indicateurs de dynamique de la biodiversité : une mesure de son adaptabilité ?

Les entités biologiques (populations, communautés, espèces,...) répondent aux changements globaux. Alors que les extinctions d'espèces illustrent le fait que la biodiversité souffre de ces changements, d'autres réponses pourraient suggérer une adaptation de celle-ci contribuant à la résilience des écosystèmes. En d'autres termes, la réponse de la biodiversité aux changements globaux demande à être scrutée avec attention afin de discerner ses composantes adaptatives en vue de leur majoration.

La réponse au changement climatique est sans doute la plus facile à étudier étant donné l'universalité de ce changement et sa relative régularité par rapport à d'autres changements plus localisés dans l'espace, tels que l'eutrophisation ou la fragmentation.

Deux indicateurs ont été proposés pour examiner cette réponse :

- ✓ a) La comparaison des espèces censées bénéficier du changement climatique, parce que leur aire de distribution est appelée à s'accroître, avec les espèces censées souffrir de ces changements, qui, elles, verraient leur aire se réduire. Cet indicateur montre une différence croissante de dynamique entre ces deux types d'espèces chez les oiseaux, à l'échelle européenne (GREGORY et al., 2009). Cet indicateur confirme les scénarios suggérant la faible capacité d'adaptation des espèces dont l'aire de distribution est appelée à se réduire ;
- ✓ b) Le rythme du déplacement des aires de distribution vers des latitudes plus élevées. Cet indicateur montre que les plantes de plaines (BERTRAND et al., 2011), les oiseaux et les papillons (DEVICTOR et al., 2012) se déplacent moins vite que leur optimum thermique, confirmant ainsi des difficultés de réponse et l'émergence de déséquilibres dans les chaînes trophiques. Les caractéristiques biologiques des espèces qui se déplacent le plus aisément restent à déterminer. Elles devraient orienter les mesures de gestion facilitant la réponse de la biodiversité au changement climatique.

Dans la même veine, des indicateurs de réponse aux autres changements globaux (eutrophisation, fragmentation, surexploitation) sont actuellement développés ou restent à développer. Ces indicateurs demanderont à être déclinés à l'échelle locale, abondant ainsi les indicateurs de seconde génération.

Suivi et documentation des indices et des indicateurs

Les informations documentant les indicateurs sont souvent complexes et leur mesure est peu automatisable, ce qui demande un travail humain significatif. Ces difficultés devraient inciter les acteurs à regrouper leurs efforts en termes de méthodologie et de collecte des données, et notamment à éviter une prolifération d'indices.

En ce qui concerne les systèmes d'observation, la coordination en cours des acteurs aux différentes échelles (voir, par exemple, l'initiative nationale de l'Ecoscope portée par la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité – FRB) semble prometteuse. Une mutualisation des moyens permettrait à chaque acteur de bénéficier des initiatives des autres acteurs, de « brancher » ses propres initiatives et ses propres sites d'observation sur un réseau existant. Cette mise en commun permettrait de multiplier les comparaisons, renforçant ainsi les interprétations et les conclusions au profit de l'ensemble des acteurs.

Note

* Professeur au Muséum, directeur de l'UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC « Conservation des espèces, restauration et suivi des populations », Ingénieur Agronome et habilité à diriger des recherches en écologie et en sciences de l'évolution.
Adresse courriel : couvet@mnhn.fr

Bibliographie

BERTRAND (R.), LENOIR (J.), PIEDALLU (C.), RIOFRIO-DILLON (G.), de RUFFRAY (P.) & *al.*, "Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests", *Nature*, 479, pp. 517-20, 2011.

BUTCHARD & *al.*, "Global biodiversity: indicators of recent declines", *Science*, 28, 328, 2010.

CARPENTER (S.R.) & BROCK (W.A.), "Rising variance: A leading indicator of ecological transition", *Ecology letters*, 9, pp. 311-318, 2006.

COUVET (D.) & TEYSSÈDRE (A.). *Ecologie et biodiversité*, Belin, 336 pages, 2010.

DEVICTOR (V.), VAN SWAAY (C.), BRERETON (T.), BROTONS (L.), CHAMBERLAIN (D.), HELIÖLÄ (J.), HERRANDO (S.), JULLIARD (R.), KUUSAAARI (M.), LINDSTRÖM (A.), REIF (J.), ROY (D.B.), SCHWEIGER (O.), SETTELE (J.), STEFANESCU (C.), VAN STRIEN (A.), VAN TURNHOUT (C.), VERMOUZEK (Z.), WALLISDEVRIES (M.), WYNHOFF (I.) & JIGUET (F.), "Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale", *Nature Climate Change*, 2, pp. 121-124, 2012.

FILIPPI-CODACCIONI (O.), DEVICTOR (V.), BAS (Y.), CLOBERT (J.) & JULLIARD (R.), "Specialist response to proportion of arable land and pesticide input in agricultural landscapes", *Biological Conservation*, 143, pp. 883-890, 2010.

GREGORY (R.D.), WILLIS (S.G.), JIGUET (F.), VOŘÍŠEK (P.), KLVAŇOVÁ (A.), VAN STRIEN (A.), HUNTLEY (B.), COLLINGHAM (Y.C.), COUVET (D.) & GREEN (R.E.), *An Indicator of the Impact of Climatic Change on European Bird Populations*, PLoS ONE 4(3): e4678, 2009.

GUNDERSON (L.H.) & HOLLING (C.S.), *Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Washington D.C., 507 p., Island Press eds., 2002.

KERBIRIOU (C.), LEVIOL (I.), JIGUET (F.) & DEVICTOR (V.), "More species, fewer specialists: 100 years of changes in community composition", in *An island-biogeographical study. Diversity and Distribution*, 15, pp. 641-648, 2009.

MOUYSET (L.), DOYEN (L.), JIGUET (F.), ALLAIRE (G.) & LEGER (F.), "Bio-economic modeling for a sustainable management of biodiversity and agriculture", *Ecological Economics*, 70, 4, pp. 617-626, 2011.

Comment sensibiliser le grand public pour qu'il intègre la biodiversité dans ses comportements ?

Par Allain BOUGRAIN-DUBOURG*

Si la protection de la biodiversité était considérée il y a encore trente-cinq ans comme une affaire de spécialistes, tout le monde s'accorde aujourd'hui sur le fait que c'est en associant le plus grand nombre que le fameux patrimoine naturel, si souvent évoqué, échappera au déclin.

Outre les médias, le grand écran, les actions choc, la mobilisation d'espèces symboliques de la cause à défendre (comme les pandas ou les bébés phoques), un des vecteurs essentiels de la sensibilisation du grand public à la question de la nature reste l'éducation et la formation à l'environnement. Mais il demeure beaucoup à faire en la matière.

Le mot *biodiversité* est-il entré dans les mœurs ? Pas sûr... Voilà pourtant près de vingt ans que, grâce au Sommet de la Terre de Rio, il a acquis ses lettres de noblesse.

À l'époque, sous l'égide de l'ONU, tous les pays membres s'étaient engagés à stopper la perte de la biodiversité dans le cadre d'une convention mondiale de la biodiversité, dont on constatera l'échec à Nagoya, en 2010. Historiquement, l'expression *Biological Diversity* fut proposée en 1980 par Thomas Lovejoy, tandis que Walter G. Rosen la synthétisait en 1985 en créant le mot *Biodiversity*.

Pourquoi les biologistes, les naturalistes et autres responsables d'associations environnementales se sont-ils emparés de ce néologisme ? Essentiellement parce qu'ils pensaient ainsi trouver une formule qui crédibiliserait leur engagement. En résumé, *biodiversité* ferait plus sérieux que *protection de la nature*, même si ces deux évocations ne signifient pas exactement la même chose.

Aujourd'hui encore, les avis restent partagés. Pour sensibiliser le grand public, le mot *biodiversité* apparaît à certains comme froid et dénué d'émotion, ne faisant pas appel à nos sens, alors que *protection de la nature* invite à la participation, voire à l'engagement.

Quoi qu'il en soit, la biodiversité s'impose chaque jour davantage dans les esprits, avec le sentiment qu'il convient de la protéger. Cette prise de conscience collective est finalement assez tardive. Et avec le recul, on peut se demander si les « protecteurs » de la nature n'auraient pas une certaine part de responsabilité.

Souvenons-nous. Il y a quelque trente-cinq ans, les acteurs de la protection de la nature considéraient en toute bonne foi qu'il fallait isoler les espèces et les espaces sensibles. En clair, seuls quelques initiés avaient compétences à sauvegarder la nature, tandis que le grand public ne pouvait que perturber les efforts engagés. C'était, d'une certaine manière, le temps de la nature « sous cloche ». Aujourd'hui, tout en restant attentifs aux dangers du dérangement occasionné par la présence de l'homme, le partage est au rendez-vous. Les protecteurs de la nature ont désormais la certitude que c'est en associant le plus grand nombre que le fameux patrimoine naturel, si souvent évoqué, échappera au déclin.

L'époque de la « chasse gardée » a pourtant, indirectement, porté ses fruits en matière de pédagogie. Les efforts engagés furent en effet souvent couronnés de succès et eurent une valeur d'exemple qui ne manqua pas de sensibiliser l'opinion. Ainsi, alors qu'il ne restait qu'une dizaine de couples de cigognes blanches en France, l'effectif est passé à près de 2 000 aujourd'hui.

De même, les opérations de réintroduction de vautours fauves conduiront à porter les effectifs de ces rapaces de 80 couples à plus de 1 000.

Même bilan positif pour le castor d'Europe, qui recolonisera peu à peu son territoire, ou pour la loutre ou encore pour le lynx qui affichent tous deux un retour spectaculaire.

Toutes ces opérations largement médiatisées contribueront à mesurer la richesse d'une faune méconnue et à aigui-

ser les curiosités. Les médias, et plus particulièrement la télévision, ont également joué un rôle essentiel dans cette sensibilisation. Christian Zuber, caméra au poing, nous invitait à parcourir le monde en surmontant les peurs et les dangers pour découvrir une faune aussi belle que fragile. L'homme au bonnet rouge (le commandant Jacques-Yves Cousteau) et sa Calypso nous plongeait dans l'univers inconnu des océans. Il multipliera ainsi les vocations d'océanographes. L'émission télévisée *Les animaux du Monde*, de François de La Grange, fera œuvre pédagogique en *prime time*, tandis qu'*Animalia* contribuera elle aussi à satisfaire les curieux de nature.

Mais les moyens financiers accordés à ces émissions ne résisteront pas à l'arrivée de la superproduction *Ushuaia*. Flirtant initialement avec l'extrême, Nicolas Hulot finit par s'attarder sur la splendeur naturelle. Ses images d'une beauté à couper le souffle valorisent une faune comme jamais auparavant. Les « séquences émotion » entrent dans les mœurs.

Le soufflé est pourtant retombé. Fini, les grands rendez-vous avec nos voisins de la planète, les animaux. Terminé, les magazines consacrés aux histoires naturelles.

En cause, des raisons budgétaires, des sondages insuffisants ou des relations tendues entre producteurs et diffuseurs.

Le thème de la biodiversité, laissé vacant, va pourtant se réinviter de manière non négligeable dans les journaux télévisés, ouvrant une nouvelle porte à la sensibilisation du public. Dans le même temps, le grand écran accompagne la demande. Surmontant les difficultés financières et techniques, Jacques Perrin a réussi tous ses paris. Après *Microcosmos-Le peuple de l'herbe*, après *Le Peuple singe* et *Le Peuple migrant*, c'est son film *Océans* qui remplit les salles obscures. Même succès planétaire pour *La Marche de l'Empereur*, le film de Luc Jacquet. Ces longs-métrages ont non seulement permis de toucher un vaste public, mais leur promotion relayée par la presse les a élevés au rang d'événements. La faune en fut incontestablement la bénéficiaire.

Reste que la notion de biodiversité demeure bien difficile à identifier. À la question : « Qu'est-ce que la biodiversité ? », peu de gens savent répondre. S'agit-il des animaux ? Des plantes ? Des biotopes ? De l'histoire de la planète ? Les réponses associent confusément toutes ces approches sans vraiment tenir compte de sa fragilité, et donc de la nécessité de la préserver.

Du reste, la notion de biodiversité semble si complexe que la question du changement climatique apparaît comme évidente, au point de lui faire de l'ombre.

À cet égard, le Grenelle de l'Environnement a été révélateur. La biodiversité, certes rehaussée grâce au Grenelle, est restée cependant en retrait par rapport aux autres priorités.

Les quelques experts qui en ont fait le constat en proposent une explication assez simple. Au fond, il est plus facile pour le citoyen de participer à la réduction des gaz à effet de serre (en économisant notamment l'énergie) qu'à la préservation de la biodiversité. Cette dernière semblant réservée aux spécialistes compétents.

L'analyse ne démérite pas, car elle pointe la difficulté d'agir dans le secteur du vivant. À ce propos, l'opinion publique considère que les grandes ONG font déjà le travail et que le citoyen n'a guère de compétence pour s'investir. Dès lors, on pourrait croire que la porte d'entrée reste l'adhésion à une association de protection de la nature. Mais, là encore, le constat n'est guère encourageant. Alors qu'en Angleterre, la *Royal Society for the Protection of Birds* compte plus d'un million d'adhérents, la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), en France, flirte avec les 45 000 membres. De même, le *birdwatching* s'apparente à un sport national dans les pays anglo-saxons, alors qu'il s'impose tout juste dans l'Hexagone.

Ce différentiel s'explique très certainement par des singularités culturelles. Spontanément, le Français n'est pas enclin à l'adhésion (peut-être parce qu'il a peur d'être « encarté » !), alors que l'Anglo-saxon affiche avec fierté son appartenance à une ONG.

On constate en revanche que la France se montre exemplaire en situation de crise. Ainsi, lors de la catastrophe de l'Erika, en 1999, plus de huit cents bénévoles sont intervenus pour soigner les oiseaux mazoutés. Chacun d'entre eux offrant un minimum de huit jours, parfois sur son temps de travail, à la cause. Lors d'une enquête conduite durant cette période d'intervention, il est apparu que 80 % des bénévoles n'appartenait à... aucune association ! L'élan du cœur avait suffi à les motiver. De même, les dons, plus que les adhésions, témoignent d'une solidarité lorsqu'une situation affectant la biodiversité se fait jour. À ce titre, les nombreuses interventions de la LPO pour combattre le braconnage des tourterelles dans le Médoc ou des ortolans dans les Landes, ont incontestablement généré une compassion à l'égard de cette association. Par ailleurs, certaines études (dont la fiabilité reste à apprécier) semblent montrer que l'adhésion à une association relève plus du fonctionnel que de l'entraide. Ainsi, un tiers des personnes adhérant le ferait dans l'espoir d'obtenir des avantages pratiques (entrée à prix réduit dans les musées, ouvrages sur la nature à prix cassés, etc.). Un autre tiers espérerait combler un vide relationnel (l'association apporterait l'espoir de rencontres potentielles). Seul le dernier tiers s'investirait réellement dans une cause qui le touche.

De fait, les associations, qui se sont professionnalisées au cours des deux dernières décennies, ont orienté prioritairement leur stratégie vers les actions de terrain et le renforcement de leur organisation interne (avec notamment le recrutement de salariés), de leur réseau juridique, ou encore de leurs relations avec les élus ou les entreprises, laissant de côté la captation des adhérents. Ainsi, hormis des ONG comme Greenpeace ou le WWF qui ont très tôt intégré un *marketing* d'adhésion, les associations en charge de la biodiversité admettent volontiers leur faiblesse à ce propos. Si l'on devait résumer, elles considèrent que c'est l'adhérent qui doit venir à elles, et non elles qui doivent le séduire.

On constate cependant que cet état d'esprit, certes louable mais n'incitant pas au développement des associations, est de moins en moins d'actualité, tout du moins pour de grosses organisations comme France Nature



© Jean Gaumy/MAGNUM

« Ainsi, lors de la catastrophe de l'Erika, en 1999, plus de huit cents bénévoles sont intervenus pour soigner les oiseaux mazoutés », une équipe de volontaires nettoyant une plage après le naufrage de l'Erika, décembre 1999.

Environnement (FNE), qui fédère plus de 3 000 associations. Sautant le pas, FNE s'est entourée de spécialistes en communication et a même pris le parti de choquer... pour être reconnue, voire simplement connue. Ainsi, en 2011, la campagne d'affichage mettant (indirectement) en cause les agriculteurs bretons dans l'invasion des côtes par des algues vertes a généré de vives protestations dans la presse.

