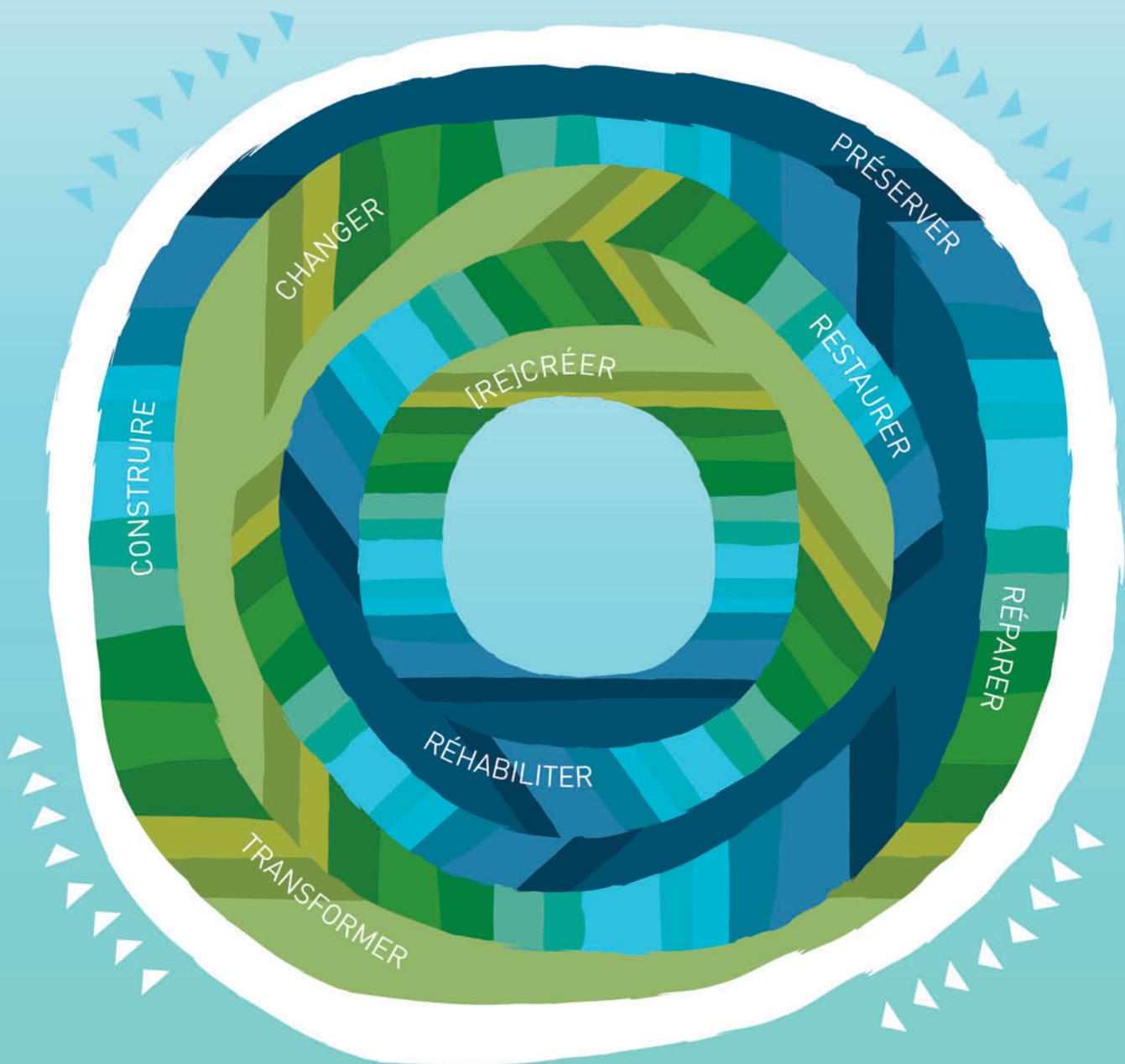


ACTES DU COLLOQUE

RESTAURATION ÉCOLOGIQUE – 3 & 4 avril 2012

QUAND CONSERVER NE SUFFIT PLUS !



Directrice de publication Stéphanie Lux - Natureparif
Coordination Marjorie Millès - Natureparif
Re transcription Laurent Bonnafous
Impression l'Artésienne - Papier Satimat green FSC
Crédit photos : ©Jessica David (visuels colloque), © DR

ÉDITO



Natureparif et France Nature Environnement ont choisi d'organiser ensemble ce colloque « Restauration écologique : quand conserver ne suffit plus ». Cette rencontre a pu voir le jour grâce à de nombreux partenaires dont le CNRS, l'AFIE, le GAIE, le REVER et Terre Sauvage. Il faut aussi saluer l'engagement du Conseil d'administration collégial et de toute l'équipe de Natureparif dans sa conception et son organisation.

« Restauration écologique : quand conserver ne suffit plus » : cette question est plus qu'à l'ordre du jour pour Natureparif, agence régionale francilienne pour la nature et la biodiversité dont les missions sont assurées par les trois pôles que sont l'Observatoire, le Forum des acteurs et le pôle Communication et Pédagogie.

Les débats de notre colloque ont confirmé que la restauration écologique est plus que jamais indispensable. Ceci, parce que le rapport Vers une économie verte préalable au Sommet de la Terre Rio+20 et remis au Secrétaire général des Nations-Unies a établi que « le modèle actuel est insoutenable » et que « des seuils environnementaux sont dépassés, avec des risques de causer des dommages irréversibles aux écosystèmes et aux communautés humaines ». Les scientifiques considèrent que 75 % des services liés à la nature sont en déclin, et l'OCDE estime qu'après deux siècles d'amélioration, les conditions de vie pourraient se détériorer d'ici à 2030 sur Terre.

L'Île-de-France n'est pas épargnée, puisque la liste rouge de la flore établie par le Conservatoire botanique national du bassin parisien a montré que 26 % des espèces végétales franciliennes sont menacées.

Il faut donc changer de modèle économique, proposer de nouvelles orientations. Mais cela ne suffira pas. Il est nécessaire de chercher et de trouver des solutions innovantes pour restaurer la biodiversité soutenant les écosystèmes sur lesquels reposent les sociétés

Ce colloque a été un temps fort de cette réflexion et a proposé des pistes d'action. Ses travaux ont aussi montré la montée de la prise de conscience collective d'acteurs de tous horizons décidés à repenser nos activités pour mieux gérer les ressources naturelles : responsables politiques, économiques et scientifiques, agents des collectivités locales, entreprises, associations et bureaux d'études.

Les débats ont montré que la transition est déjà engagée au travers de nombreuses actions de terrain, dont les résultats et la méthode suscitent de réels espoirs. À force de persévérance, de courage, de volonté et de conviction politique, il est possible de réparer les erreurs causées par l'ignorance ou les dénis de réalité.

Il faut insister sur la dimension collective de l'ensemble de ces expériences. Elles s'appuient systématiquement sur la coopération d'acteurs scientifiques, politiques, associatifs et économiques très diversifiés. Ce principe est d'autant plus cher à Natureparif qu'il est inscrit au cœur de sa gouvernance et de son action.

La nécessité de créer des outils et instruments économiques innovants, tout comme de nouvelles formes de gouvernance partagée, a été soulignée. Les échanges ont démontré le potentiel du secteur économique de la restauration de la nature et la nécessité de création de nouveaux métiers, donc de nouveaux programmes de formation.

Il faut toutefois se préserver d'un écueil, et rappeler que la prévention des atteintes à la biodiversité reste, dans tous les cas, la première des priorités. Globalement, repenser les activités humaines et le cadre qui les définit est indispensable pour préserver les ressources et la résilience des écosystèmes. Ce sera l'un des défis majeurs du XXI^e siècle si l'on souhaite préserver notre planète et l'avenir de nos enfants.

Liliane Pays, Présidente de Natureparif

SOMMAIRE

PROGRAMME 06

DISCOURS D'OUVERTURE 09

Jean-Claude Bévillard, Vice-président de France Nature Environnement (FNE) 10

Hélène Gassin, Vice-présidente du Conseil régional d'Île-de-France, chargée de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Énergie 11

1^{ER} JOUR ■ MARDI 3 AVRIL

POURQUOI RESTAURER LA NATURE ? EN SOMMES-NOUS CAPABLES ? 12

- ▶ Ingénierie écologique et écologie de la restauration 13
- ▶ Un important enjeu philosophique 14
- ▶ Ne pas tout restaurer 16
- ▶ La nature, un enjeu sociétal et éthique 16

LA GOUVERNANCE : QUEL RÔLE POUR LES DIFFÉRENTS ACTEURS ? 18

- ▶ L'implication d'une multitude d'acteurs 21
- ▶ Porter des projets de territoires 22
- ▶ Anticiper les futures trames vertes et bleues 23
- ▶ La compensation, source croissante des opérations de restauration écologique 24
- ▶ L'action pionnière de CDC Biodiversité 27

2^E JOUR ■ MERCREDI 4 AVRIL

COMMENT RESTAURE-T-ON ? CAS PRATIQUES ET EXEMPLES 28

- ▶ Restauration de milieux humides : une vaste expérience internationale 30
- ▶ De nombreuses opérations sur les zones humides en France 31
- ▶ Restauration de bassins versants : le cas de la Durance 33
- ▶ Restauration écologique en milieu urbain 35
- ▶ Retours d'expériences rapides sur la restauration 37

QUELS INDICATEURS POUR MESURER ET ÉVALUER LE SUCCÈS D'UNE OPÉRATION DE RESTAURATION ? 38

- ▶ Des indicateurs scientifiquement pertinents 40
- ▶ Faciliter la mesure 41
- ▶ Des sites de stockage de déchets à l'arasement de barrages 43
- ▶ Les indicateurs, enjeu du débat public 45
- ▶ Restauration écologique : des impacts globalement positifs 45

BIBLIOGRAPHIE DES INTERVENANTS 47

LE COLLOQUE EN IMAGES



- 1 Plus de 400 participants ont assisté au colloque.
- 2 Plénière 4 > Quels indicateurs pour mesurer et évaluer les opérations de restauration ?
- 3 Plénière 2 > Gouvernance : Quel rôle pour les différents acteurs ?
- 4 Table ronde 1 > La restauration : une occasion pour revoir notre rapport à la nature ?

PROGRAMME

MARDI 3 AVRIL

8h30 ▶ 9h ■ ACCUEIL DES PARTICIPANTS

9h ▶ 9h30

- **Liliane Pays**, présidente de Natureparif, l'Agence régionale pour la nature et la biodiversité en Île-de-France
- **Jean-Claude Bevilard**, vice-président de France Nature Environnement
- **Hélène Gassin**, vice-présidente de la région Île-de-France chargée de l'environnement, de l'agriculture et de l'énergie

9h30 ▶ 11h ■ PLÉNIÈRE 1

POURQUOI RESTAURER LA NATURE ? EN SOMMES-NOUS CAPABLES ?

GRAND TÉMOIN ▶ Robert Barbault, professeur d'écologie à l'UPMC, il dirige le Département écologie et gestion de la biodiversité du MNHN

Cette première plénière vise à définir le thème abordé : restaurer/réhabiliter/recréer quoi ? À quelle échelle, à quel stade de l'évolution de l'écosystème ? La question est importante et mérite d'être abordée en termes éthiques, sociaux, économiques et scientifiques. N'éprouvons-nous pas le besoin de trop gérer la nature ? Avant de réparer, ne faut-il pas éviter de dégrader ? Réfléchissons-nous aux bonnes échelles et aux bons « pas de temps » ? Sommes-nous capables de restaurer la biodiversité avec les connaissances scientifiques actuelles ?

- **Julien Delord**, chercheur indépendant en histoire et philosophie de l'environnement
Les raisons sociales et philosophiques relatives à la restauration
- **Luc Abbadie**, professeur d'écologie et directeur du laboratoire biogéochimie et écologie des milieux continentaux à l'École Normale Supérieure, CNRS
La restauration du capital naturel : un enjeu social et économique
- **Annik Schnitzler**, professeur d'écologie à l'université de Lorraine, LIEBE UMR 7146
Les friches et autres espaces incultes : une nature à protéger
- **Geneviève Barnaud**, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, service du patrimoine naturel
La restauration, la création de zones humides : réalité ou illusion ?

11h ▶ 11h15 ■ ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

11h15 ▶ 11h30 ■ PAUSE

11h30 ▶ 12h15 ■ TABLE RONDE 1

LA RESTAURATION : UNE OCCASION POUR REVOIR NOTRE RAPPORT À LA NATURE ?

- **Adel Selmi**, socio-anthropologue, INRA Versailles
- **Christophe Aubel**, directeur de Humanité et Biodiversité

12h15 ▶ 12h30 ■ ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

12h30 ▶ 14h ■ DÉJEUNER

14h ▶ 15h30 ■ PLÉNIÈRE 2

GOVERNANCE : QUEL RÔLE POUR LES DIFFÉRENTS ACTEURS ?

GRAND TÉMOIN ▶ **Jacques Weber**, économiste et anthropologue

Cette plénière abordera la question de la gouvernance et de l'économie de la restauration écologique. La réglementation qui encadre les pratiques est en train de se structurer, tout comme la filière des acteurs de la restauration. Par ailleurs, sur quelles connaissances les acteurs se basent-ils pour décider ce qu'il faut restaurer, où et comment faut-il le faire ? Les grilles de référence manquent mais se formalisent peu à peu. Cette absence constitue par ailleurs un frein pour les entreprises privées dans le cadre de la compensation pour dommages. Un focus sera fait sur ce thème d'actualité.

- **Fabien Quetier**, chargé d'études, Biotope
La séquence « Éviter-réduire-compenser », enjeux, risques et opportunités
- **Arnaud Gossement**, avocat associé au Barreau de Paris - docteur en droit
La compensation, bonne ou mauvaise idée pour la biodiversité ?
- **Sébastien Gallet**, écologue et maître de conférence à l'université de Brest et **Marie-Pierre Vécrin-Stablo**, chef de projet au sein du bureau d'études Esope, tous deux membres du réseau Rever
Diversité et coordination entre acteurs de la restauration écologique
- **Jacques Ballot**, conseiller général de Seine-et-Marne, **Camille Moulin**, responsable foncier et environnement chez Lafarge, **Lucien Toux**, directeur de secteur chez GSM granulats et **Sandrine Ceccarelli**, Président Directeur Général de sables de Brevannes.
Un exemple de concertation réussie : la cellule BBEV « Balloy, Bazoches, Egligny, Vimpelles »

15h30 ▶ 15h45 ■ ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

15h45 ▶ 16h ■ PAUSE

16h ▶ 17h ■ TABLE RONDE 2

GOVERNANCE : COMMENT DÉCIDER ? QUI DOIT DÉCIDER ? QUI PAYE ?

- **Louis-Philippe Blervacque**, président de l'Association française des Ingénieurs écologues
- **Patrice Valantin**, directeur de Dervenn
- **Jean-Christophe Benoit**, responsable pôle projets opérationnels chez CDC-Biodiversité
- **Grégoire Lejonc**, coordinateur de la politique biodiversité, France Nature Environnement

17h ▶ 17h15 ■ ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

MERCREDI 4 AVRIL

8h30 ▶ 9h ■ ACCUEIL DES PARTICIPANTS

9h ▶ 10h15 ■ PLÉNIÈRE 3

COMMENT RESTAURE-T-ON ? CAS PRATIQUES ET EXEMPLES

GRAND TÉMOIN ▶ François Letourneux, président de la commission des aires protégées de l'UICN, vice-président de l'Opie

Cette plénière est une présentation de cas concrets de restauration écologique. Elle dressera un panorama des pratiques des techniques de restauration, aussi bien celles qui ont été un succès que celles qui ont échoué, en essayant de donner un aperçu de la diversité des situations : différents types de milieu, d'échelles, de contextes, afin de tirer des enseignements, des principes d'action.

- **Thierry Dutoit**, directeur de recherche au CNRS, conseiller scientifique à l'Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS.
Une restauration durable des écosystèmes grâce à l'ingénierie écologique ?
- **Freddy Rey**, chargé de mission valorisation écologique Irstea, président d'Agébio
Restauration écologique et ingénierie écologique : principes d'action
- **Nathalie Frascaria-Lacoste**, directrice-adjointe du laboratoire Écologie, Systématique et Évolution-ESE (université Paris-Sud 11, AgroParistech, CNRS) et **Alain Bedecarrats**, président de GAIÉ (Groupement d'Application de l'Ingénierie écologique)
La formation aux métiers de la restauration

10h15 ▶ 10h30 ■ ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

10h30 ▶ 10h45 ■ PAUSE

10h45 ▶ 13h ■ RETOURS D'EXPÉRIENCE RAPIDES SUR LA RESTAURATION

Animation : **Thierry Dutoit**

13h ▶ 14h30 ■ DÉJEUNER

14h30 ▶ 15h30 ■ PLÉNIÈRE 4

QUELS INDICATEURS POUR MESURER ET ÉVALUER LES OPÉRATIONS DE RESTAURATION ?

GRAND TÉMOIN ▶ Harold Levrel, économiste à l'Ifremer, UMR AMURE, Département d'économie maritime

On ne gère bien que ce que l'on mesure, disait Niels Bohr (théoricien de la physique quantique, prix Nobel en 1922). C'est à ce titre que les indicateurs nous informent et nous permettent de suivre et d'évaluer nos actions. En matière de restauration, comment s'assurer que les actions réalisées bénéficient à la biodiversité sur le long terme, mais aussi au bien-être humain et sont partagées par l'ensemble des parties prenantes ? Comme toujours quand il est question de biodiversité, il n'y a pas d'indicateur unique miracle, seules les évaluations multicritères ont du sens. Recueil de présentations autour d'indicateurs écologiques, économiques et sociologiques permettant d'évaluer les actions de restauration écologique.