Divers acteurs, comme la FNSEA ou le Conseil régional de Bretagne, ont si vertement réagi que la polémique a enflé, donnant dans le même temps une nouvelle visibilité à FNE. En seulement huit jours, même le Président de la République faisait référence à la Fédération. Chacun sait désormais que, sans les médias, même les causes les plus justes ne trouvent pas d'écho. Cela dit, la presse ne s'attarde généralement que sur l'événementiel. En la matière, le savoir-faire de Greenpeace est exemplaire. Mais toutes les associations de protection de la nature ne peuvent ni agir en flirtant avec l'illégalité, ni faire preuve de la même créativité.

Reste une technique indémodable, faire battre les cœurs ! C'est là qu'intervient une véritable ménagerie aussi émouvante qu'incitatrice à la solidarité.

Au palmarès des animaux stars, le panda a conquis la plus haute marche du podium. Son minois bon enfant et ses allures de nounours en font un irrésistible ambassadeur. De plus, l'impossibilité pour le grand public de l'observer dans la nature en a fait un animal quasi mythique s'apparentant

à un personnage de bande dessinée. Dès lors, lorsque la Chine accepte d'en prêter quelques représentants à un zoo, l'affaire génère une médiatisation dépassant la visite d'un chef d'Etat. Le parc de Beauval (Loir-et-Cher), qui accueillait en 2012 deux pandas confiés provisoirement par la Chine, en a fait l'éclatante démonstration.

Mais, outre les pandas qui, par leur image, « servent la cause », on constate que seuls les bébés phoques atteignent une popularité comparable. Dans la liste des animaux stars, il faut également intégrer le tigre, l'éléphant, le rhinocéros, l'ours blanc et bien d'autres espèces encore qui incarnent une faune sauvage aussi fascinante que fragile.

Partant de ce constat, certaines organisations de protection de la nature britanniques, qui s'attachaient à préserver des espèces moins séduisantes, ont fini par afficher un réel agacement face à cette « concurrence ». L'émotion fut si grande que l'Institut de Conservation et d'Ecologie de l'Université de Durrell s'est penchée sur le problème et a identifié quatre-vingts « espèces-phares » qui cannibalisaient 60 % des dons. À ce jour, le conflit n'est toujours pas tranché, mais la recommandation de l'Institut est de choisir des « mascottes alternatives », qui auraient besoin de fonds, en urgence. Parmi les nouveaux élus, figurent le colobe rouge (un singe d'Afrique centrale) et le raton laveur pygmée du Mexique. Pas sûr qu'ils fassent recette !

Quoi qu'il en soit, la complexité des enjeux liés à la préservation de la biodiversité conduit à renforcer la nécessité

de trouver des espèces incarnant symboliquement le combat à mener. Ainsi, les zones humides, qui sont passées de 5 millions d'hectares il y a un demi-siècle à 3 millions aujourd'hui, figurent parmi les milieux prioritaires à l'épanouissement de la biodiversité. Leur déclin annonce celui d'une faune et d'une flore dramatiquement fragilisées. Or, ce constat, partagé et évoqué par tous les scientifiques impliqués, ne trouve aucun écho dans l'opinion publique. Ainsi, la LPO, qui s'est beaucoup investie dans la sauvegarde des marais de l'ouest de la France, a été contrainte de valoriser prioritairement les espèces incarnant les zones humides (la barge à queue noire, le canard tadorne de Belon, voire le vison d'Europe ou la tortue cistude), faute de pouvoir plaider directement en faveur de la préservation du milieu naturel considéré.

Au registre des clefs permettant de sensibiliser à la protection de la nature, la notion d'« exploit » a le mérite d'éveiller la curiosité. Ainsi, qui prête attention au martinet noir ? Outre que son retour plutôt fidèle (fin avril) depuis les terres africaines envahit le ciel de ballets aériens et de sifflements caractéristiques, personne n'imagine qu'un as du ciel se donne en spectacle. Dès lors, lorsqu'un « animateur nature » explique que notre oiseau dort en volant, le respect et la volonté d'en savoir plus s'affichent immédiatement.

Il en va de même lorsque les « sorties nature » permettent de raconter qu'une hirondelle a parcouru 6 000 km pour revenir à l'endroit précis qui l'a vue naître, afin de donner la vie à son tour.

Admiration identique à propos du rouge-gorge dont le cœur bat 960 fois à la minute ou du faucon pèlerin, capable de faire des piqués pouvant atteindre les 180 km/h !

La découverte des records animaliers conduit à l'admiration et, par conséquent, au respect. Cette autre porte d'entrée pour capter l'attention sur la nature se vérifie tout particulièrement chez le jeune public. La capacité d'étonnement reste pourtant insuffisante. Le « déclic » s'opère davantage lors des séances de manipulation. Lorsque les enfants sont amenés à décortiquer une pelote de réjection d'un rapace, ils pénètrent avec curiosité dans l'univers de l'oiseau. La fabrication d'un nichoir (et son suivi, une fois celui-ci posé) favorise également les futures vocations. Une association comme la LPO sensibilise, dans cet espoir, plus de 100 000 jeunes par an.

Il convient cependant de noter que l'éducation à l'environnement n'est pas, de l'avis même des acteurs, au niveau espéré.

Lors de la récente Conférence Environnementale, le discours du Président de la République ainsi que celui du Premier ministre ont d'ailleurs souligné la nécessité de développer l'éducation à l'environnement. Cette démarche ne devra pas se cantonner aux seuls scolaires. Il convient aussi d'initier les grandes écoles (Mines, Magistrature, ENA, etc.) afin que les acteurs essentiels de la future société française aient conscience de l'enjeu.

Il est étonnant d'être encore obligé de marteler cette évidence aujourd'hui, car, en 2005, la Charte de



© Albert Montanier/BIOSPHOTO

« La Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) s'est beaucoup investie dans la sauvegarde des marais de l'ouest de la France », une unité mobile de soins aux oiseaux de la LPO installée sur une plage de l'île de Ré suite à une marée noire, mars 2008.

L'Environnement signifiait déjà clairement, dans son article 8, l'importance d'éduquer et de former à la préservation de l'environnement. Un an plus tard, l'Union européenne adoptait une nouvelle stratégie de développement durable qui inscrivait l'éducation et la formation dans les enjeux transversaux. Si les grands principes sont affirmés, la réalité est tout autre malgré quelques initiatives.

Le réseau « Ecole et Nature », un réseau national d'éducation à l'environnement qui se dessine au lendemain des années 1980, conserve l'ambition de mutualiser les compétences au niveau régional et départemental. Il n'est toutefois pas simple d'orchestrer toutes les bonnes volontés qui, finalement, agissent spontanément et sans grande expérience. Mais l'idée progresse. Elle conduira même à la création d'un Collectif français pour l'Education à l'Environnement (le CFEE, qui deviendra CFEEDD par l'adjonction du Développement durable) en 2000, lors des premières Assises de l'Education à l'Environnement tenues à Lille.

Les « GRAINES » (Groupements Régionaux d'Animation et d'Information à la Nature et à l'Environnement) rassemblent à l'échelon régional des associations, des établissements scolaires, des collectivités et, parfois, des entreprises, mais en tout état de cause des personnes soucieuses de promouvoir et développer l'éducation à l'environnement. Selon les régions, ces groupements disposent de salariés mobilisés pour développer l'éducation à l'environnement. Mais il faudra une réelle volonté politique au plus haut niveau pour que le principe d'éducation à la nature trouve la dimension qu'il mérite. Du reste, le CFEEDD lance une pétition nationale à l'attention des gouvernants pour le déploiement de tous les moyens permettant la mise en œuvre d'une ambitieuse politique d'éducation à la nature. Il a, par ailleurs, bien l'intention d'enfoncer le clou en 2012-2013, en vue des 3^{èmes} Assises Nationales. En attendant, les sorties nature, qui restent l'un des meilleurs outils de sensibilisation, sont freinées par des contraintes administratives (sécurité, encadrement, etc.) que l'on peut comprendre, mais qui finissent par desservir l'objectif.

Pour passer outre ces entraves, la Fondation Nicolas Hulot propose d'organiser des « BiodivParties ». À l'initiative des familles ou de groupes d'amis, il s'agit d'aller dans la nature pour créer un moment d'échanges et de convivialité afin de partager, grâce à des jeux, une meilleure connaissance de la nature. Neuf jeux différents (quiz, jeux des Sept familles, etc.) sont ainsi proposés en libre accès sur le site de la Fondation.

Parmi les instruments permettant d'impliquer le grand public en matière de protection de la nature, la science participative monte en puissance. Elle a le mérite de s'adresser au plus grand nombre sans que des compétences particulières soient demandées. Un rapport commandé à Gilles Bœuf, le Président du Muséum national d'Histoire naturelle, en 2011, prouve à quel point cette nouvelle activité reste indispensable pour alimenter la recherche en données, tout en répondant à la demande d'investissement du public. L'Observatoire des papillons des jardins initié par Noé Conservation, les enquêtes conduites par l'OPIE (Office pour

les insectes et leur environnement) sur le thème des insectes ou encore le « Visionature » initié par la Suisse, vers 2003, puis repris par la LPO, montrent bien cet engouement.

Actuellement, « Visionature », lancé plus particulièrement par les fédérations LPO des régions Aquitaine et PACA, peut se flatter d'avoir recueilli plusieurs millions de données portant sur les oiseaux, bien sûr, mais aussi sur les batraciens, les reptiles, les chiroptères, etc. Tous les naturalistes (pas forcément de haut niveau) qui participent à ces inventaires nous rappellent que nous restons les enfants des Cuvier, Buffon et autres Lamarck.

La France, dont les mamelles historiques restent « le labourage et le pâturage », n'échappe pas à son attachement pour la terre, même si la vie citadine a pris le pas sur la ruralité. En conséquence, rien d'étonnant à ce que le moindre lopin de terre soit porteur d'une potentialité de retour à la nature et conduise ce loisir qu'est le jardinage à une sensibilisation au bénéfice de la biodiversité. L'enquête réalisée par BVA pour Gamm Vert confirme cet engouement. Cultiver son potager, c'est avant tout un plaisir pour 91 % des personnes interrogées (à noter qu'un tiers des Français entretient un potager). Et contrairement à ce que l'on pourrait penser, cette activité tournée vers la nature n'est pas réservée aux retraités. Le sondage en question fait aussi apparaître que 66 % des 15-35 ans souhaitent cultiver leur propre jardin.

Jean-Claude Kaufman, sociologue et chercheur au CNRS, en confirme le potentiel : « le jardinage est, avec la cuisine, une des deux grandes passions qui se développent le plus en France ». Au-delà du potager, un simple jardin prend désormais autant d'importance que la maison elle-même. Le développement commercial des jardineries en témoigne. Mais l'idée du jardin à la française tracé au cordeau et, disons le, aseptisé, commence à passer de mode. Désormais, à l'image des jardins anglo-saxons s'apparentant davantage à la réalité de la nature, les Français veulent faire vivre leurs espaces verts. À cet égard, les « Refuges LPO » sont révélateurs. Créés en 1912 avec le concours des Américains, puis laissés en sommeil, ils furent relancés durant les années 2000, avant de connaître un succès inespéré.

Le principe en est simple. Il s'agit de signer une charte conduisant le propriétaire à ne pas chasser sur son terrain, à y réduire l'utilisation des pesticides, à y planter des essences favorables à la biodiversité, à nourrir les oiseaux en hiver ou à leur offrir des nichoirs au printemps, etc. En retour, la LPO s'engage à accompagner le propriétaire à travers des fiches techniques, des conseils, des rencontres, etc. Résultat : la LPO compte actuellement plus de 12 000 refuges, ce qui représente près de 19 000 hectares, le plus petit étant un balcon, le plus grand dépassant les 100 hectares. Cette initiative qui contribue clairement à favoriser l'épanouissement de la biodiversité ne se limite pas aux simples particuliers. De nombreuses municipalités ont suivi l'exemple en transformant leurs espaces verts en lieux d'accueil pour la faune. Même des grandes entreprises se sont engagées, sensibilisant du même coup leur personnel et faisant ainsi cheminer l'attention apportée à la biodiversité.



© Anne-Lore Mesnage/BIOSPOTO

« Le jardinage est, avec la cuisine, une des deux grandes passions qui se développent le plus en France », plants de poireaux d'un jardin urbain de la banlieue parisienne.

Sur l'impulsion de la présidente du MEDEF, le syndicat patronal a même désigné des représentants en charge de la question. Tandis que des associations d'entreprises, comme Orée, s'investissent depuis près de vingt ans pour intégrer la biodiversité dans leur structure.

Parmi les entreprises clairement engagées, on note Véolia, la Lyonnaise des Eaux, Carrefour, Yves Rocher, Séché-Environnement, LVMH, EDF, ERDF, Cemex, etc.

Leur engouement pour la nature n'a pas manqué de laisser planer un doute : ne s'agirait-il pas de *green washing* ?

Avec le temps, le tri s'est fait et l'on voit quelles entreprises persèverent. Pour ces dernières, l'investissement est double. Il permet de sensibiliser le personnel en interne, ce qui n'est pas négligeable puisqu'il peut se chiffrer à plusieurs dizaines de milliers de salariés, et il contribue souvent au financement d'actions de conservation portées par les ONG.

Avec sa fondation, Nature et Découverte figure parmi les entreprises les plus pragmatiques dans leur engagement au service de la sauvegarde des espèces et de la sensibilisation du public. Cela dit, l'investissement des entreprises a parfois ses limites. On a pu le constater en avril dernier au Conseil Economique Social et Environnemental, alors qu'une saisine visait à revisiter le statut de l'animal (encore considéré comme un simple « bien » par le Code civil). Après des mois d'auditions et de travail de réflexion, les *lobbies* s'opposant au projet ont eu gain de cause par un vote (à une voix près !), alors que la rédaction de la saisine n'était même pas terminée ! Aux côtés des opposants (agriculteurs, chasseurs, pêcheurs, etc.), on retrouvait les deux représentants des entreprises...

Les impulsions initiées (ou non !) par le gouvernement restent essentielles pour l'avenir d'une sensibilisation à la nature. La Stratégie Nationale de la Biodiversité, par exemple, a déclenché une volonté collective d'implication, même si l'on peut regretter le manque de relationnel entre les régions et l'Etat, durant le Grenelle de l'Environnement. Le nouveau paysage politique pourrait relancer la collaboration.

De même, la « Trame verte et bleue » commence à se concrétiser sur le terrain, entraînant dans sa mise en œuvre une évidente sensibilisation. Par ailleurs, les communes (peu nombreuses, il est vrai) qui sont engagées dans l'élaboration d'« Atlas Communaux de la Biodiversité » portent le message du patrimoine naturel de proximité vers leurs administrés.

En conclusion, même si l'on constate que la sensibilisation du grand public à la nature reste clairement insuffisante, la démarche est désormais manifeste.

Victor Hugo ne disait-il pas : « Rien n'arrête une idée dont le temps est venu » ?

Note

* Président de la Ligue pour la Protection des Oiseaux.

L'évaluation de la nature et des écosystèmes : le cas du Royaume-Uni

Par Jean-Philippe LAFONTAINE*

L'UK NEA (*United Kingdom National Ecosystem Assessment*) (1) a réalisé, pour la première fois au Royaume-Uni, une évaluation de la nature et des écosystèmes en termes de coûts/bénéfices pour le développement des activités économiques et le bien-être des hommes. Les données produites dans le cadre de cette étude doivent permettre de mieux prendre en compte l'environnement dans les prises de décision à tous les niveaux (international, national, local et individuel) ainsi que dans les entreprises.

Le rapport de synthèse de l'UK NEA (*United Kingdom National Ecosystem Assessment*) a été rendu public en juin 2011. Destiné au grand public, il décrit de façon simplifiée les objectifs, le cadre conceptuel, la méthodologie et les enseignements d'une étude réalisée pendant deux ans pour apporter des éléments sur la valeur de la nature et des écosystèmes du Royaume-Uni. Ce document est organisé en cinq parties :

- a) Présentation des objectifs de l'UK NEA et des principaux enseignements de l'étude sur l'état de la nature et des écosystèmes du Royaume-Uni,
- b) Présentation simplifiée des écosystèmes étudiés et des services qu'ils rendent dans les domaines de l'économie, de la santé et de la société,
- c) Développement des thèmes évoqués dans les parties précédentes sous la forme de dix questions/réponses, avec, à chaque fois, une synthèse claire des principaux résultats que viennent illustrer de nombreux graphiques, tableaux et photos,
- d) Évaluation des contributions de l'Angleterre, de l'Irlande du Nord, de l'Écosse et du Pays de Galles dans les résultats obtenus au niveau du Royaume-Uni,
- e) enfin, des annexes qui précisent certains points du rapport et qui renvoient aux vingt-sept chapitres consultables sur Internet. Certains chapitres ne sont encore disponibles que sous une forme provisoire (à la mi-2012).

Le cadre conceptuel de l'UK NEA

Le cadre conceptuel de l'UK NEA définit tout d'abord un modèle qui permet de visualiser les relations extrêmement complexes qui existent entre la nature et les hommes. Ce

cadre précise ensuite le raisonnement qui permet d'évaluer l'impact des services rendus par les écosystèmes sur le bien-être des hommes. Enfin, l'étude propose des outils pour se projeter dans le futur et aider les décideurs à prendre en compte la nature et le bien-être des hommes dans leurs décisions.

Un modèle pour décrire les relations complexes entre la nature et les hommes

La figure 1 de la page suivante reprend les principaux éléments du cadre conceptuel, ainsi que les relations qui les lient les uns aux autres. Le cycle que dessine le modèle met en évidence le fait qu'une modification de l'un des éléments peut avoir un impact (plus ou moins fort, plus ou moins direct, positif ou négatif...) sur les éléments qui le suivent.

Deux points importants caractérisent ce modèle :

- ✓ D'une part, la base des écosystèmes est constituée par les processus fondamentaux de la vie sur Terre, qui impliquent l'air, le sol et l'eau, et qui conditionnent le développement et la survie de toutes les choses vivantes.
- ✓ D'autre part, les hommes y jouent un rôle particulièrement déterminant du fait que, contrairement aux autres organismes vivants, ils ont une influence énorme sur les écosystèmes, au Royaume-Uni comme partout ailleurs, en tant qu'inducteurs de changements par le jeu de la taille et de la densité de la population, des habitudes de consommation et des technologies utilisées.

Le cadre conceptuel de l'UK NEA peut être adapté à des problématiques aussi bien locales que nationales. La classification des services écosystémiques utilisée est inspirée de

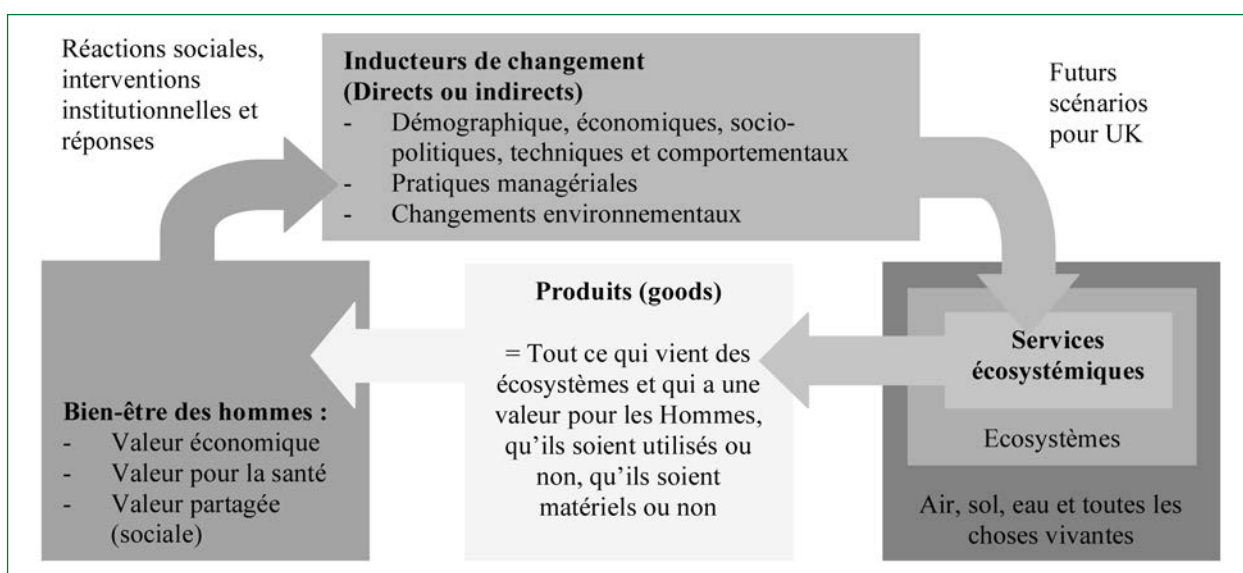


Figure 1 : La modélisation de l'écosystème « Royaume-Uni » d'après l'UK NEA. (Source : traduit de l'UK NEA, ch. 2, p. 3)

celle de TEEB (2) ; elle rejoint celle décrite dans l'article de Xavier Bonnet et Elen Lemaître-Curri, publié dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement* (3).

Un modèle pour évaluer l'apport des services écosystémiques au bien-être des hommes

Le choix fait des méthodes utilisées pour évaluer les services écosystémiques ne peut se comprendre que si l'on a en tête la définition du bien-être retenue dans le cadre de l'UK NEA : « Le bien-être est un état physique, social et mental positif. Ce n'est pas seulement l'absence de douleur, d'inconfort et d'incapacité. Cela nécessite que les besoins primaires soient assurés, que les individus trouvent un sens à leur vie et qu'ils se sentent capables de réaliser des objectifs personnels importants et d'avoir une place dans la société. Pour que le bien-être augmente, il faut entretenir des relations personnelles de soutien, appartenir à des communautés fortes, avoir une bonne santé, bénéficier d'une sécurité financière et personnelle, disposer d'un emploi valorisant et vivre dans un environnement sain et attractif. Le rôle du gouvernement est de permettre aux gens d'avoir un juste accès, maintenant et dans l'avenir, aux ressources sociales, économiques et environnementales dont ils ont besoin pour atteindre le bien-être. » (UK NEA, chapitre 2, p. 10, traduit de l'anglais par l'auteur).

Pour s'adapter à cette définition très ouverte du bien-être des hommes et à la grande diversité des services écosystémiques, l'UK NEA combine plusieurs types et techniques d'évaluation. Dans son positionnement instrumental, il est possible, en théorie, de calculer la valeur que les hommes attribuent à la biodiversité et aux services qu'elle rend. La valeur économique totale (VET) de la nature est ainsi égale à la somme des valeurs de tous les services éco-

systemiques qui auront été identifiés et valorisés, l'objectif étant de trouver une valeur économique au plus grand nombre possible de produits. Le tableau 1 de la page suivante résume les différentes valeurs retenues dans le cadre de l'étude de l'UK NEA. Toutes ces valeurs s'inspirent de la théorie néoclassique et de la théorie des marchés. Le tableau propose (*en italique*) des exemples de techniques en les classant (de gauche à droite) par ordre croissant de leur difficulté à obtenir une évaluation monétaire crédible.

Un modèle pour se projeter dans le futur

Le troisième point clé du cadre conceptuel de l'UK NEA concerne la formalisation d'un raisonnement permettant de se projeter dans le futur. Trois étapes sont prévues :

- ✓ a) la conception de scénarios de l'évolution politique, sociale et économique du Royaume-Uni,
- ✓ b) l'évaluation de l'impact de ces scénarios sur l'évolution de la nature,
- ✓ c) et, enfin, la formalisation de réponses possibles aux problèmes environnementaux que connaît (ou pourrait connaître à l'avenir) le Royaume-Uni.

La finalité des scénarios n'est pas de prévoir l'avenir, mais d'identifier des futurs possibles à partir de six variables : a) les connaissances scientifiques et techniques, b) la réglementation et l'Union européenne, c) les institutions politiques et la gouvernance, d) les comportements et les représentations des citoyens, e) le marché et les mesures d'incitation et, enfin, f) les technologies et les pratiques. Les six scénarios qui ont été construits (voir l'encadré 1) se projettent jusqu'en 2060, mais ils n'ont pas vocation à rester figés ; ils devraient évoluer, au fil du temps.

La dernière phase du cadre conceptuel de l'UK NEA consiste à modéliser les relations qui existent entre la situa-


Valeur économique totale=				
Valeur d'usage			Valeur de non-usage	
Valeur directe d'usage	Valeur indirecte d'usage	Valeur d'option	Valeur d'héritage	Valeurs d'existence
Valeur des productions qui peuvent être consommées directement	Valeur des avantages sociaux ou fonctionnels	Valeur potentielle d'un usage direct ou indirect dans le futur	Valeur de la préservation pour les générations futures	Valeur de la connaissance de l'existence future
<i>Prix du marché Fonction de production</i>	<i>Prix du marché Fonction de production Tarification hédoniste Evaluation contingente</i>	<i>Coûts de remplacement Coûts d'atténuation Coûts des dégâts évités</i>	<i>Evaluation contingente Election contingente</i>	
				
Difficulté croissante pour obtenir une évaluation monétaire				

Tableau 1 : Calcul de la valeur de la nature dans l'UK NEA.

Encadré 1**Les six scénarios de l'UK NEA pour le futur**

Scénario 1 : Une Terre verte et agréable (Green and Pleasant Land). La croissance économique est forte et se concentre sur les services, les activités économiques et l'industrie secondaire. L'industrie lourde a quasiment disparu. Il y a de moins en moins de pressions de la production et du logement sur les campagnes du Royaume-Uni, ce qui a un impact très positif sur la biodiversité.

Scénario 2 : La nature au travail (Nature@Work). Si le développement économique du Royaume-Uni se maintient au niveau actuel, mais que le respect de l'environnement est devenu une priorité dans les décisions économiques et politiques.

Scénario 3 : Le marché mondial (World Market). L'économie et le commerce se développent sans entraves. Le Royaume-Uni sort de l'Union européenne, les barrières douanières disparaissent et les importations augmentent. L'environnement n'est pas pris en compte dans les décisions économiques et politiques. La campagne devient de plus en plus industrialisée et urbanisée.

Scénario 4 : La sécurité nationale (National Security). Ce scénario reprend les grandes lignes du scénario précédent (Le marché mondial), mais les choix politiques vont privilégier le protectionnisme et l'autosuffisance du pays.

Scénario 5 : L'économie locale (Local Stewardship). Le développement du pays se ralentit, le Royaume-Uni réduit ses besoins en ressources et la pression sur la nature s'allège.

Scénario 6 : Suivre le courant (Go with the Flow). Ce scénario imagine ce que pourrait devenir le Royaume-Uni si les politiques environnementales et économiques restent les mêmes qu'aujourd'hui.

tion actuelle, les options de réponse qui s'offrent aux différents acteurs, l'évolution attendue des écosystèmes et le bien-être des hommes.

Ce modèle offre un cadre pour formuler et comparer des mesures (Options de réponse) en prenant en compte la situation initiale et l'évolution attendue de la valeur de la nature (Impacts). Là encore, les hommes (acteurs) jouent un rôle primordial dans le processus, au travers des coopérations mises en œuvre et des décisions prises à tous les niveaux.

La méthodologie de l'UK NEA

L'objet même de l'UK NEA est de déterminer la valeur de la nature et des services rendus par les écosystèmes du Royaume-Uni et de se doter ainsi d'un outil pour sélectionner les réponses les plus efficaces dans les différents scénarios envisagés. En cela, il est particulièrement ambitieux et complexe. On peut donc penser qu'il faudra beaucoup de temps et de travail pour obtenir des résultats satisfaisants. Pourtant, le cœur de l'étude a été réalisé en deux ans. Cette

performance n'a été rendue possible que par la conjonction de trois facteurs :

- ✓ D'une part, l'UK NEA est l'aboutissement de travaux réalisés au niveau mondial depuis près de trente ans pour tenir compte de l'environnement dans les prises de décision, notamment le *System of Environmental-Economic Accounting (SEEA)* (4), la publication de la Banque mondiale intitulée *Where is the wealth of nations?* (5) et dans son édition 2006, le *Millennium Ecosystem Assessment (MEA)*, (6) et le rapport TEEB, que nous avons déjà mentionné ;
- ✓ D'autre part, la méthode mise en œuvre repose sur une organisation rationnelle et scientifique du travail, associant plus de cinq cents scientifiques sous l'égide du Secrétariat d'Etat à l'Environnement, à l'Alimentation et aux Affaires rurales (DEFRA) ;
- ✓ Enfin, la communauté scientifique s'est fortement mobilisée ces dernières années pour apporter des réponses aux questions posées dans le cadre de l'UK NEA.

L'UK NEA a pour vocation d'être renouvelé régulièrement pour permettre d'évaluer l'efficacité des mesures qui seront mises en œuvre à tous les niveaux pour améliorer et pérenniser les services rendus par les écosystèmes et la nature à l'échelle du Royaume-Uni et des nations qui le composent. Il devrait donc stimuler de nombreuses recherches ultérieures.

Les principaux enseignements de l'UK NEA

Bien entendu, les apports de l'UK NEA sont nombreux, variés et intéressants, et surtout orientés vers la pédagogie en direction du grand public. Le rapport de synthèse les résume sous la forme d'encadrés listant les enseignements clés (*key findings*). Ces apports peuvent être regroupés en trois catégories : certains ont une portée générale puisqu'ils concernent l'état et le futur de la nature au Royaume-Uni ; d'autres, plus techniques, portent sur l'évaluation des services écosystémiques ; les derniers, enfin, se proposent d'aider les acteurs à mieux prendre en compte l'environnement dans leurs décisions et dans leur comportement dans le futur.

La confirmation de l'interdépendance entre les hommes et la nature au Royaume-Uni

L'UK NEA confirme la représentation, de plus en plus largement partagée de par le monde, selon laquelle la nature est fragile, alors même qu'elle est indispensable au bien-être des hommes. Six idées fortes se dégagent de l'UK NEA :

- a) La nature, sa biodiversité et ses écosystèmes jouent un rôle déterminant dans le bien-être des populations et dans leur prospérité économique, mais ils sont considérablement sous-évalués dans les analyses et les décisions économiques classiques.
- b) L'évolution de la société durant les soixante dernières années a considérablement modifié les écosystèmes, et par voie de conséquence les services qu'ils rendent et la façon dont les hommes en profitent.

- c) De nos jours, la plupart des services écosystémiques sont bien assurés au Royaume-Uni, mais certains d'entre eux vont décliner dans le futur.
- d) La population du Royaume-Uni va continuer à augmenter et ses besoins vont évoluer. Cela va considérablement accroître la pression exercée sur les services écosystémiques dans l'avenir alors que, dans le même temps, les conséquences du changement climatique vont se faire de plus en plus fortement ressentir, au Royaume-Uni comme dans le reste du monde.
- e) Les décisions qui sont prises aujourd'hui et les actions qui en découlent vont avoir des conséquences à long terme pour les écosystèmes, les services écosystémiques et le bien-être des humains. Il est donc important d'en prendre conscience, sinon les hommes risquent de passer à côté des meilleures décisions à prendre non seulement pour la société actuelle, mais aussi pour les générations futures.
- f) Pour tendre vers le développement durable, il faudra trouver une combinaison appropriée de mesures réglementaires, technologiques, financières, d'investissement et d'éducation, qui soit à même d'améliorer les comportements individuels et collectifs et qui permette d'adopter une vision plus globale de la gestion des écosystèmes.

Des propositions d'évaluation des services écosystémiques du Royaume-Uni

Les trois types de valeurs retenues par l'UK NEA ont abouti à des analyses différentes :

- ✓ Les services écosystémiques qui ont un impact sur l'activité économique des hommes ont donné lieu à une évaluation monétaire (*Economic Values*) (voir l'encadré 2 de la page suivante) ;
- ✓ L'évaluation des services rendus par les écosystèmes à la santé des hommes (*Health Values*) s'est contentée d'identifier le sens (positif ou négatif) de cet impact. Les travaux réalisés sur cette question ont permis de tester de nombreuses hypothèses. La qualité des réponses apportées à chaque problématique a été évaluée en fonction de deux axes : la validité de la preuve scientifique (significative ou limitée) et le degré d'adhésion de la communauté scientifique (forte ou faible). Cette évaluation n'est donc pas allée jusqu'à proposer des valeurs monétaires, exprimées en livres sterling...
- ✓ L'UK NEA ne propose pas d'évaluation de l'impact des écosystèmes au niveau de la société (*Shared Values*), mais elle engage plutôt la discussion sur les techniques qui permettraient, dans l'avenir, d'en réaliser une évaluation scientifique.