- **Harold Levrel**, économiste à l'Ifremer, UMR Amure, Département d'économie maritime
Les mesures compensatoires pour garantir le no net loss de la biodiversité ? Illustration à partir de l'exemple américain pour les écosystèmes aquatiques
- **Grégory Mahy**, professeur à l'université libre de Liège
Restauration écologique : contexte, contraintes et indicateurs de suivi
- **Blanche Gomez**, ingénieur écologue et expert biodiversité chez Sita France et **Olivier Delzons**, chargé d'étude biodiversité, Muséum national d'Histoire naturelle, service du patrimoine naturel
L'Indicateur de Qualité Écologique (IQE), un indicateur de biodiversité multi-usages pour les sites aménagés ou à aménager

15h30 ▶ 15h45 — ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC

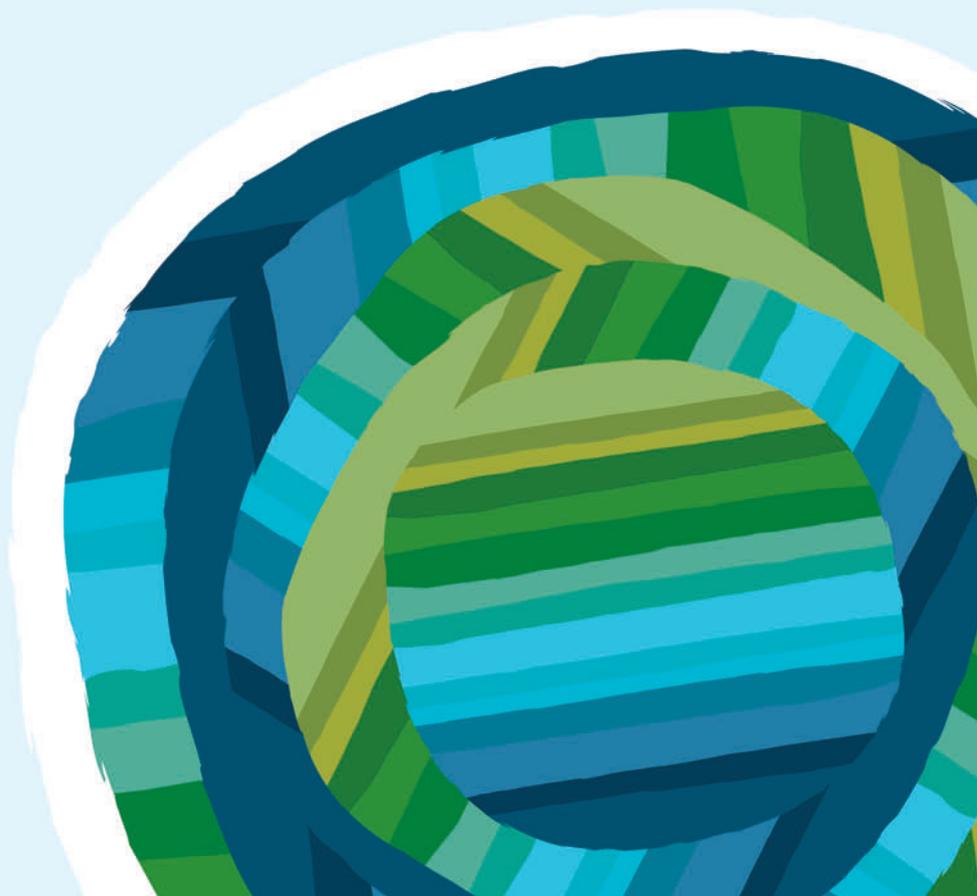
15h45 ▶ 16h — PAUSE

16h ▶ 17h — TABLE RONDE 3

**QUELS INDICATEURS DE SUIVI
ÉCOLOGIQUE, SOCIAL ET ÉCONOMIQUE
DES OPÉRATIONS DE RESTAURATION ?**

- **Josselin de Lespinay**, membre du directoire Eau de France Nature Environnement
 - **Thierry Lucas**, chargé de la stratégie paneuropéenne de la biodiversité au programme des nations unies pour l'environnement (PNUE)
 - **Christophe Bonneuil**, chargé de recherche au CNRS, centre Koyré d'histoire des sciences et des technologies
 - **Grégoire Lois**, naturaliste, Muséum national d'Histoire naturelle
-

17h ▶ 17h15 — ÉCHANGE AVEC LE PUBLIC



DISCOURS D'OUVERTURE



France Nature Environnement a répondu avec plaisir à l'invitation de Natureparif pour co-organiser ce colloque international « Restauration écologique : quand conserver ne suffit plus ». Car face à des difficultés de plus en plus considérables, il faut plus que jamais faire assaut d'optimisme et dégager des objectifs, définir une stratégie.

Comme d'autres pays en Europe, la France continue de se couvrir de bitume. La plupart du temps, tout se passe comme si la biodiversité restait quantité négligeable lorsqu'il faut élaborer un SCoT ou un PLU, tracer une LGV ou un contournement urbain, étendre indéfiniment parkings, zones industrielles ou zones commerciales.

La vitesse d'artificialisation des terres s'accélère et c'est maintenant tous les sept ans que la surface d'un département français est recouverte. Cette urbanisation en tache d'huile provoque une fragmentation des espaces qui affaiblit les milieux et rompt les cycles vivants.

L'artificialisation des terres s'effectue à hauteur de 80 % aux dépens des espaces agricoles, alors même qu'il faut réconcilier agriculture et biodiversité en favorisant les modèles agricoles qui coopèrent de la façon la plus remarquable avec la nature. Il faut donc revoir les pratiques agricoles, mais aussi revisiter de fond en comble la politique d'aménagement du territoire pour tracer une limite à l'espace urbain. Il faut par conséquent apprendre à construire la ville sur la ville, le village sur le village. Il faut aussi penser une nouvelle mobilité affranchie du culte du « toujours plus vite ».

À travers son Appel des 3000, FNE a le 28 janvier 2012 proposé un contrat environnemental à tous les candidats à la présidence de la République. Cet appel propose des mesures concrètes, notamment pour diviser le rythme de l'artificialisation par deux entre 2012 et 2017, en créant une Agence nationale de l'artificialisation. Il porte aussi un objectif « Zéro artificialisation nette » en 2025 : à cette date, aucun projet d'urbanisme ne serait réalisable sans que la consommation des espaces agricoles, naturels et forestiers affectés ne donne lieu à la restauration écologique d'une surface égale d'espaces déjà aménagés. L'Appel des 3000 engage aussi à créer une écocontribution Biodiversité pour financer la restauration des continuités écologiques, recréer des ceintures vivrières périurbaines et limiter les transports.

Ces mesures ne pourront pas être développées sans l'implication cruciale des collectivités territoriales. FNE demande donc la conception et la mise en œuvre de diagnostics, de stratégies et de programmes locaux pour redévelopper la biodiversité à travers les politiques des collectivités. Dans tous les cas, l'action doit être conduite dans la plus grande concertation, de l'échelle locale à l'échelle européenne.

Il n'existe aucun avenir pour l'humanité sans la biodiversité. La restauration écologique est devenue indispensable, car nos sociétés sont allées trop loin dans la destruction des espaces et des fonctionnalités naturelles. Il faut pour cela conduire les actions avec détermination, mais avec humilité. Car l'action de l'homme n'égalera jamais celle de la nature. La restauration écologique – qui oblige à reconnaître nos faibles capacités – ne pourra se fonder que sur son observation et sa connaissance approfondie.

Jean-Claude Bévillard, Vice-président de France Nature Environnement (FNE)



La Région Île-de-France se félicite de l'organisation conjointe du colloque international « Restauration écologique : quand conserver ne suffit plus » par Natureparif et France Nature Environnement, dont les compétences et la vigilance quotidienne doivent être saluées.

À cette occasion, la mobilisation des élus et des acteurs privés, associatifs et institutionnels témoigne que la restauration écologique est désormais cruciale pour la préservation et la reconquête de la biodiversité.

Car il y a urgence. L'environnement est victime des menaces portées par notre modèle économique : c'est pourquoi il faut dès aujourd'hui construire alternatives et solutions innovantes, et ce, sur le terrain. Bien que 80 % de son territoire soit composé d'espaces agricoles et naturels, l'Île-de-France héberge une métropole de premier rang et est particulièrement concernée. La mise à jour des listes rouges des plantes et des oiseaux nicheurs montre que l'érosion de la biodiversité est une réalité qu'affronte la région.

Chaque année encore, environ 1 800 nouveaux hectares sont urbanisés en Île-de-France, où les espaces naturels et agricoles régressent. C'est pourquoi la Région a adopté un objectif « Zéro gaspillage du foncier ».

Dans ce contexte, la restauration écologique est indispensable. Sous la férule de l'Agence des espaces verts d'Île-de-France, d'anciennes carrières ont été réhabilitées en Réserves naturelles régionales dans les Boucles de Moisson ou sur le site de Grand-Voyeux. Les réserves de ce type créées récemment représentent 800 hectares. La Région s'est aussi investie pour la restauration des continuités écologiques des cours d'eau au travers des contrats de bassin qu'elle a signés.

Malgré ces efforts, la totalité des surfaces naturelles protégées n'atteint que 0,38 % du territoire francilien, ce qui est trop peu. Et plus généralement, l'ampleur des mesures compensatoires et de perméabilité à la biodiversité reste très limitée dans le cadre de projets d'aménagement dont beaucoup posent de lourdes questions.

La Région a donc plus que jamais besoin de quantifier les phénomènes, de les rendre objectifs et faire connaître les méthodes permettant remettre en cause les tendances actuelles. C'est pourquoi les enseignements de ce colloque – où ont été abordés les aspects techniques, éthiques, sociaux, économiques de la restauration écologique – ont été précieux, notamment dans la perspective de révision du Schéma directeur d'Île-de-France. Rappelons que sa première version, en 2008, abordait déjà les questions de la consommation d'espace et des continuités écologiques.

Enfin, si la restauration écologique devra souvent être envisagée, il ne faut pas oublier qu'elle n'est qu'un dernier recours. La restauration doit compléter la conservation, non justifier les destructions. Elle doit aussi se garantir des tentations de financiarisation.

Hélène Gassin, Vice-présidente du Conseil régional d'Île-de-France, chargée de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Énergie



MARDI 3 **AVRIL**

**POURQUOI RESTAURER
LA NATURE?**
EN SOMMES-NOUS
CAPABLES?

Conserver et préserver les écosystèmes en « bon » état ou disposant d'une capacité intacte de résilience reste plus que jamais indispensable, mais ne suffit plus. La destruction des écosystèmes se poursuit au niveau planétaire, et en France, 60 000 à 80 000 hectares sont imperméabilisés chaque année – dont les deux tiers par des lotissements et des zones d'activités suburbaines. La plupart de ces destructions ne sont pas compensées.

C'est pourquoi il est impératif de regagner du terrain pour la biodiversité grâce à la restauration écologique. Ces interventions sont indispensables pour restaurer milieux et fonctionnalités écosystémiques lorsque les écosystèmes dégradés ne peuvent plus évoluer favorablement à court ou moyen terme grâce à la seule action naturelle spontanée. La restauration de la qualité et des conditions de vie et de santé humaine sont de plus en plus souvent en jeu, puisque les êtres humains sont à la fois parties prenantes et acteurs des écosystèmes.

L'impact des infrastructures jugées indispensables doit désormais être limité le plus possible et le cas échéant compensé, mais il serait souhaitable de les penser comme des opportunités de tracer des infrastructures écologiques structurantes. Ainsi, Réseau de Transport d'Électricité a conduit actuellement un projet visant à substituer aux pratiques de giroyage et/ou d'abattage périodique des couloirs situés sous les lignes électriques à très haute tension la mise en place de prairies mellifères et de fructicées d'une hauteur maximale de 5 mètres, qui peuvent participer aux axes structurants des trames vertes et bleues. Il est aussi impératif que les actions de restauration écologique ne se contentent pas de compenser les impacts des aménagements et des écosystèmes urbains dégradés : ces actions doivent aussi porter sur les systèmes agricoles et forestiers, qui constituent des milieux dégradés parfois à très grande échelle. Mais que restaurer ? Comment et jusqu'où les sociétés humaines peuvent-elles intervenir ?



Chaque année en France, 60 000 à 80 000 hectares sont imperméabilisés.

INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE ET ÉCOLOGIE DE LA RESTAURATION

Selon la Société internationale de restauration écologique (www.ser.org), « la restauration écologique est une action intentionnelle qui initie ou accélère l'auto-réparation d'un écosystème en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable. Elle tend vers le retour d'un écosystème à sa trajectoire historique. » Une autre définition affirme que « la restauration écologique assiste l'auto-réparation d'un écosystème dégradé, endommagé ou détruit. » Pour concevoir et orienter ces actions, l'écologie de la restauration s'est développée en tant que savoir scientifique et technique à partir de 1989, date du colloque d'Auckland (Californie).



Luc Abbadie

Professeur d'écologie et Directeur du laboratoire Biogéochimie et écologie des milieux continentaux, Ecole Normale Supérieure/CNRS

Il a expliqué que « les approches sont de plus en plus massives. Au départ, il s'agissait de restaurer les écosystèmes et d'intervenir sur le milieu pour favoriser le maintien ou la réintroduction d'espèces, dans une approche strictement réparatrice. Des approches plus utilitaristes sont ensuite apparues dans le domaine de la dépollution : elles font par exemple appel à des bactéries capables d'évacuer les métaux lourds accumulés dans les sols, à des roselières épurant les eaux usées, etc. Enfin, des écosystèmes ont pu être créés de toutes pièces ex nihilo, par exemple pour produire des agrocarburants. Et dans le cadre de la compensation, des écosystèmes refabriqués peuvent à présent être livrés clés en main par des entreprises spécialisées. En parallèle et depuis 2005, la notion de services écosystémiques est devenue de plus en plus courante : il s'agit désormais de se mettre en capacité de piloter les écosystèmes qui en sont le support. »

C'est à partir de cette vision utilitariste que s'est développée la notion d'ingénierie écologique. Selon la Société internationale de restauration écologique, l'ingénierie écologique « implique la manipulation de matériaux naturels, d'organismes vivants et de l'environnement physico-chimique afin d'atteindre les buts spécifiques des hommes et résoudre les problèmes techniques. »

Selon le CNRS, l'ingénierie écologique est « *le corpus des savoirs mobilisables pour la gestion de milieux, pour la conception, la réalisation ou le suivi d'aménagements ou d'équipements inspirés ou fondés sur les mécanismes qui gouvernent les systèmes écologiques.* » L'ingénierie écologique intervient sur des systèmes complexes en interaction perpétuelle. Prévoir leur évolution représente un défi intellectuel considérable, ce d'autant plus que les objectifs recherchés sont le plus souvent multiples dans le cadre d'un environnement changeant, notamment du fait des changements climatiques. Ainsi, un système agricole devra à la fois assurer des fonctions de production, de protection des milieux, des espèces et de la ressource en eau, mais aussi de stockage du carbone, etc. Il faut donc effectuer des choix raisonnés en examinant les options disponibles et leurs conséquences prévisibles, en maîtrisant les effets collatéraux et en assurant la pérennité de services écosystémiques, le cas échéant en arbitrant entre résistance et résilience. À l'exception, dans une certaine mesure, des milieux humides, les techniques adéquates à telle ou telle situation sont rarement définies avec précision.

Fondamentalement, l'ingénierie écologique ne peut que s'inspirer des mécanismes naturels ; la régénération, l'amélioration, le pilotage et la gestion des milieux naturels peuvent donc dans tous les cas s'appuyer sur les concepts éprouvés de la science écologique, qui s'est confrontée, dès sa création à la notion de complexité, puisque le monde vivant est un ensemble de systèmes à la fois biologiques, physiques et chimiques, constitués d'éléments biotiques et abiotiques entretenant des interactions très multiples et variées. Elle a solidement établi que la dynamique des mondes vivants est la garantie de leur pérennité, et que la capacité des écosystèmes à répondre aux changements est soutenue par l'hétérogénéité des milieux comme par leur diversité spécifique et génétique. Dans la plupart des cas, les pratiques de terrain restent empiriques, ce qui permet d'accumuler de l'expérience, mais oblige à la modestie et à la prudence en matière de prédiction

Réciproquement, les problèmes concrets de l'ingénierie écologique font progresser la science écologique – notamment l'écologie de la restauration – en lui adressant des problèmes nouveaux. Il doit donc être possible, à terme, de construire des actions génériques pour mener des actions complexes dans un grand nombre de cas et ce, en anticipant correctement l'évolution des milieux.

UN IMPORTANT ENJEU PHILOSOPHIQUE

Les enjeux de l'ingénierie écologique ont ouvert un important débat philosophique qui a trouvé son origine aux États-Unis. Plusieurs philosophes américains ont considéré que la restauration ne conduisait qu'à la fabrication d'une fausse nature, d'une moindre valeur que la véritable nature, de la même façon qu'une copie ne peut posséder les mêmes caractères d'unicité et d'authenticité qu'une œuvre d'art. D'un certain point de vue, une contradiction in objecto apparaît dès lors qu'existe la tentation de recréer artificiellement la nature ou, du moins, des espaces de nature. Dans le premier cas, il s'agit de se substituer au Créateur, et dans le second, de reconstituer une part de res nullus – c'est-à-dire, en droit romain un bien n'appartenant à personne. Mais cette conception repose sur un dualisme Nature/Culture exacerbé, considérant a priori que l'action de l'homme ne saurait qu'être de moindre qualité que celle des écosystèmes. Ce mode de pensée apparaît cependant propre à la relation aux grands espaces inhabités du Nouveau Monde (le *wilderness*), qui apparaissent hostiles à l'homme occidental. Une séparation aussi radicale apparaît peu pertinente en Europe où la majorité des écosystèmes sont issus d'une coévolution entre les activités humaines et les systèmes naturels.