Des pistes pour mieux gérer les écosystèmes du Royaume-Uni

Sur ce dernier point, l'UK NEA réaffirme des évidences sur l'interdépendance entre la nature et les hommes et sur

Encadré 2**Exemples de valeurs économiques des services rendus par les écosystèmes au Royaume-Uni**

Exemples d'évaluations en fonction du passé (valeurs à prendre comme des ordres de grandeur) :

- ✓ Nourriture tirée de la mer = 600 millions de £ par an et aquaculture = 350 millions de £ par an.
- ✓ Pollinisation = 430 millions de £ par an.
- ✓ Valeur de la non utilisation de la biodiversité terrestre = entre 540 et 1 262 millions de £ par an.
- ✓ Valeur de la non utilisation de la biodiversité marine = autour de 1 700 millions de £ par an.
- ✓ Bois de construction = 100 millions de £ par an.
- ✓ Avantages tirés de la qualité des eaux des régions humides = 1 500 millions £ de par an.
- ✓ Avantages potentiels tirés de l'amélioration de la qualité des rivières = jusqu'à 1 100 millions de £ par an.
- ✓ Pertes imputables au changement climatique = entre 350 et 490 millions de £ par an.
- ✓ Valeur du charme de tous les types de marécages, y compris côtiers = 1,3 milliard de £ par an.
- ✓ Matières premières issues des produits de la mer = 95 millions de £ par an.
- ✓ Production industrielle britannique = 4 800 millions de £ par an, dont plus de 100 millions résultant de l'exploitation de la mer.
- ✓ Valeur totale de carbone capturé par les régions boisées britanniques = 680 millions de £ par an.
- ✓ Coût des émissions des gaz à effet de serre par l'agriculture britannique = 4 300 millions de £ par an.
- ✓ Coût des inondations = 1 400 millions de £ par an en moyenne et 3 200 millions de £ les années extrêmes.

Exemples d'évaluations basées sur les tendances et les scénarios (peu de travaux ont abouti à des chiffres) :

- ✓ Valeur de loisirs des écosystèmes = entre 1 000 et 65 000 millions de £ par an, selon leur emplacement.
- ✓ Valeur du charme des espaces verts urbains = entre - 1 900 millions de £ par an (perte) et + 2 300 millions de £ par an (gain), en fonction du contexte politique.
- ✓ Coût potentiel de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations à cause du changement climatique = plus de 20 000 millions de £ par an en 2060 selon des scénarios extrêmes (prix base 2010).

(Source : traduit et adapté de l'UK NEA, ch. 22, pp. 2-3)

la complexité des mesures qui peuvent être mises en œuvre pour sécuriser dans le futur la quantité et la qualité des services rendus par les écosystèmes du Royaume-Uni. De nombreuses pistes de réflexion sont proposées, avec l'ambition de pouvoir justifier par un degré d'efficacité satisfaisant toutes les mesures qui seront prises dans le cadre constitué par l'UK NEA. Ce souci de proposer un cadre homogène applicable à toutes les décisions publiques et privées peut en effet avoir un fort intérêt pédagogique en préparant le public à l'acceptation de contraintes supplémentaires ultérieures.

Les présupposés et les limites de l'UK NEA

Sans remettre en cause les qualités du travail réalisé dans le cadre de l'UK NEA, nous entendons ici discuter des présupposés qui sous-tendent ce type d'analyse. Trois ques-

tionnements sont proposés à la discussion. Le premier concerne la représentation de la nature proposée par l'UK NEA. Le deuxième s'intéresse aux outils d'évaluation des services écosystémiques mobilisés dans le cadre de l'UK NEA. Enfin, le troisième porte sur la place donnée aux marchés dans la logique de l'UK NEA.

Une représentation utilitaire de la nature et des écosystèmes

L'approche consistant à se doter des outils de comparaison de toutes les situations au moyen de valorisations monétaires peut avoir des effets contraires à l'objectif recherché. En effet, ces calculs peuvent amener les décideurs à accepter une détérioration de la nature pour obtenir une augmentation plus importante d'une autre variable et, au final, du Produit intérieur brut inclusif.

Le rapport lui-même indique d'ailleurs qu'il existe une autre approche selon laquelle la nature a le droit d'exister, et ce même sans fournir de services à l'humanité.

- ✓ "Nature has a right to exist outwith any benefit that we may derive from it."
- ✓ "The non-humanistic value of communities and species is the simplest of all to state: they should be conserved because they exist and because this existence is itself but the present expression of a continuing historical process of immense antiquity and majesty. Long standing existence in Nature is deemed to carry with it the unimpeachable right to continued existence."

Limites de l'évaluation économique des services écosystémiques

Le premier point qui peut être relevé à propos des techniques d'évaluation des services rendus par les écosystèmes est que l'UK NEA ne retient que des évaluations économiques inspirées de la vision néoclassique de l'économie et de la théorie des marchés.

Le deuxième point concerne les réserves traditionnellement mentionnées dans tous les travaux portant sur l'évaluation des services écosystémiques :

- ✓ L'impossibilité, dans la pratique, d'identifier tous les avantages que la nature apporte aux hommes, dans le présent et dans l'avenir,
- ✓ L'impossibilité, en théorie, d'additionner des valeurs qui reposent sur des approches différentes (valeur de marché, valeur d'usage, coût de production, coût de

maintien,...) pour obtenir une valeur économique totale de la nature,

- ✓ La prédominance du modèle actuariel proposé par la Banque mondiale dans l'ouvrage publié en 1998, *Where is the wealth of nations?* Dans ce modèle, les services rendus par les écosystèmes sont assimilés à des rentes qui peuvent être calculées annuellement et actualisées sur plusieurs années pour donner une valeur actuelle de la nature à un instant donné.

Les reproches les plus couramment adressés à cette méthode concernent (au minimum) trois éléments importants :

- ✓ L'évaluation des rentes de la nature est difficile puisqu'elle dépend des valeurs des services écosystémiques calculées pour le présent et le futur.
- ✓ La période d'actualisation : vingt-cinq ans, soit une génération (ce qui paraît plutôt court quand il s'agit de la nature),
- ✓ Le taux d'actualisation : 4%. Ce taux est considéré comme un taux « social », il est inférieur à ceux utilisés en gestion financière.

Il est important d'avoir conscience de ces réserves pour pouvoir interpréter et utiliser les enseignements de travaux comme ceux réalisés dans le cadre de l'UK NEA. Il faut cependant noter que le rapport de synthèse de l'UK NEA n'évoque pas ces limites, ce qui pourrait induire en erreur les lecteurs en leur laissant croire que l'évaluation des écosystèmes du Royaume-Uni serait aboutie. Comme nous l'avons vu précédemment, force est de constater qu'au bout du compte peu de services ont fait l'objet d'une évaluation monétaire par rapport à la quasi-infinité des avantages que

Encadré 3

Le prix du marché et le thon rouge

a/ La disparition annoncée du thon rouge...

« Une nouvelle étude danoise du professeur Brian MacKenzie de l'Université technique du Danemark et de son collègue Ransom Myers a démontré que les thons rouges étaient présents en Océan Atlantique en grand nombre, mais qu'une pêche abondante a précédé leur disparition dans la région et semble y avoir joué un rôle clé. Cette étude doit paraître dans une édition spéciale de la revue *Fisheries Species*. Pour Bernard Cressens, directeur des programmes du WWF, cette étude confirme celle réalisée par cette organisation sur le thon rouge et le cri d'alarme lancé en 2006 par les scientifiques du monde entier, lesquels avaient conclu à une surexploitation évidente et à l'extinction prochaine du thon rouge en l'absence de mesures drastiques. »

(source : http://www.actu-environnement.com/ae/news/wwf_thon_roue_cicta_3200.php4)

b/ ... malgré une envolée continue du cours du thon rouge

« Un thon rouge a été vendu jeudi au prix record de 565 000 euros lors de la première vente aux enchères de l'année au marché aux poissons de Tsukiji à Tokyo, le plus grand marché du monde. Le spécimen de 269 kilogrammes, pêché au large de la préfecture d'Aomori (nord du Japon), a été acheté par le propriétaire d'une célèbre chaîne de restaurants de sushi de Tokyo, Sushizanmai. À 56,49 millions de yens (565 000 euros), il s'agit du thon le plus cher de l'histoire du Japon, après le record de 32,49 millions de yens atteint l'an dernier.

la nature apporte au bien-être des hommes, beaucoup de ces avantages n'ayant probablement même pas encore été identifiés. En tout cas, les travaux de l'UK NEA ne donnent aucune évaluation de la valeur économique totale de la nature du Royaume-Uni...

Questionnement sur l'importance accordée aux prix de marché

Les travaux qui ont inspiré l'UK NEA considèrent que l'évaluation des services écosystémiques doit être réalisée, de préférence, aux prix du marché. Or, les rédacteurs de l'UK NEA reconnaissent eux-mêmes que cette méthode peut rarement être utilisée, faute de marché. Surtout, le prix du marché n'est pas toujours un outil efficace pour décourager une demande et sauver un écosystème ou un animal en voie de disparition, comme l'illustre le cas du thon rouge dont la disparition ne peut être enrayée malgré une envolée continue des prix de ce poisson sur les marchés (voir l'encadré 3 de la page précédente).

Conclusion

Le rapport de synthèse de l'*United Kingdom National Ecosystem Assessment* (UK NEA) a été rendu public en juin 2011. Il constitue une source d'information incontournable pour tous les acteurs du Royaume-Uni (ou d'ailleurs), quel que soit le niveau auquel ils ont à prendre des décisions : international, national, régional, local, individuel ou intra-entreprises.

Les lecteurs et les utilisateurs de l'UK NEA doivent à notre avis garder à l'esprit les présupposés idéologiques sur lesquels reposent ce travail et les réserves qui en découlent.

En effet, à l'opposé de l'approche française qui prend comme première hypothèse le caractère local et contingent de toute tentative d'évaluation monétaire, l'approche de la nature qui a été retenue au Royaume-Uni est exclusivement économique et a tendance à assimiler les écosystèmes à des biens et services marchands au travers des services qu'ils rendent au bien-être des hommes.

Avec ce type d'approche, la nature est mise au même niveau que le capital industriel et financier (et que le capital humain), ce qui risque d'aboutir à une détérioration de l'environnement par souci de préserver la croissance économique, l'emploi à court terme ou des intérêts, partisans ou individuels.

Notes

* Maître de Conférences, Institut d'Administration des Entreprises de Tours.

(1) Le rapport de synthèse de l'UK NEA est consultable en ligne à l'adresse suivante : <http://uknea.unep-wcmc.org/>

(2) The Economics of Business and Biodiversity: www.teebweb.org

(3) BONNET (X.) & LEMAITRE (E.), *Les services écosystémiques et leur valorisation*.

(4) Présentation du SEEA : <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea.asp>

(5) Ouvrage publié par la Banque mondiale sous le titre *Where is the wealth of nations ?* : <http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/214578-1110886258964/20748034/All.pdf>

(6) Accès au *Millenium Ecosystem Assessment* : <http://www.maweb.org/fr/index.aspx>

Biographies des auteurs

BŒUF Gilles

Gilles Boeuf est professeur à l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC), affecté à l'Observatoire Océanologique de Banyuls. Il est le Président du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) à Paris. Il a été durant six ans le directeur de l'Observatoire Océanologique de Banyuls. Après vingt années d'exercice à Brest pour l'IFREMER, il est devenu professeur à l'UPMC et a travaillé treize ans à Banyuls, où il poursuit encore certaines de ses activités d'enseignement et de recherche. Il a effectué plus de 100 missions à l'étranger, à destination d'une quarantaine de pays.

C'est un spécialiste de physiologie environnementale et d'endocrinologie, essentiellement des poissons, ainsi que de biodiversité, marine et terrestre. Il a également beaucoup travaillé sur les bases biologiques de l'aquaculture. Il a présidé les comités scientifiques de l'IFREMER et du MNHN, et a été membre de nombreux autres conseils scientifiques (CS), en particulier au CNRS. Il est aujourd'hui membre du CS du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité auprès du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie du CS de l'IFREMER et du comité d'éthique de l'INRA et du CIRAD. Il est membre du conseil d'administration des Aires Marines Protégées et Président du CS d'Agropolis International à Montpellier, membre du CS du centre des Sciences de la Mer de Monaco et Président de la Réserve naturelle de la Massane, dans les Pyrénées orientales. Il est l'auteur de plus de 390 articles scientifiques, de chapitres de livres et de communications. Il a été très mobilisé en 2010, année consacrée par les Nations Unies à la biodiversité, et a participé à de nombreuses conférences en France et à l'étranger portant sur l'océan, la biodiversité, l'adaptation au milieu et les ressources marines.

BONNET Xavier

Xavier Bonnet est chef du service de l'Économie, de l'Évaluation et de l'Intégration du Développement durable au Commissariat général du Développement durable (CGDD - ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie). Economiste-statisticien de l'Insee de formation, il a exercé en tant que modélisateur et conjoncturiste, conseiller en matière de politique publique au sein du ministère de l'Économie (direction de la Prévision et du Trésor), notamment en matière de politiques sectorielles.

BOUGRAIN-DUBOURG Allain

Engagé dans la conservation de la nature et des animaux dès l'enfance, Allain Bougrain-Dubourg crée un club des « Jeunes amis des animaux » au lycée Eugène Fromentin à La Rochelle. Initié par le Muséum d'Histoire naturelle de la ville, il participe à des séances de baguage et découvre l'herpétologie.

Durant sept ans, il parcourt la France et présente des reptiles et des rapaces (des « mal-aimés » pas encore protégés !) avec le soutien de Jean Rostand. Nommé lauréat de la Fondation de la Vocation, il entre à TF1 pour présenter *la vie des animaux* dans les émissions de la jeunesse, puis à Antenne 2.

Durant près de trente ans, il animera ou produira des émissions comme *Terre des Bêtes*, *Des animaux et des hommes*, *Animalia*, *Entre chiens et loups*, etc. Dans le même temps, il publie de nombreux ouvrages dont *Tendres Tueurs*, *Des animaux et des femmes*, *Curieux de Nature*, *Les Héros de la Biodiversité*, *Les 4 saisons du Marais Poitevin* et, prochainement, le *Dictionnaire passionné des animaux*.

Poursuivant ses activités dans l'audiovisuel via la société de production « Nature Productions », Allain Bougrain-Dubourg produit et anime avec Elisabeth de Fontenay, chaque dimanche sur France Inter (de 15h à 16h), l'émission *Vivre avec les Bêtes*.

Président de la Ligue pour la Protection des Oiseaux depuis 1986, Allain Bougrain-Dubourg est également membre du Conseil Economique Social et Environnemental, membre du conseil d'administration du Muséum national d'Histoire naturelle, de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, de la Fondation de la Vocation et de l'Association Nationale pour la Protection du Ciel et de l'Environnement Nocturne (A.N.P.C.E.N.).

Allain Bougrain-Dubourg est Chevalier de la Légion d'Honneur et Officier de l'Ordre National du Mérite.

CHEVASSUS-AU-LOUIS Bernard

Bernard Chevassus-au-Louis, normalien biologiste, docteur en sciences, est inspecteur général de l'Agriculture. Il préside actuellement l'OQUALI (Observatoire de la qualité de l'alimentation) et le Conseil d'orientation stratégique d'Agreenium (Consortium de recherche et formation agromomique). Il a réalisé sa carrière de recherche à l'INRA dans le domaine de l'aquaculture et a été directeur général de cet organisme. Il a été Président du Muséum national d'Histoire naturelle et Président du conseil d'administration de l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments). Il a également été Vice-président de la CGB (Commission du Génie Biomoléculaire), Président du conseil scientifique du CIRAD et a récemment présidé le groupe de travail du Centre d'analyse stratégique sur la valeur économique de la biodiversité.

COUVET Denis

Professeur au Muséum, Denis Couvet est directeur de l'UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC « Conservation des espèces, restauration et suivi des populations ». Il est ingé-

nieur agronome et titulaire d'une HDR en écologie et sciences de l'évolution.

Chercheur au CNRS de 1986 à 1998 et professeur associé à l'Ecole Polytechnique de 1997 à 2011, il est l'auteur de deux ouvrages et de plus d'une centaine de publications. Denis Couvet est aussi membre du conseil scientifique de la FRB et du HCB, correspondant à l'académie d'agriculture et éditeur associé de *Conservation Biology*.

Ecologue, modélisateur, ses premières recherches en écologie évolutive ont porté sur l'évolution des stratégies sexuelles et démographiques des espèces, en relation avec la structure des paysages, le devenir des espèces menacées, les effets du hasard et de la consanguinité.

Ses travaux actuels portent sur les stratégies de gestion de la biodiversité, l'intégration des mécanismes écologiques, évolutifs et socio-économiques, dans le cadre conceptuel des socio-écosystèmes. Ses travaux portent notamment sur le développement de trois outils complémentaires (observatoires, indicateurs et scénarios de biodiversité), le rôle des sciences participatives dans la construction de ces outils et les enjeux entourant le devenir de la nature ordinaire.

DELDUC Paul

Au ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, Paul Delduc est chargé de la protection des espèces animales et végétales sauvages, de la chasse et de la pêche en eau douce, ainsi que de la connaissance et de la stratégie nationale pour la biodiversité. Il s'est occupé de forêt et d'industries forestières, puis a rejoint, en 2001, l'agence des espaces verts de la région d'Île-de-France où il exercera les fonctions de directeur-adjoint jusqu'en 2007. Avant sa nomination dans ses fonctions actuelles en 2009, il a organisé le volet « nature et paysages » de la présidence française du Conseil de l'Union européenne en 2008.

GAUTHIER Odile

Odile Gauthier est directrice de l'Eau et de la Biodiversité au ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie. Normalienne, ingénieure générale des Mines, elle a débuté sa carrière à la DRIRE de Languedoc-Roussillon, puis est devenue chef du service de l'environnement industriel au ministère de l'Environnement, avant d'être détachée auprès de la Cour des comptes. Avant de rejoindre son poste actuel en 2009, elle a été nommée en 2003 directrice-adjointe des Etudes économiques et de l'Evaluation environnementale au ministère de l'Ecologie, puis, en 2006, directrice-adjointe de la Prévention des pollutions et des risques au sein du même ministère.

GIRY Eric

Eric Giry est ingénieur en chef des Ponts, des Eaux et des Forêts. Il est diplômé de l'Ecole nationale des ingénieurs des travaux ruraux (devenue Ecole nationale du génie de l'eau et de l'environnement) et de l'Institut d'administration des entreprises (IAE) de Paris.

Depuis septembre 2009, il occupe les fonctions de chef du service de la Stratégie agroalimentaire et du

Développement durable au sein de la direction générale des Politiques agricole, agroalimentaire et des territoires au ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt. Il exerce également, à ce titre, les responsabilités de commissaire du gouvernement auprès de l'Institut national de la qualité et de l'origine (INAO) ainsi qu'auprès du Haut conseil de la coopération agricole (HCCA). Il est membre du conseil d'administration de l'ADEME et du conseil d'administration de la SEMMARIS.

Il a occupé précédemment au ministère en charge de l'Agriculture différentes responsabilités, notamment à la tête de la sous-direction des Produits et des Marchés, de la sous-direction des Cultures et des Produits végétaux ou, successivement, comme chef du bureau de la Réglementation alimentaire et des Biotechnologies à la direction générale de l'Alimentation, chef du bureau du Sucre, des Productions non alimentaires et de deuxième transformation et chef du bureau Orient Asie et Financements à la direction des Politiques économiques et internationales.

GUILLOU Marion

Présidente d'Agreenium, ancienne présidente de l'Institut national de la recherche agronomique (juillet 2004-juillet 2012), Marion Guillou est très engagée sur les sujets de sécurité alimentaire mondiale et de croissance durable.

À l'INRA qu'elle a dirigé pendant quatre années (de 2000 à 2004) avant d'être nommée PDG, elle a modifié le positionnement stratégique des recherches vers les trois domaines suivants : l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Elle a ouvert les collaborations beaucoup plus largement à l'Europe et à l'international, et mis en place de grands programmes autour de grands enjeux de société, tels que l'adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique, les pratiques alimentaires ou la gestion intégrée de la santé animale.

Avec des écoles, instituts universitaires et de recherche, elle a été l'un des créateurs en 2010 d'« Agreenium », un opérateur de coopération en recherche, en formation, ayant connu un fort développement en réponse à des besoins ou demandes de coopération à l'échelon international (Haïti, Thaïlande, Brésil,...).

Marion Guillou préside le conseil d'administration de l'Ecole Polytechnique depuis mars 2008.

À titre personnel, Marion Guillou fait partie du groupe d'experts internationaux sur l'agriculture et le changement climatique (www.ccafs.cgiar.org/commission), du comité consultatif de l'académie chinoise des sciences agronomiques (CAAS) et de celui de l'IFPRI (*international food policy research institute*).

Elle vient de publier avec Gérard Matheron l'ouvrage intitulé *9 milliards d'hommes à nourrir*, Editions François Bourin, septembre 2011 [traduit en anglais sous le titre : *The World's challenge*, Ed. Quae, January 2012.]

Marion Guillou porte une attention particulière aux questions de biodiversité en tant que facteur de résilience des systèmes naturels ou cultivés.

JUFFÉ Michel

Michel Juffé a étudié la philosophie à la Sorbonne, avant d'obtenir un doctorat d'État ès lettres et sciences humaines (philosophie) en 1980.

Il est actuellement Vice-président du conseil scientifique de l'Association française pour la prévention des catastrophes naturelles.

Il était récemment le conseiller du Vice-président du Conseil général de l'Environnement et du Développement durable, au ministère de l'Ecologie (2003-2010).

Après avoir enseigné les sciences de l'éducation, la philosophie et l'anthropologie sociale dans diverses universités en France, puis à Madagascar et au Togo, il a été durant deux ans consultant pour la Banque mondiale en Guinée.

Il a ensuite poursuivi une double carrière de professeur dans l'enseignement supérieur (Ecole nationale des Ponts et Chaussées, Conservatoire national des arts et métiers, Université de Paris Marne-la-Vallée) et de conseiller pour divers services publics (des ministères : Travail, Agriculture, Culture, Equipement ; et des collectivités territoriales : région Nord-Pas-de-Calais, département de la Lozère), et entreprises publiques (Charbonnages de France, Institut géographique national, EDF, SNCF, Renault, Mutualité française, etc.)

Il est l'auteur, notamment, de :

- ✓ *Les fondements du lien social*. PUF, 1995 ;
- ✓ *Pouvoirs et valeurs dans l'entreprise*, ESKA, 1996 ;
- ✓ *La tragédie en héritage, de Freud à Sophocle*, Eshel, 1999 ;
- ✓ *Expériences de la perte*, direction du colloque de Cerisy (août 2004), PUF, 2005 ;
- ✓ *Quelle croissance pour l'humanité ?*, L'Harmattan, 2012 ;
- ✓ *Les valeurs de la République : principes et pratiques* (à paraître).

LAFONTAINE Jean-Philippe

Jean-Philippe Lafontaine est professeur agrégé en Economie et Gestion et maître de conférences en Sciences de gestion à l'Université François Rabelais de Tours. Il enseigne la comptabilité, le contrôle de gestion et la gestion financière au sein de l'Institut d'Administration des Entreprises de Tours. Il est directeur de la licence en Sciences de Gestion et coordonne les projets tutorés et la recherche des stages en L3 et en M1. Ses recherches sont réalisées dans le cadre du laboratoire Vallorem (Val de Loire Recherche en Management) et portent sur les outils de gestion, la performance globale des organisations et les accidents industriels.

LECOMPTE Philippe

Autodidacte et se formant en permanence aux disciplines en rapport avec l'apiculture, Philippe Lecompte est apiculteur professionnel, il est chef d'une exploitation.

Il est gérant de la SARL Annabeille & Philigrane, et est plus particulièrement responsable de la production, de la communication et de la commercialisation.

Il est notamment en charge du développement des ventes en magasins spécialisés et en grandes et moyennes surfaces (GMS) de la gamme de miels produits par la société précitée sous le signe de qualité « Agriculture biologique ».

À ce titre, il est partenaire d'entreprises leader du secteur, l'interlocuteur direct des GMS, des conditionneurs de miels bio et de miels conventionnels.

Il a été mandaté à maintes reprises par le SPMF (syndicat des producteurs de miel de France) pour gérer des dossiers techniques et syndicaux d'enjeux nationaux ou européens, notamment l'élaboration de cahiers de charges nationaux (label qualité), comme celui intitulé *Apiculture biologique* en 1994-1996 (Un signe de qualité qui concerne aujourd'hui plus d'une centaine de producteurs).

Il assure la présidence du RBA (Réseau Biodiversité pour les Abeilles) et est conseil en apiculture.

Il est également Président de l'ADAest (association de développement de l'apiculture en Champagne Ardenne, Lorraine et Alsace).

De même, il est fortement impliqué dans des actions à l'échelle internationale, comme la réalisation de missions au Togo et à Madagascar en 2003 ou la participation à des programmes de formation d'apiculteurs bio, en Bulgarie, par exemple, en 2002 sur proposition de l'ANDA.

LEMAÎTRE-CURRI Helen

Ingénieure en chef des Ponts, des Eaux et des Forêts, Helen Lemaître-Curri est chef du bureau des Biens publics globaux (Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable – Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie).

LERICHE Hélène

Hélène Leriche est docteur vétérinaire et docteur en Ecologie. Successivement ou concomitamment, elle est enseignant chercheur, experte, investie dans la politique de financement de la recherche en Biodiversité à l'IFB, médiatrice scientifique, animatrice de groupes de travail multi-acteurs, membre du COS et suppléante au conseil d'administration de la FRB, conseillère scientifique et responsable de programmes à la FNH. Elle est co-directrice avec Philippe Gouyon de l'ouvrage collectif intitulé *Aux origines de l'environnement* (publié chez Fayard). Actuellement, elle est responsable Biodiversité et expertise environnementale chez OREE ; elle est en charge du groupe de travail multi-acteurs « Biodiversité ; gestion opérationnelle ».

LESIGNE Jean-François

Ingénieur SUPELEC de formation, Jean-François Lesigne entre à EDF en 1983 au *dispatching* national. Successivement, il est exploitant de centrales hydro-électriques dans les Alpes et directeur du Groupe d'Exploitation Transport (GET) du Languedoc-Roussillon (exploitation et maintenance des lignes et postes électriques haute et très haute tension, de 63 000 à 400 000 volts). Depuis 2005, il est Attaché Environnement à RTE, responsable du Système de Management Environnemental de RTE et conseiller de

direction. Il est membre du Conseil d'Orientation Stratégique de la Fondation de Recherche sur la Biodiversité (FRB) et coordonne les activités du Club Infrastructures Linéaires et Biodiversité (CILB).

PEIX Catherine

Après avoir étudié et enseigné la biologie, Catherine Peix décide, au milieu des années 1980, de se consacrer au cinéma et au film documentaire. Pendant vingt ans, elle travaille avec de grands réalisateurs (Jean-Marie Poiré, Tim Haines, Jean-Paul Rappeneau, Jean Becker, Ralph Parson, Pedro Almodovar...) en tant que chef monteuse et réalisatrice. En 2004, Catherine Peix réalise une grande enquête sur Les Origines du Sida, qui lui permet de mêler sa passion pour le film à ses connaissances scientifiques. Elle consacre ensuite, pour la réalisation du film *Les Origines de la Pomme*, quatre années à la recherche de la pomme « originelle » au travers d'expéditions et de rencontres avec les scientifiques concernés. Catherine Peix est une des dernières personnes à avoir collaboré avec Aymak Djangaliev qui lui a confié, en quelque sorte, les clés du royaume, c'est pour cette raison qu'elle a créé en 2010 l'association ALMA (www.originedelapomme.com).

PIERMONT Laurent

Laurent Piermont est ingénieur agronome et docteur en écologie.

Il a été directeur général de Biochaleur, société dédiée au développement du bois énergie.

Il est actuellement Président Directeur Général de la Société Forestière et, à ce titre, Président du Fonds Carbone Européen et de CDC Biodiversité.

La Société Forestière, filiale de la Caisse des Dépôts, est le principal intervenant français dans le domaine de l'investissement forestier. Elle propose aussi des services d'assistance aux maîtres d'ouvrage sur le paysage et la biodiversité et intervient dans l'approvisionnement en bois et le financement des industries du bois.

Laurent Piermont a publié deux ouvrages aux éditions du Seuil :

- ✓ *L'énergie verte*, 1981 ;
- ✓ *Agir avec la nature – Vers des solutions durables*, Collection Science ouverte, avril 2010.

ROGEL-GAILLARD Claire

Claire Rogel-Gaillard est ingénieur agronome (INAPG/AgroParisTech) de formation, avec une spécialisation en productions animales. Après une thèse à l'Institut Pasteur en virologie humaine, elle est recrutée en tant que chercheur à l'INRA au sein du laboratoire de Génétique des Poissons. Elle rejoint ensuite l'unité mixte INRA-CEA de Radiobiologie et Etude du Génome qu'elle dirige durant deux ans avant qu'intervienne la fusion avec le Laboratoire de Génétique Animale et Biologie Intégrative dont elle assurera les fonctions de directrice-adjointe jusqu'en août 2011. Depuis septembre 2011, elle est conseillère scientifique auprès de la présidence de l'INRA. Dans la perspective de la mise en place de sys-

tèmes agricoles performants et durables, ses recherches en génétique moléculaire et immunogénétique la conduisent à mener des travaux sur le contrôle génétique de la réponse immunitaire chez le porc, avec des approches intégrées de phénotypage, de génétique et de génomique.

SAINTENY Guillaume

Guillaume Sainteny est maître de conférences à l'Ecole Polytechnique où il enseigne le développement durable.

Il a également enseigné cette matière à Sciences Po Paris de 1997 à 2008

Il a exercé plusieurs fonctions au sein du ministère en charge du Développement durable, notamment celles de directeur-adjoint du cabinet du Ministre, puis de directeur des Etudes économiques et de l'Evaluation environnementale

En 2010 et 2011, il a présidé une commission du CAS chargée de proposer des réformes dans le domaine des subventions publiques et des dépenses fiscales dommageables à la biodiversité, conformément aux engagements de l'accord de Nagoya et du Grenelle de l'Environnement.

Il a publié plusieurs ouvrages dont *La Fiscalité des espaces naturels*, Litec, 1992 ; *L'Introuvable écologisme français ?*, PUF, 2000 ; *Développement durable. Aspects stratégiques et opérationnels*, Editions Francis Lefebvre, 2010 ; *Plaidoyer pour l'écofiscalité*, Buchet-Chastel, 2012.

THIÉVENT Philippe

Docteur es Sciences/Ecologie, Philippe Thiévent a consacré sa vie privée et professionnelle à la préservation de la nature. Après des interventions contractuelles en tant qu'universitaire, il a créé une société, la CPRE, en 1986 et a mis en place sur une période de dix ans une équipe d'une quinzaine de spécialistes en écologie terrestre et aquatique, dédiée à l'étude et à l'amélioration de l'intégration des projets d'aménagement du territoire dans leur environnement. Il a ensuite rejoint Scetauroute (Egis), société d'ingénierie des infrastructures de transport, pour développer et intégrer de façon très concrète la prise en compte de l'environnement dans les projets. Il en est devenu le directeur-adjoint de l'environnement.

En 2006, il revient à ses préoccupations originelles relevant de la préservation de la nature, en tant que directeur de la Mission Biodiversité de la CDC, outil de préfiguration de CDC Biodiversité qu'il dirige depuis janvier 2008.

TUTENUIT Claire

Ancienne élève de l'Ecole Normale Supérieure, Claire Tutenuit est agrégée de mathématiques, lauréate de l'IEP-Paris et ingénieur au corps des Mines.

Après cinq années d'exercice au ministère de l'Industrie et quinze ans en entreprise dans les secteurs de l'environnement, de l'énergie et des hautes technologies, elle est depuis 2001 consultante indépendante en stratégie et organisation dans les mêmes secteurs.

Depuis fin 2005, elle dirige Entreprises pour l'Environnement (EpE), tout en poursuivant des activités de conseil.

For our English-speaking readers...

BIODIVERSITY

Editorial

Pierre COUVEINHES

Foreword

Claire TUTENUIT

Factors, issues and economic aspects

What is biodiversity? What are the factors of attrition?

Gilles BCEUF

In line with the resolution adopted in June 2002 at the Earth Summit in Johannesburg, the United Nations declared 2010 to be the international year of biodiversity. The resolution provided for curbing or even stopping(!) the attrition of biodiversity by 2010. All observations, starting with those reported at the Paris UNESCO conference in January 2010, provide evidence that the situation is more disturbing than ever.