Christophe Aubel
Directeur de Humanité
et Biodiversité

La restauration écologique apparaît comme une poursuite de cette tradition – cette fois-ci au profit de la nature – sur le Vieux Continent : cette approche européenne se retrouve par exemple dans la position d'Humanité et Biodiversité, dont le Directeur, Christophe Aubel, a souligné que « *l'approche de la pure conservation semble, à tort, opposer Homme et Nature. Face à ce dualisme qui n'a pas lieu d'être, la restauration écologique semble être l'un des moyens de la défense de la biodiversité. Il faut sans cesse rappeler les synergies et les liens indissociables entre Humanité et biodiversité.* »

Dès lors que se pose la question de l'action, quelle déontologie faut-il observer ? La référence médicale peut être mobilisée. En effet, selon l'une des définitions de la Société internationale pour la restauration



écologique, « la restauration reconnaît et accepte un développement imprévisible et vise des buts qui dépassent le pragmatisme strict et qui englobent la société, la santé et l'intégrité de l'écosystème. » L'ingénieur écologue semble alors un thérapeute des écosystèmes, qui, à l'instar du médecin vis-à-vis de son malade, ne dispose pas d'un savoir complet sur celui-ci. Il n'en est pas moins capable, comme lui, d'orienter l'action thérapeutique sans se donner d'obligation précise de résultat, mais seulement une obligation de moyens qui vise l'effacement de sa propre action et l'autonomie de l'entité soignée. Le premier principe du serment d'Hippocrate – *primum non nocere* – peut alors être appliqué à la fois à la préservation, à la conservation et à la restauration écologique. Mais contrairement à celle d'un patient, le retour à la santé d'un écosystème est difficile à vérifier. Alors que les milieux ont énormément évolué depuis des millénaires, quel point choisir comme référence ? Cette question est d'autant plus aiguë que le retour à l'état antérieur est souvent impossible : les écosystèmes alluvionnaires antérieurs à l'exploitation de carrières ne peuvent pas se reconstituer avant plusieurs siècles. Du point de vue opérationnel, les objectifs et les points de référence des actions de restauration écologique doivent-ils être formulés en termes d'état d'origine, d'état visé, de complexité, de stabilité, de résilience, de réhabilitation ou de restauration des fonctionnalités ? Alors que les écosystèmes sont fondamentalement complexes et se transforment perpétuellement, y compris génétiquement, le retour à un état originel relève du fantasme et l'état de santé semble surtout pouvoir être évalué vis-à-vis d'un objectif futur. C'est pourquoi la notion de trajectoire d'évolution de ces écosystèmes considérés selon des critères multiples prévaut sur la notion de référence initiale. Jusqu'où, alors, mener les expériences grandeur nature sur les écosystèmes, dès lors que l'on sait que la Terre entière pourrait être soumise à des protocoles de géo-ingénierie apparaissant comme très difficiles à justifier moralement ?

Le critère de restauration des fonctionnalités doit lui aussi être précisé : s'agit-il des fonctionnalités écologiques internes aux écosystèmes ou de services écosystémiques ? La priorité semble être celle de la capacité autonome des écosystèmes à évoluer, et non uniquement celle à rendre des services aux sociétés humaines. Tout d'abord, parce que la seconde dépend in fine de la première. Ensuite, parce qu'il faut sans doute déterminer la bonne distance entre l'impératif de protection de la nature pour elle-même et celui de la préservation des services qu'elle doit procurer aux sociétés humaines pour que celles-ci puissent se maintenir et évoluer. En troisième lieu, pour éviter les dérives et l'inversion des priorités : le philosophe américain Andrew Light distingue ainsi la restauration bénigne – qui concerne des écosystèmes dégradés de façon non intentionnelle ou sans réelle conscience de la valeur de la nature détruite – de la restauration maligne, qui justifierait la destruction de la nature au nom de cette possibilité de restauration. C'est par exemple le cas lorsqu'une entreprise forestière qui effectue une coupe à blanc la justifie en arguant de sa volonté de la restauration. Cette malignité peut aussi concerner les mesures d'atténuation appliquées par des aménageurs traçant des autoroutes ; et la notion de « *restauration du capital naturel* » ouvre aussi la porte à la possibilité de n'effectuer la compensation des acteurs lésés que sous une forme financière. S'ils sont souvent renvoyés à une pure dimension esthétique, les critères paysagers ne doivent pas être négligés, tout d'abord pour des raisons esthétiques, mais aussi parce que l'écologie des paysages a montré que leur variété est garante de la diversité des écosystèmes et des milieux.



Julien Delord

Chercheur indépendant
en histoire et philosophie
de l'environnement

Il a ainsi observé que « *si les ingénieurs écologues ne sont pas des paysagistes, les dimensions esthétiques de la restauration écologique ne doivent pas être négligées, notamment parce qu'elles constituent un terrain d'échange trop peu exploité avec le public. Car chacun peut, grâce à ce véritable terrain de médiation, exprimer un avis autour d'un projet de restauration, donc participer à la construction du consensus : le travail d'ensauvagement des parcs et de valorisation du tiers-paysage proposé par Gilles Clément converge avec cette approche.* »

NE PAS TOUT RESTAURER

La nécessité de restaurer ne doit pas occulter le rôle fondamental de l'évolution spontanée des milieux délaissés. À cet égard, la culture de l'Europe continentale comporte des difficultés liées à la peur de l'ensauvagement. Le continent a en effet connu deux grandes périodes historiques de fermeture des paysages lors de la chute de l'Empire romain, puis de la Peste noire. C'est en raison de ces deux périodes difficiles – et contrairement aux pays anglo-saxons – que l'Europe est marquée par une véritable crainte des friches, des terres incultes et plus généralement des milieux dits fermés. Pourtant, ces milieux sont de plus en plus fréquents. La déprise agricole continue de progresser en Europe et les milieux issus de cette déprise atteindront 7 % de sa surface en 2030.

Ces milieux (dont les plus anciens ont une centaine d'années) évoluent peu à peu vers une forêt spontanée nouvelle et sont fréquents en France dans le Massif central, le sud du Jura, la Corse et les Alpes. En Bretagne, les anciennes landes pastorales regagnées par les arbres sont nombreuses. De façon générale, les zones les plus difficiles à cultiver et qui étaient traditionnellement dévolues à l'élevage sont affectées par la déprise.

Ces écosystèmes spontanés évoluent en intégrant les écotypes provenant des zones cultivées. Il s'agit essentiellement d'organismes et de complexes microbiens et végétaux qui incluent des espèces au départ exotiques, telles que la Renouée du Japon. De nombreuses autres espèces telles que le Robinier ou les Vignes américaines et européennes mutent et/ou se métissent : cette nouvelle nature hybride a donné lieu à de multiples dénominations dans les pays anglo-saxons.

LES OBJECTIFS DE
LA RESTAURATION
ÉCOLOGIQUE NE PEUVENT
ÊTRE DÉFINIS UNIQUEMENT
DANS LES TERMES DE
LA SCIENCE ÉCOLOGIQUE.



Annik Schnitzler
Professeur d'écologie
à l'université de Lorraine

Selon Annik Schnitzler, « la meilleure dénomination de ces milieux est sans doute celle "d'écosystèmes féraux". Du point de vue sociologique et philosophique, le rejet de ces espaces naturels recouvre en fait celui des échecs de la société. Les acteurs de la biologie de la conservation ne sont pas en reste avec le sentiment commun lorsqu'ils évoquent les notions de fermeture du paysage ou de banalisation du milieu, considérant souvent que l'agriculture traditionnelle était garante d'une importante biodiversité. Or, il faut laisser la nouvelle biodiversité spontanée se développer et non défendre le concept d'une nature immuable à conserver à tout prix en l'état – quitte à utiliser des moyens lourds de génie civil. Il semble plus sage d'accueillir ce que la nature propose en l'état actuel que de regretter un wilderness mythique et hors d'atteinte. »

LA NATURE, UN ENJEU SOCIÉTAL ET ÉTHIQUE

Du fait du rôle capital de l'état des écosystèmes pour les sociétés humaines, la restauration écologique est d'emblée une question multidimensionnelle intégrant des variables sociétales, ce d'autant plus que la nature est toujours anthropisée, à des degrés divers, en Europe.



Adel Selmi
Socio-anthropologue,
INRA Versailles

Il a rappelé que « dès que la biodiversité sort du monde de la connaissance scientifique, elle entre sur la scène sociale, économique, politique et juridique, ce d'autant plus qu'elle devient objet de politiques publiques. Elle devient donc une figure rhétorique prise dans des dimensions multiples : marchande, patrimoniale, gestionnaire, etc. Il faut faire cohabiter les acteurs dans l'espace des représentations et dans celui de la construction d'un lien social complexe. La biodiversité et la restauration écologique suscitent à la fois des approches intégratives, des débats et des controverses, voire des conflits. »



L'expérience de naturalisation du polder d'Oostvaardersplassen (Pays-Bas).

Toute approche de la biodiversité doit donc intégrer une dimension sociale. De ce point de vue, la notion même de biodiversité a modifié la conception de la place de sociétés humaines dans la nature, ce qui est sensible dans l'évolution de l'approche des Parcs naturels nationaux. Alors qu'ils se percevaient au départ comme des citadelles assiégées protégeant des espèces emblématiques et entourées par les destructeurs, ils conçoivent aujourd'hui leurs territoires comme des milieux formant des mosaïques et ouverts sur des continuités à très grande échelle. L'expérience aussi montrée qu'il était impossible de conduire une action de protection de la biodiversité sans impliquer des acteurs aussi divers que les agriculteurs, EDF, l'ONF, les associations, etc.

Il faut donc anticiper sur les interactions entre actions de restauration écologique et société. L'expérience de naturalisation du polder de Oostvaardersplassen (Pays-Bas) en témoigne. Des écologistes ont en effet décidé d'y reproduire l'état de la steppe néolithique : de grands bovins (aurochs de Heck) et des reconstitutions d'équidés primitifs y ont été introduits, mais les promoteurs de l'opération ont négligé le fait que les fermiers locaux et les visiteurs ne supporteraient pas de voir les animaux les plus faibles mourir de faim en hiver et qu'ils exigeraient le soin des animaux malades. La sélection naturelle n'a donc pas joué son rôle. Cet exemple montre que les objectifs de la restauration écologique ne peuvent être définis uniquement dans les termes de la science écologique, mais qu'ils doivent tenir compte d'objectifs humains sur lesquels tous les membres des sociétés ont leur mot à dire. C'est pourquoi les choix de restauration de zones humides, par exemple, seront orientés favorablement ou défavorablement par le contexte sociologique dans lequel s'inscrivent les sites.

Pour Christophe Aubel, « dans une approche globale, restaurer ne suffit pas sans inverser la logique de l'artificialisation. Renforcer la biodiversité n'est possible qu'en interaction avec les activités humaines. Cela suppose un changement de rapport avec la nature dont les sociétés humaines sont solidaires. C'est pourquoi Humanité et Biodiversité défend les principes de désaménagement et de solidarité écologique. »

L'impact social des actions de restauration écologique et l'ampleur de la transformation des milieux qui peut en résulter débouchent inévitablement sur des choix éthiques qui devraient être explicités. Luc Abbadie a pointé qu'« il s'agit bien de manipuler le vivant, non au niveau du gène ou de la cellule, mais à celui, supérieur, des communautés et de systèmes. Cela comporte des risques qu'il faut pleinement assumer, et apparente les techniques d'ingénierie écologique aux biotechnologies. Ceci n'est en rien nouveau, puisque l'agriculture et la foresterie sont déjà, de longue date, des pratiques de manipulation du vivant. C'est sans doute parce que ce point a été négligé que les interventions récentes sur les systèmes productifs ont souvent été néfastes. » Les questions éthiques, juridiques et sociologiques de la bioéthique se transposent donc dans le champ de l'ingénierie écologique.



Robert Barbault

Directeur du département
Ecologie et gestion de
la biodiversité, Muséum national
d'Histoire naturelle

Il a conclu qu'« il faut espérer que l'homme se transforme lui-même en pratiquant la restauration écologique, qui consiste avant tout à accompagner les processus naturels le plus humblement possible. Alors que la situation écologique de la planète s'aggrave, apprendre sur la nature est aussi apprendre sur notre nature. La pensée indienne, à travers les multiples aspects du yoga, sait depuis longtemps que les dimensions de l'action, de l'éthique, de la connaissance et de l'affect sont intimement liées. Au-delà de la question de la restauration se profile la question de la relation de l'homme à la nature, dont les aspects sont extrêmement multiples et non consensuels. »



MARDI 3 AVRIL

LA GOUVERNANCE :
QUEL RÔLE POUR LES
DIFFÉRENTS ACTEURS ?



Jacques Weber
Économiste et anthropologue

Il a précisé en ouverture que « *la gouvernance désigne l'ensemble des règles, normes et institutions qui orientent le comportement des acteurs individuels et collectifs. Il faut ne pas confondre gouvernance et gouvernement – et encore moins gouvernance et démocratie.*

La gouvernance de la biodiversité et de la restauration écologique doit avant tout mettre en œuvre les objectifs hiérarchisés de la loi de 1976 : éviter, réduire, puis, en dernier recours, compenser les impacts sur la biodiversité ». [voir encadré 1].

La Convention sur la diversité biologique défend quant à elle le principe de destination universelle des biens naturels. Selon ce principe valable de l'échelle de la commune à la planète, nulle personne physique ou morale ne peut s'accaparer les services rendus par les écosystèmes et la gestion du bien commun ne peut être régie par des intérêts particuliers.



Patrice Valantin
Directeur de la société Dervenn

Il a pointé que « *parmi les quatre scénarios de gouvernance testés lors de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire, seul le scénario de la mosaïque adaptative permet d'obtenir de bons résultats en matière de défense et de rétablissement de la biodiversité, car il reproduit le principe des écosystèmes grâce à l'adaptation des cultures à leur milieu local. Cela signifie qu'il faut s'appuyer sur les principes de subsidiarité, donc agir au niveau pertinent (exploitation, entreprise, etc.). Le rôle des échelons supérieurs consiste à apporter des moyens et à fixer des normes.* »

Les opérations de restauration écologique peuvent être volontaires ou intervenir dans le cadre de la compensation et/ou du maintien ou du renforcement des services écosystémiques. Elles s'inscrivent dans des territoires parfois très vastes. Elles nécessitent donc toujours la mise en place d'outils de gouvernance adaptés, le plus souvent en s'appuyant sur des concertations pluri-acteurs et pluri-objectifs.



Les mesures agro-environnementales peuvent s'inscrire dans le cadre d'opérations de restauration en milieu agricole.

Ce d'autant plus que la loi a récemment relevé les obligations pesant sur les aménageurs, notamment en termes d'études d'impact [voir encadré 1]. Ainsi, la rédaction de documents d'objectifs est obligatoire dans les sites Natura 2000, tout comme la réalisation des plans de gestion et de restauration des habitats des espèces d'intérêt communautaire. Mais la rédaction de ces documents incombe à la DREAL si la collectivité locale compétente ne souhaite pas s'en charger, et la mise en œuvre doit en être assurée volontairement par le propriétaire, très souvent sous la forme de contrats agricoles Mesures Agro-Environnementales (travaux d'entretien), ou de contrats Natura 2000 (travaux de restauration et de gestion). En l'absence d'obligation de mise en œuvre par les usagers des terrains, la collaboration des parties prenantes est donc essentielle. Or, la loi n'impose aucune forme particulière à la concertation entre acteurs locaux, bien qu'elle soit déterminante pour la réussite des projets à toutes leurs étapes. De ce point de vue, le modèle de gouvernance de Natureparif, qui associe sept collèges d'acteurs publics, privés et associatifs, peut proposer un modèle pertinent pour construire du consensus et recenser les solutions existantes et à inventer. Enfin, la concertation et la mise en place de procédures de gouvernance locale soutiennent les opérations de défense de la biodiversité, car bien souvent encore, les responsables politiques restent moins conscients de ces enjeux que les acteurs engagés et les citoyens en général.

Adel Selmi, socio-anthropologue, INRA Versailles, a ainsi rappelé que « *faire société avec la nature suppose de conjuguer ces différentes configurations, de l'association de terrain au lobbyiste, en passant par les formes les plus contestataires. La dynamique sociale est indispensable pour faire bouger les lignes dans le champ politique comme dans le champ scientifique.* » Il en va de la responsabilité des citoyens d'entraîner les responsables politiques afin de déplacer les consensus sociaux et les décisions publiques en faveur de la biodiversité, à l'exemple de l'action menée de longue date par le Conseil général de Seine-Saint-Denis.

ENCADRÉ 1

LA SÉQUENCE « ÉVITER, RÉDUIRE, COMPENSER »

Les actions de restauration écologique et de protection de la biodiversité restent le plus souvent liées aux nouveaux projets d'aménagement, dont les porteurs sont de plus en plus à la recherche d'un consensus – ce d'autant plus qu'aménagement et biodiversité ne sont pas forcément contradictoires. La portée des obligations pesant sur les aménageurs a été renforcée, puisque les études d'impact sont à présent obligatoires pour tout projet d'aménagement. Il en va de même, depuis la loi Grenelle 2, pour toute planification territoriale (Plans départementaux de gestion des déchets, Schémas régionaux Air-Energie, etc.). Des procédures spécifiques s'appliquent dans le cas des milieux boisés et aquatiques, mais aussi en cas d'impacts directs, indirects, induits ou cumulés sur des zones classées Natura 2000, qui nécessitent la conduite d'une évaluation d'incidence. Il en va de même en cas de présence d'espèces protégées. Les quatre situations se recoupent parfois : c'est pourquoi il est essentiel de donner un rôle intégrateur à l'étude d'impact.

La séquence « éviter, réduire, compenser les impacts » (ERC) est bien hiérarchisée et existe en droit français au moins depuis la loi de 1976. Jacques Weber a rappelé que « la séquence ERC impose en principe de démontrer, preuve à l'appui, qu'il soit impossible d'éviter les impacts, puis de les réduire, avant d'assumer le devoir de compensation ; mais le plus souvent, les autorités administratives et le juge se contentent de vérifier que les volets ERC des études d'impacts sont bien renseignés dès le départ.

La loi Grenelle 2 modifie légèrement le triptyque ERC en précisant que l'étude d'impact, lorsque c'est possible, « doit compenser les effets négatifs notables du projet. » Mais cela suppose qu'il existe une littérature sur le sujet, ce qui est forcément rare dans le cas de projets nouveaux. » Pour autant, les mesures de la séquence ERC doivent désormais être décrites dans les arrêtés d'autorisation et un dispositif de contrôle et de sanction a été mis en place. Il existe donc un véritable risque opérationnel pour les porteurs de projets d'aménagement, lesquels peuvent être refusés au titre du non-respect de ces obligations. C'est pourquoi les lignes directrices nationales de la doctrine ERC à appliquer sont en cours d'élaboration.



Stéphanie Lux

Directrice de Natureparif

Les principes juridiques hiérarchisent correctement les priorités, puisque, comme l'a souligné Stéphanie Lux, Directrice de Natureparif, « éviter les impacts est, dans tous les cas, la priorité » : fondamentalement, certains milieux ne peuvent être restaurés et doivent donc bénéficier, au premier chef, du principe d'évitement et de réduction des impacts.