Biodiversity and sustainable development: The stakes in "environmental recapitalization"

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS

The linkage between biodiversity and sustainable development is often seen from a short-term perspective with the goal of finding in the realm of living organisms resources for new products (biofuel, genetic resources, new drugs) so as to lift the limits on currently used resources. During the 20th century, the exploitation of natural resources drawn from biodiversity was grounded on three beliefs, which we now realize are erroneous: such resources cannot be depleted, they are free, and we can gradually reduce our dependence on them. To avoid dispelling illusions in the future, different principles should be worked out for the uses to which biodiversity is put. In particular, we should adopt new performance criteria and conceptions of innovation. Reflexion on the three types of "capital" – environmental, economic and human – related to sustainable development leads to formulating an ambitious political goal far beyond the mere proposal to stop depleting biodiversity. It calls for increasing our country's "environmental capital" not as a substitution for the other two but, on the contrary, in synergy with them.

Ecosystemic services and their value

Xavier BONNET and Hélène LEMÂÎTRE-CURRI

The rapid depletion of biodiversity owing to human behavior has stimulated thought about the economic toolbox to be used so that protecting biodiversity is compatible with development. Just as it is now widely accepted that the only way to sufficiently reduce greenhouse gas emissions is to set a price on them, questions are being asked about how to assign a value to biodiversity for the sake of protecting it. This issue turns out to be more complicated than the question of greenhouse gases...

Is taxation related to biodiversity?

Guillaume SAINTENY

Although taxes have been passed in several environmental fields (energy, transportation, climate, wastes, etc.), tax policy has hardly been used in biodiversity, whether at the international, European, national or local levels. In fact, there are no taxes on the depletion of biodiversity. Fiscal measures have been adopted over time without taking into account biodiversity. This especially holds for France. The French tax system's overall structure is disadvantageous for the con-

servation of biodiversity. This holds for estate, local and municipal taxes as well as taxes on the water supply.

The national strategy for biodiversity

Odile GAUTHIER and Paul DELDUC

France's approach to protecting biodiversity is described from the 1992 Convention on Biological Diversity till the second national strategy adopted in May 2011. The participation of stakeholders is examined as well as the mobilization in 2011 in view of advancing into a new phase when all decision-makers will be aware of the issue of biodiversity.

The national strategy for biodiversity: Progress toward pluralism and the diversity of collective decision-making

Michel JUFFÉ

Nietzsche, who had read Darwin, argued in favor of diversity in the human species, as Claude Lévi-Strauss would do seventy years later in his well-known book, *Race and history*. While Darwin's writings often alluded to the necessary diversity of "organized beings", the idea of protecting the diversity of life gradually advanced thanks to the creation of natural parks and the arguments formulated by Vladimir Vernadsky, Aldo Leopold, Jean Dorst, Stephen Jay Gould and many others. But all of them had a predecessor several hundred years ago: Montaigne, who accepted the idea that all living beings are of equal value and share the same fate. This movement did not achieve a political or legal scope till the June 1992 UN conference on the Environment and Development in Rio de Janeiro.

Agriculture, territorial development and biodiversity

Agriculture et biodiversité: Kindred prospects

Marion GUILLOU and Claire ROGEL-GAILLARD

More than a third of cultivated plants depend on pollinating insects, such as bees, for their reproduction. In Ireland, the contribution of earthworms to the fertility of the soil amounts to 700 million euros per year. Agriculture needs biodiversity, and contributes directly to it. In areas intensely worked by mankind, the interactions of biodiversity (plants, animals or microbes) with farming and forestry are numerous and essential. To boost positive synergy, it is indispensable to plan, provide incentives and make assessments. This is one of the challenges for the public farming policies that, with economic and environmental goals, are to be worked out at the European and local levels.

The windfall from the discovery of the origin of apple trees

Catherine PEIX

The secret of the origin of all apple trees is hidden in the ancestral forests of the Tian Shan mountains, where huge trees, rising over weeds and entwined in liana, abundantly produce a variety of extraordinary apples. These gems of biodiversity in the wild possess genes for resisting the major scourges afflicting cultivated apple trees. A silent tragedy is taking place in orchards. Since pesticides no longer adequately protect from massive attacks by fungus and pathologies, a frantic race is on – but lost in advance – toward using ever more pesticides dangerous for both people and the environment. Will *Malus sieversii*, the scientific name of the original apple tree, help us take up this challenge? Does it bear hope for growing new trees?

Bees and biodiversity

Discussion between Philippe LECOMPTE and Claire TUTENUIT

The world has recently become aware of a worrisome trend: from 40% to 50% of bee colonies have died out in the USA and 30% in Europe (with disparity between eastern and western Europe). As is now well known, bees render immense services, above all pollination, to nature and humanity. Jacques Lecomte, a (deceased) entomologist who worked for INRA, pointed out this function, now said to be "agro-eco-systemic", one of the three dimensions of biodiversity. Bees also serve as the sentinels of biodiversity: where they die out, other insects are also weakened. This is proof that all of biodiversity has been affected: bees are an "umbrella species". The awareness of their usefulness and the menaces against bees has spurred research. This article addresses three major questions: a) Why are bee colonies dying out? b) To what extent does this extinction represent a threat for humanity? c) Can we stop this trend?

Agriculture and biodiversity

Éric GIRY

Farming practices and the maintenance of biodiversity are closely, inseparably, related in France, where agriculture occupies 60% of the country's surface area. Though shrinking year after year owing to poorly controlled urban sprawl, agriculture can and must contribute to conserving and restoring biodiversity. Approaches and tools of a systemic sort should be used to help farming rediscover practices that favor biodiversity without giving up its initial assignment, namely: producing food under ever more competitive conditions. This key pre-occupation for the Ministry of Agriculture must be coherently addressed and, insofar as possible, be compatible with the arrangements worked out and implemented by the Ministry of Ecology and Sustainable Development.

Environmental compensation "if possible" under the 1976 Act on the Protection of Nature: An obligation for everyone

Laurent PIERMONT and Philippe THIÉVENT

Although the 1976 Act on the Protection of Nature contained a provision about compensation for the loss of biodiversity, it has turned out to be impossible to implement this principle in the opinion of most project managers. CDC Biodiversité, a subsidiary of CDC, has made a commercial offer related to this provision. For CDC Biodiversité, this compensation should be calculated not just in monetary terms but also in terms of "ecological equivalence". For this company, the concept of compensation must be clarified so as to establish more sustainable relations between economic development and the conservation of ecosystems.

Biodiversity and linear infrastructures: RTE's contribution to the Blue and Green Corridors

Jean-François LESIGNE

Different transportation networks have, historically, existed together and even overlapped. Down through the centuries, successive civilizations built and expanded networks. For example, aqueducts are existing evidence that the water supply system crossed Roman roads. The canal system was added onto the network of roads, not to mention the addition, in the 19th century, of railways and, in the 20th century, of superhighways, gas pipelines and grids for electricity and telecommunications. Engineers were capable of finding solutions so that these networks crossed each other while maintaining the operation of each. A new network has to be built: the Green and Blue Corridors, a network of waterways and of grass- or woodlands. For this purpose, nature scientists, engineers, developers and legislators must innovate and find solutions for problems which, sometimes complex, will entail studies and experiments. Without waiting for solutions to be found for all these problems, a start must be made on this new network.

Science, industry and biodiversity

Interfaces between the scientific community and society, or the need for a dialog between science and society on issues related to biodiversity

Hélène LERICHE

Science tries to understand biodiversity, but biodiversity is an issue for society that concerns several parties who play a part in the future of life and living beings. These parties raise questions about the depletion of biodiversity, but also possess the relevant know-how and possible responses for action and knowledge. Interfaces and dialogs are to be opened or reinforced so that both science and society show concern for biodiversity and help build our future.

Firms, players in biodiversity

Claire TUTENUIT

Most economic activities offer services in the place of those that nature provides but in a too limited quantity or at the cost of too much effort to satisfy all of humanity. Buildings have replaced caves and huts made of branches; hunting and gathering have yielded to farming; and there are cars in the place of horses, and chemicals in the place of natural glues, dyes, drugs, textiles and cosmetics... R&D in industry tries to develop efficient, productive, predictable systems that are easy to reproduce in a steady environment. Does this not signal a natural antinomy between biodiversity and the corporate world? This paradox is explored herein.

The irreducible diversity of biodiversity indicators

Denis COUVET

A wide range of indicators of biodiversity serves to design and assess public policies, and make different sectors of public opinion aware of issues in this field. Robust indicators that can be applied at the local level are needed to assess each stakeholder's impact. Combined with indicators of local pressure on resources, such as HANPP (Human Appropriation of Net Primary Production), the description of the current state could meet up to these specifications. Emphasis is laid on the importance of a coordination that involves both experimentation with new indicators and the reaching of an agreement among stakeholders about them. These indicators, rather than being merely descriptive, should characterize processes so that they can enter into simulations. They should assess biodiversity's reaction to global changes, in other words its adaptative capability. The systems of observation necessary for documenting indicators are of crucial importance; they could be pooled by the parties concerned.

How to expand awareness so that the public adapts its behavior to biodiversity?

Allain BOUGRAIN-DUBOURG

Thirty-five years ago, the protection of biodiversity was considered to be a matter for specialists. Nowadays, everyone agrees that our natural heritage will be conserved only if as many people as possible are involved. Besides the mass media, movies, shocking demonstrations and the mobilization of species (such as pandas or baby seals) symbolizing the cause, an essential vector for increasing public awareness of this issue is education and training in environmental studies. Much is yet to be done...

Assessing nature and ecosystems: The case of the United Kingdom

Jean-Philippe LAFONTAINE

For the first time in the United Kingdom, the National Ecosystem Assessment (NEA) has carried out a cost/benefit analysis of nature and ecosystems for the development of economic activities and the well-being of people. The data thus produced should help us take into account the environment in decision-making at all levels: international, national, local, corporate and individual.

Issue editor: Claire TUTENUIT

An unsere deutschsprachigen Leser...

DIE BIOLOGISCHE VIELFALT

Leitartikel

Pierre COUVEINHES

Vorwort

Claire TUTENUIT

Mechanismen, Strategien und wirtschaftliche Aspekte

Was bedeutet biologische Vielfalt ? Welche Mechanismen bewirken ihre Erosion ?

Gilles BCEUF

Die Vereinten Nationen haben das Jahr 2010 zum „internationalen Jahr der biologischen Vielfalt“ erklärt, nachdem sie im Juni 2002 während des Erdgipfels in Johannesburg den Beschluss gefasst hatten, die Erosion der biologischen Vielfalt müsse bis 1910 gebremst oder sogar aufgehalten (!) werden. Doch alle Bestandsaufnahmen aus dem Jahr 2010, und zwar schon seit der Konferenz der Unesco im Januar desselben Jahres in Paris, haben gezeigt, dass die Lage noch nie so besorgniserregend war.

Biologische Vielfalt und Nachhaltigkeit : die Strategien der „ökologischen Rekapitalisierung“

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS

Das Verhältnis zwischen biologischer Vielfalt und Nachhaltigkeit wird häufig unter kurzfristigen Gesichtspunkten betrachtet, die darauf abzielen, neue Ressourcen für neue Produktionen zu erschließen (nachwachsende Brennstoffe, genetische Ressourcen, neue Medikamente), um vor allem die begrenzte Verfügbarkeit einer gewissen Anzahl von gegenwärtig genutzten Ressourcen auszugleichen. Im Laufe des 20. Jahrhunderts war die Nutzung der natürlichen Ressourcen, die aus der biologischen Vielfalt hervorgehen, auf drei Überzeugungen zurückzuführen, die man heute als Irrtümer begreift : die Unerschöpflichkeit dieser Ressourcen, ihre kostenlose Verfügbarkeit und die progressive Verminderung unserer Abhängigkeit von ihnen. Um neue Desillusionen zu vermeiden, muss die Nutzung der biologischen Vielfalt in Zukunft auf anderen Prinzipien beruhen, insbesondere auf Innovationskonzepten und neuen Leistungskriterien. Ausgehend von Überlegungen zum Inhalt der drei Kategorien von „Kapital“, die für die Nachhaltigkeit relevant sind, bestünde ein ehrgeiziges politisches Ziel, das über den einfachen Vorschlag, den Rückgang der biologischen Vielfalt abzuwenden, weit hinausginge, darin, das ökologische Kapital Frankreichs zu erhöhen, ohne dabei die anderen Kapitalkategorien (wirtschaftliches und humanes Kapital) ersetzen zu wollen, sondern im Gegenteil in Synergie mit ihnen.

Die ökosystemischen Dienstleistungen und ihre Verwertung

Xavier BONNET und Hélène LEMAÎTRE-CURRI

Die schnelle Erosion der biologischen Vielfalt unter dem Einfluss der menschlichen Tätigkeit hat weltweit ein Nachdenken über wirtschaftliche Instrumente angeregt, die dazu geeignet sind, Schutz und Entwicklung zu vereinbaren. So wie es heute in der Theorie allgemein anerkannt ist, dass die Festlegung eines Preises für den Ausstoß von Treibhausgasen das einzige Mittel ist, sie hinreichend zu reduzieren, so wird nun auch die Frage diskutiert, ob die Verwertung der Artenvielfalt ein Mittel sein kann, sie zu schützen. Aber dieses Thema erweist sich als noch komplexer als das der Treibhausgasemissionen.

Gibt es wirklich eine Besteuerung der biologischen Vielfalt ?

Guillaume SAINTENY

Der Einsatz von Steuersystemen entwickelt sich auf zahlreichen umweltrelevanten Gebieten : Energie, Transport, Klima, Müll, etc. Hinsichtlich der biologischen Vielfalt finden sie jedoch noch wenig Anwendung. Dies scheint auf internationaler, europäischer, nationaler und lokaler Ebene zuzutreffen. Tatsächlich gibt es keine wirkliche Besteuerung der biologischen Vielfalt, sondern eher ein Steuerwesen, das historisch gewachsen ist, ohne die Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu berücksichtigen. Eine solche Situation ist insbesondere für Frankreich kennzeichnend. Im Ganzen genommen ist die Struktur des französischen Steuerwesens dem Erhalt der biologischen Vielfalt abträglich. Dies trifft auf die steuerliche Belastung des Vermögens zu, auf das kommunale Steuerwesen, die Steuern im Stadtbauwesen und in der Wasserwirtschaft.

Die französische Strategie für die biologische Vielfalt

Odile GAUTHIER und Paul DELDUC

Dieser Artikel beschreibt den Weg Frankreichs im Bereich des Schutzes der biologischen Vielfalt seit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt von 1992 bis zur zweiten nationalen Strategie für die biologische Vielfalt, die im Mai 2011 beschlossen wurde. Er behandelt insbesondere die Möglichkeiten der Teilnahme der Abnehmer und der Mobilisierung der Gesellschaft, um eine neue Phase für die Berücksichtigung der biologischen Vielfalt durch die verschiedenen Entscheidungsträger einzuleiten.

Die französische Strategie für die biologische Vielfalt : ein Fortschritt in Richtung auf Pluralismus und Vielfalt in den kollektiven Entscheidungsprozessen

Michel JUFFÉ

Als Leser Darwins plädierte Nietzsche bereits für die Vielfalt in der menschlichen Spezies so wie es Claude Lévi-Strauss siebzig Jahre später in seinem berühmten Werk „Race et histoire“ tat. Selbst wenn man bei Darwin zahlreiche Anspielungen auf die notwendige Vielfalt der „organisierten Lebewesen“ findet, kommt erst mit der Gründung von Naturparks und dann mit den Plädoyers für die Natur von Vladimir Vernadsky, Aldo Leopold, Jean Dorst, Stephen Jay Gould und vielen anderen der Begriff des Schutzes der Vielfalt des Lebens auf, der nach und nach Verbreitung fand. Doch schon mehrere hundert Jahre vorher war Montaigne ihnen vorausgegangen, als er anerkannte, dass alle Lebewesen das gleiche Schicksal teilen und den gleichen Wert haben. Erst anlässlich der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung, die 1992 in Rio-de-Janeiro (Brasilien) stattfand, gewann diese Bewegung politische, wenn nicht gar rechtliche Bedeutung.

Landwirtschaft, Landesplanung und biologische Vielfalt

Landwirtschaft und biologische Vielfalt : eine Zukunft der gegenseitigen Abhängigkeit

Marion GUILLOU und Claire ROGEL-GAILLARD

Mehr als ein Drittel der angebauten Pflanzen hängt von der Tätigkeit der bestäubenden Insekten (Bienen etc.) ab, um sich reproduzieren zu können. Der Beitrag der Regenwürmer zur Erhaltung der Fruchtbarkeit der Böden wurde in Irland auf eine jährliche Summe von 700 Millionen Euro geschätzt. Die Landwirtschaft ist auf die Artenvielfalt angewiesen und trägt gleichzeitig zu ihr bei. In den Ländern, in denen der

Raum weitgehend vom Menschen genutzt wird, sind die Wechselwirkungen zwischen landwirtschaftlichen oder forstwirtschaftlichen Tätigkeiten und der Vielfalt der Lebewesen (vegetabilisch, animalisch oder mikrobiell) von großer Bedeutung. Um positive Synergien zu fördern, ist es unbedingt notwendig, Raumplanung zu betreiben, Anreize zu schaffen und Auswertungen vorzunehmen. Dies ist eins der Anliegen der Landwirtschaftspolitik, die nicht nur der Wirtschaft sondern auch der Umwelt dienen, und die auf nationaler und europäischer Ebene durchgeführt werden müssten.

Die Herausforderungen der Entdeckung des Ursprungs des Apfelbaums

Catherine PEIX

Mitten in den „Himmlichen Bergen“ von Thian Shan, in uralten Wäldern, verbirgt sich das Geheimnis des Ursprungs aller Apfelbäume der Welt !

Über wilden Gräsern erheben sich diese riesigen mit Kletterpflanzen verflochtenen Bäume, die eine Fülle und Vielfalt von außerordentlichen Früchten hervorbringen. Diese Prachtexemplare der biologischen Vielfalt besitzen im Naturzustand Resistenzgene gegen die Plagen, die unsere gezüchteten Apfelbäume heimsuchen. Gegenwärtig spielt sich in unseren Obstgärten ein lautloses Drama ab. Die Pestizide schützen die Apfelbäume nicht mehr hinreichend vor massivem Pilzbefall und Krankheiten. Die Folge ist eine verzweifelter Überbietungswettbewerb (im voraus verloren) im Gebrauch von immer mehr Pestiziden, die für den Menschen und die Umwelt sehr gefährlich sind.

Wird der *malus sieversii* (die wissenschaftliche Bezeichnung für diesen ursprünglichen wildwachsenden Apfelbaum) es uns erlauben, diese Herausforderung anzunehmen ? Und wird er uns Hoffnungen auf eine neue Form der Baumzucht machen ?

Bienen und biologische Vielfalt

Diskussion zwischen Philippe LECOMPTE und Claire TUTENUIT

Weltweit hat sich seit einigen Jahren das Bewusstsein über die Bedeutung der Bienen durchgesetzt oder vielmehr über die Problematik ihrer beunruhigenden Entwicklung : 40 bis 50 % der Bienenvölker in den USA sind ausgestorben, 30 % in Europa, mit großen Unterschieden zwischen Ost- und Westeuropa. Es ist heute wohl bekannt, dass Bienen der Natur und der Menschheit unermessliche Dienste leisten, und zuerst den der Bestäubung, wie Jacques Lecompte, der (verstorbenen) Insektenforscher des Instituts INRA, herausfand und diese Funktion analysierte, die heute als agro-öko-systemisch bezeichnet wird, und die eine der drei Dimensionen der biologischen Vielfalt darstellt. Ein weiterer Dienst besteht in ihrer Signalfunktion für die biologische Vielfalt : dort, wo Bienen sterben, sind nachweislich auch andere Insekten geschwächt, was ein Zeichen dafür ist, dass die Artenvielfalt insgesamt bedroht ist (die Biene ermöglicht den Schutz anderer Arten, wenn sie selbst geschützt ist). Diese Erkenntnis ihrer Nützlichkeit und das Bewusstsein der bedrohlichen Umweltfaktoren haben den Anstoß zu den wissenschaftlichen Untersuchungen zu diesem Thema gegeben.

Wir geben hier die aktuellsten Antworten auf drei wichtige Fragen :

- ✓ Warum sterben Bienenvölker aus ?
- ✓ In welchem Maße bedroht das Bienensterben die Menschheit ?
- ✓ Lässt sich dieses Untergangsphänomen unter Kontrolle bringen ?

Landwirtschaft und biologische Vielfalt

Eric GIRY

Mit einer Fläche, die zu mehr als 60 % landwirtschaftlich genutzt wird, stehen Landwirtschaft und Erhalt der biologischen Vielfalt in Frankreich in einem engen und unauflösbaren Zusammenhang. Obwohl die Landwirtschaft aufgrund der von Jahr zu Jahr ausufernden Verstädterung zurückgeht, kann und muss sie zum Erhalt und zur Wiederherstellung der Artenvielfalt beitragen. Es muss deshalb darauf hingearbeitet werden, dass sie im Rahmen von systemischen Methoden und Instrumenten wieder an Praktiken anknüpfen kann, die geeignet sind, die biologische Vielfalt zu befördern, ohne dass sie auf die wichtigste Aufgabe der Produktion von Lebensmitteln unter immer stärkeren Wettbewerbsbedingungen verzichten müsste. Diese Aufgabe ist für das französische Landwirtschaftsministerium von zentraler Bedeutung. Ihre Bewältigung setzt Kohärenz und Komplementarität

voraus und sollte sich so weit wie möglich in die politischen Leitlinien integrieren lassen, die vom französischen Ministerium für Umwelt und Nachhaltigkeit erarbeitet wurden und angewandt werden.

Die ökologischen Ausgleichsflächen : „Wenn möglich“, nach dem Gesetz zum Naturschutz von 1976. Eine Verpflichtung, für uns

Laurent PIERMONT und Philippe THIÉVENT

Das Gesetz zum Naturschutz von 1976 hat zwar das Prinzip des Ausgleichs festgelegt, doch ist dieses nach Ansicht der meisten Bauherren unmöglich zu verwirklichen. Die Gesellschaft *CDC Biodiversité*, eine Tochtergesellschaft von *CDC*, schlägt den Bauherren, die aufgrund des Verlustes an biologischer Vielfalt zum Ausgleich verpflichtet sind, ein geschäftliches Angebot vor. Es ist ein Ausgleich, der für *CDC Biodiversité* nicht nur monetäre Gleichwertigkeit, sondern auch ökologische Gleichwertigkeit darstellen muss. Eine Klärung des Konzeptes des Ausgleichs ist deshalb für sie notwendig, um die Herstellung nachhaltiger Beziehungen zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und dem Erhalt der Ökosysteme zu begünstigen.

Biologische Vielfalt und lineare Infrastrukturen : der Beitrag von RTE zur Trame verte et bleue

Jean-François LESIGNE

Das gleichzeitige Vorhandensein verschiedener Verkehrs- und Transportnetze ist eine historische Realität. Die Zivilisationen, die im Laufe der Jahrhunderte aufeinander folgten, haben Netze gebaut, die schließlich nebeneinander bestehen und sich kreuzen : die Aquädukte mit ihren Wasserkanälen überquerten beispielsweise so manche römische Straße. Später wurde einem Netz von Kanälen ein Straßennetz hinzugefügt, dem im 19. Jh. ein Schienennetz folgte, dem wiederum im 20. Jh. die Autobahnen folgten, Ferngasleitungen, Stromleitungen und Telekommunikationsnetze. Die Ingenieure haben immer Lösungen gefunden, damit diese Netze sich kreuzen können und jedes seine Funktionalität aufrecht erhält. Heute muss ein neues Netz angelegt werden, la *Trame verte et bleue* (Netz ökologischer Korridore für biologische Vielfalt). Um dieses Vorhaben zu verwirklichen, müssen Naturforscher, Ingenieure, Stadtplaner und Politiker gemeinsam neue Wege beschreiten und nach Lösungen für Probleme suchen, die bisweilen komplex sind und weitere Untersuchungen und Versuche notwendig machen. Auch ohne die Lösung aller Probleme abzuwarten, muss mit der Arbeit an diesem Netz begonnen werden.

Wissenschaft, Industrie und biologische Vielfalt

Die Schnittstellen zwischen Wissenschaft und Zivilgesellschaft Oder die Notwendigkeit eines Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft über die Thematik der biologischen Vielfalt

Hélène LERICHE

Die Wissenschaft versucht, die biologische Vielfalt zu begreifen, aber im Grunde geht es um unsere Gesellschaft und die zahlreichen Akteure, die an der Erhaltung des Lebens teil haben. Von ihnen geht also nicht nur ein Teil der Fragen aus, die sich aus der Krise der biologischen Vielfalt ergeben, sondern auch ein Teil der Vorstellungen und möglichen Antworten, die sowohl für die Politik als auch für die Wissenschaft von Belang sind. Schnittstellen und Dialoge sind zu konstruieren oder zu verstärken, damit Wissenschaft und Gesellschaft der Problematik der biologischen Vielfalt Rechnung tragen und dabei helfen, unsere Zukunft zu sichern.

Die Unternehmen, Akteure der biologischen Vielfalt

Claire TUTENUIT

Die meisten wirtschaftlichen Tätigkeiten haben das Ziel, Dienste anstelle derjenigen Dienste zu leisten, die ehemals von der Natur angeboten wurden, aber in zu begrenzter Anzahl oder um den Preis allzu großer Anstrengungen, als dass sie die ganze Menschheit hätten

zufrieden stellen können : so haben Bauwerke die Grotten und Hütten aus Ästen und Zweigen ersetzt, Sammler und Jäger verwandelten sich in Ackerbauern, das Automobil verdrängte das Pferd, chemische Produkte ersetzten die natürlichen Klebstoffe, Arzneien, Textilien, oder Kosmetika ...Ihrem Wesen nach sucht und entwickelt die Industrie produktive und effiziente Systeme, die vorhersehbar sind und eine einfache Reproduktion gewährleisten, wenn ihr Umfeld von ausreichender Stabilität ist. Besteht also hier nicht eine natürliche Antinomie zwischen biologischer Vielfalt und Unternehmen ? Dies ist das Paradox, über das dieser Artikel nachdenken will.

Die irreduzible Vielfalt der Indizien und Indikatoren der biologischen Vielfalt

Denis COUVET

Ein breites Spektrum von Indikatoren für die biologische Vielfalt macht es möglich, öffentliche Politiken zu gestalten oder zu beurteilen und verschiedene Bevölkerungsgruppen zu sensibilisieren. Ergänzend zeigt es sich, dass es notwendig ist, über Indikatoren zu verfügen, die jedem Akteur eine messbare Wirkung zuschreiben, und die konstant und auch auf lokaler Ebene anwendbar sind.

In Verbindung mit Indikatoren lokalen Drucks (wie die *Human Appropriation of Net Primary Production*) könnte die Charakterisierung des Zustands der Gemeinwesen diesem Leistungsverzeichnis entsprechen.

Wir betonen die Bedeutung der Koordinierung zwischen Akteuren, die das Experimentieren mit neuen Indizien und das Erreichen einer zwischen verschiedenen Abnehmern erzielten Vereinbarung über Indikatoren miteinander kombinieren. Die Indikatoren müssten eher Prozesse charakterisieren, als sich auf eine beschreibende Funktion zu beschränken, damit sie im Rahmen von Drehbüchern benutzbar sein können. Diese Indikatoren müssten insbesondere die Reaktion der biologischen Vielfalt auf die globalen Veränderungen bewerten, das heißt ihre Anpassungsfähigkeit.

Kurzum, die Beobachtungssysteme, die für die Dokumentation dieser Indikatoren notwendig sind, haben eine entscheidende Bedeutung und

könnten Gegenstand einer gegenseitigen Verteilung der Mittel zwischen den betroffenen Akteuren sein.

Wie soll das breite Publikum sensibilisiert werden, damit es die biologische Vielfalt in seinem Verhalten berücksichtigt ?

Allain BOUGRAIN-DUBOURG

Noch vor fünfunddreißig Jahren wurde der Schutz der biologischen Vielfalt als eine Angelegenheit von Spezialisten betrachtet, während heute allgemein Übereinstimmung darüber herrscht, dass nur durch den Zusammenschluss der möglichst großen Zahl das oft beschworene natürliche Erbe vor dem Verfall gerettet werden kann.

Neben den Medien, dem Kino, Werbekampagnen, der Mobilisierung von symbolischen Tierarten für die gute Sache (wie Pandas oder Robbenbabies), bleibt einer der wichtigsten Vektoren der Sensibilisierung des breiten Publikums die Erziehung und die Förderung des Umweltbewusstseins. Aber auf diesem Gebiet gibt es noch viel zu tun.

Die Einschätzung der Natur und der Ökosysteme : eine Studie aus dem Vereinigten Königreich

Jean-Philippe LAFONTAINE

Die Studie *United Kingdom National Ecosystem Assessment* hat zum ersten Mal im Vereinigten Königreich eine Einschätzung der Natur und der Ökosysteme im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Kalkulation für die Entwicklung der wirtschaftlichen Tätigkeiten und den Wohlstand der Menschen vorgelegt. Die Ergebnisse dieser Studie müssten dazu dienen, die Umwelt in den Entscheidungsprozessen auf allen Ebenen (international, national, lokal und individuell) und in den Unternehmen besser zu berücksichtigen.

Koordinierung der Beiträge von Claire TUTENUIT

A nuestros lectores de lengua española...

LA BIODIVERSIDAD

Editorial

Pierre COUVEINHES

Prefacio

Claire TUTENUIT

Mecanismos, puntos claves y aspectos económicos

¿Qué es la biodiversidad? ¿De qué forma se afecta?

Gilles BCEUF

Las Naciones Unidas han declarado el año 2010 como el "Año Internacional de la Biodiversidad", a raíz de la resolución de la ONU aprobada en junio de 2002 en la Cumbre de la Tierra en Johannesburgo que buscaba frenar e incluso erradicar (!) la reducción de la biodiversidad para el 2010. Sin embargo, todos los resultados de los análisis realizados en 2010, incluso durante la Conferencia de la UNESCO celebrada en París en enero de ese año, han demostrado que la situación nunca había sido tan preocupante.

Biodiversidad y desarrollo sostenible, los asuntos claves de la "recapitalización ecológica"

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS

La relación entre biodiversidad y desarrollo sostenible se analiza frecuentemente dentro de una lógica a corto plazo que trata de buscar en la naturaleza nuevos recursos para nuevos productos (biocombustibles, recursos genéticos, medicamentos nuevos, etc.), especialmente con el fin de superar los límites de un cierto número de recursos actualmente utilizados.

En el siglo XX, la explotación de los recursos naturales provenientes de la biodiversidad se basó en tres principios, cuyo carácter erróneo se evidencia hoy: la inagotabilidad de estos recursos, su gratuidad y la reducción progresiva de nuestra dependencia de dichos recursos.

En el futuro, para evitar otras decepciones, el uso de la biodiversidad deberá basarse en principios diferentes, principalmente a través de la innovación y de nuevos criterios de rendimiento.

A partir de una reflexión sobre el contenido de los tres tipos de "capital" implicados en el desarrollo sostenible, un objetivo político ambicioso que va más allá de la simple propuesta de detener la pérdida de biodiversidad sería aumentar el "capital ecológico" de nuestro país, no como un sustituto de los otros dos tipos de capital (económico y humano), sino más bien en complemento de ellos.

Los servicios ecosistémicos y su valorización

Xavier BONNET y Hélène LEMAÎTRE-CURRI

La rápida disminución de la biodiversidad fomentada por el comportamiento humano ha lanzado una reflexión mundial sobre las herramientas económicas utilizadas para inscribir su protección en el desarrollo. De la misma manera en que hoy se acepta ampliamente, en teoría, el hecho de que poner un precio a las emisiones de gas de efecto invernadero es la única manera de reducirlos suficientemente, también se ha planteado el interrogante del valor de la biodiversidad como medio para protegerla. Sin embargo, esta área parece mucho más compleja que la de las emisiones de gases de efecto invernadero.

¿Existe realmente una fiscalidad de la biodiversidad?

Guillaume SAINTENY

El uso de impuestos se desarrolla en muchos campos relacionados con el medio ambiente: energía, transporte, clima, residuos, etc. Por el con-

trario, sigue siendo poco utilizado en materias de biodiversidad. Esto parece ser cierto a nivel internacional, europeo, nacional y local.

En realidad, no existe realmente una fiscalidad de la biodiversidad, sino más bien un sistema fiscal que se ha construido históricamente sin tener en cuenta su impacto en la biodiversidad. Esta es la situación más común en Francia. En regla general, la estructura del sistema fiscal francés no es favorable a la preservación de la biodiversidad. Por ejemplo, es el caso de los impuestos sobre la riqueza, los impuestos locales, los impuestos urbanísticos o del régimen fiscal que se aplica a la gestión del agua.