Grégoire Lejonc

Coordinateur de la politique Biodiversité, France Nature Environnement

Il a rappelé que les principes de la loi sont très rarement respectés : « l'exemple de l'autoroute A65 montre que le triptyque ERC n'a pas été respecté, puisque l'autoroute n'était pas nécessaire. La prévision de trafic était en effet surestimée, ce qu'ont fait savoir les associations durant l'enquête publique. Plus généralement, et en s'appuyant sur la notion juridique d'intérêt public majeur, les décisions politiques continuent à faire la part belle aux infrastructures majeures, dont certaines LGV. En pratique, la trame Béton-Bitume l'emporte toujours sur les SCoT, Trames vertes et bleues, SDAGE, etc., et plus généralement sur les espaces naturels et agricoles. C'est pourquoi la Trame verte et bleue doit devenir opposable. FNE demande que toute infrastructure nouvelle (transports, ZAC, etc.) donne lieu à l'effacement d'une infrastructure inutile, et ce, aux frais de l'aménageur, afin de restaurer des écosystèmes fonctionnels. » En outre, Arnaud Gossement a pointé que : « Le droit européen oblige d'emblée à réfléchir aux formes de compensations, ce qui tend à éroder la séquence ERC. Le débat se reporte en partie sur les modalités concrètes de la compensation, dont le champ est en extension. »

L'IMPLICATION D'UNE MULTITUDE D'ACTEURS



Louis-Philippe Blervaque

Président de l'Association française des Ingénieurs écologiques (l'AFIE)

Les échanges entre acteurs jouent différents rôles selon les contextes. Ainsi, comme Louis-Philippe Blervaque l'a rapporté, « la concertation a été indispensable, dans le cas d'une opération de désenvasement du chenal canalisé de l'Escaut (Nord) pour déterminer le juste équilibre entre les impacts positifs et négatifs sur la biodiversité et sur l'environnement en général, puisque les boues draguées étaient polluées. » Mais le plus souvent, la concertation locale s'établit de facto compte tenu du très grand nombre d'acteurs impliqués dans les opérations de restauration écologique. Celles-ci supposent en effet de produire un état des lieux du site à restaurer, du point de vue écologique, mais aussi socioéconomique, afin d'établir un diagnostic – c'est-à-dire une comparaison vis-à-vis d'un point de référence vers lequel le programme d'action, tenant compte des moyens disponibles, engagera le site. L'accompagnement collectif doit se poursuivre durant la mise en œuvre de l'ingénierie écologique et/ou des mécanismes naturels de régénération. Il est aussi indispensable que les opérations fassent l'objet d'une évaluation et d'un suivi concerté, ce qui reste bien trop rare.



Sébastien Gallet

Écologue et maître de conférence à l'université de Brest, membre de REVER

Il a pointé que « les acteurs en jeu sont multiples et interagissent de façon croisée. Le propriétaire et/ou le gestionnaire intervient tout au long des opérations de restauration écologique. Il prend les décisions, assume les responsabilités et coordonne les opérations. Il fait appel à un bureau d'études, à des financeurs, à des entreprises qui conçoivent et mettent les actions en œuvre. En dehors de ceux qui sont présents chez les opérateurs et les bureaux d'études, des scientifiques intervenant à but non

lucratif issus des associations naturalistes ou du monde de la recherche se trouvent systématiquement impliqués, en aval comme en amont des projets, pour contribuer aux états des lieux et à la définition des objectifs, mais aussi à celle des outils, des méthodologies et/ou des indicateurs de suivi. Les scientifiques apportent les savoirs nécessaires, évaluent les actions de manière indépendante et les valorisent au travers de publications scientifiques. »



Marie-Pierre Vécrin-Stablo

Bureau d'études Esope, membre de REVER

Les bureaux d'études interviennent en amont (états des lieux, diagnostics, définition des objectifs et du programme de restauration écologique), puis participent à l'évaluation du programme. C'est ce qu'a rappelé Marie-Pierre Vécrin-Stablo. Esope a participé à la restauration du plus grand massif dunaire de Bretagne. Les opérateurs mettent en œuvre le programme de restauration en apportant leurs compétences. Tous les partenaires, notamment financiers, souhaitent valoriser leur participation. De multiples partenaires locaux peuvent aussi être impliqués au fil des programmes, à travers la participation au débat sur les objectifs et sur l'évaluation sociale des projets, voire aux opérations : des écoles ont ainsi participé à la replantation d'oyats dans des dunes bretonnes. C'est en particulier afin d'identifier les bonnes pratiques à adopter pour favoriser la concertation et les échanges permanents qui doivent entourer les actions de restauration écologique qu'a été créé le réseau REVER.

AVANT DE COMPENSER,
ÉVITER LES IMPACTS EST,
DANS LES CAS, LA PRIORITÉ.

PORTER DES PROJETS DE TERRITOIRES

De nombreux projets de restauration et de réhabilitation écologique de sites amènent donc les acteurs territoriaux à développer une véritable ingénierie de la concertation locale, à l'exemple du projet conduit depuis 2000 sur le territoire de la Bassée [voir encadré 2].

Catherine Moret, Association de la vallée du Léguer, a ainsi rapporté que « *l'arasement du barrage de Kernasquillec, situé sur le Léguer (Côtes-d'Armor) a montré que bien plus que les contraintes écologiques, les difficultés de l'action de restauration résidaient dans la prise en compte des très fortes composantes sociohistoriques : en effet, la disparition de l'ouvrage signifiait aussi celle de l'histoire industrielle de la population, puisque le barrage alimentait en énergie hydraulique une papeterie créée au XIX^e, et fermée en 1965. Il a fallu dix ans, et une vaste action culturelle valorisant la mémoire industrielle pour que la décision de l'État et la réhabilitation écologique soient admises.* »



Le démantèlement du barrage de Kernasquillec sur le Léguer dans les Côtes-d'Armor [22].

L'arasement du barrage de Maisons-Rouges [voir p. 43] a également été refusé de façon très violente par les élus et les populations locales en raison de l'absence d'information et de concertation préalable.

Se fondant au contraire sur le principe de concertation, Dervenn porte depuis 2008 un projet fondé sur la gouvernance territoriale, et qui a conduit à construire des outils de gestion des écosystèmes, en intégrant les différentes activités humaines qui en dépendent au travers de Mesures agro-environnementales.

Patrice Valantin, Directeur de Dervenn et agriculteur a expliqué que « *le Fonds d'intervention sur le patrimoine naturel (FIPAN) a été mis en place pour préserver et redévelopper une tourbière de fort intérêt faunistique et floristique, qui était menacée par la croissance de la sauleraie. Le FIPAN a été créé pour préserver ce patrimoine et les services liés : épuration de l'eau, alimentation de la nappe phréatique, écrêtage des crues, services culturels. Le coût de restauration de la tourbière était estimé à 300 000 euros. Or, le propriétaire du terrain n'était pas responsable de sa dégradation et n'avait pas les moyens de l'entretenir. Les acteurs volontaires (associations, agriculteurs, entrepreneurs, scientifiques) se sont rassemblés autour d'un projet d'intérêt commun et solidaire, en définissant collectivement les enjeux et en mutualisant les moyens humains, techniques et financiers pour en partager les avantages. Les agriculteurs, industriels et élus ont très bien compris la nécessité de préserver les écosystèmes dès lors que les services rendus à la collectivité leur ont été expliqués.* »

Partant de ces principes, des Contrats territoriaux pour la Vie ont été négociés par Dervenn avec les acteurs territoriaux pour maintenir les services écosystémiques et intégrer les externalités négatives des systèmes de production, en évitant toute approche strictement anthropique. Des écologues, agronomes, forestiers, économistes, juristes, sociologues et artistes se sont regroupés autour du projet. Les techniques mises en œuvre se sont appuyées sur la capacité de résilience et de résistance des écosystèmes, à partir d'un diagnostic des zones d'enjeux liées aux activités du territoire, afin de préserver les fonctionnalités générales. Le projet n'a fait l'objet d'aucune tentative de compensation financière, mais en revanche, une analyse de coûts potentiels de l'inaction (pollutions aux nitrates) et de la maintenance des services écosystémiques a été menée. Son financement a mêlé des fonds publics et privés, la société Eiffage ayant apporté son concours dans le cadre de la construction de la LGV Le Mans-Rennes en dehors de toute logique de compensation. Le projet a montré qu'il était possible de mettre en place un jeu coopératif et continue à vivre.

ANTICIPER LES FUTURES TRAMES VERTES ET BLEUES

Aujourd'hui, les décisions d'aménagement doivent uniquement être compatibles avec les Trames vertes et bleues (TVB), dont un document-cadre en cours de rédaction doit encore définir les modalités d'application. Cependant, Louis-Philippe Blervaque a noté que « *dès qu'elles auront été transcrites par les documents d'urbanisme, les TVB devraient être une des opportunités pour mener des opérations de restauration écologique là où il faudra reconstituer les connectivités. Ainsi, dans le cadre de l'Agenda 21 de Valenciennes (Nord), le plan d'eau du Vignoble a été identifié en tant que référence au sens de la directive-cadre sur l'Eau, mais aussi pour son rôle dans la TVB. En 2009, il était envahi par l'Elodée de Nuttal, ce qui posait problème pour la pratique des loisirs aquatiques et pour son entretien. Une action de restauration écologique a été décidée pour soutenir la biodiversité et pour des raisons économiques, en prenant en compte les avis naturalistes, hydrologiques et paysagers. La concertation a été exemplaire, car elle a impliqué la commune, la communauté d'agglomération, le Conseil général du Nord, le Conseil régional du Nord-Pas-de-Calais, la DREAL et l'agence de l'Eau Artois-Picardie, l'ONEMA, le Parc naturel régional Scarpe-Escaut, les associations naturalistes, les riverains, les usagers. La surabondance de l'Elodée a été traitée avec succès et le plan de gestion en cours de finalisation propose des actions afin de maîtriser les surfaces couvertes par la Renouée du Japon.* »

La Région Nord-Pas-de-Calais a commencé à élaborer sa TVB au début des années 2000, et a proposé aux différents territoires (pays, communautés d'agglomération, etc.) d'en développer la déclinaison locale. Le cahier des charges incite à mener des opérations pilotes. La Région a lancé un marché d'assistance à maîtrise d'ouvrage Biodiversité pour accompagner les collectivités souhaitant mettre en place des aménagements écologiques. Elle soutient aussi les études évaluant les possibilités de financements (notamment européens) de ces opérations.



Le plan d'eau du vignoble à Valenciennes (Nord).

Par ailleurs, les organismes de gestion des espaces naturels (Parcs naturels, conservatoires, gestionnaires d'Espaces naturels sensibles, etc. sollicitent aussi très souvent des collectivités ou des propriétaires privés pour leur proposer une assistance à la mise en place de plans de gestion et, de façon générale, jouent un rôle très important pour permettre aux maîtres d'ouvrage de trouver des solutions. Ainsi, en Picardie, le Conservatoire des Espaces naturels a pu travailler avec l'AFIE pour tirer profit des grands espaces présents sur un camp militaire pour apporter des solutions de compensation en raison de travaux réalisés par l'armée sur cette surface.

LES AGRICULTEURS, INDUSTRIELS
ET ÉLUS ONT TRÈS BIEN COMPRIS
LA NÉCESSITÉ DE PRÉSERVER
LES ÉCOSYSTÈMES DÈS LORS QUE
LES SERVICES RENDUS
À LA COLLECTIVITÉ LEUR
ONT ÉTÉ EXPLIQUÉS.

LA COMPENSATION, SOURCE CROISSANTE DES OPÉRATIONS DE RESTAURATION ÉCOLOGIQUE

Au-delà des actions volontaires initiées et/ou encouragées par les collectivités et les acteurs territoriaux, la compensation des impacts d'actions d'aménagement devient une source croissante d'opérations de restauration écologique, à tel point que de nombreux acteurs craignent que la restauration écologique ne soit plus envisagée que dans un cadre compensatoire. Ceci d'autant plus qu'au risque de s'appauvrir et de devenir floue, la notion juridique de compensation se généralise en droit français et européen et soit appliquée à des domaines de plus en plus vastes : biodiversité, émissions de gaz à effets de serre, déchets, etc.

Désormais, les autorités publiques publient des arrêtés de mesures compensatoires, exigeant par exemple « la restauration d'habitat à amphibiens », qui s'imposent aux maîtres d'ouvrage. Or, le contenu de l'obligation n'est pas défini par les textes, à l'exception de la directive européenne 2004/35/CE sur la responsabilité environnementale. Elle définit les mesures compensatoires adoptées au titre des mesures de réparation et a été transposée par la loi française du 1^{er} août 2008. Cette dernière définit la « réparation primaire » comme « toute mesure par laquelle toute ressource naturelle ou leurs services retournent à l'état initial ou s'en rapproche. » La loi précise que « la possibilité d'une approche par régénération naturelle soit envisagée » et que la mesure de réparation tende à une restauration de l'état initial. Or, cette notion d'état initial est difficile à définir, et sa mention est contradictoire avec l'évolution du droit français, qui reconnaît de plus en plus le critère de l'usage futur devenu prédominant depuis 2003.

LES JURISTES DEVRAIENT FAIRE APPEL À DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES OU ÉCONOMIQUES, DONT ILS NE DISPOSENT PAS POUR VÉRIFIER LE RESPECT DE CE PRINCIPE D'ÉQUIVALENCE.

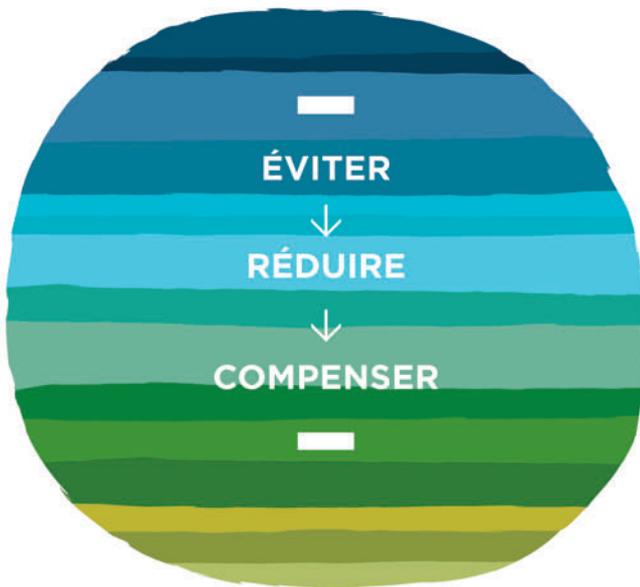
Aux termes de la loi, « la réparation complémentaire doit compenser les limites de la réparation primaire ». Enfin, « les mesures de réparation compensatoire doivent compenser les pertes intermédiaires de ressources naturelles ou de services survenant entre le dommage et la date à laquelle la réparation primaire ou complémentaire produit ses effets. Elles peuvent être mises en œuvre sur un autre site et ne peuvent pas se traduire par une compensation strictement financière. »

La directive 2004/35/CE considère que la restauration compensatoire vise à compenser les pertes provisoires de ressources naturelles et de services en attendant la régénération. Son annexe 2 précise qu'il convient de retenir « les approches en équivalence ressource-ressource ou service-service » pour déterminer les mesures de réparation primaires ou compensatoires. Cela signifie que les juristes devraient faire appel à des savoirs scientifiques ou économiques, dont ils ne disposent pas pour vérifier le respect de ce principe d'équivalence. En cas d'impossibilité, d'autres techniques d'évaluation devront être définies par les autorités compétentes, le cas échéant en se fondant sur le coût estimé des ressources ou services perdus.



Arnaud Gossement
Avocat associé au Barreau de Paris, docteur en droit

Il a souligné que « dans la pratique, le juge oblige les aménageurs à renseigner dès le départ la catégorie des mesures compensatoires de l'étude d'impact, alors qu'il serait plus opportun, juridiquement, de donner la priorité aux mesures de prévention et/ou de réduction [voir encadré 1]. La jurisprudence du Conseil d'État confirme cette interprétation. Il n'existe en outre aucun outil pour juger de l'équivalence économique entre l'impact et les mesures compensatoires et les juges refusent d'inverser la charge de la preuve. L'état du droit et son application favorisent donc les aménageurs en l'absence de critères permettant de juger si la compensation est réellement la solution inévitable, et si les mesures proposées sont effectives, proportionnées et pérennes. Sans entrer dans le domaine du scientifique ou du technicien, il serait pourtant indispensable de relever le niveau de précision des textes définissant la compensation afin que les juges, qui sont l'un des acteurs de la gouvernance, travaillent sur des bases solides ».



En cas de compensation, le groupe de travail pluriacteurs mis en place et piloté par le ministère de l'Écologie pour construire la doctrine nationale ERC considère que l'équivalence doit être multidimensionnelle : écologique, géographique, temporelle, sociétale – car prenant en compte les services écosystémiques – dans le cadre de la comparaison de la situation avant et après aménagement. L'évaluation des marges compensatoires devrait montrer qu'elles doivent être au moins égales aux pertes, et il faudrait aussi exprimer clairement la part de l'incertitude. Or, cela suppose que les autorités puissent juger de la crédibilité de l'équivalence, ce qui renforce l'importance de la création d'une agence indépendante et spécialisée.

Il faut aussi pouvoir s'assurer de la pérennité des mesures développées. Pour cela, des montages institutionnels innovants sont indispensables. Actuellement, les maîtres d'ouvrage s'engagent sur une durée déterminée à financer les mesures de compensation, alors que la plupart des impacts sont définitifs. Mais rien n'empêche de mettre en place des mécanismes allant au-delà de cette période d'indemnisation : car en leur absence, il est très probable que le front d'urbanisation dévore progressivement des zones qui ont antérieurement fait l'objet de mesures de restauration. Il est donc souhaitable de créer des fonds fiduciaires dédiés pour financer les mesures et d'y adosser des organismes tels que des fondations reconnues d'utilité publique, de façon à garantir la sauvegarde du foncier sans limitation de durée :

c'est pourquoi la gouvernance des organismes doit associer d'autres acteurs que l'aménageur et l'opérateur. Malheureusement, la France s'illustre par l'absence d'un droit du sol unifié qui permettrait d'apporter une protection juridique durable à cet élément fondamental de l'environnement et du territoire. Malgré l'action constante de FNE et d'autres structures, l'Etat s'oppose toujours à un projet de directive européenne à ce sujet.



Fabien Quétier
Chargé d'études à Biotopie

Il néanmoins indiqué que « *Biotopie considère globalement les mesures compensatoires obligatoires comme une opportunité pour agir pour la biodiversité en adoptant des mesures efficaces sur le long terme, en faisant jouer le principe pollueur-payeur afin de préserver et de développer les cœurs de biodiversité pour contribuer à la mise en place de pôles fonctionnels, et non d'accumuler des mesurètes.* »

MALHEUREUSEMENT, LA FRANCE
S'ILLUSTRE PAR L'ABSENCE
D'UN DROIT DU SOL UNIFIÉ
QUI PERMETTRAIT D'APPORTER
UNE PROTECTION JURIDIQUE DURABLE
À CET ÉLÉMENT FONDAMENTAL
DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU TERRITOIRE.

ENCADRÉ 2

LA CONCERTATION ÉCOLOGIQUE EN BASSÉE, UNE RÉUSSITE

Située au sud de la Seine-et-Marne, la Bassée s'étend sur 25 km environ et constitue un important bassin alluvial. Cette zone de fort intérêt écologique est aussi un lieu où se côtoient étroitement des activités et des espaces multiples : captages d'eau, exploitation de granulats (carrières), espaces agricoles, peupleraies, espaces boisés, réserves hydrauliques et plans d'eau, zones de loisirs, de tourisme et/ou de protection de l'environnement.



Jacques Ballot
Conseiller général de
Seine-et-Marne

Il a rapporté que « *les élus du Pays de la Bassée ont souhaité que les richesses du territoire soient valorisées de façon coordonnée. Dès 1990, avec la Région, le Conseil général et la DDE, une étude sur l'harmonisation des affectations et des fonctions du territoire a été confiée à l'IAUIdF. Des propositions de programmes et d'intervention concertées en ont été tirées.* »

Pour tenir compte des contraintes environnementales, il fallait pleinement intégrer les sites d'extraction de granulats en activité, mais aussi les anciennes et futures carrières dans les documents d'urbanisme. Il s'agissait de respecter les champs captants, la faune, la flore, les paysages et les milieux sensibles et les activités agricoles, mais aussi d'appliquer les prescriptions des SDAGE, du Schéma départemental des carrières, de concevoir les remises en état après exploitation en fonction des usages envisagés à long terme. C'est à cet effet que plusieurs cellules intercommunales de

réflexion, dont la cellule Balloy-Bazoches-Egigny-Vimpelles, créée en 2000, ont été mises en place pour réunir les parties prenantes : communes, exploitants (Sables de Brevannes, GSM Granulats et Lafarge Granulats), services déconcentrés de l'Etat, agence de l'Eau, Voies navigables de France, associations, fédérations de responsables des barrages-réservoirs de la Seine, bureaux d'études, etc.



Lucien Toux
Directeur de secteur
chez GSM Granulats

« *De 2000 à 2011, 40 réunions ont eu lieu et les conflits ont été multiples, par exemple entre usages touristiques et conservation des milieux* », a noté Lucien Toux.



Camille Moulin
Responsable Foncier et
Environnement chez Lafarge
Granulats

Elle a noté que « *depuis 1970, les exploitants de carrières font face à des obligations réglementaires de remise en état au fil de l'exploitation. Un arrêté ministériel de 1994 précise que tout exploitant doit dans ce cadre tenir compte des caractéristiques du milieu environnant. Si elles sont optimisées, les remises en état peuvent contribuer à la préservation de l'environnement, à un enrichissement des écosystèmes et aux attentes des populations locales.* »



Sandrine Ceccarelli
Sables de Brevannes

Elle a rappelé que « *dès 1998, les trois carriers avaient décidé de partager leurs études en hydrologie et en environnement. La démarche de concertation proposée par les élus nous est donc apparue naturelle. Et en 2003 ans, la réserve volontaire du site de Champmorin est née. Située sur les communes de Balloy et Bazoches-les-Bray, issue d'une carrière de 40 hectares réaménagée en plan d'eau, elle abrite déjà un cortège d'espèces remarquables qui lui confèrent une indéniable valeur écologique. Le site a été confié à l'Association naturaliste de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau (ANVL). Un observatoire ornithologique a été aménagé et est devenu une étape importante des circuits de découverte de la nature du secteur.* »

Les autorisations d'exploitation accordées en 2005 et en 2006 ont participé à la préservation de la noue de la Vieille Seine, très riche secteur de biodiversité qui souffrait d'un manque d'eau. À partir de l'automne 2011 et au titre de la compensation des impacts liés aux projets de carrières, sa restauration écologique a été effectuée sur une longueur de 2 600 mètres. À la suite du débroussaillage lourd et de la coupe des peupliers, les milieux se sont ouverts et les eaux communiquent plus librement grâce à l'élévation de leur niveau, ce qui facilite la circulation des groupes typiques des milieux humides. En Bassée, la concertation autour des réaménagements de sites se poursuivra au moins jusqu'en 2025.

L'ACTION PIONNIÈRE DE CDC BIODIVERSITÉ



Jean-Christophe Benoît

Responsable du pôle
Projets opérationnels
de CDC-Biodiversité

Il a expliqué que « CDC-Biodiversité est une filiale de la CDC créée en 2008 afin de proposer des compétences écologiques, foncières et d'ingénierie financière aux entreprises, collectivités et maîtres d'ouvrage dans le cadre de démarches obligatoires ou volontaires de compensation Biodiversité. Il s'agit de développer des projets à très long terme et parfois à vaste échelle : le tracement de l'autoroute A65 implique ainsi la restauration écologique de 1 400 hectares de terrain durant 60 ans.

Les partenaires sont multiples : bureaux d'études, conservatoires, organismes gestionnaires d'espaces naturels, etc. CDC-Biodiversité travaille à partir des demandes de compensation qui lui sont adressées, mais notre filiale a aussi créé une approche par l'offre : ainsi, sous la tutelle du ministère de l'Écologie, nous finançons des opérations de réhabilitation de fonctionnalités écologiques dans la plaine de la Crau à travers l'opération Cossure [voir encadré 3]. Ils pourront ensuite être proposés à des aménageurs ayant impacté des milieux similaires. » Dans tous les cas, ces opérations sont encadrées par les services décentralisés de l'État (DREAL), mais aussi, au cas par cas, par des naturalistes, forestiers, chasseurs, pêcheurs, universitaires... Dans le cadre de l'opération Cossure, ces parties prenantes ont été réunies dans un comité de concertation local. L'action de CDC Biodiversité est encadrée par un groupe de pilotage national présidé par le ministère de l'Écologie mais aussi par un comité scientifique de six membres, dont Jacques Weber.

Pour Arnaud Gossement, « après d'intenses débats menés au sein de son Conseil d'administration, FNE a pris une position courageuse en reconnaissant que le principe de compensation était inscrit dans le droit et que des chantiers commençaient à être ouverts. Il a semblé préférable de participer à l'expérimentation et à la recherche, et, notamment, d'engager un partenariat avec CDC Biodiversité. Ce faisant, FNE a joué un rôle crucial pour éviter les pires dérives qui menaçaient alors d'apparaître. »



Malgré des mesures compensatoires sérieuses, la création de l'autoroute A65 pose question en termes d'usage et d'impact sur la biodiversité.

Grégoire Lejonc, coordinateur de la politique Biodiversité de FNE a plaidé pour « l'intégration des coûts globaux lors du débat d'opportunité des projets : ainsi, le coût de la LGV Paris-Bourges-Lyon est évalué à 13 milliards, alors qu'il atteindrait 30 milliards si l'on intégrait l'objectif Zéro artificialisation nette. Cela remettrait en cause l'opportunité du projet. »

Jacques Weber a par ailleurs souligné que « la meilleure compensation est celle dont le coût serait si élevé qu'elle rendrait le projet impossible ou obligerait à formuler une réelle alternative, comme dans le cas de l'autoroute A65... De fait, les projets d'aménagement actuels n'intègrent pas réellement les coûts de la réparation : les aménageurs ne provisionnent que 1 % ou 2 % du montant des projets alors que l'expérience montre que la seule sécurisation du foncier sur 30 ans est extrêmement onéreuse et qu'elle pourrait à elle seule suffire à remettre en cause la viabilité économique de nombreux projets. En réalité, on découvre à peine les conséquences financières et concrètes de la loi de 1976. Mais en tout état de cause, le marché de la compensation ne saurait être organisé uniquement par les entreprises privées : celui-ci ne peut avoir de sens qu'après la mise en place d'une Autorité indépendante de régulation de l'Environnement par l'État. »

LA MEILLEURE COMPENSATION EST CELLE DONT LE COÛT SERAIT SI ÉLEVÉ QU'ELLE RENDRAIT LE PROJET IMPOSSIBLE OU OBLIGERAIT À FORMULER UNE RÉELLE ALTERNATIVE.



MERCREDI 4 **AVRIL**

COMMENT RESTAURE-T-ON?
CAS PRATIQUES
ET EXEMPLES



Les bords du Morin, en Seine-et-Marne.

Une importante expérience de la restauration écologique a été développée depuis la fin des années 1960, notamment aux États-Unis et en Europe, dans les zones humides et milieux aquatiques, sites urbains et industriels, terrains de montagne, etc. En pratique, les frontières entre écologie de la restauration et ingénierie écologiques sont peu étanches, et les opérations concrètes mêlent très régulièrement recherche scientifique et technique.

Le rôle des ingénieurs qui interviennent le plus souvent dans les bureaux d'études consiste à concevoir des systèmes ad hoc permettant de répondre à un problème particulier. Le génie écologique intervient au stade de la mise en œuvre par les entreprises, mais c'est bien souvent à partir des questions de terrain que s'ouvrent de nouveaux champs de recherche, dans des domaines de la biologie et de l'écologie, mais aussi des sciences de la terre (hydrologie, géomorphologie, etc.) et de domaines interdisciplinaires dont les sciences humaines ne sont pas exclues en raison de l'impact culturel des opérations. Les interactions sont donc nombreuses entre les savoirs et les acteurs qui les portent et les techniques mises en œuvre multiples.



Thierry Dutoit

Directeur de recherche au CNRS, conseiller scientifique à l'Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS

Il a expliqué que « *bien souvent, les techniques d'intervention font appel à des interventions lourdes d'ingénierie civile, qui permettent d'obtenir des résultats rapides et à grande échelle grâce à des métiers et techniques bien maîtrisées et des opérateurs. Mais les impacts financiers et environnementaux sont très importants. Les techniques écologiques, elles, sont plus légères et opèrent pour le vivant et par le vivant en utilisant les propriétés des espèces structurantes qui entraînent des effets de levier, et ce, en utilisant de faibles niveaux d'intrants et de ressources, dans une logique interdisciplinaire, concertée et de réemploi des savoirs locaux traditionnels souvent disponibles et qui s'appuient sur la naturalité.* » La plupart de ces techniques sont émergentes et certains de leurs effets secondaires restent mal connus et apparaissent au fil de l'expérience. L'analyse des retours d'expérience demeure plus que jamais primordiale, car les savoirs nécessaires pour intervenir dans certains milieux restent à inventer.

LA PLUPART DE CES TECHNIQUES SONT ÉMERGENTES ET CERTAINS DE LEURS EFFETS SECONDAIRES RESTENT MAL CONNUS.

RESTAURATION DE MILIEUX HUMIDES : UNE VASTE EXPÉRIENCE INTERNATIONALE

Les milieux humides - au premier rang desquels figurent les marais - sont les écosystèmes ayant donné lieu à la plus vaste expérience de restauration écologique. La superficie mondiale de ces écosystèmes a baissé de 60 % par rapport à ce qui est considéré comme leur état original et les impacts écologiques de leur dégradation sur les sociétés humaines sont multiples. Ces milieux jouent en effet un rôle particulièrement sensible puisqu'ils se situent à l'interface entre terres et eaux, où se regroupent le plus grand nombre d'activités humaines : littoraux, ports, fleuves et rivières, estuaires, villes. C'est pourquoi la Convention de Ramsar a été signée dès 1971 grâce à une prise de conscience précoce des enjeux. D'autres textes internationaux accordent un statut particulier aux milieux aquatiques et zones humides : au niveau européen notamment, la directive-cadre sur l'Eau exige de protéger les écosystèmes aquatiques, de promouvoir l'usage durable de l'eau, de réduire et de prévenir les pollutions, les impacts des inondations et des sécheresses, et d'améliorer ou de rétablir la qualité écologique des deux tiers des masses d'eaux en 2015. Ce dernier objectif est concrètement hors d'atteinte, mais l'enjeu oblige à qualifier le bon état écologique des masses d'eau, des zones humides et des milieux aquatiques.

Les impacts subis par les milieux humides peuvent donner lieu à des actions de réhabilitation des fonctions, de substitution – dans le cas d'aménagement d'anciennes carrières, par exemple – mais aussi de non-intervention. En fonction de la détermination des objectifs et de la hiérarchisation des contraintes, la décision d'intervenir ou de ne pas intervenir, puis les modes d'intervention initiaux seront décidés selon les savoirs scientifiques écologiques disponibles. Il est souvent nécessaire de procéder à des opérations d'entretien en Europe et il est parfois nécessaire de réviser les objectifs en cas d'échec.

Aux États-Unis, les politiques de préservation des zones humides ont commencé à être appliquées au début des années 1970 ; à présent, les politiques à l'œuvre consistent à compenser les pertes selon le principe de maintien à niveau égal des fonctionnalités écologiques détruites : les travaux de réflexion et les actions de terrain ont donc été très nombreux. À l'échelle mondiale, selon une méta-analyse portant sur 621 projets de restauration écologique menés en zones humides, la qualité des milieux évaluée après restauration était inférieure de 26 % en moyenne par rapport aux sites de référence selon des paramètres



le fleuve Tijuana en Californie est très artificialisé, il est régulièrement visé par des opérations de restauration.

biologiques et de 23 % selon des paramètres biogéochimiques. L'atteinte d'un niveau de fonctionnalité significatif ou proche des niveaux de référence est fonction croissante de la superficie des projets, puisque le taux de restauration atteint 100 % au-delà de 100 hectares, mais les opérations de très grande envergure restent très rares. Les taux de restauration croissent aussi avec les températures moyennes et la connectivité des écosystèmes. Ils sont généralement très élevés pour les interventions en milieu marin.

Dans de nombreux pays, des listes d'espèces en danger ont été définies à partir des années 1960, les autorités devant intervenir sur les milieux pour préserver les populations. C'est le cas du Râle gris, oiseau vivant dans les prés salés des milieux intertidaux californiens dans des formations graminées à Spartines très spécifiques. À partir de 1997, a été menée une action de réhabilitation du milieu dans la Réserve nationale de recherche de l'estuaire du fleuve Tijuana (Californie), en deux étapes : tout d'abord, en modifiant le substrat, puis en créant des chenaux. La nidification du Râle gris n'est toujours pas certaine bien que l'oiseau ait été observé et que d'autres espèces typiques (Sterne californienne, notamment) se soient réinstallées. Le site a bénéficié d'une forte mobilisation de la population locale qui a participé aux travaux et s'est fortement investie. L'opération a apporté d'importants progrès scientifiques. D'autres opérations ont été menées à partir d'une approche volontaire à grande échelle. Ainsi le Skjern Å, le plus long fleuve du Danemark (87 km) a été aménagé à partir de la fin des années 1960 par des opérations de drainage, de poldérisation, d'endiguement, etc. Ces actions d'un coût de 30 milliards d'euros ont d'abord eu des impacts très positifs sur la production agricole, mais les eaux du fjord où le fleuve débouche ont été victimes d'eutrophisation et d'autres dysfonctionnements biologiques et la qualité de l'eau a baissé tout le long du fleuve.

En outre, le drainage a provoqué l'engraissement des sols tourbeux, donc la nécessité de renforcer les ouvrages. En 1998, une loi spécifique a donc défini des objectifs de

restauration écologique du Skjern Å, dont le coût global est évalué à plus de 37 millions d'euros. Les résultats sur la qualité de l'eau et les autres fonctions restaurées ont été très positifs, tout comme l'évaluation économique globale, mais l'entretien des écosystèmes dépend à présent de l'élevage, donc de l'évolution future de la Politique agricole commune.

DE NOMBREUSES OPÉRATIONS SUR LES ZONES HUMIDES EN FRANCE

En France, une quarantaine d'opérations ont été recensées dans le cadre de la directive-cadre sur l'Eau et les marais, mares, étangs, tourbières, etc. font l'objet de protections multiples au titre des milieux et des espèces protégés. Le premier plan d'action français de protection de ces milieux mettait en avant la notion d'infrastructures naturelles au vu des fonctionnalités multiples (épuration, stabilisation des crues, etc.). Cette priorité a été reprise par certains des engagements du Grenelle de l'Environnement. Les opérations de restauration, de réhabilitation ou de recréation de milieux humides font déjà l'objet d'une très longue expérience française et peuvent s'inscrire dans des contextes très variés : remise en cause de pratiques de drainage et, plus généralement, réalimentation en eau de marais, de bas-marais, de landes, de prairies humides, ou de zones lagunaires. Une expérience de restauration des zones humides de prairies alpines est également en cours dans la station de Val-Thorens (Isère) et un Observatoire départemental des zones humides de montagne est en cours de création en Isère. En milieu forestier ou dans les zones tourbières en voie de fermeture, il est parfois nécessaire de faire appel à des moyens de génie civil pour ôter les arbres ou recréer les dépressions qui ont été comblées du fait de l'exploitation forestière.

LES MILIEUX HUMIDES,
AU PREMIER RANG DESQUELS
FIGURENT LES MARAIS, SONT
LES ÉCOSYSTÈMES AYANT DONNÉ
LIEU AUX PLUS NOMBREUSES
EXPÉRIENCES DE RESTAURATION
ÉCOLOGIQUE

ENCADRÉ 3 VERS UN LABEL FRANÇAIS ORIGINE LOCALE POUR LES PLANTES AUTOCHTONES

Bien souvent, les plants utilisés en France en cas d'intervention en génie végétal proviennent de pays lointains, y compris extra-européens. Alors que les marchés allemands et belges, autrichiens, norvégiens proposent ou imposent des végétaux d'origine locale, la plupart des semences d'Achillée millefeuille vendues en France proviennent par exemple de Nouvelle-Zélande. Sandra Malaval, Conservatoire national botanique des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, a expliqué que « *la Fédération des Conservatoires nationaux botaniques, l'association Plante & Cité et l'Association française des arbres et haies champêtres se sont réunies dans le cadre de l'appel à projets du ministère de l'Écologie sur les végétaux d'origine locale pour porter un projet de label de qualité et de traçabilité. Il signalera que la collecte l'élevage et la multiplication des graines d'espèces autochtones utilisées en génie végétal seront effectués sur une base locale spécifiant la cohérence des grandes zones de récolte et d'utilisation en France métropolitaine et dans les DOM et TOM. Le règlement technique intégrera aussi le critère de biodiversité intraspécifique des végétaux.* » Ce projet sera développé en 2012 et 2013 et n'empêche pas que des labels régionaux (Pyrégraine de néou ou les Semences du Mont Blanc) se déploient en parallèle. Deux comités techniques et scientifiques seront garants de sa rigueur. Le label garantira que les écotypes proposés résisteront de façon optimale aux contraintes écologiques locales et que les risques de croisement et d'hybridation, ainsi que d'introduction de maladies, seront minimisés.





Une opération d'ingénierie écologique sur une berge de la Seine.

Dans d'anciens sites de carrières, pour créer des milieux variés tels que des prairies inondables par la nappe phréatique ou des îlots qui seront propices au développement des arbres, il peut être fait appel à d'importantes actions de génie civil : connectés à des noyaux de biodiversité, ces sites peuvent rapidement être colonisés par des espèces d'intérêt écologique majeur, y compris pas des espèces protégées.

Les milieux aquatiques et associés donnent aussi lieu à des actions de réhabilitation ou d'entretien. Des programmes d'amélioration de la gestion écologique ont été menés à l'échelle de bassins versants de taille moyenne tels que celui du Sausseron (110 km²) affluent de la basse vallée de l'Oise et ont donné lieu à des actions multiples : maîtrise des apports agricoles d'azote, interventions sur les berges et ouvrages, plantations de haies, etc.

LES OPÉRATIONS DE RESTAURATION DE LA MORPHOLOGIE INITIALE DU LIT SONT TRÈS RARES CONTRAIREMENT AUX RESTAURATIONS DE MÉANDRES ET DE BERGES

L'expérience montre que le génie végétal est, après une période de vulnérabilité initiale, plus efficace pour entretenir les berges des cours et plans d'eau que le génie civil – y compris pour répondre aux contraintes de batillage le long des cours d'eau navigués. Il permet aussi de restaurer les milieux tels que roselières, parvo-roselières, scirpaies et glyceraies. Encore faut-il veiller à utiliser prioritairement les végétaux présents sur place et, en cas de plantation, à disposer d'écotypes de plantes locales. [voir encadré 3]

En France, 80 actions menées pour respecter la continuité des cours d'eau (effacement d'ouvrages, etc.) au sens de la directive-cadre sur l'eau ont été recensées en 2010 par l'ONEMA, mais dans la plupart des cas, les objectifs de la restauration n'ont pas été définis, les résultats ne sont pas évalués et le sens des actions reste flou alors que les moyens humains, techniques et financiers investis sont considérables.

Les opérations de restauration de la morphologie initiale du lit sont très rares contrairement aux restaurations de méandres, de berges, et l'expérience française est très restreinte en matière d'arasement des barrages, alors que de nombreuses destructions d'ouvrages seront nécessaires, et commencent à être programmées pour restaurer les continuités des cours d'eau, notamment à l'attention des poissons migrateurs. Le projet de réouverture de la Bièvre serait enfin une réelle opération de reconquête en milieu urbain, mais cette décision est encore loin d'être prise.



Geneviève Barnaud

Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, Service du patrimoine naturel

Elle a finalement regretté que « *globalement, l'évolution du contexte s'oppose toujours à la restauration des milieux. Dans le cadre de la mise en place des TVB, la largeur des corridors installés le long des cours d'eau peut être plus ou moins grande : selon son importance, c'est la protection de la berge, des oiseaux, voire le traitement des nitrates qui est rendu possible. Mais il est à cette heure impossible de savoir qui décide.* »

RESTAURATION DE BASSINS VERSANTS : LE CAS DE LA DURANCE

Le cas de la restauration des terrains des bassins versants dégradés du bassin de la Durance est emblématique de techniques innovantes pouvant être mises en œuvre. La dégradation de ces terrains a dépassé les seuils d'irréversibilité.



Freddy Rey

Chargé de mission valorisation écologique, IRSTEA, Président d'Agébio

Il a expliqué que : « *le contrôle de l'érosion et de la sédimentation est indispensable dès lors qu'apparaissent des enjeux écologiques (dégradation de versants, pertes en biodiversité, disparition des frayères à poissons, etc.), agricoles (pertes de sol), ainsi que des risques d'atteinte aux biens et aux personnes (crues) ou d'impacts économiques négatifs (envasements de barrage de retenue). Il fallait donc faire appel à des techniques de génie biologique connues par ailleurs pour fixer les sols.* »

Les terrains marneux soumis à des régimes torrentiels sous le climat local, montagnard et méditerranéen, comportent des risques très élevés, les quantités de matériaux emportés en cas de précipitations subites provoquant des crues torrentielles pouvant être considérables puisque les terrains ont dégradés du fait d'une exploitation forestière massive ou d'un surpâturage chronique depuis trois siècles dans le bassin de la Durance. Or, ces terrains ne peuvent se restaurer spontanément du fait d'une érosion trop massive pour permettre le retour naturel du couvert végétal. Afin de maîtriser les moyens à investir, des solutions minimales peuvent être recherchées afin de recourir à la végétalisation de façon ciblée en utilisant des protections passives. Des barrières végétales peuvent être installées dans les lits d'écoulement afin de piéger les matériaux, sans pour autant empêcher toute érosion. Pour installer ces barrières vivantes, un savoir-faire a été développé depuis 150 ans en faisant par exemple appel à des palissades de boutures. Ces techniques devaient néanmoins être adaptées à des ravines torrentielles marneuses d'une surface de moins d'un hectare. C'est pourquoi des ingénieurs ont travaillé avec des universitaires pour concevoir des seuils en bois morts disposés en escaliers dans lesquels des boutures sont insérées. Ce procédé résiste à la force d'arrachement tout en permettant aux végétaux vivants de se développer. En croissant, ils renforcent la capacité

de filtration et favorisent la végétation spontanée rendue possible grâce à la stabilisation des terrains. Le profil de la ravine évolue peu à peu vers une forme en « U » et les ouvrages disparaissent peu à peu sous la végétation. La filtration des éléments fins devient quasi totale.

Pour traiter la problématique à l'échelle du bassin versant de la Durance, des essais sont réalisés dans des bassins de tailles restreintes (un hectare environ) mais représentatifs. Depuis 2002, des expériences nouvelles y sont menées. Elles sont complétées par l'observation des impacts des travaux engagés par le service de Restauration des terrains de montagne (RTM) il y a plus de 150 ans. Des bassins de tailles intermédiaires ont aussi été choisis et des expérimentations grandeur nature sont systématiquement effectuées : 675 ouvrages ont ainsi été construits en 2008 dans le vallon du Francon, d'une superficie de 1 km². La mise en place de 1 500 ouvrages placés dans 500 ravines totalisant une surface de 40 km² a débuté en 2011 dans le vallon du Bouinenc. Un système de recherche est mis en place pour comprendre les phénomènes à l'œuvre de l'échelle de la communauté de plantes à celle du bassin versant, en passant par celle des petites ravines. Le regard est ensuite élargi à l'échelle de la construction du paysage. Les recherches menées ont montré que la couverture végétale de 20 % de la surface d'un petit bassin permet à terme de bloquer l'intégralité des éléments érodés. Les études ont montré que le Saule pourpre et le Saule drapé sont le plus à même de se développer dans les milieux dégradés. Ces espèces résistent en effet aux pluies centennales et il a été constaté qu'une cinquantaine d'espèces spontanées les rejoint dès la première année d'installation. Un travail de thèse a montré que les traits fonctionnels de certaines des espèces spontanées les rendaient résistantes au déracinement et à l'ensevelissement. La capacité de piégeage et de fixation des sols des ouvrages, et leurs croissances annuelles compte tenu de leur évolution spontanée, ont été quantifiées, tout comme les coûts associés, ce qui permet de proposer des choix d'investissement. Le modèle Simulfascine, conçu par AgroParitech, permet enfin d'évaluer le coût du mètre cube de sédiments piégé. Des systèmes sont aussi élaborés pour évaluer les impacts au-delà des sites équipés, jusqu'à l'échelle de la Durance. La démarche de recherche s'est ensuite à nouveau tournée vers le terrain à travers la publication du guide « *Génie biologique contre l'érosion torrentielle.* »

ENCADRÉ 4

RÉHABILITATION DE FONCTIONNALITÉS DANS LE COUSSOUL : LE PROJET COSSURE

Thierry Dutoit, directeur de recherche au CNRS, conseiller scientifique à l'Institut écologie et environnement (INEE) du CNRS, a rapporté que « *le coussoul de Plaine de Crau est une pseudo-steppe de 10 000 hectares environ située dans les Bouches-du-Rhône. Atteignant à l'origine 50 000 hectares, elle est née de la conjonction du climat méditerranéen, d'un sol de 40 cm posé sur un substrat rocheux (poudingue) et du pâturage extensif ancestral pratiqué depuis le Néolithique. Il héberge une communauté végétale comptant jusqu'à 70 espèces de plantes à fleurs par mètre carré, mais aussi des plantes annuelles et de nombreux lichens. Le nombre des espèces endémiques est élevé et le Coussoul héberge aussi de nombreux oiseaux steppiques.* »

Or, des vergers industriels irrigués couvrant 4 500 hectares se trouvent au centre de la réserve naturelle des coussouls de la Crau.



Initiée par CDC Biodiversité, l'opération Cossure a permis de tester à grande échelle des travaux menés depuis une dizaine d'années. Le verger a été mis en place entre 1987 et 2006 et n'a jamais été réellement accepté par les habitants locaux. Il a donc été décidé de l'effacer pour restaurer les continuités et fonctions écologiques, afin de retrouver la capacité d'accueil des oiseaux steppiques. Il ne s'agit donc pas de restaurer le coussoul, ce qui exigerait des millénaires, mais de tester les techniques adaptées pour reconstituer certaines fonctionnalités et d'en évaluer le coût.

Au bout de quelques semaines d'arrêt de l'irrigation, les quelques 200 000 fruitiers situés sur une parcelle de 357 hectares sont morts et ont été arrachés. Les boutons et merlons ont été arasés avant le retour du pâturage traditionnel sur la végétation spontanée rélictuelle. Afin de réduire la fertilité, la terre arable a été prélevée, avec le stock de graines, par des engins de génie civil pour favoriser les espèces steppiques. Mais la technique n'a été testée que sur un hectare, car il aurait fallu 50 000 camions pour traiter ainsi les 357 hectares. En revanche, la couche supérieure de terre contenant toutes les espèces désirables (flore, champignons et micro-organismes) a été prélevée dans une parcelle destinée à l'exploitation de carrières et a été épandue sur les sols à restaurer. Autre technique utilisée : une cohorte de graines a été prélevée sur une partie des parcelles intactes grâce à une machine à aspirer, puis répandue sur les sites à restaurer.

Afin d'empêcher le développement d'espèces indésirables (chénopodes, amarantes, etc.), un semis d'espèces neutres (Ray-grass) a été effectué avant pâturage des plantes développées par les deux troupeaux ovins de 800 têtes, ce qui favorise les espèces steppiques.

Les analyses menées ont montré que tous ces dispositifs ont débouché sur des effets positifs en termes de nombre d'espèces. Selon l'indicateur synthétique construit pour tenir compte de la similitude et de la composition spécifique, le traitement le plus efficace est le transfert de sol (35 %) : la transplantation de greffes intégrales de sol de 3 x 1,5 m montre des résultats très positifs : elle permet notamment le transfert du Trèfle en étoile et du Brachypode rameux grâce à la conservation de la structure du milieu. Enfin, le rôle des fourmis moissonneuses, présentes à raison d'un nid tous les 5 m², s'est montré essentiel, puisqu'une partie des graines qu'elles déplacent est rejetée le long des pistes ou à proximité des nids. Des reines fécondées ont été réintroduites dans le milieu, avec un taux de reprise de 36 %. Les ouvrières ont joué un rôle crucial d'auxiliaires. Il est enfin apparu qu'il serait efficace de restaurer la connectivité écologique avec le coussoul afin de favoriser l'évolution d'anciens fonds de carrière qui semblent situés sur une trajectoire favorable.

Le conservatoire des espaces naturels de PACA a assuré le suivi de ce retour. Les résultats sont encourageants, puisque les oiseaux ont colonisé les nouveaux milieux, sans qu'il soit possible de qualifier la hausse des populations sur l'ensemble de l'habitat.

RESTAURATION ÉCOLOGIQUE EN MILIEU URBAIN

La dimension humaine et sociale des projets de restauration écologique apparaît de façon évidente dans le cas de projets menés en milieu urbain. Ainsi, le Syndicat d'agglomération nouvelle du Val-Maubuée (Seine-et-Marne) a fait appel à un bureau d'études pour mener la concertation sur les souhaits des habitants de zones pavillonnaires quant au traitement des lisières des bois dans lesquels elles s'insèrent. Malgré une prise de contact assez conflictuelle, il a été possible de partir des usages actuels et souhaités par les habitants, comme des contraintes de sécurité et des règles de gestion des Espaces boisés classés pour dessiner le profil de lisière idéale, notamment en utilisant des maquettes, l'objectif de l'agglomération étant de recréer une lisière la plus écologique possible. Une synthèse des différentes visions a été proposée à l'aide de paysagistes, et après tracé d'un plan de paysage, l'établissement d'un profil de lisière progressif a donné lieu à un plan d'abattage et une mise à disposition du bois. Le projet, qui se poursuit, a contribué à rapprocher les habitants qui participent à l'entretien de la lisière. Dans un contexte urbain plus dense et dans le cadre du plan Ecophyto 2018, un projet réunissant gestionnaires et chercheurs a été mené par l'ONEMA, la Ville de Rennes et Plante & Cité pour mieux connaître l'évolution de la végétation sur les aires sablées ou stabilisées qui ont longtemps été traitées massivement par des herbicides chimiques. En fonction des contraintes liées à la nature du substrat, à la pression de piétinement, aux cortèges de graines et aux matières organiques éventuellement introduites, les dynamiques végétales et la diversité floristique ont été étudiées. En tout, 105 espèces végétales appartenant à 26 familles différentes ont été inventoriées sur les espaces inclus dans le champ du projet. Celui-ci a notamment montré qu'il est déterminant d'accompagner le public durant une phase de transition



Les milieux urbains, très minéralisés, représentent un fort potentiel de restauration écologique.

de trois à cinq ans pendant laquelle l'aspect des anciennes surfaces sablées pouvait donner un sentiment d'abandon et que l'apport de matières organiques joue un rôle positif sur la diversité de leurs peuplements végétaux. En revanche, le semis de mélanges de graines d'espèces sauvages n'aboutit pas à de bons résultats, car les mélanges disponibles sont peu adaptés aux fortes contraintes urbaines et locales. Et plus globalement, le succès des actions de restauration écologique en milieu urbain dépendra largement de la tolérance et de la sensibilité des citoyens à la présence de la nature en ville.

LE SUCCÈS DES ACTIONS DE RESTAURATION ÉCOLOGIQUE EN MILIEU URBAIN DÉPENDRA LARGEMENT DE LA TOLÉRANCE ET DE LA SENSIBILITÉ DES CITOYENS À LA PRÉSENCE DE LA NATURE EN VILLE



François Letourneux

Président de la commission des aires protégées de l'UICN et Vice-président de l'OPIE

En conclusion, il a souligné que « *l'on a longtemps considéré que l'on ne pouvait que conserver les milieux menacés. Puis, l'attention s'est focalisée sur les espèces en danger, avec un certain nombre d'effets pervers puisque les populations d'oiseaux ordinaires, par exemple, sont aujourd'hui en chute libre. La restauration est donc indispensable pour opérer la reconstruction des milieux. Pour cela, les expériences menées s'appuient sur un aller-retour permanent entre la démarche analytique et la vision systémique et interdisciplinaire. Du foisonnement actuel des initiatives émerge peu à peu une tentative de normalisation de savoirs en devenir. Ceci est d'autant plus vrai que la dimension du temps est essentielle pour toute véritable restauration écologique. La durée est aussi une dimension indispensable pour réussir la communication et l'éducation à la nature, qui sont cruciales, alors que la population est de plus en plus urbaine, pour que chacun reprenne contact avec la biodiversité.* »

ENCADRÉ 5

ADAPTER LES FORMATIONS AUX BESOINS ACTUELS ET FUTURS

En France comme ailleurs, le besoin de professionnels de l'écologie capables de conserver, de protéger, de réhabiliter ou de restaurer les milieux sera en forte hausse dans les décennies à venir.



Nathalie Frascaria-Lacoste

Directrice-adjointe du laboratoire Écologie, Systématique et Évolution-ESE (Université Paris-Sud XI, AgroParistech, CNRS)

Elle a indiqué qu'« en 2009, le ministère de l'Écologie a initié un Comité de domaine des métiers de la biodiversité et des services écologiques (CDMSE), qui comprend les métiers de l'ingénierie écologique. Il rassemble des acteurs des secteurs privés et publics pour promouvoir la connaissance et la reconnaissance de ces métiers, qui représentent aujourd'hui environ 22 000 emplois et 40 000 à l'horizon 2020. Il faut donc être très soucieux de prévoir l'adaptation de l'offre à la future demande. C'est pourquoi, en particulier, les responsables de notre mastère Ecologie Biodiversité Evolution (EBE), constitué récemment, ont à cœur d'ajuster de façon permanente ses enseignements à la réalité des besoins des professionnels. »

L'Ademe et l'AFPA ont mené une étude sur les métiers de la biodiversité et ont passé en revue 41 fiches Métiers.

Le CDMSE a aussi mené une réflexion sur le socle commun de connaissances sur la biodiversité dont devaient disposer un très vaste nombre d'acteurs. Il s'agit de la connaissance du vivant, des écosystèmes, des paysages et des démarches de gestion de la biodiversité qui doit être abordée dans un cadre pluridisciplinaire tenant compte des aspects économiques et culturels, de la connaissance des acteurs et des principes réglementaires. Ce socle devrait être proposé à tous les niveaux : baccalauréat, BTS, Licences Pro, Masters, mais aussi dans le cadre des formations continues, car il est important de former les personnes déjà en poste dans les collectivités, les parcs, les organismes de gestion, etc. Il faut aussi que ces savoirs soient transmis aux fonctions de coordination et de décision publique et privée ainsi qu'aux métiers du génie civil. Les responsables du mastère EBE interviennent ainsi auprès des écoles d'agronomie, mais aussi des Ponts et Chaussées et des Mines, pour mettre en place des sessions communes de formation.

Les réseaux de professionnels ont également un fort rôle à jouer. Le Groupement d'Application de l'Ingénierie écologique (GAIE) agit ainsi pour faire jouer un certain nombre d'effets réseau, effectuer un lobbying en faveur de l'ingénierie écologique, et contribuer à la formation initiale et continue en la matière.



Alain Bédécarrats

Président de GAIE (Groupement d'Application de l'Ingénierie écologique)

Il a expliqué que « le GAIE rassemble en Île-de-France des personnes animées par une très forte motivation. Il œuvre pour renforcer les collaborations entre les communautés qui utilisent l'ingénierie écologique et compte 120 personnes autour d'un noyau dur de chercheurs provenant d'organismes d'enseignement supérieur de très haut niveau et représentant des disciplines diverses telles que l'écologie, la foresterie, l'agronomie, la pédologie, la sociologie, la philosophie, l'ethnologie, etc. Il compte aussi des cadres de collectivités territoriales, des entrepreneurs privés, des acteurs associatifs et des étudiants. Un colloque annuel, réservé aux étudiants, permet d'aborder différents aspects de la complexité : agriculture (2008), déchets (2009), biodiversité (2010), eau (2011). »

Agébio, association française de génie biologique pour le contrôle de l'érosion des sols, regroupe quant à elle des scientifiques, des entreprises, des donneurs d'ordre, des bureaux d'études et des étudiants pour promouvoir le génie biologique et mettre en lien les mondes de la recherche et de l'intervention de terrain. L'IRSTEA participe également à la mise en commun des savoirs au travers de colloques nationaux thématiques. Il est enfin essentiel de faire reconnaître le savoir acquis par les acteurs associatifs, le cas échéant au travers de démarches de Validation des acquis de l'expérience.

RETOURS D'EXPÉRIENCE RAPIDES SUR LA RESTAURATION

Cette séance a présenté un panorama de pratiques et techniques de restauration, aussi bien celles qui ont été un succès que celles qui ont échoué, en mettant en valeur la diversité des situations : différents types de milieu, d'échelles, de contextes, afin de tirer des enseignements, des principes d'action.

THÈME 1 (PLÉNIÈRE 3) LE CAS DES ZONES HUMIDES (RIVIÈRES, FLEUVES ET PLANS D'EAUX)

- **Véronique Bobe-Leloup** ■ Écosphère
Grands types d'opérations de restauration et de gestion écologique conçues et suivies en bureau d'études
- **Catherine Moret** ■ Association de la vallée du Léguer
Le démantèlement du barrage de Kernasquillec sur le Léguer
- **Raphaël Zumbiehl** ■ Zoom
Réimplantation de roselières fluviales
- **Christophe Parisot** ■ Maison de l'Environnement de Seine et Marne
Restauration d'une zone humide : le plan d'eau Saint-Michel
- **Francis Isselin** ■ Université François Rabelais de Tours
Restauration de zones humides forestières en forêt domaniale de Chinon en Indre-et-Loire
- **Stéphanie Gaucherand** ■ Irstea
Restauration d'une zone humide d'altitude au sein d'un domaine skiable
- **Évangélie Ralli** ■ Moulin de Lucy
La reconquête du Sausseron, petite rivière du Val d'Oise entre 1992 et 2012
- **Ghislain Huyghe** ■ Association Espaces Génie végétal en berge de Seine

THÈME 2 RESTAURATION EN MILIEU URBAIN ET AUTRES EXEMPLES

- **Jean-François Lesigne** ■ Réseau Transport Electricité
Implantation d'une fructicé et d'une prairie mellifère sous une ligne électrique haute tension
- **Damien Provendier** ■ Plante & Cité
Possibilités de restauration de végétation herbacée à partir des surfaces sablées en ville
- **Christian Haïssat** ■ Syndicat d'Agglomération Nouvelle du Val Maubuée
Concertation sur la restauration d'une lisière forestière le long d'une zone pavillonnaire
- **Sandra Malaval** ■ Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées
Des signes de qualité nationaux pour la production de plantes indigènes

THÈME 3 ÉVALUATION DE LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE

- **François Sarrazin** ■ Université Pierre et Marie Curie
Succès à long terme des restaurations de populations, l'exemple du Vautour fauve
- **Sébastien Gallet** ■ Université de Bretagne Occidentale
Restauration des végétations des falaises atlantiques (landes et pelouses)
- **Marion Laprun** ■ Association des Naturalistes de la Vallée du Loing
Programme de suivi et d'évaluation du succès des réaménagements en carrière (ROSELIÈRE)
- **Stéphanie Moussard** ■ GIP Seine-Aval
Enseignements de restaurations écologiques dans l'estuaire de la Seine (Port 2000)
- **Stéphane Boucher Laborderie** ■ Muséum national d'Histoire naturelle/ACTYS
Des discours aux résultats : des méthodes et leurs pratiques mises en échec : avec l'appui de deux cas expérimentaux en milieux bocager (Orne) et forestier (Hte Vienne)



MERCREDI 4 **AVRIL**

QUELS INDICATEURS POUR
MESURER ET ÉVALUER LE
SUCCÈS D'UNE OPÉRATION
DE RESTAURATION?

Les coûts de la restauration diffèrent beaucoup d'un projet à l'autre en raison de l'ampleur très variable des projets, mais aussi du fait que la vitesse de renouvellement de la biodiversité n'est pas la même selon les types d'écosystèmes.



Harold Levrel
économiste à l'Ifremer,
UMR AMURE, Département
d'économie maritime

Pour autant, l'évaluation des opérations de restauration écologique ne saurait être strictement économique, comme l'a pointé Harold Levrel, pour qui « *les indicateurs ne sont pas de simples outils de mesure. Ils sont souvent appliqués à des objets complexes tels que la biodiversité ou le développement durable pour lesquels il est très délicat d'établir une mesure. C'est la raison de leur succès : ils sont utilisés pour prouver l'atteinte des objectifs et constituent des outils politiques utilisés à des fins de communication, mais ils sont fondés sur des conventions qui ne sont pas uniquement scientifiques.* »

L'ÉVALUATION DES
ACTIONS DE RESTAURATION
ÉCOLOGIQUE NE PEUT ÊTRE
QUE MULTIFACTORIELLE.

Ainsi, dans le cas des analyses coûts-bénéfices utilisées pour optimiser les trajectoires des infrastructures de transports, il faut fixer conventionnellement la valeur de paramètres tels que la vie humaine, le temps ou les unités de CO₂ émises. La valeur du temps est évaluée par le corps des Ponts et Chaussées à partir des revenus horaires des usagers, ce qui surestime les avantages de la vitesse par rapport à d'autres critères et justifie donc généralement les équipements.

Le Conseil d'analyse stratégique a considéré que l'analyse économique stricto sensu ne pouvait pas réellement être appliquée à la biodiversité. Jacques Weber a souligné, à la suite de la commission Chevassus-au-Louis, que « *c'est la multitude des interactions de la biodiversité ordinaire qui produit les services dits écosystémiques. C'est pourquoi affecter un prix à une espèce, par exemple, n'a aucun sens. Il faut donc reformuler le problème, et, en l'occurrence, mettre au point des méthodes d'évaluation des coûts de maintenance ou de restauration des services que des actions d'aménagement pourraient perturber et les inclure dans le coût initial des projets d'aménagement.* »

Ce point est d'autant plus crucial que cette prise en compte serait bien souvent si coûteuse qu'elle empêcherait la réalisation de ces projets. Plus généralement, la tendance actuelle à l'utilisation d'indicateurs économiques et monétaires peut avoir l'avantage d'harmoniser les dimensions multiples d'un problème. Mais elle risque d'uniformiser les systèmes de valeurs sous-jacents, donc de nier les interactions, les négociations et les conflits, donc d'empêcher les débats. Or, l'évaluation des actions de restauration écologique ne peut être que multifactorielle : elle peut faire appel à des indicateurs portant sur la biodiversité, sur les services écosystémiques tels que la limitation de l'érosion des sols, etc. ; mais aussi, à une plus vaste échelle, sur la pression d'artificialisation : il en va ainsi de l'objectif « *Zéro artificialisation nette en 2025* » défendu par FNE. D'autres critères ressortent de contraintes réglementaires telles que le bon état écologique des milieux aquatiques ou d'objectifs économiques (unités de biodiversité mesurées à des fins de compensation). Dans tous les cas, il s'agit de résumer un ensemble d'information complexe et de permettre les échanges entre naturalistes, gestionnaires d'espaces, responsables politiques, entreprises et acteurs de la société civile.

DES INDICATEURS SCIENTIFIQUEMENT PERTINENTS

Tout indicateur, s'il est bien conçu, porte la marque des objectifs collectifs qui ont présidé à son élaboration et doit être compréhensible par les destinataires auxquels il s'adresse. Cela suppose que les objectifs initiaux des actions de restauration aient été définis, ce qui, bien souvent, n'est pas le cas. La définition de ces objectifs suppose celle d'un état de référence qui n'est pas nécessairement un état antérieur : la Société internationale pour la restauration écologique considère ainsi qu'un écosystème de référence est un écosystème réel ou un modèle conceptuel utilisé pour fixer les objectifs de la restauration, planifier le projet et l'évaluer. Mais comment évaluer la trajectoire vers les caractéristiques de l'écosystème référence ?



Grégory Mahy
Professeur à
l'université de Liège

Selon Grégory Mahy « *un indicateur écologique est une caractéristique mesurable, soit de la structure des systèmes – biologique, écologique, spatiale, génétique, chimique, etc. – soit de leur composition ou des fonctions des systèmes écologiques.* » La Société internationale pour la restauration écologique définit l'atteinte de l'état restauré à partir de certains critères scientifiquement mesurables : présence d'un ensemble caractéristique d'espèces typiques des habitats recherchés et des espèces autochtones, de groupes fonctionnels et de fonctions internes ou écosystémiques, ou de flux et d'échanges à l'échelle des paysages.

Elle prend aussi en compte la résilience des écosystèmes. Mais elle propose aussi d'autres critères non scientifiques tels que les « *structures communautaires appropriées* », « *l'évolution le long de la trajectoire* » et « *l'intégrité et la santé de l'écosystème* », ou encore sa « *stabilité* » – alors que le monde du vivant, donc les écosystèmes, est par essence constitué de systèmes en déséquilibre, donc dynamiques. Très souvent aussi, les évaluations s'appuient sur la notion de complexité, non définie par l'écologie. Certains principes établis par la science écologique peuvent sans doute être utilisés de façon générale. Ainsi, la diversité spécifique et génétique est favorable à la résilience des écosystèmes :

Luc Abbadie a donc suggéré « *la construction d'indicateurs tels que l'indice de diversité microbienne, dont l'usage assurerait un suivi des résultats atteints par les actions de restauration de la qualité des milieux. Du fait qu'il existe un lien entre stabilité, résilience et complexité, la mesure de la fréquence d'un isotope dans les tissus d'un prédateur de dernier rang pourrait peut-être constituer un indicateur simple de l'état des écosystèmes auxquels appartient ce prédateur.* »

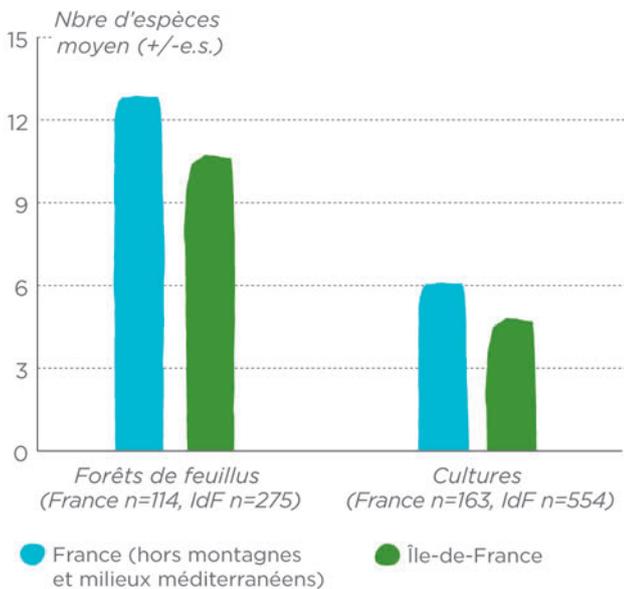


Grégoire Lois
Muséum national
d'Histoire naturelle

Dans tous les cas, a souligné Grégoire Lois « *un indicateur brut n'est pas une fin en soi. Il doit être conçu en fonction du destinataire de l'information et des objectifs recherchés. C'est pourquoi Natureparif a veillé à produire des indicateurs intelligibles pour ses différents publics. Certains peuvent être très simples, par exemple lorsqu'une action de restauration vise à renforcer la population de telle ou telle espèce. Mais tout indicateur doit être replacé dans un cadre plus large, car l'évolution quantitative d'une espèce d'oiseau, par exemple, ne fait pas sens si l'on ne tient pas compte de la dynamique globale de l'espèce sur les territoires environnants* »



Le suivi des papillons est un des indicateurs simple de suivi de l'état de santé de la biodiversité.



Diversité en espèces végétales constatée dans les forêts et les cultures en Île-de-France et dans le reste du pays (plaines et collines seulement, en excluant le milieu méditerranéen). Dans chacun des deux cas, la diversité en Île-de-France est significativement plus faible.

FACILITER LA MESURE

Un bon indicateur doit être facile à déployer par les acteurs qui le mettent en œuvre et non uniquement par les scientifiques, peu coûteux, et ne pas présenter d'importantes difficultés taxinomiques ou de mesure. Il doit être conçu dès le départ de façon à pouvoir évaluer l'efficacité des actions entreprises et doit être sensible aux phénomènes à tester dans le cadre de la restauration écologique. Sébastien Gallet a ainsi expliqué que « *si les mesures de protection diverses adoptées pour restreindre et canaliser la fréquentation des landes et pelouses atlantiques depuis 1987 sont globalement apparues efficaces, il n'est pas possible de les mesurer rigoureusement : des suivis ont en effet été effectués grâce à la cartographie ou à des relevés botaniques à long terme, mais ceux-ci restent très rares et discontinus. La mise en place des suivis doit donc être pensée dès la conception des opérations de réhabilitation.* » Il faut dès le départ être capable de proposer des indicateurs simples et rigoureux : Grégory Mahy a ainsi regretté que « *la mesure des actions de restauration écologique soit coûteuse pour le contribuable et/ou pour les acteurs privés. Ainsi, les programmes européens LIFE dédiés à cette thématique atteignent des budgets de centaines de milliards d'euros.* » À l'opposé de cette tendance, un protocole sobre et robuste a été mis en place en Suisse, où la restauration des prairies agricoles est évaluée à travers deux critères : le nombre de couleurs de fleurs et le nombre de couleurs de papillons.

La qualité de ces protocoles a été démontrée par des études scientifiques, car le nombre de couleurs est lié à la diversité végétale et biologique. D'autres critères simples, mais validés par la recherche scientifique, peuvent aussi être utilisés : il en va ainsi de la diversité paysagère. Enfin, il est parfois plus efficace de se référer aux dires d'experts naturalistes – notamment lorsqu'il s'agit de spécialistes des groupes les plus inféodés à tel ou tel biotope – que de construire des indicateurs techniques et scientifiques complexes.

Bien souvent en effet, les procédures d'évaluation menées ressortent du domaine scientifique et non du contrôle opérationnel. Ainsi, les pelouses calcaires issues de la dégradation de la forêt climacique européenne par l'activité pastorale traditionnelle sont de plus en plus fragmentées du fait de l'expansion forestière en Belgique et sont donc considérées comme des habitats d'intérêt communautaire selon la directive Natura 2000. À ce titre, elles font l'objet de programmes de restauration et de reconnections. L'évaluation écologique de ces actions a donné lieu à des expertises poussées portant notamment sur le niveau trophique, sur le niveau de minéralisation, sur les espèces caractéristiques et sur les groupes fonctionnels et l'insertion paysagère des milieux restaurés par rapport aux écosystèmes de référence. Mais l'obtention de ces résultats a nécessité un ensemble de travaux universitaires qui représente sept années d'équivalent temps-plein. Les résultats sont très riches, mais le coût de leur obtention est prohibitif et il est préférable de parler, dans ce cas, de recherche fondamentale et non d'évaluation.

ENFIN, IL EST PARFOIS PLUS EFFICACE DE SE RÉFÉRER AUX DIRES D'EXPERTS NATURALISTES, NOTAMMENT LORSQU'IL S'AGIT DE SPÉCIALISTES DES GROUPES LES PLUS INFÉODÉS À TEL OU TEL BIOTOPE, QUE DE CONSTRUIRE DES INDICATEURS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES COMPLEXES.

ENCADRÉ 6

LES MARQUEURS DU SUCCÈS DE LA RÉINTRODUCTION



La restauration des populations de vautours fauves dans le sud de la France va de pair avec les mesures de préservation et de conservation des espaces qui abritent les habitats propices à l'espèce. Pour autant, l'expérience montre que la défense des habitats est parfois insuffisante pour favoriser le redéveloppement des populations visées en raison de leur rôle écologique et/ou de leur valeur culturelle. Ceci peut être dû, notamment, à la capacité de dispersion des espèces, qui peut être insuffisante face aux évolutions environnementales telles que le changement climatique. C'est pourquoi les renforcements et colonisation de populations sont de plus en plus pratiqués et donnent lieu à des débats de plus en plus importants du point de vue éthique et scientifique.

En matière de réintroduction d'espèces, la définition des indicateurs de succès est tout aussi cruciale que dans d'autres domaines. Le critère de restauration des populations viables doit définir ex ante l'échelle temporelle permettant de juger de cette viabilité, sachant que les pas de temps peuvent parfois être très longs. Le fonctionnement et la dynamique des populations doivent aussi pouvoir être étudiés afin d'agir pour faire sortir les espèces concernées du statut de risque d'extinction au sens de l'UICN et de les faire progresser vers celui de la « *préoccupation mineure* ».

François Sarrazin, Université Pierre et Marie Curie, a expliqué que « *le Vautour fauve est un rapace charognard globalement inféodée à l'élevage. Ses populations ont connu un très fort déclin à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle, du fait des destructions directes. Les premières réintroductions datent de la fin des années 1960 dans les Grands Causses du sud du Massif central. La région a été choisie car son milieu est peu perturbé et du fait de l'importance des pratiques d'élevage. Après un premier échec, des individus ont été élevés en captivité et un nouveau lâché d'oiseaux marqués a été effectué dans les années 1980. Les populations ont rapidement augmenté et un programme semblable a été développé dans le sud des Alpes, alors qu'une action de conservation a été conduite dans les Pyrénées.* »

Les suivis ont montré quelle était la dynamique de colonisation des espaces. Les sites de reproduction sont très nombreux et ne constituent pas un facteur limitant, les lignes électriques pouvant, en revanche, causer des mortalités sans impact notable. L'espèce a été remise en relation avec les éleveurs locaux, qui y ont retrouvé un moyen simple pour éliminer les cadavres issus de leurs troupeaux. Ceux-ci déposent à présent directement les animaux morts sur des placettes situées dans chacune de leurs exploitations.

Cette reconnexion et les dynamiques sociales sur lesquelles elle s'appuie et qui font l'objet d'une très forte attention de la part des porteurs du programme ont été la clé du succès puisque les populations de vautours continuent d'augmenter trente ans après les réintroductions.

DES SITES DE STOCKAGE DE DÉCHETS À L'ARASEMENT DE BARRAGES

Le MNHN a créé un outil de suivi de performance dans le cadre d'une démarche d'atténuation volontaire des effets des sites de stockage de déchets Suez sur l'environnement.



Blanche Gomez

Ingénieur écologue et expert biodiversité chez Sita France

Elle a expliqué que « les sites de stockage de déchets non dangereux de Sita comportent des impacts non négligeables alors même que les surfaces gérées sont importantes. C'est pourquoi une démarche pragmatique a été engagée depuis 2006 pour intégrer et préserver la biodiversité sur nos installations. En phase d'exploitation, cela s'est traduit par le choix des modalités de gestion des milieux naturels réhabilités après avoir été remaniés. La réglementation impose aussi de gérer les milieux durant au moins trente ans en phase de post-exploitation. »



Olivier Delzons

Muséum national d'Histoire naturelle, Service du patrimoine naturel

Il a précisé qu'« une convention a été signée en 2008 par le MNHN et Sita pour caractériser la biodiversité présente sur les sites de stockage et disposer d'un outil de suivi de la qualité écologique à l'échelle de sites réaménagés ou appelés à l'être, et où les milieux pionniers, réhabilités ou reconstitués sont nombreux. L'Indice de qualité écologique (IQE) a donc été construit sur la base de plusieurs indicateurs à partir des taxons inventoriés et des connectivités écologiques. » L'état de référence choisi pour ces sites souvent totalement réaménagés se fonde sur l'intégrité biotique, c'est-à-dire la capacité de l'écosystème à supporter une communauté résiliente et dont la diversité est comparable aux écosystèmes comparables de la zone géographique considérée. Début 2012, 29 installations de stockage avaient été inventoriées en France, dont six selon des protocoles standardisés s'appuyant sur des critères de patrimonialité, de fonctionnalité et de diversité des

écosystèmes. L'IQE pourrait être appliqué à d'autres sites comparables de 10 à 100 hectares. Sa restitution est effectuée sous une forme graphique qui rend compte de ses multiples dimensions de façon lisible.



Josselin de Lespinay

Membre du directoire
Eau de France
Nature Environnement

Il a précisé que « l'arasement du barrage de Maisons-Rouges a donné lieu à un suivi scientifique ad hoc. La suppression de cet ouvrage construit en 1922 et situé un kilomètre à l'aval de la confluence de la Vienne et de la Creuse a été décidée dans le cadre du plan Loire Grandeur Nature et a été effectué en 1998. Elle n'a donné lieu à aucune action de réhabilitation. Nous avons laissé la nature agir. Une étude de suivi morpho-sédimentologique spécifique a été réalisée par l'université François Rabelais de Tours. Une très grande quantité de sédiments a été remise en mouvement dès 1999 : dès cette année, un déstockage de 600 000 m³ de matériaux a été observé dans la Vienne. » En 2009, le front principal de sédimentation se situait à 27,5 km en aval de l'ancien barrage. La richesse des habitats présents a rapidement augmenté et des herbiers à renoncules se sont développés ainsi qu'un certain nombre d'espèces invasives. Un banc de graviers est apparu très rapidement sur l'ancien site de la retenue et a été très rapidement couvert par une végétation très évolutive. La circulation des poissons migrateurs (Alose, Lamproie, Saumon de Loire) a été largement rétablie. Enfin, il a été montré que le taux d'étagement – c'est-à-dire le rapport entre la différence entre les altitudes amont et aval et la hauteur cumulée des obstacles – est corrélé négativement avec l'indice Poisson-Rivière.

En dehors des indicateurs conçus de façon spécifique pour une opération, il faut le plus souvent tirer parti de protocoles déjà existants. Depuis 2006, l'Association naturaliste de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau (ANVL) coordonne un programme partenarial de suivi des réaménagements de carrières. Marion Laprun, ANVL, a expliqué que « pour évaluer la biodiversité des sites, comparer son évolution et orienter les mesures de réaménagements, des protocoles standardisés ont été adoptés pour disposer de résultats fiables. Les indicateurs de suivi se fondent sur une douzaine de taxons et reprennent des protocoles classiques utilisés par des programmes de science participative tels que Vigie Nature. C'est à partir de ces données recueillies depuis quatre ans que vont être construits des indicateurs de suivi ou d'évaluation. »

ENCADRÉ 7

LES MESURES COMPENSATOIRES POUR GARANTIR LE NO NET LOSS?

Le trading de la compensation des services écosystémiques aquatiques s'est généralisé aux États-Unis depuis une trentaine d'années, puisque le principe no net loss (pas de perte nette de surfaces pour les zones humides) est désormais très populaire aux États-Unis, car il constitue un indicateur très simple à comprendre qui a été promu lors de la campagne électorale de George Bush Senior en 1989.

Cet indicateur de compensation permet en effet de concilier les objectifs de développement et de croissance économique – qui fait toujours l'objet d'un fort consentement public – avec l'impératif de lutte contre la dégradation de l'environnement. Il présente aussi l'avantage de dégager des moyens financiers pour la gestion de la biodiversité et de maintenir des actions de développement économique, et fait donc l'objet, à défaut d'accord, d'un large consensus, à l'image de la position de FNE « *Zéro artificialisation nette en 2025.* »

« En 2008, aux États-Unis, les actions d'amélioration des milieux représentaient 19 % des actions entreprises, actions de création de nouveaux milieux humides atteignaient 17 % cette même année, et les actions de préservation représentaient 22 % du total. La restauration complète de zones humides dégradées représentait 42 % des actions en 2008 : or, seules ces actions représentent un gain surfacique. Cette part est cependant en hausse depuis 2005 », a rapporté Harold Levrel.

Les banques de compensation gèrent 35 % des actions de compensation, et les systèmes de permis standards mis en œuvre directement par les responsables des dommages, 59 % de ces opérations ; les autres actions sont effectuées par l'intermédiaire d'ONG spécialisées. Or, telles que mises en œuvre actuellement, le système compensatoire comporte des vices qui empêchent d'atteindre l'objectif de *no net loss*.

En effet, le système engendre une sous-estimation des impacts et une surestimation des actions de compensation, les indicateurs utilisés étant assez limités et les deux parties ayant intérêt à ce type de stratégies contre lesquelles il revient au Législateur de lutter.

Des pertes temporelles apparaissent également, car des crédits sont accordés aux banques de compensation au fil des étapes successives des projets et dès la sécurisation du foncier alors que les objectifs de restauration ne sont pas atteints.

Les référentiels écologiques ne prennent pas en compte l'ensemble des fonctionnalités des écosystèmes à restaurer. Le taux de succès des actions est d'environ 75 % et il existe des habitats et des fonctions que l'on ne sait pas restaurer. Enfin, les échelles spatiales de compensation sont discutables : l'application du principe no net loss à l'échelle du site ou à celle du Comté n'a pas le même sens du point de vue écologique. Une amélioration notable est cependant intervenue depuis une décennie, après la publication de rapports des agences fédérales qui ont souligné le manque de sérieux des critères de compensation. Les systèmes de suivi ont été améliorés et les référentiels validés avec précision. Les résultats ont indiscutablement été positifs pour les milieux terrestres.

LES INDICATEURS, ENJEU DU DÉBAT PUBLIC

Compte tenu des impacts culturels et socioéconomiques liés à la modification des territoires et des impacts sur les services écosystémiques, les indicateurs construits à des fins d'évaluation doivent d'emblée intégrer ces objectifs et ces paramètres – y compris en matière de concertation locale. C'est pourquoi Laura Maxim a effectué pour Natureparif une revue critique des indicateurs socio-économiques de biodiversité, qui est disponible sur le site de l'agence. Le PNUE a publié récemment un ensemble de rapports d'évaluation de l'état de l'environnement dans la perspective de la préparation de la conférence internationale Rio+20, dont le rapport « *Dead Planet, living planet* », qui reprend un certain nombre d'études montrant de quelle façon les évaluations peuvent toucher les décideurs.



Thierry Lucas

Chargé de la stratégie paneuropéenne de la biodiversité au programme des nations unies pour l'environnement (PNUE)

Comme l'a rappelé Thierry Lucas, en charge du projet Knowledge from science to societies, l'un des cas étudiés est celui de la baie de la Corne d'or (Istanbul, Turquie) autour de laquelle vivent 11 millions d'habitants. Dans les années 1980, les sites industriels et militaires y étaient très nombreux et les quantités de nickel, de plomb, de zinc, etc., rejetés dans les eaux étaient énormes. L'oxygénation de l'eau était si basse que toute activité de pêche avait disparu. Les problèmes sanitaires considérables ont aussi poussé les autorités publiques à agir en délocalisant les activités industrielles, en multipliant les espaces verts et en améliorant la collecte des eaux usées. Les indicateurs en termes d'oxygénation et de présence des matières fécales en suspension démontrent une nette amélioration. Le rapport montre globalement le rôle déterminant de l'acceptation et du soutien des populations locales pour la mise en œuvre des projets de restauration, et insiste sur le fait que les indicateurs doivent être communicables et compréhensibles, notamment par les responsables politiques. En France, dans le contexte de procédures de débat public, d'enquêtes d'utilité publique, de Commissions locales d'information, de concertation portant sur des projets d'aménagement, etc., il apparaît crucial de disposer d'indicateurs synthétiques et compréhensibles par toutes les parties prenantes. Pour Josselin de Lespinay, « *les associations font souvent face à des discours hyperscientifiques ou hypertechniques ou*

à l'inverse à un faux bon sens paysan, qui, tous, masquent les enjeux écologiques, d'aménagement du territoire ou d'intérêt général dont elles sont porteuses. » Dans le cadre des cercles de concertation et de négociation sur le terrain, la construction d'indicateurs clairs partagés constitue donc un outil essentiel dont les citoyens peuvent se saisir pour peser sur les choix des acteurs politiques.

RESTAURATION ÉCOLOGIQUE : DES IMPACTS GLOBALEMENT POSITIFS

Les procédures d'évaluation sont essentielles pour mesurer les impacts, constater les éventuels échecs et insuffisances, afin de faire progresser les savoirs de la restauration écologique. Ainsi, dans le cadre de la création d'un double méandre artificiel situé sur l'estuaire de la Seine et visant à compenser et accompagner une extension du port du Havre, le Groupement d'intérêt public Seine-Aval a constaté, grâce au suivi effectué par la Réserve naturelle de l'estuaire de la Seine que les résultats ne correspondaient pas aux objectifs recherchés et que l'intervention n'avait pas rendu une dynamique suffisante à l'estuaire. Il est aussi apparu que la concertation n'avait pas été menée sur une échelle suffisamment vaste. Globalement et malgré les incertitudes inhérentes à l'intervention sur les milieux vivants, la restauration écologique joue un rôle positif. Thierry Dutoit a ainsi rapporté que « *la revue Science a récemment publié une méta-analyse de plusieurs milliers d'opérations de restauration écologique à l'échelle européenne : il en ressort que la structure et la richesse des milieux restaurés sont généralement plus élevées que celle des milieux dégradés. Pour autant, aucune expérimentation n'a atteint l'ensemble des objectifs de restauration de l'intégrité des écosystèmes traités.* » Selon un article publié en 2009 par Benayas et al., les actions de restauration écologique débouchent sur des gains relativement importants, puisqu'elles atteignent par rapport aux écosystèmes dégradés des gains de 35 % en termes de biodiversité et de 21 % en termes de services écosystémiques.

ENCADRÉ 8

VERS UNE RESTAURATION DE LA BIODIVERSITÉ AGRICOLE ?

Alors que l'agriculture occupe près de la moitié de la surface de la France, la biodiversité cultivée joue un rôle majeur sur le niveau de la biodiversité générale. Or, le modèle agricole dominant s'est appuyé au XX^e siècle sur l'homogénéisation des variétés cultivées. La biodiversité était alors considérée comme un obstacle au progrès, le système semencier organisant la production des graines selon le modèle pyramidal descendant d'un secteur économique qui s'est peu à peu organisé alors que les flux d'échanges directs entre agriculteurs ont en parallèle diminué. Ce modèle agricole dominant est remis en cause par l'écologie, qui ne considère plus la biodiversité cultivée comme un stock de ressources génétiques, mais comme des flux qui rendent des services multiples : capacité de résilience climatique, adaptation à des milieux moins artificialisés, résilience de long terme aux maladies. Au-delà des impacts agricoles, plusieurs travaux scientifiques ont montré que l'hétérogénéité spécifique et génétique des parcelles est le support d'une plus grande richesse des agroécosystèmes en général.



Christophe Bonneuil,

Chargé de recherche au CNRS, centre Koyré d'histoire des sciences et des technologies,

Il a noté que « *l'OCDE et la CDB se bornent à comptabiliser le nombre de variétés conservées, inscrites aux catalogues ou cultivées. Selon ce décompte, le nombre de variétés serait passé de 300 environ au début du XX^e siècle à 61 au milieu des années 1960, puis à près de 400 aujourd'hui. Or, une étude INRA - FRB a montré que la diversité génétique chute bien à partir de 1912, lorsque les variétés commerciales ont été mises en vente, mais que le déclin se poursuit tout au long du XX^e siècle. Cette étude tient compte du fait que les individus des variétés de pays sont tous différents alors que les variétés commerciales actuelles sont formées de clones génétiquement identiques, et prend en considération la répartition des variétés au sein des territoires et entre les territoires : l'indicateur composite construit par l'étude porte sur l'ensemble de ces critères et a démontré que l'érosion de la biodiversité cultivée se poursuit depuis les années 1980, alors même que le nombre de variétés commercialisées augmente.* »

La loi Grenelle 2 considère le développement de la biodiversité cultivée comme un objectif de politique publique, sans préciser s'il s'agit de mesure de conservation, de préservation ou de restauration. Des programmes de conservation ont

été mis en place au niveau français et européen sous la forme de banques de graines ex situ, pouvant être sollicités par les sélectionneurs selon leurs besoins. Ce modèle est remis en question en raison des logiques actuelles de changements stochastiques, face à laquelle la richesse des ressources mises en œuvre sur le terrain au niveau de la ferme est reconnue comme étant les plus aptes à soutenir les fonctions écosystémiques.

Deux principes-clés de l'écologie de la restauration apparaissent cependant plus pertinents pour favoriser l'augmentation de la biodiversité cultivée : la restauration des processus favorisant la biodiversité, et la restauration de la connectivité – c'est-à-dire la remise en circulation des flux directs de graines entre agriculteurs. Certains conseils régionaux et d'autres collectivités locales, ont donc mis en place des mesures ciblées. La Région Nord-Pas-de-Calais distribue une subvention de 400 euros par hectares aux exploitants qui cultivent des variétés anciennes de légumes et d'arbres fruitiers et la région PACA subventionne la culture des variétés céréalières anciennes. Malheureusement, ces mesures ne concernent pour l'instant que quelques dizaines d'hectares cultivés alors que des politiques systémiques sont, plus que jamais, à construire. Elles devraient inciter les coopératives et moulins à diversifier leur offre, mais aussi soutenir les circuits courts, qui sont le plus à même de favoriser la diversité variétale, et, enfin, réencourager les échanges de semences de ferme entre agriculteurs.

BIBLIOGRAPHIE DES INTERVENANTS

► **Aubel Christophe,**
Humanité et biodiversité,
Manifeste pour une nouvelle alliance
Co-édition Ligue Roc /
Descartes et Cie, 2009

► **Robert Barbault,**
Un éléphant dans un jeu de quilles,
L'homme dans la biodiversité
Éditions du Seuil, 2006
Livre de poche, Points, Sciences, 2008

► **Géneviève Barnaud, Eliane Fustec,** *Conserver les zones humides : pourquoi ? Comment ?*
Éditions Quae, 2007

► **Julien Delord,** *L'extinction d'espèce, histoire d'un concept & enjeux*
Éditions du Muséum, 2010

► **François Letourneux, Marie-Sophie Bazin, Manu Boisteau,** *Oui ou non voulons-nous protéger la nature*
Essai (broché), 2009

► **Caroline Mollié,** *Des arbres dans la ville, l'urbanisme végétal*
Éditions Actes Sud, 2009

► **Freddy Rey,** *Génie biologique contre l'érosion torrentielle*
Éditions Quae, 2012

► **Annik Schnitzler, Jean-Claude Génot,** *De la ruralité à la féralité*
Éditions Quae, 2012

► **Adel Selmi,** *Administrer la nature, Le parc national de la Vanoise*
Éditions de la de la Maison des sciences de l'homme, Éditions Quae, 487 pages, 2006

► **Robert Barbault, Jacques Weber**
La Vie, quelle entreprise ! Pour une révolution écologique de l'économie.
Éditions du Seuil, 2010