La estrategia nacional para la biodiversidad

Odile GAUTHIER y Paul DELDUC

En este artículo se describe el camino que Francia ha recorrido en la protección de la biodiversidad desde el Convenio sobre la Diversidad Biológica de 1992 hasta la segunda estrategia nacional para la biodiversidad, aprobada en mayo de 2011. En él se describe, en particular, el enfoque de la participación de los interesados y de la movilización social adoptada en 2011 para marcar una nueva etapa en el análisis de los problemas de biodiversidad por parte de los responsables de todo tipo.

La estrategia francesa para la biodiversidad, un progreso hacia el pluralismo y la diversidad en la toma de decisiones colectivas

Michel JUFFÉ

Nietzsche, lector de Darwin, abogaba por la diversidad dentro de la especie humana, al igual que Claude Lévi-Strauss setenta años más tarde, en su famoso libro Raza e Historia.

Incluso si en Darwin se encuentran muchas alusiones a la diversidad necesaria de los "seres organizados" fue sólo con la creación de parques naturales y con las peticiones por la naturaleza de Vladimir Vernadsky, Aldo Leopold, John Dorst, Stephen Jay Gould y muchos otros que la noción de proteger la "diversidad de los seres vivos" logró avanzar gradualmente. Es cierto que Montaigne los había precedido cientos de años antes, reconociendo que todos los seres vivos comparten el mismo destino y tienen el mismo valor.

Sin embargo, este movimiento sólo ha encontrado un alcance político e incluso jurídico con el motivo de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, celebrada en junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil).

Agricultura, reforma territorial y biodiversidad

Agricultura y biodiversidad, futuros enlazados

Marion GUILLOU y Claire ROGEL-GAILLARD

Más de un tercio de las plantas cultivadas depende de la actividad de los insectos polinizadores (abejas, etc.) para reproducirse. La contribución de las lombrices de tierra al mantenimiento de la fertilidad del suelo ha sido evaluada en Irlanda en unos 700 millones por euros por año. La agricultura necesita la biodiversidad al mismo tiempo que contribuye directamente a ella. En los países donde la tierra es ampliamente explotada por el hombre, las interacciones entre actividades de producción agrícolas o forestales y la diversidad de los seres vivos (plantas, animales o microorganismos) son numerosas y esenciales. Para fomentar sinergias positivas, es necesario desarrollar, estimular y evaluar. Este es uno de los temas clave de las políticas públicas agrícolas con repercusiones económicas y ambientales, que se debe desarrollar tanto a nivel europeo como local.

Los desafíos del descubrimiento del origen del manzano

Catherine PEIX

En el centro de las grandes montañas de Thian Shan, en medio de bosques ancestrales; se esconde el secreto del origen de todas las manzanas del mundo.

Dominando la mala hierba, estos árboles monumentales cubiertos de enredaderas ofrecen una abundancia y variedad de frutas poco comunes. Estas joyas de la biodiversidad poseen, en su hábitat natural, los genes resistentes a las principales plagas que asolan nuestras manzanas de cultivo. Hoy en día, un drama silencioso se vive en nuestros huertos. Los pesticidas ya no protegen suficientemente los manzanos de los ataques masivos de hongos y enfermedades. El resultado es una carrera frenética (perdida de antemano) hacia el uso creciente de pesticidas altamente peligrosos para los seres humanos y el medio ambiente.

El *Malus Sieversii* (el nombre científico del manzano silvestre original) ¿podría ayudarnos a enfrentar este desafío? ¿Trayendo consigo la esperanza de un nuevo tipo de arboricultura?

Abejas y biodiversidad

Diálogo entre Philippe LECOMPTE y Claire TUTENUIT

Desde hace algunos años ha salido a la luz pública el problema de las abejas, o más bien de las preguntas que surgen por su evolución preocupante: un 40 a un 50% de las colonias de abejas ha desaparecido en los EE.UU., 30% en Europa, con diferencias significativas entre el oriente y el occidente de Europa. Los grandes servicios que las abejas prestan a la naturaleza y a la humanidad son ampliamente reconocidos. En primer lugar está la polinización, tal como lo ha identificado Jacques Lecomte, difunto entomólogo del Instituto Francés de Investigación Agrícola, quien puso de relieve esta característica denominada actualmente como agro-eco-sistémica, que es una de las tres dimensiones de la biodiversidad. Otro servicio es el de centinela de la biodiversidad: cuando las abejas desaparecen se ha confirmado que otros insectos también están en peligro, lo cual es una señal de que la biodiversidad en general se ve afectada (la abeja es una "especie de paraguas"). Esta toma de conciencia de su utilidad, al igual que las amenazas en contra de las abejas ha estimulado la investigación sobre este tema.

En el artículo se presentan las respuestas más actuales a tres preguntas fundamentales:

- ✓ ¿Por qué desaparecen las colmenas?
- ✓ ¿En qué medida la desaparición de las abejas amenaza la humanidad?
- ✓ ¿Es posible detener este fenómeno?

Agricultura y biodiversidad

Eric GIRY

Con una superficie ocupada en más del 60% por la agricultura, en Francia las prácticas agrícolas y la conservación de la biodiversidad están íntima e inextricablemente vinculadas. Aunque se haya reducido cada año por la urbanización descontrolada, la agricultura puede y debe contribuir a la preservación y restauración de la biodiversidad. Para ello se debe ayudarla, a través de enfoques y herramientas sistémicas, a retomar prácticas favorables a la biodiversidad, sin tener que sacrificar su misión principal de producción de productos agrícolas y alimenticios en un contexto cada vez más competitivo. Esta misión está en el centro de las preocupaciones del Ministerio de Agricultura, ya que debe ejercerse en coherencia y complementariedad, e integrarse con los dispositivos desarrollados e implementados por el Ministerio de ecología y desarrollo sostenible.

La compensación ecológica, "en la medida de lo posible", según la ley de protección de la naturaleza de 1976. Une obligación para todos

Laurent PIERMONT y Philippe THIÉVENT

Si la ley de conservación de la naturaleza de 1976 ha establecido el principio de compensación, para la mayoría de los encargados de obras esta ley parece imposible de aplicar.

La empresa CDC Biodiversité, filial de la CDC ha creado una oferta comercial para los encargados de las obras que deben pagar esta

indemnización por pérdida de biodiversidad. Una indemnización que para CDC Biodiversité no sólo debe entenderse en términos de equivalencia monetaria, sino también en términos de equivalencia ecológica. Para esta empresa, se requiere una clarificación del concepto de indemnización con el fin de promover una relación más duradera entre el desarrollo económico y la conservación de los ecosistemas.

Biodiversidad e infraestructuras lineales, la contribución de RTE a la Trama verde y azul

Jean-François LESIGNE

La coexistencia de diferentes redes de transporte es una realidad histórica. Las civilizaciones que se han sucedido a lo largo del tiempo han construido redes que han terminado cruzándose. Así, los acueductos aún muestran el cruce de caminos romanos para el suministro de agua. Posteriormente, la red de canales se sumó a la red de carreteras, seguida por la red de ferrocarriles en el siglo XIX y, finalmente, por las autovías, gasoductos y líneas eléctricas y de telecomunicaciones en el siglo XX. Los ingenieros han sabido encontrar soluciones para que estas redes se crucen al mismo tiempo que se mantiene la funcionalidad de cada una de ellas. Hoy en día, una nueva red debe construirse, la Trama verde y azul (TVB). Para ello, naturalistas, ingenieros, planificadores y legisladores deben trabajar juntos para innovar, encontrar soluciones a problemas complejos que requieren estudios y experimentaciones. Sin esperar a que todos los problemas se resuelvan, la nueva red tiene que empezar a tejerse.

Ciencia, industria y biodiversidad

Las interfaces entre la comunidad científica y la sociedad civil

O la necesidad de un diálogo entre ciencia y sociedad, en torno a los problemas de la biodiversidad

Hélène LERICHE

La ciencia trata de comprender la biodiversidad, pero el problema mismo de esta biodiversidad es el de nuestra sociedad e involucra varios actores que participan en la evolución de los seres vivos. Por ello, comportan una parte de las preguntas planteadas por la crisis de la biodiversidad, pero también los elementos del saber y las respuestas posibles, tanto para la acción como para el conocimiento. Las interfaces y diálogos se deben construir o reforzar para que la ciencia y la sociedad se preocupen conjuntamente por la biodiversidad, ayudando así a construir nuestro futuro.

Las empresas, actores de la biodiversidad

Claire TUTENUIT

La mayoría de las actividades económicas están destinadas a proporcionar servicios que reemplazan aquellos proporcionados anteriormente por la naturaleza, pero en cantidad demasiado limitada o a un precio demasiado elevado para satisfacer a toda la humanidad. Por ejemplo, la construcción de edificios ha reemplazado las cuevas y chozas hechas de ramas, la agricultura ha sustituido la recolección y la caza, el automóvil al caballo, los productos químicos a los pegamentos, colorantes, medicamentos, textiles o a los cosméticos naturales. Por naturaleza, la industria, busca y desarrolla sistemas productivos y eficientes, previsibles y fáciles de reproducir si su entorno es lo suficientemente estable. ¿No existe ahí una contradicción natural entre la biodiversidad y la empresa? El artículo estudiará esta paradoja.

La irreductible diversidad de los índices e indicadores de biodiversidad

Denis COUVET

Una amplia gama de indicadores de la biodiversidad permite construir y evaluar las políticas públicas y concienciar a los diferentes públicos. Además de ello, existe la necesidad de disponer de indicadores para evaluar el impacto de cada actor, que sean robustos y aplicables a nivel local.

Junto con los indicadores de presión locales (tales como el AHPPN - *Apropiación Humana de la Producción Primaria Neta*), la caracterización del estado de las comunidades podría cumplir con estas especificaciones.

En el artículo se subraya la importancia de la coordinación entre los actores que combinan la experimentación de nuevos índices y la obtención de un acuerdo entre las partes interesadas sobre estos indicadores. Los indicadores deben caracterizar los procesos en lugar de ser simples descriptores, para que puedan ser utilizados en el contexto de diferentes escenarios. Estos indicadores deben incluir la evaluación de la respuesta de la biodiversidad a los cambios globales; es decir, su capacidad de adaptación.

Por último, los sistemas de observación necesarios para documentar estos indicadores tienen una mucha importancia y podrían ser objeto de una puesta en común de recursos entre las partes interesadas.

¿Cómo concienciar el público en general para que integre la biodiversidad a su comportamiento?

Allain BOUGRAIN-DUBOURG

Si la protección de la biodiversidad se consideraba hace treinta y cinco años como un asunto de especialistas, actualmente todo el mundo está de acuerdo sobre el hecho de que se debe asociar el mayor número de personas para que el famoso patrimonio natural, tantas veces mencionado, no desaparezca.

Además de los medios de comunicación, el cine, las acciones de choque, la utilización de las especies simbólicas para la defensa de la causa (como los pandas o los bebés foca), uno de los vectores esenciales de la sensibilización del público a la cuestión de la naturaleza sigue siendo la educación y la formación al medio ambiente. Pero aún queda mucho por hacer en esta área.

La evaluación de la naturaleza y los ecosistemas, el caso del Reino Unido

Jean-Philippe LAFONTAINE

El NEA UK (*Evaluación de los ecosistemas del Reino Unido*)¹ ha realizado por primera vez en el Reino Unido una evaluación de la naturaleza y los ecosistemas en términos de coste/beneficio para el desarrollo de las actividades económicas y el bienestar de los hombres. Los datos generados por este estudio permitirán tener más en cuenta el medio ambiente en la toma de decisiones a todos los niveles (internacional, nacional, local e individual), así como también al nivel empresarial.

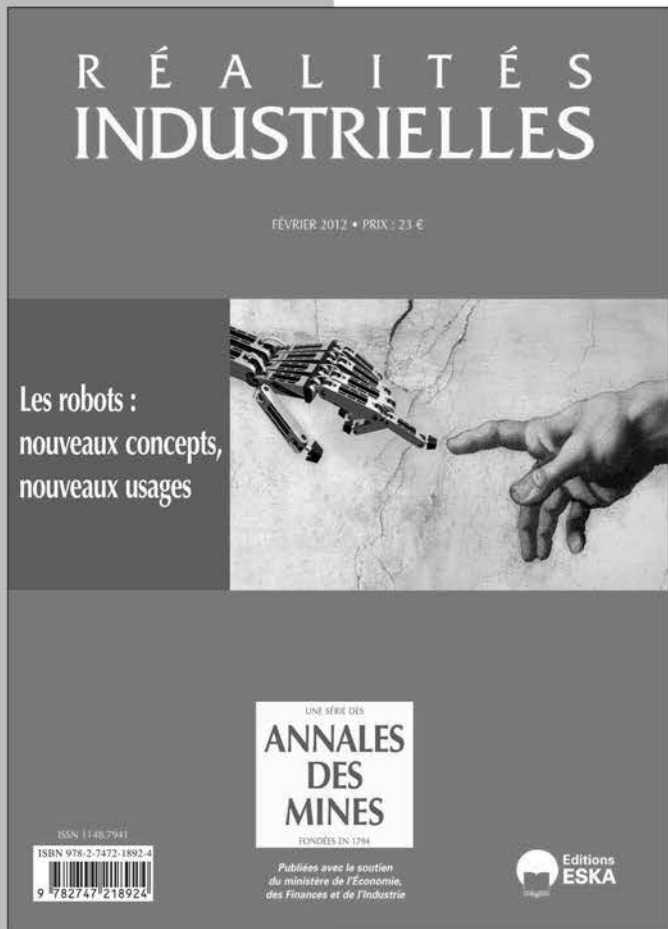
El dossier ha sido coordinado por Claire Tutenuit

R É A L I T É S INDUSTRIELLES

une série des Annales des Mines

S O M M A I R E

LES ROBOTS : NOUVEAUX CONCEPTS, NOUVEAUX USAGES



FÉVRIER 2012
ISSN 1148.7941
ISBN 9-2-7472-1892-4

Éditorial - Pierre COUVEINHES

Avant-propos - Françoise ROURE et Lionel ARCIER

Un état des lieux par secteur

A la conquête des abysses : les robots sous-marins - Dominique VILBOIS

La valeur ajoutée (en termes de qualité, de sécurité...) de la robotique dans l'industrie aéronautique - Pierre-Laurent KOCIEMBA

L'application robotisée de peintures dans l'industrie automobile.

Des solutions permettant des économies d'énergie grâce au concept de charge interne - Cédric PERRES et Asbed KECHICHIAN

La problématique de l'utilisation des robots industriels en matière de sécurité - Adel SGHAIER et Philippe CHARPENTIER

Les actions de Cap Robotique - Philippe ROY et François HANAT

L'économie de la robotique : nouvelles données et défis actuels - Françoise ROURE et Grégoire POSTEL-VINAY

Les développements en perspective et la préparation de l'avenir

Vers de nouveaux usages des robots mobiles - Guy CAVEROT

Vers une cartographie sémantique d'environnements intérieurs - David FILLIAT

Les drones : la poursuite de leur miniaturisation et son impact sur le déploiement de leurs usages - Catherine FARGEON et Peter Van BLYENBURGH

An overview of medical robotics in Iran - Farzam FARAHMAND,

Hamid R. AMIRNIA, Saeed SARKAR, Saeed BEHZADIPOUR,

Alireza AHMADIAN et Alireza MIRBAGHERI

Des nouveaux concepts de la robotique aux usages innovants

La cobotique : des robots industriels aux robots assistants, coopérants et co-opérateurs - Michel DEVY

Des robots humanoïdes multi-applications : le Nao et ses successeurs - Bruno MAISONNIER

L'insertion des robots dans la vie quotidienne (avec un focus sur les robots humanoïdes) - Olivier LY et Hugo GIMBERT

Vivre avec des robots : designer la relation - Dominique SCIAMMA

Les perspectives de la robotique dans le programme-cadre 2014-2020 de l'Union européenne (Horizon 2020). Quelles priorités pour la France ? - Patrick SCHOULLER et Frédéric LAURENT

HORS DOSSIER

Compte rendu du colloque sur l'ingénierie numérique organisé, le 25 novembre 2011, par l'Académie des Technologies, par le Conseil Général de l'Industrie, de l'Énergie et des Technologies (CGIET) et le Conseil Economique, Social et Environnemental - Romain BORDIER, Laurent GUERIN et Jonathan NUSSBAUMER

Ce dossier est coordonné

par Françoise ROURE et Lionel ARCIER

BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir exemplaire(s) du numéro de *Réalités Industrielles* février 2012 « Les robots : nouveaux concepts, nouveaux usages » (ISBN 978-2-7472-1892-4) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville