

# Climat et Biodiversité

## Enjeux et pistes de solutions

Acteurs d'aujourd'hui et de demain à la croisée des enjeux du climat et de la biodiversité



Sous la direction scientifique de Michel Trommetter  
 Directeur de recherche à l'INRA

Document réalisé avec le soutien de :

Novembre 2015

**Association ORÉE**

42, rue du faubourg poissonnière  
75010 Paris  
Tél : (+33) 01 48 24 04 00  
E-mail : [oree@oree.org](mailto:oree@oree.org)  
Site Internet : [www.oree.org](http://www.oree.org)

**Suivez-nous !**

Twitter : @AssociationOree  
Facebook : @ORÉE  
Linkedin : @ORÉE

Pour télécharger la présente  
publication au format PDF  
flaschez ce code !



Mise en page et impression



Réalisation des schémas



Traduction : Arabel Borel

## Remerciements

Cet ouvrage, issu des travaux du Groupe de Travail Biodiversité-Économie d'ORÉE, est le fruit du travail de nombreux adhérents d'ORÉE, qui l'ont enrichi par leur partage d'expériences.

ORÉE tient à remercier tout particulièrement Claude Fromageot et Michel Trommetter, co-Présidents du Groupe de Travail Biodiversité-Économie pour leur engagement et leur vision stratégique dans l'élaboration de cet ouvrage, ainsi que Hélène Leriche, Responsable Biodiversité-Économie au sein d'ORÉE pour son implication essentielle et la coordination de ce document.

Doivent être également remerciés :

- les experts extérieurs et scientifiques pour leur contribution : Luc Abbadie, James Aronson, Monique Barbut, Gilles Boeuf, Bruno David, Nicolas Buclet, Nathalie Frascaria-Lacoste, Jean Jouzel, Gilles Martin, Jean-François Silvain, Michel Trommetter ;
- les entreprises et collectivités territoriales qui ont accepté de témoigner dans cet ouvrage : Crédit Coopératif, CDC Biodiversité, Écoorigin, EDF, FSC, GrDF, Pierre Fabre, Région Nord-Pas de Calais, Région Rhône-Alpes, Saf agr'iDées, Séché environnement, Veolia, Vertdéco, Yves Rocher ;
- les acteurs qui ont contribué au financement de cet ouvrage : DS Avocats, EDF, FRB, GrDF, Séché environnement, Veolia.

Merci enfin, pour leur collaboration active à la réalisation de cet ouvrage : Cédric Palacio-Vidal, Cécile Couteau et toute l'équipe ORÉE.

## PRÉFACE

“ Aborder les interactions entre Climat et Biodiversité est-elle une ambition démesurée ?

Le parti pris du collectif ORÉE est résolument de vouloir dire qu'au contraire, cette démarche est riche, parce qu'elle ouvre la projection vers un futur à imaginer et mettre en œuvre ensemble.

Le lien entre Climat et Biodiversité est au cœur de l'actualité ! En boucle rétro-actives, auto-éco-actives, comme dirait Edgar Morin, Climat et Biodiversité sont les vêtements de notre art de vivre pour le futur, tissons-les et soyons heureux et fiers de les porter au quotidien dans nos vies et pour les vies des générations futures.

L'ouvrage ici présenté est éclairé par les scientifiques, par les collectivités territoriales, par les entrepreneurs, tous engagés. Cette diversité donne à penser et permet à chacun d'imaginer des voies de travail et de réflexion, sur son terrain propre. En cela, ORÉE fait œuvre pionnière, car accessible, directe, et vivante. Biodiversité et changement climatique n'est en effet pas qu'une question d'analyse des impacts du changement climatique sur la Biodiversité. On sait aujourd'hui que la vitesse du changement climatique nécessitera l'adaptation. Mais qu'est ce que l'adaptation et l'adaptation de qui et de quoi ? La capacité d'adaptation de la planète Terre, dont bien évidemment les humains, est-elle compatible avec les vitesses actuelle et scénarisées des changements climatiques ? Une chose est sûre, il faut ralentir la vitesse de changement en réduisant les émissions de gaz à effets de serre et en investissant dans la Biodiversité, dans son service séquestration de carbone. Il faut s'adapter aux changements futurs en essayant de faire en sorte que les conséquences de l'adaptation aux changements ne soient pas une accélération de ce changement dans le futur. Cela revient pour les économistes à éviter les irréversibilités et pour les écologues à maintenir un potentiel évolutif. Autrement dit, il faut, autant que faire se peut, éviter que le changement climatique ait des conséquences en termes d'érosion de la Biodiversité qui ne fassent qu'accélérer le changement climatique à long terme.

C'est dans cette réflexion que s'inscrivent les travaux d'ORÉE sur Biodiversité et Organisations. Au-delà du pur objet scientifique, la chance qu'offre ORÉE, encore une fois, est celle de mettre des acteurs de taille, de situation, de mission etc. complètement différents en situation de témoigner, d'ouvrir, de questionner nos modes économiques, gestionnaires, politiques, écologiques. C'est bien ce que l'on retrouve dans cet ouvrage, où les adhérents d'ORÉE partagent leurs premières expériences sur les questions de Biodiversité et changement climatique : pour les uns en termes d'atténuation et pour les autres en termes d'adaptation. Gageons que ces travaux seront suivis de beaucoup d'autres qui permettront de mieux appréhender les interactions Organisations, Biodiversité et Climat.

Jacques Weber aimait à redire toujours, en anthropologue, en économiste, jamais en tous cas sur une science cloisonnée, que la planète vivait, vit et vivra après nous (au sens Gaïa). C'est à nous, humains, disait-il, de déterminer comment nous voulons vivre ensemble. ”



**Claude Fromageot,**

Co-président du Groupe de Travail Biodiversité-Economie – Directeur Développement Durable Groupe Rocher et Directeur de la Fondation Yves Rocher - Institut de France



**Michel Trommetter,**

Co-président du Groupe de Travail Biodiversité-Economie – Directeur de recherche au Laboratoire d'économie appliquée de l'INRA et Directeur de l'école doctorale Sciences économiques de l'UPMF.



# Sommaire

## **L'interdépendance du climat et de la biodiversité ..... p 6**

Le climat : un équilibre dynamique favorisant la vie ..... p 6

La biodiversité : évolutions du vivant et du climat couplées ..... p 7

## **Des enjeux majeurs, des défis indissociables ..... p 8**

Les enjeux climatiques ..... p 8

*Témoignage de Jean Jouzel*

Les enjeux biodiversité ..... p 9

*Témoignage de Gilles Boeuf*

Les rétroactions du système climat-biodiversité ..... p 10

*Témoignage de Bruno David*

Les enjeux humains face aux changements globaux ..... p 12

*Témoignage de Luc Abbadie*

## **Les pistes de solutions face au changement climatique ..... p 14**

Un élan mondial ..... p 14

*Témoignage de Jean-François Silvain*

Les cadres et incitations ..... p 15

*Témoignage de Monique Barbut*

*Témoignage de Gilles Martin*

*Témoignage de Michel Trommetter*

Les initiatives prises par les acteurs ..... p 17

*Témoignage de Nicolas Buclet*

## **Les pistes d'atténuation : réponses concrètes ..... p 17**

Retours d'expériences ..... p 18

Séché environnement, Pierre Fabre, Yves Rocher,

Saf agr'iDées & GrDF, FSC, Crédit coopératif

## **Les pistes d'adaptation : réponses concrètes ..... p 24**

*Témoignage de James Aronson*

*Témoignage de Nathalie Frascaria-Lacoste*

Retours d'expériences ..... p 26

Région Rhône-Alpes, EDF, Région Nord-Pas de Calais, Vertdéco,

Écoorigin, Veolia, CDC Bioversité

## **Conclusion ..... p 33**

## Édito



“ La biodiversité est une thématique majeure dans nos travaux depuis plus d'une dizaine d'années. Pionnière en 2006, l'association a créé le groupe de travail biodiversité et économie avec deux objectifs : montrer l'interdépendance des organisations vis-à-vis de la biodiversité et intégrer la biodiversité dans les stratégies économiques. Les contributions du réseau ont notamment été publiées à plusieurs reprises, en particulier lors de deux ouvrages conséquents

« Intégrer la biodiversité dans la stratégie des entreprises » paru en 2008, et « La gestion de la biodiversité par les acteurs : de la prise de conscience à l'action » paru en 2013. Aujourd'hui, une thèse ORÉE intitulée « Biodiversité et stratégie des organisations : construire des outils pour gérer des relations multiples et inter-temporelles » pose notamment les jalons de l'intégration des écosystèmes dans la comptabilité financière, quand le groupe de réflexion prospective se consacre désormais à l'interface des dynamiques d'acteurs avec celles des territoires. Dans ce cadre, l'évolution de la biosphère sous l'effet des dérèglements climatiques et ses conséquences pour l'humanité, s'invitent naturellement dans nos réflexions.

Que ce soit pour rappeler combien le climat et la biodiversité sont liés ou pour souligner les importants bouleversements environnementaux et humains actuellement en jeu, le propos de ce nouvel ouvrage est éclairé par les témoignages de plusieurs experts qui ont choisi d'accompagner notre pensée. En s'appuyant sur les retours d'expériences concrets de nos adhérents, l'ouvrage propose certaines pistes d'actions. Les acteurs que nous rassemblons au sein d'ORÉE, mettent d'ores et déjà en œuvre une meilleure gestion de la biodiversité et du changement climatique, de façon directe ou indirecte, pouvant relever de l'atténuation ou de l'adaptation. Ainsi, il nous a semblé essentiel de valoriser ces initiatives qui sont aussi bénéfiques sur le plan économique : nous avons constaté à travers nos différents travaux combien les organisations, prenant en compte une vision stratégique écosystémique, s'inscrivent dans une trajectoire de durabilité forte.

A travers ces écrits démontrant la capacité des acteurs à innover et à formuler des recommandations auprès des décideurs comme des autres agents économiques, nous espérons donner envie à d'autres de s'engager en faveur du climat et de la biodiversité.

Au plaisir de vous retrouver bientôt.

Très cordialement à toutes et à tous et très bonne lecture. ”

**Nathalie Boyer**  
Déléguée générale d'ORÉE

## Le Mot de la Présidente



“ Le risque biodiversité pèse très lourd dans le dossier climatique. Est-il besoin de rappeler que le réchauffement climatique, et plus généralement les dérèglements planétaires, posent sérieusement la question d'une sixième extinction de masse des espèces. La liste rouge des espèces menacées d'extinction compte déjà le quart des mammifères, un oiseau sur huit, le tiers des amphibiens, de nombreuses espèces végétales et des écosystèmes entiers.

Changement climatique, érosion de la biodiversité, ces enjeux environnementaux sont des enjeux humains. Notre mode de vie est largement responsable de ces changements globaux. Nos choix de développement perturbent de façon importante et profonde l'écologie de la planète. Nous en sommes responsables, que nous en soyons conscients ou non. Mais les populations humaines sont également victimes de ces changements environnementaux. Les déplacés climatiques en sont les douloureux témoins. Un statut juridique doit leur être trouvé.

Association multi-acteurs entreprises – collectivités territoriales, les réflexions menées depuis plus de 20 ans par ORÉE, ses adhérents et experts se poursuivent ici et constituent l'apport d'ORÉE aux négociations climatiques de la COP 21. Outil de sensibilisation et de mise en perspectives des enjeux et pistes de solutions, le présent document s'inscrit dans les travaux de la conférence scientifique internationale « Our common future », dans le cadre d'un événement organisé conjointement entre la FRB et ORÉE sur la thématique des interactions entre Climat et Biodiversité. En complément, il importe de rappeler que la plateforme française du Global Partnership for Business & Biodiversity développée par ORÉE permet à chaque acteur de témoigner de ses bonnes pratiques et actions : cette plateforme est à user sans modération afin de constituer l'indispensable réseau des solutions biodiversité.

Par leur interdépendance, le Climat et la Biodiversité sont le socle de toute Vie sur Terre. Il est indispensable que la Biodiversité s'invite à la Table des négociations de la COP 21. Climat et Biodiversité se conjuguent ensemble. Puisse le présent document y contribuer. Merci à tous ses contributeurs pour la pertinence de leurs analyses et regards.

Nous sommes aujourd'hui à une croisée des Chemins. Il nous appartient à tous, individuellement et collectivement, de rendre notre Avenir commun possible : nouveaux modes de production et de consommation, renforcement de la RSE, respect de la biodiversité. Il n'y a plus de temps à perdre, le Temps est à l'Action rendue nécessaire et vitale.

*« Pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir, mais de le rendre possible » Antoine de Saint Exupéry... »*

Très amicalement à chacun et chacune. ”

**Patricia Savin**  
Présidente d'ORÉE



# L'interdépendance du climat et de la biodiversité

► **Planète bleue du système solaire, la Terre abrite la vie sous la protection de son atmosphère. Les rapports entre atmosphère et biosphère se sont tissés au cours d'une histoire millénaire dont les glaces et fossiles témoignent. Il nous est possible aujourd'hui de lire ce système complexe en parlant de climat d'une part, de biodiversité d'autre part sans omettre que l'un et l'autre ne peuvent se penser séparément tant les interactions et interdépendances entre eux sont multiples. Il est d'ailleurs impossible de concevoir un être humain sans son environnement ; il en dépend et d'abord par l'air qu'il respire et dont il modifie la composition.**

## Le climat : un équilibre dynamique favorisant la vie

Alors que chacun vit sur Terre sous un climat bien défini (continental, océanique, tropical...) qui conditionne au quotidien la météo, il est aujourd'hui question de changement climatique. Un changement climatique à l'échelle du globe, une modification rapide et forte de l'ensemble des éléments qui régissent les masses d'air et d'eau sur cette planète.

Depuis « la nuit des temps », la Terre a connu différents climats globaux, rythmés par plusieurs périodes glaciaires comme en atteste la « paléoclimatologie ». Inclinaison de la planète par rapport au soleil, effet de serre de plusieurs gaz atmosphériques, masses et courants océaniques, capacité de la surface d'absorber ou réfléchir les rayonnements solaires (albédo) sont quelques-uns des éléments majeurs du climat global.

De la formation de l'atmosphère primitive à l'apparition de la vie, l'activité du soleil aurait été plus faible apportant moins d'énergie et de chaleur, alors que l'effet de serre était plus important : les gaz atmosphériques issus de l'activité tellurique et l'évaporation des océans absorbaient et renvoyaient la majeure partie de la chaleur émise par la Terre (rayonnement infrarouge). Ainsi, depuis ce temps, les échanges de chaleur entre la surface terrestre et le système solaire sont confinés par la couche de gaz à effet de serre de l'atmosphère.

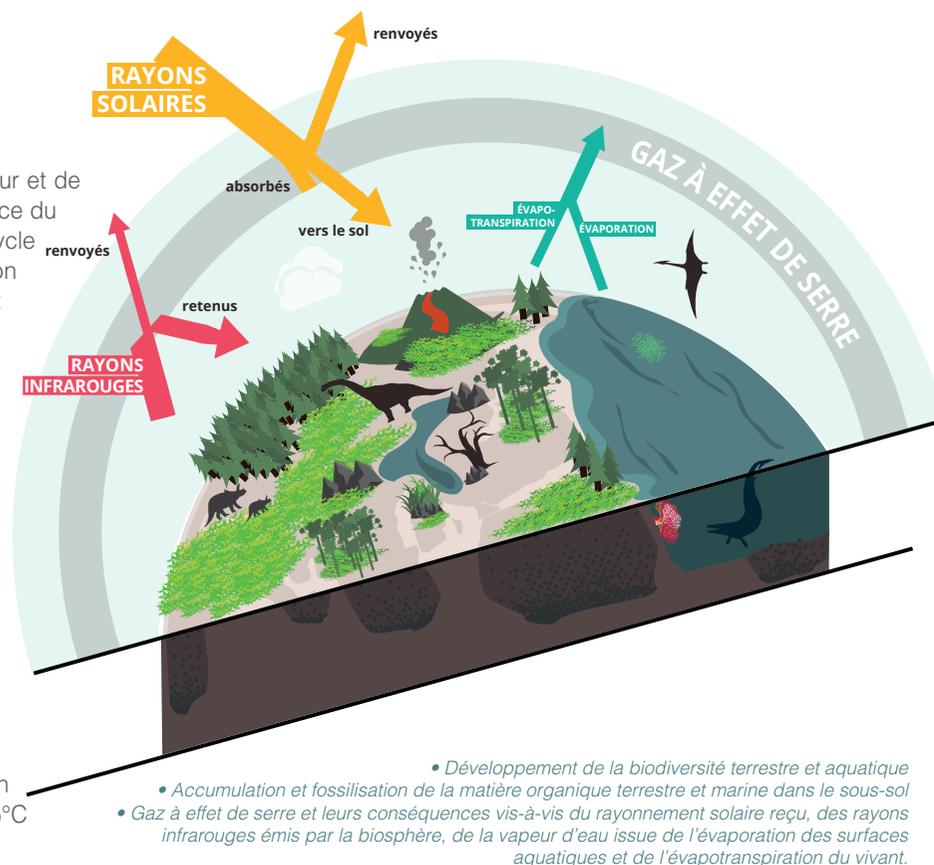
Parmi les grands cycles de la matière (les cycles biogéochimiques), le cycle de l'eau et celui du carbone sont majeurs pour comprendre l'évolution passée et future du climat. La vapeur d'eau et le CO<sub>2</sub> entrent dans la constitution de l'atmosphère et participent à son effet de serre.

Cet effet de serre, responsable d'une relative stabilité des températures sur Terre, a permis l'apparition de la vie. Or le monde vivant participe et modifie les relations entre la surface

terrestre et l'atmosphère ; les échanges de chaleur et de gaz conditionnant en retour la vie. Ainsi la présence du vivant redessine les surfaces et leur albédo. Le cycle de l'eau comprend désormais l'évapotranspiration des végétaux et animaux. Celui du carbone est profondément modifié par la photosynthèse des végétaux chlorophylliens. Elle leur permet en effet de capter du carbone atmosphérique pour construire de la matière vivante (organique) et rejeter de l'oxygène. Le monde vivant participe à la production de chaleur et de CO<sub>2</sub> par la respiration. Les flux, les quantités et les ratios de gaz à effet de serre évoluent alors. Une partie du CO<sub>2</sub> est ainsi captée par la surface terrestre, stockée dans la matière vivante (végétaux et tout le réseau alimentaire qui en découle). Cette matière organique se trouvera au cours des siècles pour partie intégrée à la croûte terrestre sous forme de matière fossile. A la surface de la Terre les échanges continuent. La quantité de gaz à effet de serre s'équilibre permettant un maintien de la température moyenne du globe autour de 15°C et de l'eau sous forme liquide.

Cet équilibre global entre surface terrestre et atmosphère, connaît quelques variations (petit âge glaciaire par exemple), mais reste suffisamment stable pour permettre le développement d'une riche biodiversité planétaire.

Représentation de la planète au Jurassique





## Météo n'est pas climat

Le temps qu'il fait, la météo, se rapportent à l'état de l'atmosphère (pression atmosphérique, température, humidité...) à un moment donné sur un territoire particulier. Les échelles temporelle et spatiale sont limitées. C'est ce que nous voyons lorsque nous levons la tête et regardons le ciel, c'est ce que nous présente le bulletin «météo» quotidien.

Le climat est une moyenne des données météorologiques. L'échelle temporelle est plus longue (des dizaines d'années au moins) ainsi que l'échelle spatiale (pays, continent, grande région). L'étude du climat est reprise et synthétisée par les rapports du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) pour qualifier et quantifier le changement climatique.



## Gaz à effet de serre : positifs ou négatifs ?

La composition gazeuse de l'atmosphère lui confère la capacité de conserver une partie de la chaleur que le soleil procure à la planète et celle produite par la biosphère. Ce phénomène naturel, cet «effet de serre», limite les variations de températures à la surface de la Terre et permet le développement de la vie. Les principaux gaz responsables de cet «effet de serre» sont la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le méthane, le protoxyde d'azote, l'ozone stratosphérique et les gaz fluorés. La biodiversité participant aux cycles de l'eau, du carbone et de l'azote, influence cette couverture planétaire par les flux échangés tout autant que les stocks (matière organique) qu'elle constitue par les éléments chimiques impliqués. Mais les activités humaines actuelles, industrielles, agricoles... (e.g. l'utilisation de la matière organique fossile) produisent rapidement une grande quantité de gaz à effet de serre (e.g. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) qui accentuent l'effet de serre naturel (effet de serre additionnel) et participent à l'accélération du changement climatique.

## La biodiversité : évolutions du vivant et du climat couplées

Des fonds sombres et chauds des failles océaniques aux déserts, en passant par les sols ou les villosités des intestins, le monde vivant habite la Terre et la façonne au gré de ses capacités d'évolution. Cette formidable diversité et les multiples interactions qui la sous-tendent et la relie à l'atmosphère et à la lithosphère, constituent «le tissu vivant de la planète».

Il y a près de 4 milliards d'années, apparaissent les premières formes de vie. Sa masse et sa distance au soleil permettent à notre planète d'abriter l'eau sous ses trois états (glace, liquide, vapeur d'eau). Or toutes les formes de vie sont constituées d'eau et participent au cycle de l'eau. C'est également la température moyenne de la Terre, tempérée dans ses écarts grâce à l'atmosphère, qui permet à la vie d'exister. Qu'elles aient la température du milieu extérieur ou que leur physiologie les rende capables de la contrôler (homéothermes), les espèces sont intimement dépendantes de la température extérieure et ses variations. Ainsi toute hausse de température accélérera les réactions chimiques, y compris au sein des cellules de l'organisme, quand une baisse trop importante pourra être létale par transformation de l'eau en glace avec perturbation des plus petits éléments constitutifs de la matière vivante.

De même le pH, qui rend compte du caractère acide et basique d'un milieu aqueux, joue un rôle majeur dans le développement de la vie. Si le pH des milieux aquatiques est fondamental pour les organismes qui les habitent, il intervient également dans de nombreux fonctionnements cellulaires de tout être vivant. Or le pH des cellules comme celui du milieu ambiant est influencé par les phénomènes de photosynthèse et de respiration.

Ainsi, au cours de sa vie et à sa mort, chaque individu participe aux cycles de l'énergie et de

la matière du monde vivant. Photosynthèse et respiration sont des processus importants pour le cycle du carbone, de l'eau et donc pour les échanges gazeux et de chaleur entre surface terrestre et atmosphère. Au gré des contraintes et de ses capacités de reproduction, l'ADN est la brique élémentaire d'une formidable diversité de formes et modes de fonctionnement du vivant. Le simple examen de la diversité du vivant, connu, montre ce grand potentiel adaptatif et les prouesses physiologiques et d'organisation. Sans cesse en interaction avec son milieu inerte et les autres formes de vie, chaque individu, microscopique ou aussi imposant que les grands dinosaures, interagit avec cette planète. Il participe à la construction d'un monde vivant, à l'émergence de la diversité dans des milieux en changement.



L'une des mailles de ce tissu vivant planétaire est l'espèce humaine qui va peu à peu coloniser nombre de territoires tout autant qu'elle se diversifiera dans ses cultures et modes de vie selon les territoires et avec la biodiversité qui l'occupe. Le nomade chasseur-cueilleur, deviendra sédentaire et agriculteur-éleveur, façonnant les paysages, sélectionnant une part de cette biodiversité qu'on appelle alors domestique. Il participera par ses implantations et ses pratiques à l'évolution de la biosphère à l'échelle des territoires (e.g. barrages modifiant les rythmes de crue des fleuves, gestion forestière, cultures).



Un formidable tissu d'interactions entre climat et biodiversité mais ... fragiles



# Des enjeux majeurs, des défis indissociables

**Perturbation du climat enclenchée, crise d'extinction de la biodiversité, engrenage des rétroactions, effritement des capacités adaptatives du tissu vivant planétaire, l'espèce humaine voit son socle de vie s'effacer sous ses pieds. Nous sommes entrés dans « l'anthropocène » depuis la fin du XVIII<sup>ème</sup>. Les humains sont désormais une force planétaire mais ils ne restent pas moins dépendants de façon vitale de cette planète et son devenir. Les défis sont nombreux et divers, à prendre de front et de concert du fait des interactions qui les sous-tendent. L'enjeu est simple et posé à l'humanité entière : le devenir du vivre ensemble sur cette planète.**

## Les enjeux climatiques

Bien loin des strates atmosphériques, c'est au niveau des humains qu'il faut chercher aujourd'hui les causes du changement climatique dont le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) se fait l'écho. Partageant une histoire millénaire avec cette planète, nos sociétés ont récemment perturbé à grande échelle une dynamique structurée par une certaine inertie, des réactions en chaîne, en cascade... celle du climat.

A partir de la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, à la révolution industrielle, la capacité à utiliser les matières fossiles pour produire de l'énergie a accompagné le développement des technologies et donné l'illusion de possibles sans contraintes ni limites. Considérées comme des puits sans fond, les matières fossiles extraites comme la biosphère ont alors été « consommées » dans une telle mesure que les grands équilibres climatiques s'en trouvent aujourd'hui fortement perturbés.

Consommation de pétrole, gaz ou charbon, destruction de forêts, toutes activités qui rejettent dans l'atmosphère des quantités de carbone et notamment de CO<sub>2</sub> renforcent l'effet de serre.

Les activités et modes de consommation humains participent à la production excessive de gaz à effet de serre. Parmi les plus émetteurs, l'agriculture dite moderne, par ses pratiques culturales et d'élevages, la destruction de milieux notamment forestiers... et l'utilisation de produits phytosanitaires, est à l'origine de grandes quantités de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O. L'industrie et la production de biens de consommation sont gourmandes également en matières fossiles. Elles accompagnent l'urbanisation, les transports et échanges à grande échelle et de ce fait les modifications des territoires impliqués dans les cycles biogéochimiques.

Ainsi les gaz à effet de serre s'accumulent dans l'atmosphère, augmentant cette « couverture » qui entoure la Terre alors que les activités humaines produisent dans le même temps plus de chaleur. La température moyenne de la planète s'élève. Ce phénomène révèle un changement global des cycles de la matière, et entraîne une modification des grands équilibres entre océans, atmosphère et terres émergées. C'est le climat global et ses déclinaisons locales qui sont en train de changer. Les courants atmosphériques comme ceux de l'océan en sont perturbés. Les connaissances du climat, les observations actuelles ainsi que les modèles théoriques permettent d'annoncer un changement climatique, un changement de la variabilité naturelle des climats actuels.

Peu prévisibles à l'échelle locale, les conséquences sont, de l'avis de tous, une forte augmentation des risques pour le monde vivant. Acidification des océans, montée des eaux, fonte des glaces, événements extrêmes plus forts, plus nombreux, désertification accentuée... ces changements globaux sont aujourd'hui plus rapides qu'ils ne l'ont jamais été sur Terre et s'amplifient au fur et à mesure que les gaz à effet de serre s'accumulent, avec des effets rebonds et retards qui justifient d'autant plus l'alarme du GIEC.

Jean Jouzel,

Directeur de Recherches au CEA,  
Vice-Président du Groupe Scientifique du GIEC

Le climat? De quoi parle-t-on?



« Climatologue, impliqué dans la reconstruction des climats passés à partir de l'analyse des glaces polaires, je me suis intéressé à l'avenir de notre climat en réponse à l'augmentation de l'effet de serre liée aux activités humaines. La raison en est simple : le passé est source d'information pour qui s'intéresse au réchauffement climatique en cours et à venir. Mais je me suis longtemps limité aux aspects « sciences physiques »

de ce réchauffement et à ses conséquences en terme de températures, de précipitations, de circulation atmosphérique, de niveau de la mer, ... Il m'a été reproché – probablement à juste titre – de ne pas parler assez du vivant et en particulier du lien entre réchauffement climatique et perte de biodiversité.

Je le fais désormais à chacune de mes conférences en m'appuyant sur le résumé pour les décideurs du 5<sup>ème</sup> rapport du GIEC. Il compare notamment la vitesse maximale de migration des espèces - faune ou flore – à celle du déplacement du climat. Pour certaines d'entre elles – arbres, plantes herbacées, rongeurs, primates – la capacité de déplacement devient, dans la seconde partie de notre siècle, inférieure à la vitesse de déplacement des isothermes dans le cas du scénario le plus émetteur. Sauf intervention humaine, si rien n'était fait pour lutter contre le réchauffement climatique, ces espèces ne devraient pas être à même de survivre. La perte de biodiversité, déjà très marquée, sera exacerbée par le réchauffement à venir.

Selon les études, c'est entre un cinquième et un tiers des espèces qui seraient menacées d'extinction d'ici 2050. Le phénomène s'amplifiera jusqu'à la fin du siècle. Premiers écosystèmes en danger : les espèces montagnardes (notamment les amphibiens des forêts tropicales), les espèces polaires (ours, oiseaux marins, mammifères marins), l'océan du sud et les coraux. Le constat est d'autant plus douloureux que l'on sait qu'au-delà d'un certain seuil d'espèces disparues c'est tout l'écosystème qui s'effondre. »

## Les enjeux biodiversité

Au sein de la biosphère, l'humain est devenu une force de perturbation sans égal, modifiant l'ensemble du tissu vivant dans ses moindres recoins. Directement et indirectement la biodiversité est touchée par nos activités à une échelle et une rapidité jamais atteintes par le passé. Les prélèvements excessifs comme la perturbation des milieux entament les capacités de vie et de reproduction des organismes ; les réseaux d'interactions se déstructurent, tous les écosystèmes sont touchés. C'est le potentiel d'évolution du vivant qui est en jeu alors que nous en faisons partie, qu'il est notre socle.

La capacité des humains à s'implanter et se développer sur la planète a connu une très forte accélération grâce aux technologies dès la fin du XVIII<sup>ème</sup> qui n'a fait que croître sans prise de conscience des risques et limites inhérents à une telle extension. Pourtant tout organisme est limité dans son développement par les ressources dont il dispose (en termes d'espace, de nourriture...) et par ses interactions avec la biosphère.

Les grandes distances se sont raccourcies permettant des échanges et transports entre milieux jusque-là éloignés et qui possédaient des tissus vivants forts différents. La mosaïque de la biosphère a commencé à s'uniformiser. La force des machines a décuplé notre capacité de modification de l'écosystème (e.g. transports, grandes cultures, urbanisation). Celle de l'industrie nous a apporté des produits en quantité si importante que les cycles biogéochimiques ne peuvent les absorber (e.g. CO<sub>2</sub>, engrais azotés) quand ils ne sont pas artificiels et ne font que s'accumuler dans les écosystèmes, responsables alors de pollutions et perturbations des cycles biogéochimiques (e.g. plastiques, perturbateurs endocriniens, trou dans la couche d'ozone).

L'accès aux énergies fossiles et aux métaux de la croûte terrestre, indispensables pour produire toujours plus d'énergie et des matériaux, a justifié la destruction de nombre d'écosystèmes (e.g. les forêts pour leur sous-sol) impliqués non seulement dans la survie de la biodiversité, celle des populations locales mais jouant également un rôle dans le climat et la capacité des territoires à répondre aux changements à venir.



© Hugo Anest

Or notre vie et survie sont totalement liées au devenir des autres organismes vivants et à la robustesse de ce tissu planétaire. L'oxygène que nous respirons, notre nourriture et sa digestion, notre cadre de vie et nos cultures, tous nous rattachent à la biodiversité et à son devenir. On parle aujourd'hui de 6<sup>ème</sup> crise d'extinction mais le phénomène est bien différent des précédentes crises. Cette fois nous y prenons part et en sommes les premiers responsables. Force planétaire, l'humain menace la biodiversité en la détruisant directement (prélèvements excessifs, pollutions) et/ou modifiant tant les milieux qu'il n'est plus possible aux autres organismes de s'y implanter, y croître et s'y reproduire (e.g. destruction d'habitats, des continuités écologiques). Localement ou au niveau global c'est l'ensemble du système qui s'effrite et menace de s'effondrer alors qu'il nous est vital. Ainsi les changements globaux tels que le dérèglement climatique ou la destruction de la résilience des milieux participent à de forts déséquilibres pouvant mener à des basculements de fonctionnement des écosystèmes, leur destruction et/ou leur invasion par des espèces incontrôlables.

Gilles Boeuf,

Président du Muséum National d'Histoire Naturelle

### La biodiversité, de quoi parle-t-on ?



« La biodiversité ? Une liste d'espèce ? Non, c'est beaucoup plus fort et subtil que cela. On l'avait définie comme étant toute l'information génétique contenue dans un individu, une espèce, une population et un écosystème. C'est en fait l'ensemble des interactions que tous les êtres vivants (bactéries, protistes, champignons, plantes et animaux) ont établi, entre eux, et avec leur environnement. C'est la fraction vivante de la nature !

Elle naît dans l'océan, il y a près de 4 milliards d'années quand la première cellule vivante se sépare (se clone) en deux cellules « filles », copies exactes de la « mère ». Tout le vivant part alors à la conquête de l'océan, et beaucoup plus tard, vers 450 millions d'années pour les animaux, des continents. Les micro-algues marines produisent de l'oxygène grâce à la photosynthèse qui va saturer l'océan et plus tard en sortir, permettant la vie terrestre. On connaît aujourd'hui plus de deux millions d'espèces, dont environ 250 000 sont marines (13 % du total), 23 % sont dans les sols. Plusieurs milliers d'espèces de bactéries vivent sur la peau humaine et à l'intérieur du tube digestif.

Il y a la richesse fabuleuse des grands écosystèmes, les forêts tropicales du Congo, de l'Amazonie et des grandes îles de l'Asie du sud-est, et dans l'océan des récifs coralliens. Mais en ville ? En 2007, pour la première fois, il y a plus d'humains dans les villes que dans les campagnes. De rurale, l'humanité devient citadine et cela va changer modes de vie et relations à la nature. L'écosystème urbain est à considérer, avec ces nombreux humains (qui se contaminent entre eux !), ces animaux domestiques et ces animaux « sauvages » qui y pénètrent aussi, parfois avec un cortège de plantes, de champignons, de bactéries...

La nature en ville est fondamentale pour le bien-être de l'humain et sa santé : il se sent mieux, est protégé des effets thermiques des canicules ou des grands froids. L'accès à un grand parc en ville gomme en partie les inégalités sociales !

Nous sommes la biodiversité, nous en vivons et devons intelligemment, sans cupidité ni arrogance, profiter du fabuleux cadeau de la renouvelabilité du vivant, sans la détruite ni la surexploiter. »



# Des enjeux majeurs, des défis indissociables

## Les rétroactions du système climat-biodiversité

Un cercle infernal est ainsi lancé. Si l'ours polaire voit son milieu se réduire comme peau de chagrin, la modification des écosystèmes polaires participe en retour à l'amplification des changements climatiques. C'est au niveau mondial le même drame. L'évolution rapide et brutale du climat impacte le monde vivant, or celui-ci, déjà en crise, ne peut jouer son rôle dans les échanges d'énergie et de matière entre biosphère et atmosphère, amplifiant encore les effets du changement climatique. Les rétroactions entre écosystèmes terrestres, aquatiques et le climat laissent présager une amplification des risques encourus pour l'ensemble de la biosphère.

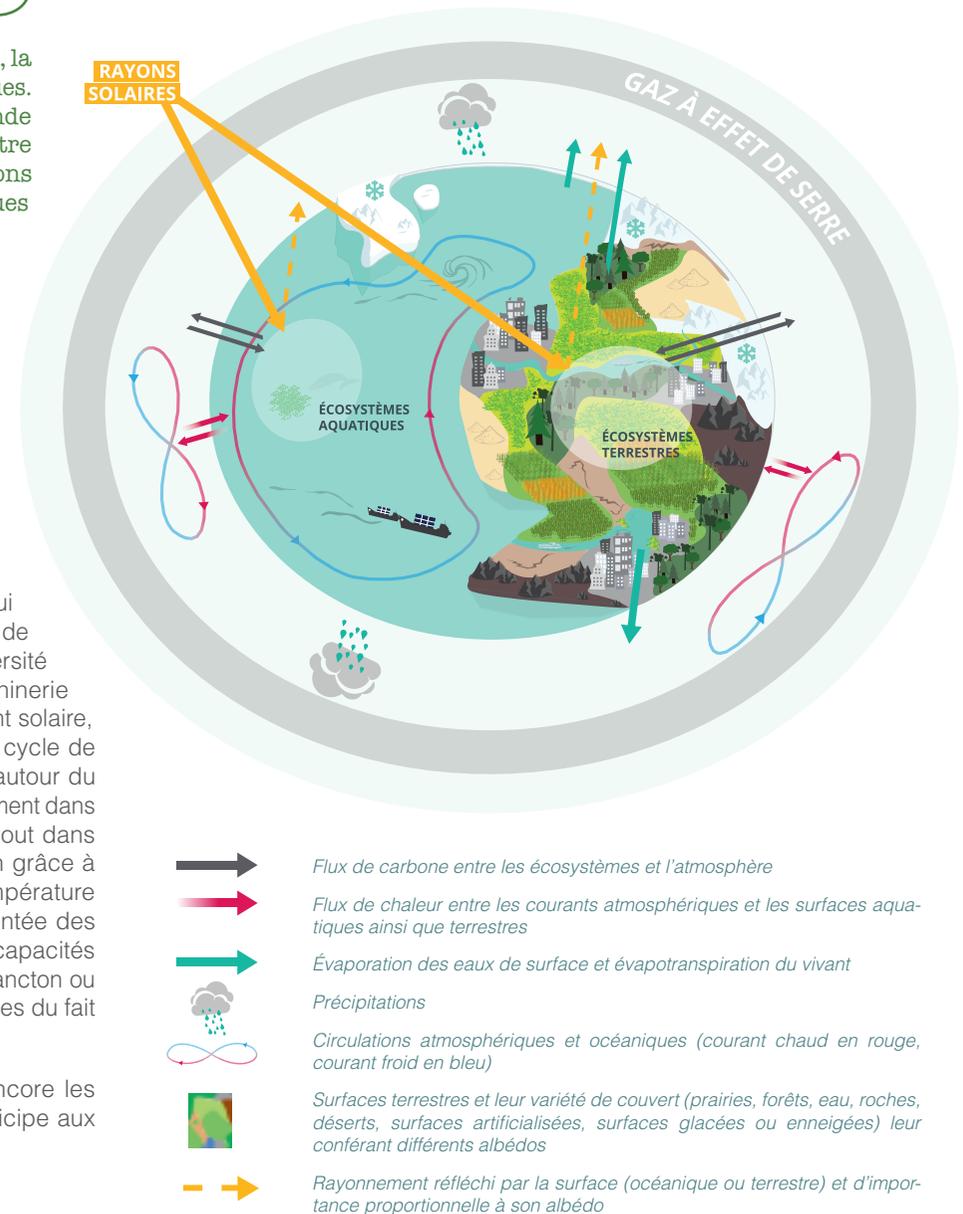
L'utilisation humaine des énergies fossiles et les modes de production et de consommation qui y sont associées, provoquent une forte augmentation des gaz à effet de serre. Les cycles biogéochimiques sont déséquilibrés. Température, répartition de l'eau douce, pH des milieux aquatiques évoluent à des vitesses bien supérieures à celles connues précédemment dans l'histoire de la biosphère, même en pleines crises d'extinction : quelques dizaines d'années en ce qui concerne le changement actuel, des centaines voire des milliers d'années lors de la disparition des dinosaures. Pression extrême imposée à la biodiversité dont les capacités de développement et d'adaptation sont déjà mises à mal par les activités humaines. Le tissu vivant est mité, des écosystèmes basculent dans la désertification ou subissent l'invasion d'organismes souvent indésirés et incontrôlables (e.g. la jacinthe d'eau importée d'Amérique Latine asphyxie tous les grands lacs africains), les sols s'érodent ... et c'est l'ensemble du vivant et ses formidables ressources et capacités qui se dérobe sous nos pieds. Dans les océans, une plus grande dissolution du CO<sub>2</sub> du fait de l'augmentation de la température s'accompagne notamment pour les milieux coralliens ou le métabolisme du plancton.

Mais l'érosion de la biodiversité participe à ce changement climatique tout autant qu'elle a participé à l'élaboration d'un climat favorable à son propre développement. Ainsi, les détournements de l'eau à destination d'éco-

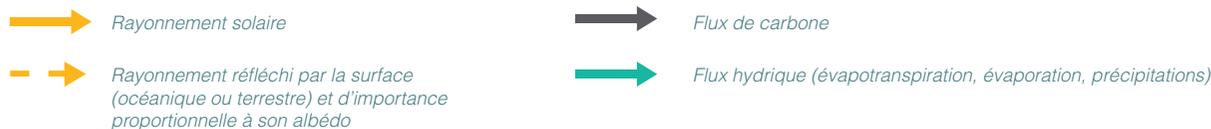
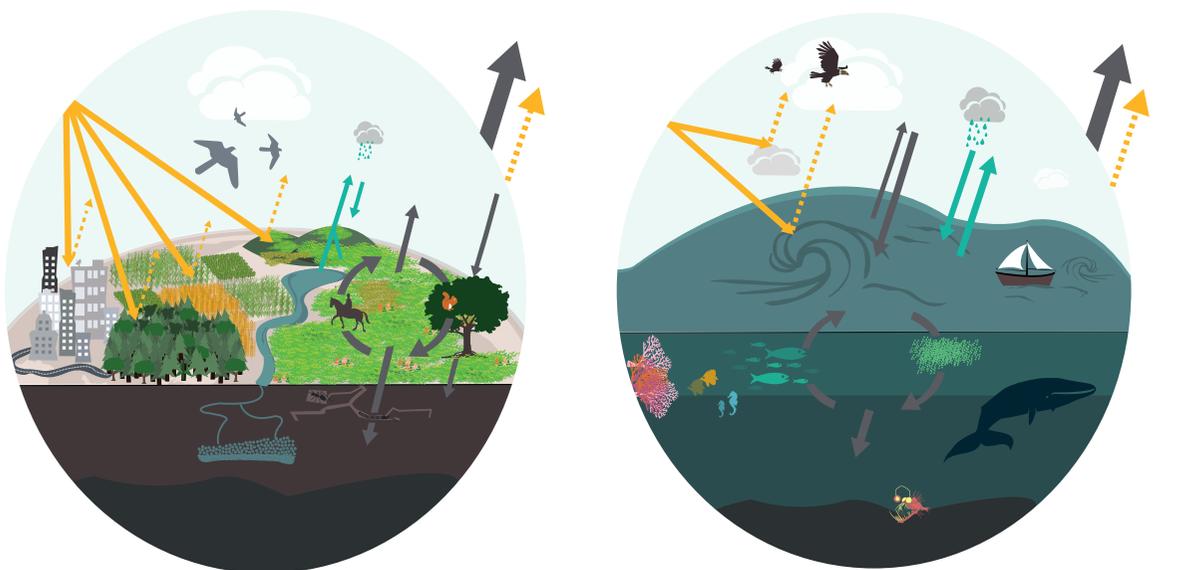
systemes artificialisés, les modifications du territoire, les pollutions impactent les cycles biogéochimiques, terrestres et aquatiques. La disparition de la forêt, l'avancée des déserts réduisent les quantités de vapeur d'eau issues de l'évapotranspiration et les capacités de stockage de carbone de la matière organique. L'urbanisation, le changement d'affectation des terres, les modifications du couvert modifient l'albédo et les flux de chaleur entre sols et atmosphère. L'océan, qui couvre plus des 2/3 du globe, lieu d'apparition de la vie, et hébergeant une formidable biodiversité est un des composants majeurs de la machinerie climatique. Il reçoit l'essentiel du rayonnement solaire, participe à la production de vapeur dans le cycle de l'eau et au stockage et transport d'énergie autour du globe par les courants marins. Il s'inscrit également dans le cycle du carbone, par le CO<sub>2</sub> qui se dissout dans ses eaux et celui qui est capté par plancton grâce à la photosynthèse. L'augmentation de la température va provoquer la dilatation de l'océan, la montée des eaux mais également une modification des capacités de dilution du CO<sub>2</sub> dont la perturbation du plancton ou blanchiment des coraux sont les conséquences du fait de l'acidification des eaux.

La fragilité des écosystèmes renforce encore les perturbations du système climatique et participe aux changements amorcés.

Représentation des principales interactions du climat et de la biosphère



## Focus représentant les interactions entre le climat et les écosystèmes terrestres et marins



### Ozone et Ozone

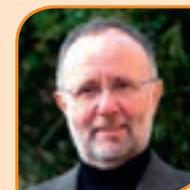
Derrière le vocable «ozone» ( $O_3$ ) se cache le gaz formé naturellement en haute altitude (stratosphère) mais aussi celui issu des activités humaines et proche du sol (troposphère).

L'ozone stratosphérique, celui de la «couche d'ozone» (entre 15 et 20 km d'altitude), absorbe les rayons ultraviolets protégeant la biosphère. Cette couche est mise à mal par certaines activités humaines qui rejettent des particules aérosols (e.g. chlorofluorocarbonates-CFC), qui s'élèvent et provoquent un «trou» dans la couche d'ozone et une baisse d'absorption des rayons ultraviolets.

Dans les premières couches de l'atmosphère, se trouve l'ozone troposphérique, considéré comme «le mauvais ozone». Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les automobiles et les composés organiques volatils (COV) issus des industries sont à l'origine de sa formation. Cet ozone peut provoquer des irritations des yeux et des voies respiratoires chez les sujets sensibles.

Bruno David,  
Directeur de recherche au CNRS

### Rétroactions biodiversité-climat : l'exemple du phytoplancton



« Atmosphère et océans sont des éléments déterminants du climat terrestre et l'on évoque régulièrement le rôle des courants marins dans la répartition des masses de chaleur, mais rarement celui du phytoplancton qui est pourtant un acteur majeur de la régulation climatique.

Le phytoplancton a tout d'abord un impact certain sur le cycle du carbone, activant, grâce à la photosynthèse, la pompe biologique océanique. En effet, chacune des cellules capturent le  $CO_2$ , alors que chez les plantes terrestres, seules les feuilles en sont capables. En termes de flux, il représente ainsi un puit de carbone presque équivalent à celui de la végétation terrestre, pourtant beaucoup plus imposante. De surcroît, la productivité du phytoplancton est très importante. Les microalgues meurent et se renouvellent rapidement et à chaque génération ce sont environ 20% de leur masse qui descendent vers les fonds marins, soit 10 Gt/an.

Par ailleurs, le phytoplancton est à l'origine de la formation des nuages. Pour qu'un nuage prenne forme il faut une condensation de la vapeur d'eau en gouttelettes. Ce phénomène se produit grâce à un élément activateur : le sulfure de diméthyl qui est un composé soufré émis naturellement en grandes quantités par le phytoplancton. Ainsi, naît la nébulosité au-dessus de l'océan. Une fine régulation s'établit. Le soleil favorise la photosynthèse et la production de microalgues qui produisent plus de sulfure de diméthyl ; le gaz favorise alors la formation de nuages qui limitent en retour l'ensoleillement et donc la photosynthèse. Celle-ci décroît, la production de sulfure de diméthyl également et le ciel s'éclaircit, etc. Ce processus autorégulé risque d'être perturbé si la physiologie et la survie du phytoplancton étaient mises à mal. Or dans le cadre du changement climatique, l'acidification des océans met en péril le phytoplancton et les mécanismes auxquels il participe.

Le phytoplancton est un précieux régulateur du climat, à moyen et long terme par sa capacité à piéger le carbone, à plus court terme en contrôlant la formation de nuages, les possibilités de pluies et leur rôle de régulation des températures des basses couches de l'atmosphère, celles de notre cadre de vie. »



# Des enjeux majeurs, des défis indissociables

## Les enjeux humains face aux changements globaux

« A la barre » comme « sur la branche », les humains prennent part à ces changements globaux. Et sur cette petite planète, c'est la question d'un avenir commun qui se pose à tous. Nos sociétés sont confrontées à leurs limites et si le monde vivant, changeant de visage, pourrait se remettre de ce changement climatique, c'est bien la survie de l'espèce humaine qui est en question.

Représentation de la planète avant la révolution industrielle



© A. Delestrade

Comme tout autre organisme terrien nous dépendons des conditions climatiques. Le manque d'eau douce et saine, les trop fortes températures... mettent en péril des vies. La destruction de terre nourricière par la perte de sol progressive (désertification) ou brutale lors d'événements climatiques extrêmes, la difficulté d'accès aux ressources, ... tous les visages du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité concernent notre quotidien et notre avenir sur Terre. Ces perturbations majeures, la fragilité et la rareté des terres et ressources qui s'en suivent dessinent d'ores et déjà l'enjeu fondamental, celui du partage de la planète alors que flux migratoires et conflits pour les ressources se multiplient chaque jour.

### Atténuation

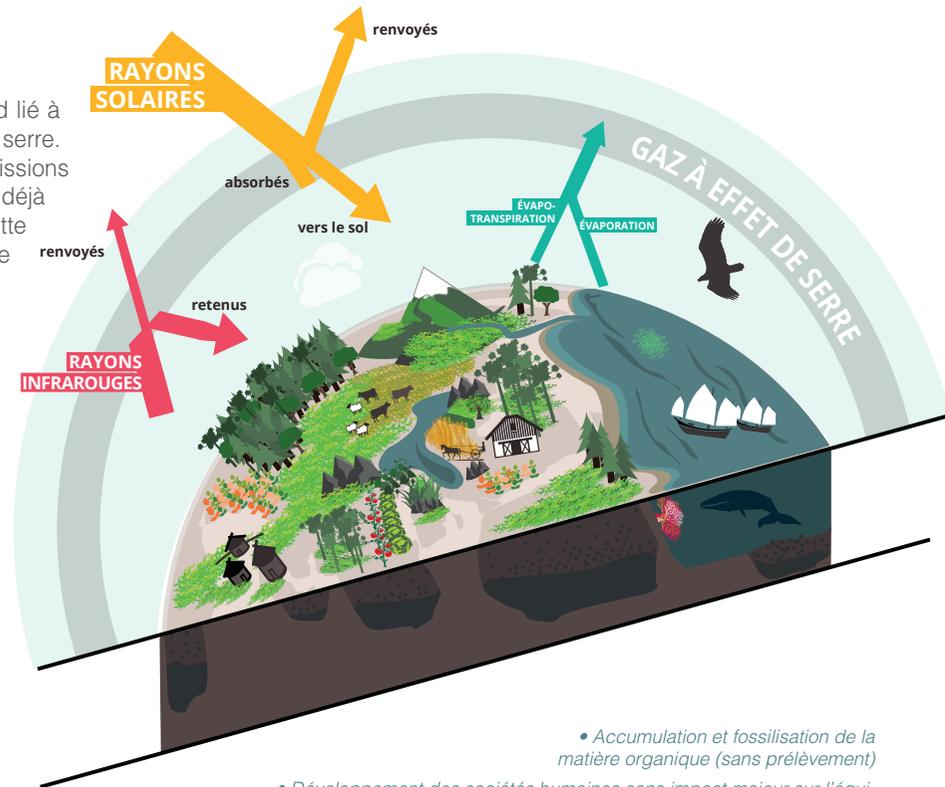
Le changement climatique actuel est d'abord lié à l'augmentation de la production de gaz à effet de serre. Il est donc d'abord question de réduire nos émissions de façon drastique afin d'atténuer un phénomène déjà lancé : la hausse de la température du globe. Cette atténuation passe par des économies d'énergie en repensant notre rapport aux énergies fossiles tout autant que nos modes de production, de consommation, nos choix de développement.

### Adaptation

Mais le phénomène est enclenché et la biosphère connaît des perturbations d'ampleur visibles (érosions) ou plus sourdes (réchauffement de l'océan) qui entament sa capacité à limiter le changement climatique et à résister à la destruction de la biodiversité.

A titre d'exemple, les capacités d'absorption du CO<sub>2</sub> par l'océan par dissolution et grâce à la photosynthèse devraient atteindre leurs limites, si l'océan ne devient pas lui-même alors producteur de CO<sub>2</sub> avec l'augmentation des températures. L'effet de serre n'en serait que plus important.

Les modifications climatiques laissent présager une multiplication des événements climatiques extrêmes, une montée des eaux, ... qui toucheront alors des milieux



- Accumulation et fossilisation de la matière organique (sans prélèvement)
- Développement des sociétés humaines sans impact majeur sur l'équilibre établi entre l'atmosphère et la biodiversité depuis le Jurassique

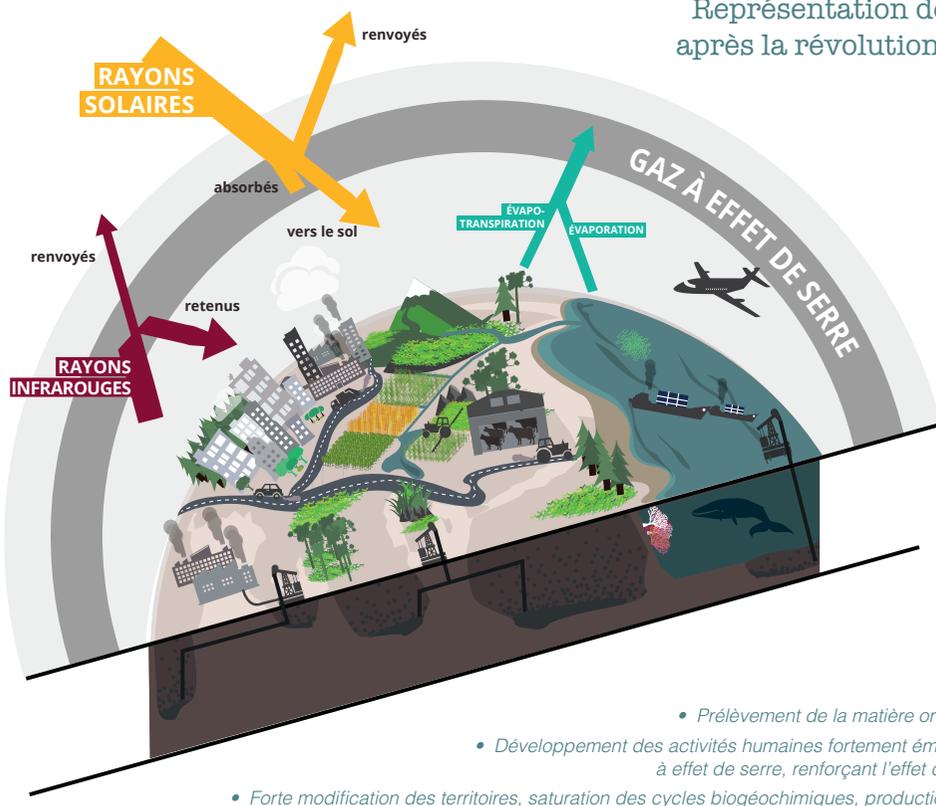
fragilisés car gérés sur le court terme, sans prise en compte des risques et des capacités de l'écosystème à survivre et continuer d'évoluer après une perturbation (résilience). Ainsi les mangroves bien souvent décimées pour développer l'aquaculture ou l'urbanisme restent la meilleure protection des côtes ; la végétation, la meilleure protection des sols face au lessivage et à l'érosion ; la biodiversité des écosystèmes le meilleur moyen d'éviter ou limiter l'invasion d'espèces indésirées...

Il s'agit donc d'adapter notre gestion des territoires à ces enjeux majeurs que sont le climat et la biodiversité en considérant leur rôle dans le changement climatique et la question de leur robustesse face aux risques climatiques et d'érosion de la biodiversité.

## Prise de conscience

Nombre de voix s'étaient élevées auparavant mais c'est en 1992, à Rio, qu'un sommet mondial présentait l'état de la planète à l'ensemble du monde et désignait comme majeurs trois enjeux à travers des conventions internationales : le climat, la biodiversité, la désertification. Interdépendants, ces défis globaux sont plus que jamais d'actualité et justifient l'engagement de toute structure humaine. Car il s'agit de l'avenir humain de cette planète et ces conventions rappellent le rôle majeur que nous avons dans l'émergence de ces enjeux comme dans leurs résolutions au jour le jour. Bien commun de l'humanité, cette planète, ou du moins notre devenir à sa surface, est entre les mains des humains.

### Représentation de la planète après la révolution industrielle



Luc Abbadie,

Professeur à l'UMPC (Paris),

Directeur de l'Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement

### Le climat et la biodiversité : deux systèmes interdépendants



“ Les relations entre le monde vivant et le monde minéral sont organisées selon deux logiques. La première est le bornage du champ des possibles pour le vivant par les caractéristiques physico-chimiques du milieu. La seconde est la réalisation des possibles sous la forme d'une infinité de formes vivantes engendrées par le réseau d'interactions auquel chacune d'entre elles participe.

Ainsi, un organisme peut être considéré comme une réponse du vivant au jeu des contraintes et des ressources de ce qu'il est convenu d'appeler son environnement (température, eau, nutriments, lumière, espace...). Mais, chaque organisme est lui-même un élément de l'environnement des autres, modifiant du même coup les ressources et les contraintes de l'ensemble. Les organismes façonnent leur environnement autant qu'ils le subissent. Il n'y a pas un contenant et un contenu, mais plutôt un système environnement-biodiversité.

En raison de la mécanique de la sélection naturelle, les organismes dont les caractéristiques sont optimales vis à vis d'un environnement ont plus de descendants que les autres. Toute modification des caractéristiques physico-chimiques du milieu comme tout changement d'un organisme engendrent donc une pression de sélection différente et une évolution de tous les autres êtres vivants, c'est-à-dire de l'environnement, qui joue sur les organismes, et ainsi de suite... Ce système environnement-biodiversité est, à son rythme, en perpétuel changement.

Le changement climatique par sa rapidité et son ampleur, provoquera, provoque déjà, des modifications de la distribution des espèces et de certaines de leurs caractéristiques (morphologiques, physiologiques, comportementales, génotypiques) et, par conséquent, de l'albédo des continents, de l'évapotranspiration, de la séquestration du CO<sub>2</sub> et l'émission de gaz à effet de serre, ... toutes ces expressions du vivant qui contribuent au bilan énergétique de la Terre et à son climat.

La biodiversité et le climat agissent et rétro-agissent l'un sur l'autre, formant un système complexe. L'avenir de la biodiversité et celui du climat sont indéfectiblement liés. ”



Des enjeux vitaux dont les solutions nous appartiennent



# Les pistes de solutions face au changement climatique

► **Concernés et responsables, il nous est possible d'être acteurs et, en toute humilité, d'influencer au mieux les phénomènes complexes en jeu afin de garantir un avenir souhaitable. Dans leur diversité, tous les humains peuvent participer au ré-équilibre des grands cycles, au contrôle de la production de gaz à effet de serre, au renforcement de la capacité de la biosphère à supporter et limiter ces changements à l'œuvre. Dès aujourd'hui, plusieurs voix se font entendre, nombre d'initiatives font émerger d'autres possibles. La connaissance, les cadres que se construisent les activités humaines (politique, légal, économique), les expériences de terrain, ... tous participent alors à ce formidable défi.**

Si le préalable à toute action est la prise de conscience de la situation, des enjeux et difficultés, la réalisation est conditionnée par les différents cadres et incitations élaborés par les sociétés. Ce champ de possibles structuré, les différentes parties prenantes impliquées dans les projets d'un acteur permettent de dessiner bien des trajectoires de territoires. Que le point de départ soit une volonté de participer à la lutte contre le changement climatique, d'enrayer l'érosion de la biodiversité et/ou de développer son activité économique dans ce contexte de changements globaux, nombre d'acteurs mettent d'ores et déjà en œuvre des projets inspirants, illustrant une part des possibles. Ils participent ainsi à la réduction de la production de gaz à effet de serre (atténuation) et au renforcement du rôle des écosystèmes dans les grands cycles biogéochimiques. Suivant, préservant, restaurant les dynamiques de fonctionnement des territoires, ils participent également à la réduction des risques liés au changement climatique et à l'érosion de la biodiversité (adaptation).

## Un élan mondial

Face à l'enjeu global que pose le changement climatique à nos sociétés, une réponse planétaire est indispensable. Mais elle est à décliner aux différentes dimensions de la société : politiques, économiques, sociales et ce, aux différentes échelles de la biosphère. Gouvernances et actions doivent se compléter, se répondre aux différents niveaux international, régional, national, mais aussi avec le périmètre d'influence d'un acteur.

La prise de conscience est le premier pas et l'interface science-société mis en place depuis 1988 avec le GIEC pour la problématique du climat se voit depuis 2010 rejointe par l'IPBES (Plateforme Intergouvernementale scientifique et politique sur la Biodiversité et les Services écosystémiques) pour les enjeux biodiversité. Ces deux structures internationales relèvent et synthétisent les connaissances afin d'éclairer les politiques. Au sein de l'IPBES, les acteurs participent aux questionnements scientifiques tout autant qu'à l'élaboration des savoirs tant la biodiversité est complexe et indissociable de nos activités. Savoirs locaux et scientifiques se mêlent pour établir l'état de la biodiversité mais également construire des pistes de recherche pour sa préservation et donc celle des activités humaines (qui en dépendent).



© Héliane Leriche

**Jean-François Silvain,**

Président de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB)

### Les connaissances, bases de toute action



« Etablissement unique en son genre en France, la FRB a été créée pour permettre le développement des recherches sur la biodiversité en lien avec les acteurs de la société en favorisant notamment la co-construction de projets. A la suite de l'IFB (Institut Français pour la Biodiversité), elle a joué un rôle important dans la mise en place de la Plateforme intergouvernementale pour la bio-

diversité et les services écosystémiques (IPBES) dans laquelle la recherche française est très impliquée. La vocation de l'IPBES : la synthèse des connaissances pour éclairer les décideurs et les acteurs économiques au niveau mondial.

Aujourd'hui, face aux deux grands défis que sont le changement climatique et l'érosion de la biodiversité et des services que l'Homme en retire, les scientifiques doivent aider à comprendre et à répondre à ces enjeux qui sont fortement liés. Les acteurs de la société ont à répondre à ces défis interdépendants : les atteintes à la biodiversité peuvent être accentuées par le changement climatique et les changements que connaît la biodiversité peuvent influencer au niveau local et régional sur le climat.

La FRB et ORÉE cherchent à informer les acteurs, faciliter la compréhension des processus en jeu pour faire émerger des pistes d'action tant sur le climat que pour la biodiversité. Regroupés dans le Conseil d'Orientation Stratégique de la FRB, les acteurs de la société échangent avec la communauté scientifique et participent à l'élaboration des choix stratégiques.

Au plan international, la FRB accueille le secrétariat scientifique du comité français pour l'IPBES qui est chargé notamment de la mobilisation de l'expertise française. Il favorise le dialogue entre communautés scientifiques du climat (GIEC) et de la biodiversité sous le regard des acteurs de la société afin d'améliorer le transfert de connaissance et la prise en compte de l'ensemble des enjeux. »

## Les cadres et incitations

Depuis Rio et son sommet de la Terre en 1992, les conventions internationales se réunissent régulièrement. États, grandes entreprises, représentants des sociétés civiles font l'état des lieux et travaillent aux solutions. Mais toute collectivité, entreprise ou simple citoyen dans son quotidien peut participer à ces enjeux climatiques et biodiversité. Quel que soit le niveau de gouvernance, les cadrages politiques, réglementaires, économiques peuvent et doivent inciter à repenser nos sociétés et leur fonctionnement pour participer à l'**atténuation** du changement climatique et à l'**adaptation** aux risques associés.

**Monique Barbut,**

Secrétaire exécutive de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification

**Les conventions internationales: une synergie nécessaire des actions**



“ Le processus de Rio a permis la prise de conscience de l'importance des questions environnementales et des risques de crises quel que soit l'endroit sur cette planète.

*Cependant les trois conventions qui émanent de Rio ont malheureusement évolué indépendamment les unes des autres et de façon «verticale». La Convention sur le climat s'est surtout centrée sur l'énergie de par l'importance de la transition énergétique ; la Convention sur la biodiversité s'est construite sur une approche très environnementale quand la Convention sur la dégradation des terres était centrée avant tout sur les enjeux agricoles. Pourtant il est bien question par ces conventions de définir l'avenir de la planète, celui d'un écosystème global. Des synergies sont à trouver entre ces trois approches. Un exemple : l'enjeu de sécurité alimentaire internationale. Alors que l'extension des terres pour la production de vivres se fait aujourd'hui principalement au détriment des forêts et zones humides, se dégradent dans le même temps des terres dont la restauration permettrait non seulement la production agricole mais aussi la préservation de la biodiversité et la séquestration du carbone. Voilà une action parmi d'autres qui permettrait de conjuguer la résolution des différentes priorités en même temps. L'enjeu aujourd'hui n'est pas que celui des énergies fossiles mais l'utilisation des ressources naturelles de cette planète.*

*L'intérêt de ces conventions internationales est avant tout de poser des cadres, d'imposer des normes acceptées de tous, qui permettent notamment des mesures et des suivis plus aisés. A titre d'exemple les normes et taxes européennes devraient s'appuyer sur ces conventions pour rééquilibrer une situation délétère regrettable : si depuis le protocole de Kyoto une réduction de 20% des émissions carbone des productions a été réalisée, dans le même temps la part carbone des produits consommés augmentait elle de 30%. Aux pays donc de s'appuyer sur ces cadres normatifs pour développer des règles et stratégies économiques qui puissent modifier substantiellement les choix de société afin de modifier nos impacts. ”*



## Climat, biodiversité : global, local ?

Parce qu'impliquant l'atmosphère et ses gaz à effet de serre, le climat a une dimension globale évidente. Cela pose l'enjeu du climat au niveau mondial mais ne doit pas faire oublier ses liens étroits avec des éléments locaux de la biosphère. Ainsi le rôle des forêts dans l'évapotranspiration, des masses d'air humides dans les courants atmosphériques ou celui du plancton dans la formation des nuages... questionnent le rôle des acteurs locaux dans le devenir du climat.

En miroir, et parce qu'elle est souvent évoquée par le biais d'une plante, un animal, un territoire en danger, la biodiversité revêt une dimension locale évidente. Pourtant l'enjeu biodiversité est bien un enjeu mondial. Car la gestion des écosystèmes (e.g. déforestation, urbanisation) et la biodiversité qui se cachent derrière nos choix de consommation (e.g. importation d'huile de palme ou soja, produits sur des sites d'envergure au détriment de la biodiversité locale) ont des conséquences à l'échelle de la planète.



# Les pistes de solutions face au changement climatique

**Gilles Martin,**

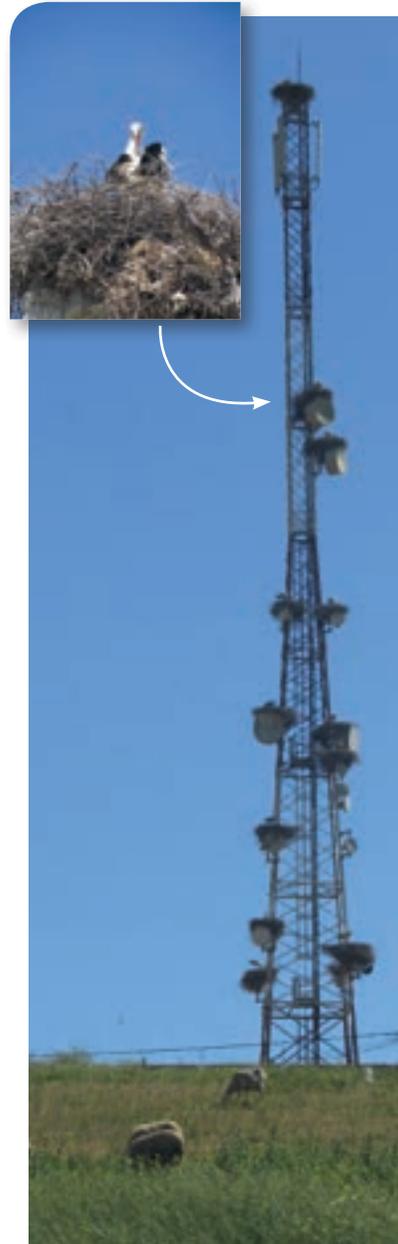
Professeur émérite à l'Université Nice-Sophia Antipolis,  
Professeur associé à Sciences politiques Paris

**Les enjeux globaux : les pistes de solutions par le droit**



“ A partir du triple constat que les questions relatives au climat et à la préservation de la biodiversité se croisent souvent, que les besoins des acteurs sur le terrain sont extraordinairement divers et que la capacité créatrice de ces acteurs est grande, quelles peuvent-être les pistes de solutions proposées par le droit ?

Il faut sans doute veiller, en premier lieu, à identifier les dispositifs juridiques qui empêchent de trouver des solutions ! A titre d'exemple, l'exclusivisme du droit de propriété peut être un frein à des solutions innovantes consistant, par exemple, à reconnaître des droits concurrents sur un même bien. Les réflexions actuelles sur les « communs », notamment en ce qu'elles dépassent la distinction privé/public, sont le signe encourageant que les lignes bougent. Il convient ensuite de faire en sorte que la créativité des opérateurs puisse s'exprimer, notamment à travers l'outil contractuel. La variété des contrats ayant pour objet la gestion du risque environnemental ou plus directement encore la protection de l'environnement fait, aujourd'hui, l'objet d'analyses et d'inventaires qui révèlent l'imagination créatrice des acteurs de terrain et des juristes qui les accompagnent. L'ordre public, s'il reste incontournable, n'est à l'évidence plus la seule porte d'entrée vers une société plus durable. Dans cet esprit, en consacrant la possibilité de créer par contrat des obligations réelles environnementales, le projet de loi biodiversité met à la disposition des opérateurs un instrument intéressant, si la représentation nationale a la sagesse de ne pas l'enfermer dans un carcan réglementaire dissuasif. De manière plus globale, enfin, on peut souhaiter que les préoccupations environnementales pénètrent, plus qu'elles ne le font aujourd'hui, les dispositifs de régulation, qu'ils soient transversaux comme le droit de la concurrence ou sectoriels comme le droit des transports, le droit des activités agricoles ou de l'énergie. ”



© Hélène Leriche

**Michel Trommetter,**

Directeur de Recherche à l'INRA

**Les enjeux globaux : un défi pour les économistes**



“ Il est aujourd'hui reconnu que Climat et Biodiversité sont en interaction. Mais qu'est ce que cela signifie pour les économistes : quelles sont les questions et les pistes de solution ? Comment ralentir les vitesses de changement climatique et d'érosion de la biodiversité sachant que chacune peut faire varier la vitesse de l'autre ? Comment accélérer les offres d'adaptation

sachant que l'on peut par exemple, plus facilement, s'adapter localement au changement climatique grâce à une bonne gestion de la biodiversité ?

Des pistes de réponses à ces deux questions reposent à la fois sur des approches macroéconomiques (révision du calcul du PIB) et microéconomiques (nouvelles manière de calculer le profit). Il ne s'agit pas de remettre en cause le modèle capitaliste, mais la manière de calculer le PIB et le profit. Ainsi, il faut redéfinir ces concepts pour inciter les Etats, les entreprises et l'ensemble des organisations à investir dans la biodiversité et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le principe pollueur payeur seul ne peut pas tout régler. Il faut qu'investir pour limiter les changements globaux et leurs effets soit facteur de profit pour les organisations. Cela nécessite par exemple au niveau des entreprises de mettre en place de nouvelles formes d'amortissement sur les consommations de capital naturel et d'avoir la possibilité de procéder à des augmentations du capital naturel lorsque les investissements auront porté leur fruit, par exemple avec la restauration de sites, grâce à la mise en œuvre d'activités d'ingénierie écologique.

La question de la réforme des outils économiques, comme la comptabilité, ne peut s'appréhender qu'à un niveau international si on veut que les réponses apportées aient une certaine efficacité tant sur la réduction de l'érosion de la biodiversité que des émissions de gaz à effet de serre. On sait le faire rapidement, et plus ou moins bien, lors des crises financières. Nous sommes dans une crise environnementale, il est temps d'agir avant que ses conséquences écologiques, économiques et sociales ne soient irréversibles. ”

## Les initiatives prises par les acteurs

C'est au quotidien et d'abord au niveau local que se dessinent les enjeux climatiques et biodiversité. Par ses choix de vie et ses activités tout un chacun participe à ces dynamiques et peut donc, dès aujourd'hui, limiter la production de gaz à effet de serre, la consommation de ressources, prendre part à une préservation voire un renforcement de la biodiversité, permettre aux milieux d'évoluer.

Certains acteurs ont d'ores et déjà initié des chemins, en fonction de leur secteur, de leurs territoires pour concilier activités économiques et défis climatiques et biodiversité. Véritables choix économiques, ces expériences donnent à voir quelques-uns des possibles pour d'autres.

### Nicolas Buclet,

Professeur à l'Institut d'Urbanisme de Grenoble,  
Université Grenoble Alpes, Directeur du laboratoire Pacte

#### Les enjeux environnementaux: une économie circulaire adaptée au territoire s'impose



“ L'écologie industrielle, ou économie circulaire selon les institutions françaises, s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels, au sein duquel il n'existe pas de déchets, mais des résidus organiques représentant autant de ressources pour d'autres espèces vivantes. Le bouclage des flux, la création de synergies entre acteurs permettant que les déchets des uns deviennent les ressources des autres, est devenu le leitmotiv de ce champ disciplinaire. Bien que s'inspirant du fonctionnement des écosystèmes, l'écologie industrielle ne s'intéresse pourtant que peu aux questions éco-

logiques, et notamment à la préservation de la biodiversité. Dans la pratique, d'intéressantes synergies sont mises au point entre activités industrielles (parfois en lien avec des réseaux de chaleur urbains), qui permettent d'économiser de la matière, de l'énergie et donc, indirectement, de réduire l'impact de la société industrielle sur son environnement et le climat. Cela ne va pas assez loin. Les vrais enjeux consistent à prendre au sérieux, à tous les niveaux, le concept de biodiversité. Or la biodiversité n'est pas favorisée par l'adoption de solutions standardisées ni par la promotion de systèmes industrialisés de grande échelle. Avec une territorialisation des activités humaines, entendue en tant qu'ancrage géographique des synergies entre activités humaines dans un contexte particulier, tenant compte des spécificités de chaque situation, des réseaux d'acteurs, des savoirs-faire et de l'environnement naturel, les interactions entre l'homme et son environnement engendrent une multitude d'équilibres possibles. En visant à ce que les technologies ne se focalisent plus sur l'emploi de ressources standardisées, mobilisées à grande échelle, mais sur des solutions à chaque fois adaptées à un contexte local, on peut à la fois mieux tenir compte de l'équilibre des cycles biogéochimiques locaux, favoriser la préservation de la biodiversité locale et créer une « biodiversité » des activités économiques et sociales, à l'opposé de solutions massives et généralisées comme étant les quelques solutions face aux enjeux du développement durable. ”

## Les pistes d'atténuation : réponses concrètes

Connaissant les causes anthropiques du changement climatique il s'agit d'abord d'agir à la source par une réduction drastique des consommations d'énergies fossiles. Il est donc question de sobriété et d'efficacité énergétique à l'image du monde vivant. Or une telle contrainte peut constituer une opportunité en termes d'activités humaines et permettre de revoir son rapport au territoire.

Ainsi, cherchant à limiter les pertes et dépenses énergétiques, une entreprise peut-elle mettre en place des activités, des partenariats et participer à l'émergence d'un nouveau modèle économique territorial bénéfique également pour la biodiversité à l'échelle locale et mondiale.



© Hélène Leriche

Une meilleure gestion de l'énergie, et plus globalement une meilleure gestion des ressources, peuvent être l'occasion d'émergence de synergies entre acteurs qui leur permettent de coopérer afin d'améliorer leurs activités économiques autour d'un territoire. La diversité des possibles est grande et chaque situation a sa propre déclinaison, que ce soit par un ancrage local, la réduction des distances, une gestion optimisée des effluents, des couplages d'activités... Six témoignages illustrent quelques-unes des différentes voies possibles.

Ainsi, faire évoluer un modèle économique local permet la préservation de la biodiversité locale tout autant que lointaine. C'est également pour concilier développement économique et moindre impact sur les changements globaux que des acteurs repensent leurs projets voire diversifient leurs activités en lien avec les autres acteurs du territoire. Et pour accompagner les choix des particuliers comme des entreprises, se développent des outils qui cherchent à concilier au mieux développement économique et lutte contre les changements globaux en permettant d'identifier les projets à moindre impact environnemental.



# Les pistes d'atténuation face au changement climatique

Parce que lutter contre le changement climatique passe par la gestion de l'énergie et une prise en compte de la biodiversité localement, des synergies

## Comment énergie et territoire s'allient face à l'érosion de la biodiversité et au changement climatique



Dans le cadre de sa valorisation énergétique des déchets non dangereux près de Laval, Séché environnement et les agriculteurs locaux regroupés en coopérative (CODEMA), ont développé un partenariat gagnant pour tous, y compris le paysage de la Mayenne, la biodiversité et la lutte contre le changement climatique.

La méthanisation des déchets ménagers est une approche de valorisation énergétique bien adaptée aux zones rurales. L'énergie produite est renouvelable et facilement distribuée sous forme d'électricité. Or cette opération de cogénération produit également de la chaleur qui ne peut qu'être utilisée à proximité.

Traditionnellement, la Mayenne est un département d'élevage aux exploitations de

taille moyenne implantées dans un paysage de bocage dont les talus, haies et chemins creux entourent des parcelles de luzerne cultivée. Ce fourrage riche en protéines est la base de l'alimentation animale à la belle saison. Pour nourrir les bovins à l'étable une fois l'hiver venu, il faut savoir la conserver sans dégrader ses qualités nutritionnelles. La solution a consisté à déshydrater cette luzerne à l'aide de la chaleur produite par le site voisin de Séché environnement.

L'impact social pour les territoires est patent. Sept cents agriculteurs bénéficient aujourd'hui de ce service qui leur permet une parfaite traçabilité de leurs fourrages à la base de leur reconnaissance comme producteurs de produits labellisés bio. Ainsi leurs débouchés sont mieux valorisés, leurs revenus améliorés. Face aux remembrements et pratiques de l'agriculture intensive, ils ont ainsi pu développer leur activité tout en évitant les destructions de biodiversité (comblements de mares, arbres et haies abattus) et le recours au tourteau de soja pour nourrir le bétail l'hiver. Ce dernier,



© Séché environnement

importé principalement d'Amérique du Sud avec une forte logistique, est cultivé à renfort de pesticides et d'engrais sur des terres souvent déforestées à cet effet. Des impacts délétères sur la biodiversité comme sur le climat donc évités.

D'autant plus que la luzerne, comme toute légumineuse, possède un métabolisme qui permet de fixer l'azote du sol, évitant l'utilisation d'engrais et bénéfique pour les rotations de culture. Par sa structure racinaire profonde elle stabilise également les sols, évitant leur érosion...

L'usage du soja participe à la destruction de la biodiversité et au dérèglement climatique (déforestation, engrais et transports), alors que la culture locale de luzerne est favorable à la biodiversité (e.g. pollinisateurs, biodiversité des sols), peu émissive en CO<sub>2</sub> et peu gourmande en eau. Le maintien des parcelles du bocage joue également un rôle important de corridors écologiques pour la circulation des espèces.

Une réalisation gagnante à 360° :

Production d'énergie renouvelable, développement local, lutte contre l'érosion de la biodiversité et contre le changement climatique, ce projet est gagnant-gagnant quelque soit l'angle de vue adopté !

La déshydratation de la luzerne se limitant à la saison estivale, une autre utilisation de la chaleur à contre saison a été recherchée : l'installation d'un réseau de chauffage urbain qui permettrait d'alimenter 15 000 foyers. Cet accroissement des besoins en calories sera réalisé par la valorisation de Combustibles Solides de Récupération (CSR). Ces derniers se composent de déchets jugés non recyclables et provenant de la collecte sélective mis en place au centre de tri pour récupérer les déchets pouvant constituer des matières premières secondaires.



© Séché environnement



d'acteurs émergent et font naître de nouvelles activités à l'échelle d'un territoire. Elles participent ainsi à des économies d'énergie et à préserver la biodiversité.

## Une production locale responsable pour préserver la biodiversité et diminuer l'impact sur le climat



L'histoire de l'Avoine Rhealba® prend ses origines dans les valeurs du groupe Pierre Fabre. Dès son installation en pays de cocagne dans le Sud de la France, la marque A-DERMA des Laboratoires Pierre Fabre a la volonté de produire une gamme de soin de qualité à partir d'une culture d'avoine respectueuse de son environnement. Pour maîtriser l'ensemble de la production, ils décident de faire cultiver l'Avoine Rhealba® en agriculture biologique (AB) sur une trentaine d'hectares par des agriculteurs locaux, sous la responsabilité d'une structure spécialisée des Laboratoires Pierre Fabre, Pierre Fabre Agronomie. Les cultures sont implantées à proximité des deux unités de fabrication de l'entreprise à Soual et Gaillac dans le Tarn. La marque « AB » est signe d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement et de la biodiversité puisqu'elle exclut notamment l'usage des produits chimiques de synthèse comme intrants agricoles (engrais et pesticides) et des organismes génétiquement modifiés (OGM).

La volonté du groupe Pierre Fabre, privilégiant un ancrage local de sa production du champ au produit, permet une baisse des émissions de gaz à effet de serre rejetés par les transports grâce aux courtes distances parcourues. A l'échelle locale, le groupe Pierre



© Arnaud Späni

Fabre et la marque A-DERMA luttent contre le changement climatique global.

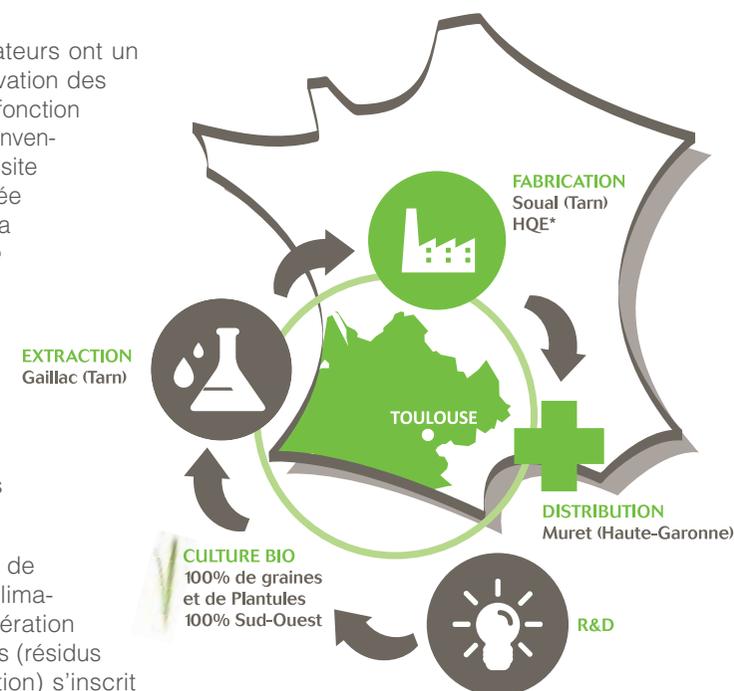
La stratégie RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) du groupe pousse plus loin encore la démarche par une approche volontaire de labellisation de « Haute Valeur Environnementale (HVE) » de la structure Pierre Fabre Agronomie. Ce label, fondé sur des indicateurs de résultats relatifs à la préservation de la biodiversité, la stratégie phytosanitaire, la gestion de la fertilisation et de l'irrigation, complète la marque « AB » pour une gestion plus durable des terres. La culture de l'Avoine Rhealba® étant réalisée de février à juillet, les agriculteurs enfouissent les pailles après récolte et sèment des légumineuses en hiver pour enrichir le sol en matière organique et en azote. Cette pratique évite l'apport de fertilisants chimiques.

Dans le cadre de cette certification « HVE », plusieurs initiatives sont mises en place en faveur de la biodiversité, notamment l'installation de nichoirs à abeilles solitaires. Les

abeilles, en tant que pollinisateurs ont un rôle important dans la préservation des espèces végétales, d'où leur fonction d'indicateur de biodiversité. Un inventaire biodiversité réalisé sur le site « Terre d'avoine » où est cultivée la semence d'Avoine Rhealba® a décelé la présence de la *Nigelle de France*, espèce végétale protégée à l'échelle nationale. Du fait de son développement singulier (uniquement sur les bords des champs de céréales), sa présence révèle un faible impact du mode cultural de l'avoine et un bon état des terres agricoles.

Conjointement, des actions de lutte contre le changement climatique sont menées : la récupération des marcs de plantes cultivées (résidus de plantes après transformation) s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire. Ces marcs de plantes sont récupérés pour alimenter une chaudière à biomasse de l'usine de Soual. Couplé à des plaquettes de bois tarnaises issues de forêts gérées durablement (certification), cet apport local diminue de 60% la consommation de gaz du site, abaissant l'impact carbone de la fabrication des produits.

Pour compenser une partie des rejets de gaz à effet de serre inévitables liés à la fabrication de certains produits de la marque A-DERMA,



Pierre Fabre, avec la marque « Carbone local », plante des haies comprenant 10 essences d'arbustes locaux sur son territoire. Ces haies enrichissent la biodiversité et luttent contre l'érosion des sols, pentus sur ce territoire, au-delà de la compensation carbone.

Une démarche complète alliant développement du territoire et enjeux biodiversité-climat globaux, initiée par la volonté d'un groupe !



# Les pistes d'atténuation face au changement climatique

Parce que lutter contre le changement climatique impose de repenser sa dépendance

## Une démarche globale à faible impact sur la biodiversité et le climat



Pour prouver l'adéquation possible des enjeux de la protection de l'environnement, de la lutte contre le changement climatique et le bien-être humain, la marque Yves Rocher fonde La Grée des Landes, Éco-Hôtel Spa en Bretagne, malgré des études préalables annonçant une viabilité économique incertaine du projet. La démarche de ce projet consiste à réduire l'empreinte écologique et climatique à chacune de ses étapes, de l'infrastructure aux services fournis par l'établissement.

La diminution de l'impact sur le climat se traduit ici par la réduction d'utilisation des ressources (eau, énergie...) et par le développement d'énergies moins émissives en gaz à effet de serre : la consommation énergétique de l'Eco-Hôtel Spa est particulièrement faible pour une telle infrastructure (29 chambres, piscine, spa), grâce à son architecture bioclimatique et à son mode de fonctionnement apportant de la chaleur naturelle et diminuant les pertes. En effet, l'hôtel est orienté de façon à recevoir le plus d'énergie solaire possible et les murs des bâtiments en thermopierre aux propriétés isolantes, associés au chanvre pour une meilleure hygrométrie et au double vitrage à isolation renforcée, limitent les pertes thermiques. Le besoin en énergie est diminué (pour le chauffage ou la climatisation) donc l'impact environnemental également.

Fonctionnant principalement aux énergies renouvelables grâce aux deux chaudières à bois et aux 35m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques, l'infrastructure réduit son impact sur le climat en évitant le recours aux énergies fossiles. Le faible taux d'émissions de gaz à effet de serre (diagnostic réalisé en 2014) en témoigne (< 10 t/an). De plus, le bois utilisé pour les chaudières provient de la gestion et de l'entretien de forêts situées à proximité (élagage, coupe, entretien...), des résidus de pins principalement, conformément au cahier des charges imposé par Yves Rocher.

L'eau de l'infrastructure, au cœur des processus climatiques et naturels, est économisée : l'eau du spa est réutilisée pour les chasses d'eau des chambres, sauvegardant environ 1000 litres d'eau par jour ; l'eau de la piscine, recyclée, alimente le bassin de récupération des eaux de pluie servant pour l'arrosage des jardins et le nettoyage des terrasses extérieures.

De surcroît, l'ensemble des eaux rejetées par l'Eco-hôtel Spa est épuré grâce à un jardin filtrant, composé de roseaux et couches de sable, évitant le traitement artificiel des effluents, plus coûteux. Ces capacités épuratoires sont vérifiées par contrôles trimestriels. La création du bassin favorise de plus la biodiversité, notamment les odonates (libellules et demoiselles) et les amphibiens.

Afin de préserver et d'accroître la biodiversité des lieux (nombres d'espèces et interactions), Yves Rocher s'engage avec la LPO (Ligue pour la Protection des Oiseaux) en installant des arbres fruitiers, des essences florales et des

nichoirs. Des pratiques de gestion augmentent également le potentiel d'accueil de la biodiversité : tonte haute, entretiens des haies, non utilisation d'herbicides, création d'une mare. En 5 ans la diversité des espèces de papillons observées a doublé (de 19 à 36).

L'initiative d'Yves Rocher prend également en compte les activités de l'Eco-hôtel Spa puisque la restauration se compose uniquement de produits issus de l'agriculture biologique (certifié bio catégorie 3 – 100% - par Ecocert), qu'ils proviennent du jardin du site ou des 45 fournisseurs tous certifiés bio (alimentation, vin). La volonté de la marque d'utiliser des produits « bio » a encouragé les producteurs locaux à modifier leurs pratiques culturelles. De surcroît, l'Eco-hôtel Spa Yves Rocher favorise l'ancrage

local en collaborant avec 25 à 30 producteurs locaux bio dans un rayon de 30 à 40 km limitant les dépenses énergétiques liées au transport et de ce fait les gaz à effet de serre.

L'Eco-Hôtel Spa Yves Rocher, par sa prise en compte des enjeux environnementaux et son faible impact sur le climat et la biodiversité, est certifié Haute Qualité Environnementale (niveau français), labellisé Écolabel Européen et certifié Green Globe à l'échelle internationale. Parce qu'il répond au besoin de renouer avec la Nature, l'Eco-hôtel Spa connaît une franche réussite contredisant les études préalables.



aux ressources fossiles, des opportunités de nouvelles activités apparaissent.

## Diversification des activités pour des bénéfices économiques et en faveur de la biodiversité et du climat



Afin de diversifier leurs activités et d'anticiper l'évolution des politiques environnementale et agricole, les frères Quaak, propriétaires de la ferme d'Arcy en Seine-et-Marne et administrateurs de la Saf agr'IDées, développent deux projets ambitieux permettant des économies d'énergies et la valorisation des déchets de l'exploitation.

La première initiative est l'installation en 2009, de 1800 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques. L'électricité provenant de l'énergie solaire est ensuite revendue à EDF. Une telle opération évite la charge d'entretien des toits et apporte plus d'énergie que n'en consomme l'exploitation.

La seconde initiative, débutée en 2008, modifie plus profondément les activités de la ferme.

L'idée est de valoriser ses déchets agricoles et d'élevage. S'étendant sur près de 400 hectares dont 280 dédiés à l'agriculture, l'exploitation compte 500 bovins rejetant 3500 tonnes d'effluents par an. Or, les excès d'effluents comme les intrants industriels utilisés dans l'agriculture sont responsables de pollution des sols et de l'eau souterraine, et nuisent à la biodiversité.

Les agriculteurs se penchent alors sur la méthanisation, qui permet de valoriser les déchets de leurs activités agricoles et d'élevage. Ce procédé a l'avantage de transformer ces déchets en biogaz et permet de récupérer le digestat (produit résidu de la méthanisation, composé de matière organique non biodégradable, des matières minérales et d'eau) pour fertiliser les terres. Il est inspiré du fonctionnement du vivant, reproduisant la fermentation naturelle qui a lieu dans le pré-estomac (rumen) des ruminants.

Les agriculteurs ont choisi la valorisation énergétique par le biométhane pour plusieurs raisons :

L'intégration de ce biogaz épuré dans le réseau de distribution de gaz exploité par GrDF,

a un rendement énergétique élevé de 90% ; le choix de l'injection dans le réseau permet de diversifier les activités de la ferme grâce à des recettes supplémentaires ; le biogaz peut être stocké et délivré en s'adaptant aux besoins énergétiques des cinq communes qu'il alimente ; cette production est une alternative au prélèvement de certains combustibles fossiles donc diminue l'impact carbone de l'exploitation ; la récupération du digestat fournit un engrais naturel qui se substitue en grande partie aux intrants industriels achetés. Or, ces intrants sont responsables d'une grande partie des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole. La méthanisation réduit l'apport d'intrant jusqu'à 90% grâce à l'utilisation du digestat sur les terres au printemps et à la sortie de l'été. Les sols,

moins pollués, redeviennent un milieu propice à la vie. Pour éviter l'érosion des sols et les enrichir, des CIVE (Cultures Intermédiaires à Vocation Énergétique), dont des légumineuses fixant l'azote dans le sol, sont plantées après la culture principale, réduisant encore le besoin d'intrants.

Cette initiative présente nombre de bénéfices : valorisation énergétique des effluents, gestion plus durable des terres favorisant la biodiversité, diversification des activités et autonomie énergétique de la ferme, moindre participation à la production de gaz à effet de serre.

La ferme d'Arcy est la première en France à avoir produit du biométhane et à l'injecter dans le réseau de distribution de gaz. Quatre ans ont été nécessaires pour valider le projet et obtenir des financements, trois pour sa mise en application.

Cette initiative a largement contribué à l'élaboration du nouveau cadre législatif et a facilité la réalisation de projets similaires postérieurs, tout en favorisant le développement de la biodiversité et la lutte contre le changement climatique. Depuis cette expérience, GrDF a développé et mis en place, en collaboration avec le Muséum national d'Histoire naturelle, un outil de diagnostic pour évaluer la sensibilité écologique de ses zones de chantier, dont les raccordements d'installations de méthanisation. L'objectif est d'éviter ou réduire l'impact des travaux sur la biodiversité des territoires.



© Mauritz Quaak



# Les pistes d'atténuation face au changement climatique

Parce que lutter contre le changement climatique c'est accompagner les acteurs dans leurs choix de financements ou d'achats

## Une dynamique collective pour une gestion responsable des forêts



C'est pour lutter contre la déforestation et redonner une valeur environnementale, sociale et économique aux forêts que l'ONG (Organisation Non Gouvernementale) FSC a été créée, à la suite de la Conférence de Rio de Janeiro en 1992. FSC regroupe à la fois des ONG environnementales comme le WWF ou Greenpeace ainsi que des représentants des droits sociaux, des peuples autochtones et des entreprises souhaitant promouvoir une gestion durable des forêts. Cela grâce à un système de certification exigeant basé sur trois piliers : la gestion doit être environnementalement appropriée, socialement bénéfique et économiquement viable. Un forestier obtient la certification FSC lorsqu'il a rempli l'intégralité des exigences du cahier des charges. Un organisme indépendant contrôle chaque année l'adéquation des méthodes de gestion et des critères de la certification.



© Elie Hakizumwami

Grâce aux principes de bonne gestion de FSC et notamment la promotion d'un dialogue territorial soutenu, les certifications FSC aboutissent à une gestion forestière répondant aux enjeux socio-économiques du territoire en préservant la biodiversité locale dans de nombreuses forêts du monde. A titre d'exemples :

Au Gabon, la chasse commerciale de la viande de brousse et le braconnage d'ivoire sont les plus grandes menaces pour le patrimoine de biodiversité. Les forestiers certifiés FSC s'engagent à surveiller l'accès aux routes des forêts, à enregistrer les armes à feu du personnel pouvant être impliqué dans des trafics et à contrôler les véhicules pour y détecter de la viande de brousse. Pour réduire la pression exercée par la chasse, les forestiers doivent également fournir de la viande domestique à un prix compétitif. Ces actions s'inscrivent dans une démarche complète et aident à lutter contre l'érosion de la biodiversité des forêts gabonaises tout en aidant les populations locales.

Dans les forêts de l'Extrême Orient Russe, les principales problématiques sont les exploitations forestières illégales généralisées, celles légalisées mais destructrices et l'accès aisé des braconniers aux forêts. La délimitation des Forêts à Haute Valeur pour la Conservation (FHCV), intégrées dans la certification FSC, protège ces



© Igor Zhorov

habitats : plus de 125 000 hectares sont interdits aux exploitations forestières et aux constructions routières ! C'est un véritable atout apporté par la certification puisque la protection des habitats est pratiquement inexistante dans cette région. En dehors des FHCV, 3 770 000 hectares sont gérés par les forestiers certifiés, qui doivent s'assurer que la protection de la faune sauvage est mise en place et que les normes et/ou réglementations nationales et internationales sont connues et respectées.

Dans les îles Salomon, FSC apporte une contribution économique à long terme, le maintien d'une riche biodiversité et le soutien au peuple autochtone. La certification FSC de l'entreprise *Kolombangara Forest Products*

*Limited* (KFPL) valorise leurs bois, leur permettant d'atteindre des marchés de niches et ainsi de rester compétitif malgré sa petite taille et son éloignement des marchés. Les exigences de la certification protègent les régions montagneuses vierges de l'île et leur riche biodiversité : le forestier doit protéger les espèces rares et menacées ainsi que leurs habitats, grâce à des zones de conservation, des aires de protection, des connexions entre les espaces forestiers. Cette protection a attiré l'attention du peuple autochtone de Kolombangara et a engendré la formation de l'ONG KIBCA, qui en collaborant activement avec l'entreprise KFPL leur offre un



© Andrew Cox, Technical Officer, KIBCA

moyen réaliste d'être impliqués dans la gestion d'une grande partie de leur île.

Grâce à la protection des habitats forestiers (aires protégées, connectivité entre les espaces, diversité des essences, lutte contre le braconnage...), la certification FSC lutte contre la déforestation et les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées, et aide à la préservation de la biodiversité. Le maintien des forêts naturelles et la certification des plantations sont cruciaux dans la lutte contre le changement climatique puisque la préservation de ces écosystèmes maintient le fonctionnement des cycles biogéochimiques (carbone, azote, eau...), en lien étroit avec le rejet des émissions de GES.

Le nombre de certification FSC en constante augmentation prouve la concordance des enjeux environnementaux, sociaux et économiques de cette gestion.

afin de limiter leurs impacts sur le climat et la biodiversité, des acteurs mettent en place des outils d'aide à la décision.

## L'incitation d'une banque au déploiement de projets pour la transition écologique



Quelques soient les projets, leur financement est nécessaire à toute concrétisation d'où le rôle primordial des banques. Celles-ci peuvent choisir de soutenir certains projets plutôt que d'autres et de ce fait, elles ont la capacité d'insuffler le développement d'initiatives en faveur de la biodiversité et de la lutte contre le changement climatique. Le Crédit Coopératif choisit de financer l'économie sociale et solidaire et les projets qui contribuent à un monde plus durable.

Dans le domaine de l'énergie, le Crédit Coopératif accompagne principalement les projets de développement d'énergie renouvelable : 98,3% des projets financés sont des projets d'installation d'énergie renouvelable, sur le total de leur financement dans le domaine énergétique. En 2014, 45 projets ont été financés, représentant une puissance installée de 139 mégawatts pouvant alimenter plusieurs milliers de foyers par an. Cette

production d'énergie renouvelable évite une partie des émissions de gaz à effet de serre issues de l'utilisation d'énergies fossiles.

De surcroît, les orientations en matière de financement de la banque dans le domaine énergétique limitent l'investissement en faveur des énergies fossiles : la banque ne finance ni les activités d'extraction de pétrole, charbon ou gaz naturel, ni la production d'agrocarburant provenant de cultures utilisables pour l'alimentation et occupant des terres agricoles.

Le Crédit Coopératif encourage les entreprises et particuliers à baisser leur impact environnemental en proposant des services plus avantageux à ceux dont les projets prennent en compte leur environnement. Par exemple, le prêt immobilier éco-habitat incite les emprunteurs à améliorer la « valeur écologique » du projet : plus la note est élevée, plus le taux du prêt baisse. La valeur écologique se calcule en fonction de critères permettant de limiter la consommation et les pertes d'énergie ainsi que d'améliorer la gestion de l'eau, réduisant la consommation de cette ressource. Non seulement les bonnes

actions sont valorisées, mais les mauvaises pénalisées.

La biodiversité est prise en compte dans le calcul de la valeur écologique à travers l'attention portée à la provenance des matériaux et à la gestion de l'eau : le Crédit Coopératif privilégiera, autant que possible en fonction des contraintes de budget des clients, les circuits courts et les produits dits responsables (labellisés ou certifiés) tels que le bois provenant de forêts locales gérées durablement, utilisé pour des chaudières à biomasse. Au contraire, un projet utilisant du bois exotique issu de déforestations sera pénalisé. Ce fonctionnement tend à préserver les habitats et la biodiversité. De surcroît, la grille d'analyse évalue la gestion de l'eau de l'installation : récupérateur d'eau de pluie, réducteur de pression, etc. La diminution d'utilisation d'eau potable préserve en partie les prélèvements d'eaux souterraines et de surface dont les espèces vivantes dépendent pour leur développement.

Concernant la réduction de la consommation et des pertes énergétiques, la grille de critères évalue les dispositifs mis en place

à cet effet : par exemple, les murs en thermopierre réduisent les pertes thermiques grâce à une meilleure isolation baissant la consommation de l'habitation ; l'installation d'une toiture végétalisée limite le recours au chauffage et à la climatisation grâce à ses propriétés isolantes ; le type de chauffage installé (pompes à chaleur, géothermie...) influence l'empreinte écologique du bâtiment, etc. Ces réductions d'utilisation d'énergie participent à la lutte contre le changement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet.

Par ses choix d'orientations et de politiques de financement, le Crédit Coopératif favorise le financement de projets à moindre impact environnemental. Par la responsabilisation des clients et une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux, ces incitations et ces choix de politiques énergétiques aident à lutter pour la préservation de la biodiversité et le changement climatique.



# Les pistes d'adaptation face au changement climatique

## Les pistes d'adaptation : réponses concrètes

Mais «la machine est lancée» et tout en cherchant à limiter la hausse de la température moyenne de la planète, il faut s'adapter aux changements actuels et anticiper les risques à venir. Cette capacité d'**adaptation** ne peut se faire sans la biosphère. Car c'est en préservant celle de la biodiversité et en s'inspirant des innovations qu'elle a développées depuis près de 4 milliards d'années, qu'il est possible de renforcer la résilience du monde vivant, humain compris.

Les interdépendances biodiversité-climat questionnent ainsi nos choix d'aménagement du territoire, d'usage des sols et l'importance qu'il y a à assister les écosystèmes dans leur régénération. Le rôle du territoire, des différents écosystèmes dans la gestion des enjeux globaux nous rappellent qu'il est en fait question de choix humain à propos d'un bien commun, la planète. Les conséquences des changements climatiques sur les écosystèmes imposent un pilotage des systèmes écologiques et donc de repenser les politiques territoriales notamment quant au changement d'usages des sols. L'enjeu devient la résilience des systèmes socio-écologiques.

La multiplicité des approches et des expériences est aussi grande que celle des acteurs et des territoires. Ainsi à l'échelle d'une région, d'un massif montagneux, la mise en place de suivis de la biodiversité et l'implication dans ces démarches des habitants permettent tant de réfléchir aux enjeux globaux et de questionner les comportements que de



renforcer la capacité de tous à participer à la gestion du territoire. Face aux risques du changement climatique, à l'impérieuse nécessité de gérer les fortes précipitations, la restauration des espaces peut se faire à l'échelle du lit majeur d'un cours d'eau pour gérer au mieux les risques de crue mais également sur des zones plus réduites telles que les espaces verts qui ont un rôle important dans les territoires si artificialisés et fragiles que sont les villes. Le changement climatique risque d'être une contrainte plus forte encore pour des écosystèmes particuliers comme les îles ou les villes. Isolés, de taille restreinte, leur sensibilité au changement climatique est plus grande encore que des territoires vastes ou connectés. Que ce soit pour gérer au mieux l'adaptabilité d'un territoire insulaire ou pour diminuer les conséquences du changement climatique dans les villes tels que l'intensification des îlots de chaleur, des outils d'analyse et de choix sont développés pour permettre aux gestionnaires de piloter au mieux ces espaces de vie.

James Aronson,  
Chercheur en Ecologie de la Restauration ;  
CNRS et Jardin Botanique de Missouri

### L'adaptation par la restauration des écosystèmes



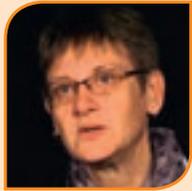
« Érosion de la biodiversité, fragilité des écosystèmes face aux changements globaux... l'impérieuse nécessité d'assister les écosystèmes endommagés, dégradés ou détruits, de leur permettre de se régénérer est aujourd'hui vitale tant pour le rôle qu'ils jouent pour les enjeux climatiques et biodiversité que pour la dépendance vitale que nous avons à leur égard.

Il est alors question de restaurer ces milieux et leurs capacités de fonctionnement, de dynamique, de résilience afin qu'ils puissent soutenir notre devenir. Restaurer le fonctionnement d'un écosystème aujourd'hui, lui permettre de résister au choc, d'évoluer vers des trajectoires souhaitables, l'objectif va bien au-delà des sciences écologiques. La résilience devient le maître mot laissant espérer de nos capacités à assister un écosystème pour qu'il puisse « tolérer » des perturbations diverses et rétablir de façon autonome une trajectoire d'évolution. Il est également parfois question d'état de santé des écosystèmes mais ces vocables ne doivent pas cacher la difficulté de mesure, d'intervention et de suivi de telles caractéristiques.

Plus complexe encore est le fait que la question de la restauration est sociale et fondée sur des valeurs humaines. Ainsi, si la régénération espérée ne se produit pas spontanément, quelles doivent être la nature et l'ampleur de l'intervention humaine ? A quel prix et pour qui ? Demander à la restauration écologique de maintenir la biodiversité ainsi que les services que nous en retirons, de valeur économique, culturelle, etc. pose la question des choix à propos d'un bien commun, cette biodiversité. Il n'est pas question de résilience des écosystèmes mais de résilience de systèmes socio-écologiques dont l'humain est partie intégrante. Et dans de tels systèmes, la résilience dépend alors en bonne partie de la capacité des humains à anticiper et planifier pour le futur. Saurons-nous poser les enjeux, les choisir et réparer ce que nous avons défait ? »

Nathalie Frascaria-Lacoste,  
Professeure AgroParisTech - Directrice-Adjointe UMR Écologie,  
Systématique et Évolution

### L'ingénierie écologique: une piste d'adaptation pluridisciplinaire



« Les conditions climatiques, la longueur des saisons de croissance, les températures hivernales et les précipitations saisonnières influencent fortement les cycles des espèces animales et végétales (Woodward et al., 1995). Du simple fait de cette forte dépendance, il est bien admis aujourd'hui que les changements climatiques ont des conséquences énormes sur les écosystèmes terrestres. Les analyses des conditions climatiques passées ont bien montré combien la distribution et la structuration des écosystèmes terrestres ont été profondément transformées au cours du temps au grès des variations climatiques.

S'il est évident que le climat affecte les écosystèmes terrestres de façon indéniable, il est moins connu que ces mêmes écosystèmes terrestres pourraient à leur tour affecter le climat notamment en fonction des types de couvertures de végétation ou des sols (Foley et al., 2003). Un sol nu et une forêt n'ont pas le même albédo par exemple, modifiant ainsi les balances énergétiques et de fait in fine les températures locales voire régionales. Divers scénarios issus de travaux de modélisation ont été construits pour regarder les potentiels effets de la couverture végétale et son implication sur les climats futurs (Levis et al., 2000) en faisant varier les types de végétation possibles (forêt/toundra/neige/glace...). Si la recherche avance doucement sur ces questions car les travaux de modélisation sont complexes et difficiles à représenter à ces échelles compte tenu de la multitude de paramètres à considérer, une réflexion en parallèle doit être menée sur des politiques territoriales de changement d'usage des sols en lien avec ces impacts putatifs sur le climat.

Est-ce qu'une ingénierie écologique raisonnée et raisonnable pourrait réduire le réchauffement climatique? Quelles en seraient les conditions à la fois écologiques mais aussi éthiques et socio-économiques?

Un réel champ de recherche et d'investigations inter et transdisciplinaires est nécessaire tout d'abord dans un cadre d'évaluation (regarder le lien entre le changement d'usage des terres et son impact sur le climat actuel) mais à terme dans un cadre de régulation potentiel à imaginer (en appliquant par exemple le principe de prévention et ou de précaution?) avec toutes les limites possibles de ce que représente cette manipulation du vivant à toutes les échelles envisageables (locales, territoriales, nationales, mondiales).

Ce champ de recherche-action à construire correspond bien à un de ceux que doit investir l'ingénierie écologique de façon assez urgente compte tenu de la complexité de ce qu'il représente et des conséquences réelles du réchauffement climatique qui, dans certaines régions du monde, sont déjà dramatiques. ”



### « Vert » synonyme de « biodiversité » ?

La biodiversité, tissu vivant planétaire, est structurée par les interactions qui existent entre les organismes dans des milieux en changement. Cela suppose du temps, une grande variété d'éléments vivants qui peu à peu établissent entre eux des liens (prédation, compétition, coopération...) qui permettent la cohésion et l'évolution de l'ensemble. Base de la plupart des réseaux alimentaires, les végétaux donnent souvent leur couleur verte aux territoires riches en biodiversité.

Mais attention, le vert n'est pas forcément synonyme de forte biodiversité. Une plantation monospécifique d'arbres n'a pas grand-chose à voir avec un véritable écosystème forestier riche de la diversité vivante dans ses sols et sous son ombre. C'est la gestion et la préservation du territoire, celle d'une forêt par exemple qui en fera une simple tache verte souvent bien fragile face aux aléas climatiques ou au contraire un haut lieu de biodiversité et un écosystème participant aux cycles biogéochimiques, notamment ceux du climat (séquestration de carbone, filtration des eaux, ...).



© Claude Fromageot



Les acteurs sont d'ores et déjà des forces de proposition avec des stratégies gagnant-gagnant.



# Les pistes d'adaptation face au changement climatique

Parce que les effets du changement climatique touchent des régions entières, la prise en compte des enjeux

L'implication citoyenne à l'échelle du territoire pour une meilleure action face aux changements globaux



Plusieurs conséquences du changement climatique sur la biosphère sont d'ores et déjà visibles en région Rhône-Alpes : fonte des glaciers, évolution d'espèces animales et végétales, ... Les modifications des milieux peuvent avoir des conséquences néfastes sur la biodiversité et la santé humaine comme la prolifération de plantes invasives qui favorisent les allergies aux pollens. Pour atténuer ces conséquences, la Région finance et développe des actions pour insuffler un changement de comportement de la population à travers le plan de lutte contre l'ambrosie, plante invasive allergisante, et le développement de sciences participatives (PHENOCLIM) développé ci-après.

Rhône-Alpes, une des régions les plus touchées par l'ambrosie, avec un coût sanitaire estimé à plus de 10 millions d'euros en 2012, implique les acteurs au niveau départemental, communal et individuel. Des campagnes importantes de sensibilisation sont diffusées et la Région met à disposition une application mobile pour les habitants afin de les rendre acteurs de la lutte, par la récolte de données, la géolocalisation et l'arrachage méthodique des pieds d'ambrosie. L'appropriation des enjeux de la gestion des espèces invasives par la population permet des actions plus

efficaces. De surcroît, les plantes prospèrent sur le territoire au détriment des espèces locales, risquant de diminuer la biodiversité de ces milieux. Gérer l'ambrosie limite ainsi les conséquences sanitaires et aide à lutter contre la perte de biodiversité locale.

Cette biodiversité subit le changement climatique et à travers le projet PHENOCLIM, porté par le CREA (Centre de Recherche sur les Écosystèmes d'Altitude), ses effets deviennent visibles dans l'arc alpin. Ainsi, depuis plus de dix ans, ce programme scientifique et participatif, financé par la Région, invite le public à suivre l'impact du changement climatique sur la faune et la flore en montagne. Grâce à l'observation régulière et aux protocoles scientifiques de suivi, les évolutions de développement de plusieurs espèces animales et végétales au fil des années (dates d'ouverture des bourgeons, dates de migration...) peuvent être corrélées aux températures relevées sur le massif Alpin (750 zones d'études réparties sur six massifs). Cette mise en lumière des conséquences du changement climatique apporte l'esprit critique nécessaire à la remise en

question de certains de nos comportements quotidiens participant à ces changements globaux actuels.

De plus, la Région Rhône-Alpes a inauguré en 2013 un Observatoire Régional des Effets du Changement Climatiques (ORECC) pour favoriser la connaissance de ces effets et adapter au mieux les initiatives régionales. Grâce à la mise en place précoce de leur SRCAE (Schéma Régional Climat-Air-Énergie) et de leur SRCE (Schéma Régional de Cohérence Écologique), la politique de la collectivité renforce la résilience des éco-

systèmes et leurs capacités d'adaptation au changement climatique.

Par l'accroissement des connaissances, des programmes de sciences participatives et d'une politique ambitieuse, la Région Rhône-Alpes participe à l'adaptation au changement climatique et la lutte contre l'érosion de la biodiversité en sensibilisant les citoyens et en les impliquant. Ces démarches doivent aboutir au changement durable de comportement de la population concernant ces enjeux.



d'adaptation aux risques s'appuie sur une meilleure connaissance et gestion de la biodiversité locale.

## Mise en place d'un Observatoire des Lacs d'Altitude (OLA) dans le cadre des changements globaux



Espaces emblématiques du massif alpin, les lacs d'altitude sont reconnus pour leur « haute valeur environnementale » et par leur « forte sensibilité aux changements environnementaux ». Ces écosystèmes apparaissent comme fortement symboliques de la pureté et de la beauté des Alpes et représentent un enjeu patrimonial fort pour de nombreux acteurs du massif dont, en premier lieu, les populations locales. Pour les scientifiques, ce sont des lieux d'étude hors pair, puits de connaissances à la croisée des disciplines. Ils constituent également un enjeu pour les

gestionnaires qui cherchent à acquérir une meilleure compréhension de ces milieux singuliers et à définir des solutions de gestion adaptées aux défis climat et biodiversité.

Soumis à la fois à des perturbations locales et globales, leur fonctionnement est en effet complexe et rend difficile la proposition de programmes de protection et de restauration efficaces, pourtant indispensables à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau imposée par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE, 2000/60). Les lacs d'altitude, pourtant très nombreux et riches en biodiversité, ne sont que peu suivis dans le cadre de la directive et restent encore peu étudiés.

Face à ce constat, le réseau Lacs Sentinelles, structuré autour de la création d'un Groupement d'Intérêt Scientifique depuis 2 ans, et coordonné par Asters (CEN74), s'est donné pour objectif de développer, centraliser et mutualiser la connaissance sur les lacs d'altitude afin d'identifier sur quels types de facteurs (forçages), il est possible d'influer pour proposer, à terme, des mesures de gestion pertinentes dans le contexte du changement climatique.

L'Observatoire des Lacs d'Altitude a donc été constitué pour appor-

ter aux acteurs de la gestion des milieux aquatiques (espaces protégés, agences nationales, associations, EDF, ...) des outils et des méthodologies leur permettant de suivre et qualifier les tendances évolutives des lacs d'altitude qu'ils gèrent, au regard des activités locales (pâturage, halieutisme, refuges, exploitation hydroélectrique, retombées atmosphériques) dans un contexte de changement global (modification de l'enneigement, de la thermie...). Cette mise à disposition d'outils et le renforcement des capacités de ces acteurs sont pérennisés par le réseau de partenaires 'Lacs sentinelles' dynamisé par l'organisation de séminaires et les échanges sur une plateforme internet.

L'Observatoire comporte à ce jour 22 lacs alpins dont 3 sont gérés par EDF. Des mesures de qualité d'eau (paramètres physico-chimiques et biologiques de la masse d'eau) y sont réalisées, et mises en relation avec les caractéristiques du bassin versant (occupation des sols, usages, géologie, climat, ...) et l'hydrodynamisme lacustre (prise en glace). Certains lacs constituent des « sites Ateliers » permettant d'approfondir la compréhension de leur fonctionnement via la caractérisation fine des processus biogéochimiques actuels et leur évolution (paléolim-



© EDF

nologie) ; des mesures et suivis pluriannuels par les gestionnaires et les laboratoires de recherche y sont mis en œuvre depuis plusieurs années ; la contribution d'EDF sera de modéliser le fonctionnement de ces lacs sur la base de ces données, afin de tester des scénarii d'évolution future en lien avec le changement global et les changements de gestion possibles sur le bassin versant.

© EDF



# Les pistes d'adaptation face au changement climatique

Parce que l'adaptation au changement climatique des écosystèmes passe par une

## Face aux risques d'inondations, une adaptation de la dynamique du territoire



Suite aux inondations récurrentes du secteur de Merville en aval de la Bourre, rivière du Nord-Pas de Calais, et pour anticiper l'augmentation probable de ces phénomènes du fait du changement climatique, les acteurs du territoire ont lancé en 2002 un plan de gestion globale des écoulements et des crues de ce cours d'eau et de ses affluents. Ce projet ambitieux autour de la rivière Borre Becques (affluent de la Bourre), co-financé par le FEDER, la Région et l'Agence de l'Eau Artois Picardie et porté par l'USAN (Union Syndicale d'Aménagement Hydraulique du Nord), réduit le risque d'inondation et permet à la biodiversité de se développer et d'améliorer la capacité du territoire à faire face au changement climatique.

Le projet porte sur le ralentissement de la dynamique des crues en amont de la Bourre par la restauration des fonctionnalités écologiques des milieux naturels d'expansion des crues. Le changement climatique pouvant amplifier l'intensité des événements pluvieux donc les débordements des cours d'eau, la création de quatre Zones d'Expansion des Crues (ZEC) d'une capacité totale de près

de 500 000 m<sup>3</sup>, participera à la réduction des risques pour le territoire et ses habitants.

Les connexions entre ces milieux participent à la circulation et à la préservation du vivant, et favorisent l'adaptation au changement climatique (déplacements par exemple) : l'ouverture de la Borre Becque, endiguée initialement des deux côtés, permet le passage latéral des espèces entre le lit mineur et le lit majeur de la rivière ; les berges remaniées améliorent la connexion entre les zones humides ; les haies d'essences locales ceinturant les quatre ZEC sur plus de trois kilomètres jouent le rôle de trame verte et enrichissent la biodiversité par la mixité des essences.

A l'intérieur des ZEC, plusieurs types de milieux restaurés favorisent l'installation de la biodiversité, augmentant la capacité de résilience des systèmes vivants : six frayères à brochets, lieux de reproduction de ces poissons, couvrent deux hectares permettant le développement de la biodiversité aquatique ; six zones humides et une marre permanente accueillent les espèces inféodées à ces milieux ; deux ZEC dédiées à la formation d'une roselière (marais où les roseaux constituent l'essentiel de la végétation) abritent les nids de nombreux oiseaux et épurent l'eau ; l'USAN conserve et installe des ripisylves (zones boisées, herbacées... bordant le cours d'eau) et plante des



© Fabienne Ferrante

boisements alluviaux sur trois ZEC avec un enrichissement de la diversité des espèces du milieu.

De surcroît, 41 hectares précédemment dédiés aux grandes cultures seront utilisés pour de l'élevage extensif, réduisant le besoin d'intrants et ainsi la pollution de l'eau, des sols et de l'air. L'USAN prend contact avec des éleveurs de races locales et/ou des éleveurs bio pour sauvegarder le patrimoine et la biodiversité locale.

Le projet participe à l'adaptation du monde vivant aux changements globaux par l'installation de la biodiversité et la restauration des voies de déplacements des espèces. Il a été Lauréat du grand prix national « Le Génie Écologique au Service de la Politique de l'eau » organisé par le Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie, le 21 octobre 2014.

meilleure restauration de leur fonctionnement, la gestion humaine des milieux évolue.

## Une modification des pratiques de jardinage pour une meilleure prise en compte des cycles naturels



Pour faire face à la perte de biodiversité constatée dans les jardins, Vertdéco porte un changement des pratiques de leur gestion. Cette société promeut une politique de développement du vivant, impliquant une nouvelle formation des jardiniers et la sensibilisation du public. L'objectif est de remettre au cœur de la démarche un fonctionnement naturel de la biodiversité du jardin, de garder l'aspect esthétique tout en rendant possible le déploiement de la faune souvent délaissée. Pour atteindre cet objectif, les jardiniers-développeurs de biodiversité suppriment l'utilisation des pesticides et réduisent la mécanisation pour laisser les processus du vivant s'exprimer. La plus grande marge de progression se situe dans les jardins urbains.

Le jardin d'une résidence à Suresnes en est un exemple : constitué de quatre jardins de

500m<sup>2</sup> séparés par les bâtiments résidentiels, il présentait plusieurs problématiques que les jardiniers de Vertdéco ont résolues.

Ce jardin accueillait une trop forte densité végétale arbustive interceptant la lumière nécessaire au développement des plantes vivaces. Les plantes exotiques initialement implantées, à croissance rapide et faible intérêt en termes de floraison, sont alors remplacées par des espèces locales mieux adaptées au jardin étroit, présentant plus d'intérêts pour la chaîne alimentaire par leurs floraisons et leur production de graines et de fruits. Ces espèces adaptées au milieu urbain nécessitent moins d'entretien. La démarche favorise ainsi la préservation de la biodiversité locale.

Autre problématique rencontrée : le sol était pauvre en matière organique et donc peu fertile. Les jardiniers rehaussent alors les massifs du jardin en apportant deux couches de substrat supplémentaires : la première couche apporte de la matière organique grâce au compost provenant de fumier de chevaux et son cortège d'insectes. La seconde constituée de bois broyés, assure la protection du sol contre l'érosion et le dessèchement. Les jardiniers, en s'inspirant des écosystèmes, restaurent une litière et une couche humifère (premières couches du sol d'une forêt constituées de matière organique). Cette matière organique participe à une dynamique naturelle et apporte les éléments nécessaires au développement du végétal. La biodiversité du jardin est enrichie. Depuis deux ans, aucun

produit chimique n'est utilisé pour l'entretien du jardin ce qui évite pollutions des sols, de l'eau souterraine et de l'air (l'utilisation et la fabrication d'intrants sont responsables de rejet de gaz à effet de serre).

Vertdéco permet un retour de la faune par la pose de refuges à insectes et de nichoirs, stratégiquement installés. L'introduction de colonies d'insectes et de spermatophytes (plantes produisant des graines) favorise le retour d'oiseaux.

Tous ces changements de pratiques s'inscrivent dans une démarche globale de prise en compte du fonctionnement d'un écosystème, limitant au maximum la consommation de ressources et l'impact des interventions humaines. La modification par Vertdéco des pratiques de gestion des jardins favorise le développement de la biodiversité et la conservation d'espèces locales adaptées au milieu : depuis ces travaux, les jardiniers constatent la présence de nombreux oiseaux et insectes, notamment des papillons. Quel rapport avec le changement climatique ? La restauration des processus naturels du jardin (notamment le retour de la matière organique au sol et sa dégradation dans la litière) s'inscrit dans un fonctionnement moins perturbé des cycles de la matière et des cycles biogéochimiques (du carbone, de l'azote et de l'eau). Les pratiques de Vertdéco, pour le « bon » état des jardins, facilitent le déplacement des espèces et constituent des trames vertes dans le réseau urbain. Ces espaces permettent l'adaptation



au changement climatique des espèces et les accompagnent dans l'évolution du climat. Les jardiniers-développeurs de biodiversité travaillent aussi bien pour leur client que pour la planète.



# Les pistes d'adaptation face au changement climatique

Parce que les effets du changement climatique sont pressentis comme plus extrêmes encore dans les milieux

## L'étude de socioécosystèmes insulaires pour répondre aux enjeux globaux



Par leur taille et leur isolement, les îles sont des écosystèmes bien particuliers, plus vulnérables encore aux perturbations (arrivées de nouvelles espèces, pollutions, destruction d'habitats...) que les écosystèmes continentaux. Lieux remarquables notamment par la présence d'espèces qui leur sont propres (endémiques), les régions insulaires posent des défis à la préservation de la biodiversité et au développement des activités humaines tels le partage des ressources, l'occupation des sols ou encore l'autonomie énergétique, alimentaire... Face aux accidents climatiques, elles sont particulièrement vulnérables et les changements globaux fragilisent plus encore ces territoires habités, ces socio-écosystèmes. Le socio-écosystème est constitué des interactions entre les dynamiques sociales (intégrant les relations complexes entre acteurs et organisations de la société humaine) et les dynamiques écologiques (intégrant les interactions inter et intraspécifiques avec leur milieu physico-chimique).

Sur des îles bretonnes, l'initiative EnezGlaz portée par écoorigin propose comme préalable à toute stratégie d'adaptation au

changement climatique, une étude des interactions existant entre écologie, économie et société (données sociologiques, politiques et culturelles) et dont les composantes physico-chimiques, biologiques et anthropiques sont connues. En analysant les flux (de personnes, d'espèces, de biens, de déchets, d'énergie...) entre les îles et le continent et les relations entre les différents acteurs, écoorigin tente de trouver les voies d'améliorations pour un développement plus soutenable en identifiant les pressions anthropiques exercées sur la biosphère, donc sur la biodiversité et le climat.

La démarche repose sur une grille d'analyse construite selon cinq axes (logement/habitat, travail/économie, éducation, santé et accès aux biens, services et loisirs) élaborée actuellement par le consortium et destinée aux différents acteurs (élus, citoyens, entre-



© écoorigin

prises...), pour la création d'une offre adaptée à leurs attentes. Ces cinq axes sont hiérarchisés par écoorigin en fonction des enjeux du territoire.

Une attention particulière est consacrée au domaine de l'énergie : les réseaux (d'électricité, de gaz...) doivent répondre aux attentes en matière de transition énergétique afin de réduire les pertes et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Les champs d'expérimentation principaux du projet sont la gestion de l'intermittence des sources de production d'énergies renouvelables, la qualité de l'énergie à fournir, la maîtrise de la demande et la sûreté des systèmes et des réseaux.

En matière de protection des écosystèmes, l'accent est porté sur la restauration écologique des étangs, bassins et la création d'espaces à vocation écologique et paysagère, la mise en place de programmes d'agro-écologie, le développement de projets urbains « écologiques » et la valorisation du patrimoine insulaire.

Cette démarche permet d'avoir une vision large et à long terme du système étudié et de réduire les effets néfastes des dynamiques sociales sur la biodiversité et le climat. De



© écoorigin

par la dépendance des humains à la diversité du vivant et aux conditions climatiques, les changements globaux engendrent inéluctablement des conséquences négatives sur le fonctionnement des sociétés.

Véritable laboratoire, cette expérience insulaire et la méthode développée pourraient permettre à différentes échelles, d'accompagner des territoires vers un développement soutenable aux vues des enjeux globaux.

contraints (villes, îles), des outils d'analyse et de prospective permettent de préparer une meilleure adaptation.

## La réduction des îlots de chaleur urbains par trois dispositifs de rafraîchissement



Les surélévations de températures en milieu urbain, comparées aux milieux ruraux voisins, sont provoquées par l'urbanisme et les activités humaines représentant un enjeu important en termes d'atténuation des effets du changement climatique. Ce dernier pourrait en effet augmenter la fréquence et l'intensité de ces phénomènes, appelés îlots de chaleur urbain.

Ces îlots ont des conséquences importantes sur l'écosystème urbain : consommation d'énergie pour se rafraîchir, favorisation de la pollution de l'air (aggravation du phénomène de smog – brume de pollution atmosphérique), effets néfastes sur la santé. Les décideurs, publics ou privés, doivent connaître les bénéfices et les coûts des différents dispositifs de rafraîchissement existants, pour faire des choix pertinents sur leur territoire. Une comparaison de ces dispositifs d'aménagement les y aidera.

Pour cela, le projet EVA de Veolia, en partenariat avec l'IRSTV (Institut de Recherche sur les Sciences et Techniques de la Ville), étudie et compare les bénéfices et les coûts de trois dispositifs de rafraîchissement dans le quartier de la Part-Dieu à Lyon : la modification de l'albédo (capacité d'une surface à réfléchir le rayonnement solaire), l'humidification de la

chaussée et la végétalisation. Cette étude est réalisée grâce à des modélisations. Celles-ci s'appuient sur des études de terrain mesurant l'impact de différents types de végétalisation et d'humidification des rues sur le climat urbain (projet VegDUD piloté par l'IRSTV).

L'étude de la modification d'albédo est basée sur des hypothèses tirées des connaissances du phénomène physique mis en jeu : lorsque le rayonnement solaire atteint une surface, une partie du rayonnement est réfléchiée, une autre partie absorbée puis réémise sous forme de chaleur. L'hypothèse testée dans le projet EVA est de diminuer la part de rayonnement absorbé pour diminuer la chaleur réémise dans l'îlot. Comment peut-on augmenter la capacité de réflexion des surfaces en ville (routes, toits, murs...), leur albédo ? Par le choix des matériaux de construction et leur couleur (les objets blancs réfléchissent plus de rayonnement solaire que les objets noirs).

Les tests d'humidification de la chaussée par jets d'eau intégrés aux trottoirs réduisent de 3 à 5°C la température de surface et la température ressentie des passants (appelée UTCI). Ce dispositif réduit les effets des îlots de chaleur mais consomme une grande quantité d'eau.

La végétalisation des surfaces comprend les surfaces enherbées, les façades végétalisées (y compris les toits) et les alignements d'arbres. Plus la surface enherbée reçoit de rayonnement solaire, plus l'effet d'atténuation



© Veolia

est efficace : la diminution de l'UTCI varie de 2°C à 14°C ! Les arbres d'alignements diminuent la température de quelques degrés grâce à l'évapotranspiration et jusqu'à 10°C dans les zones d'ombres. Les surfaces végétalisées, en fonction des essences et espèces implantées, favorise le développement de biodiversité en ville. Ces dispositifs atténuent tangiblement les effets d'îlot de chaleur urbain.

Les modélisations de différents scénarios par Veolia et l'IRSTV sont en cours d'analyse. Les comparaisons des différents dispositifs de rafraîchissement prennent également en

compte les coûts économiques, énergétiques et la consommation d'eau. Une synthèse et un guide à destination des collectivités et des aménageurs seront élaborés, afin d'aider à la mise en place de dispositifs efficaces en termes d'atténuation des changements climatiques, dont certains particulièrement bénéfiques pour la biodiversité.



# Les pistes d'adaptation face au changement climatique

Parce qu'agir dès aujourd'hui sur les écosystèmes est prometteur et moins couteux

## Adaptation des espaces naturels au changement climatique : agir maintenant !



Même si la hausse des températures ne dépasse pas +2°C, l'impact du changement climatique sur les territoires sera considérable, y compris dans les pays tempérés. Le rythme d'adaptation et le déplacement des espèces risquent de ne pas être suffisants face à la rapidité du phénomène. C'est pourquoi, à côté de l'objectif prioritaire de réduction des émissions, l'autre grand enjeu est d'aider les espaces naturels à s'adapter, de façon à préserver les services que nous attendons d'eux. Il convient, en misant sur la biodiversité, de développer les solutions basées sur la nature. Agir dès à présent, pour diminuer les coûts de l'adaptation et la rendre moins brutale. Agir dès à présent, malgré les incertitudes, pour bénéficier des retours d'expérience et faire évoluer les actions d'adaptation en fonction de ces expériences. Enfin, les stratégies d'adaptation doivent être des stratégies sans regret, permettant de répondre aux principaux scénarios du GIEC.

Le Groupe Caisse des Dépôts a commencé à agir depuis plus d'une décennie, à travers ses filiales Société Forestière, et CDC Biodiversité. Dès 2003, la Société Forestière a décidé de modifier la sylviculture qu'elle conduit afin d'aider les forêts à s'adapter au changement climatique. La stratégie mise en œuvre à partir de 2006 sur 250 000 ha, s'est développée selon cinq axes :



© Pierre Boyer CDC Biodiversité

1. Choisir des solutions naturelles (« aider la nature ») et non pas des solutions fondées sur un bouleversement des pratiques ;
2. Infléchir, et décider d'itinéraires réversibles, pour s'adapter au fur et à mesure de l'évolution des connaissances sur le changement climatique ;
3. Distinguer les parcelles dont la récolte était prévue avant le milieu du siècle, et les autres. En effet, selon l'INRA et Météo France, dans les principaux scénarios du GIEC, c'est à cette époque que les conditions de stress hydrique estival pourraient devenir fréquentes et impacter massivement les forêts. Sur les parcelles récoltées avant 2050, privilégier les révolutions courtes (récolter plus tôt) et sur les autres, privilégier la diversification d'essences ;
4. Recourir à des essences de transition : des essences indigènes acceptant à la fois le climat actuel et les principaux scénarios de climat futur ; et privilégier ces essences : tilleul, merisier, chêne sessile, pin maritime, pin laricio...

5. Enfin, renforcer dans l'analyse des terrains, le poids du critère de la « réserve hydrique » des sols, c'est-à-dire leur capacité à restituer en été l'eau absorbée en hiver.

Ces orientations ont été généralisées, en les faisant évoluer par période quinquennale, et ont fait apparaître deux bonnes nouvelles : d'abord, cela fonctionne assez bien ; en second lieu, cela coûte peu cher : moins que le prix de l'assurance des forêts.

CDC Biodiversité a étendu cette expérience, d'abord sur les forêts dont elle est propriétaire, puis au-delà, en définissant un programme global d'adaptation des territoires au changement climatique, selon quatre axes :

1. Adapter les forêts, en fonction des enseignements tirés et en choisissant les actions les plus favorables à la biodiversité ;
2. Reconstituer des trames vertes, pour faciliter les migrations d'espèces et augmenter la résilience des écosystèmes ;
3. Reconstituer des zones humides, pour répondre à la sécheresse estivale, principal impact du changement climatique

sur les espaces naturels et forestiers des pays tempérés ;

4. Enfin, mener des actions spécifiques : sur les espaces côtiers, qui pourraient être soumis à l'élévation des eaux ; sur les espaces verts urbains, afin de les adapter au changement climatique ; sur les habitats d'espèces particulièrement menacées...

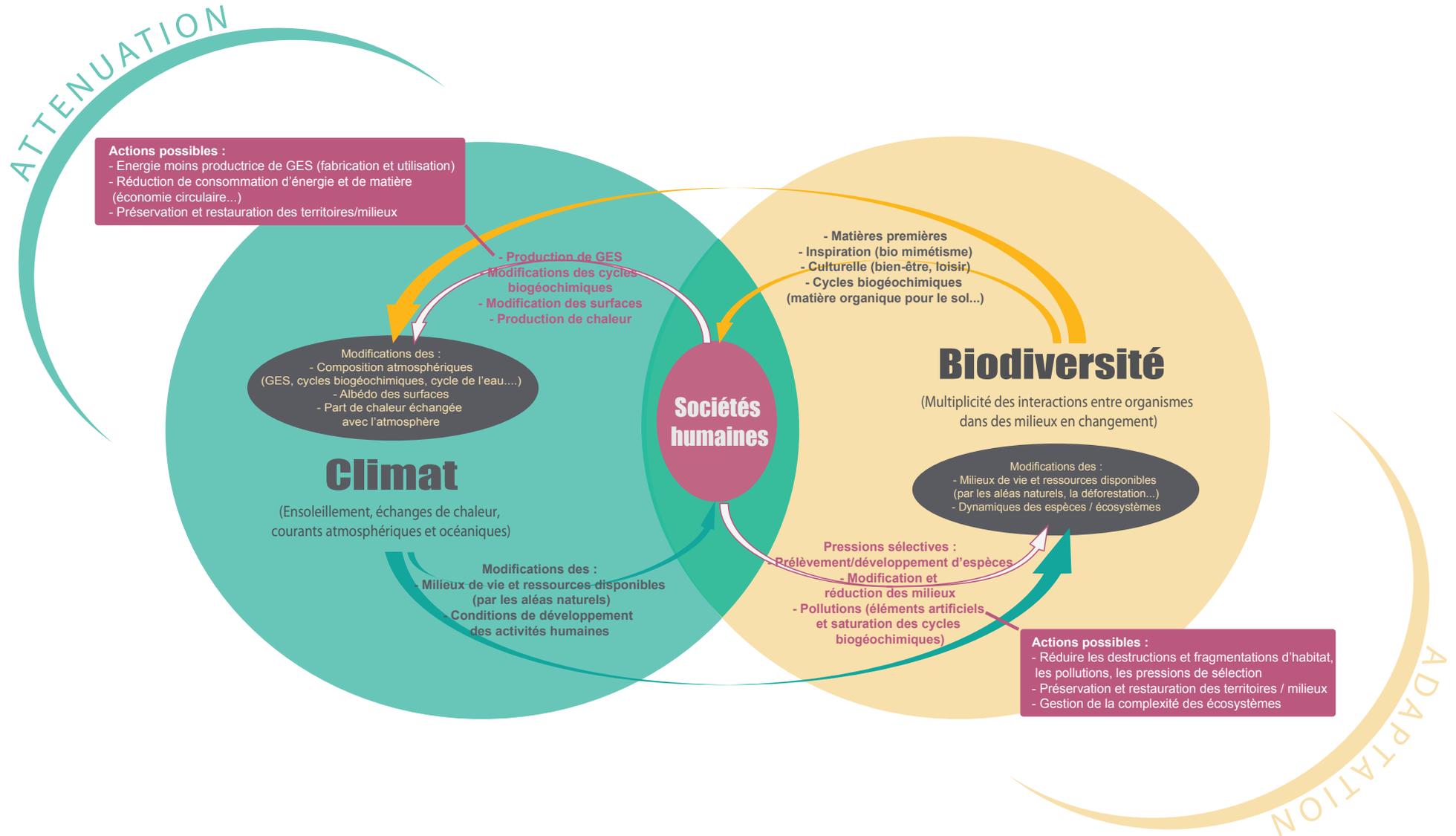
Cette démarche est en cours et donne dès à présent des résultats favorables, confirmant ainsi la première hypothèse de notre engagement : une action précoce est facile et peu coûteuse, en regard des enjeux.



© Christian Maizeret CDC Biodiversité

# Conclusion

## Interdépendances entre climat, biodiversité et sociétés humaines



Les rétroactions entre climat et biodiversité sont à l'origine de la biosphère dans laquelle les sociétés humaines se sont développées. Le formidable tissu d'interactions entre le climat et le monde vivant est cependant fragile et aujourd'hui mis à mal du fait de nos activités.

Changement climatique et érosion de la biodiversité sont alors d'abord des enjeux qui conditionnent l'avenir humain de cette planète. Si nos sociétés sont à l'origine de ces changements globaux elles doivent pouvoir également être porteuses de solutions.

Or d'ores et déjà, à leur niveau, des acteurs démontrent qu'économie et enjeux environnementaux sont conciliables.

En termes d'atténuation, les retours d'expériences des différents contributeurs à ce document révèlent combien l'appréhension de leur activité dans un système non seulement économique mais aussi social et écologique a permis à chacun de faire évoluer sa stratégie. En lien avec d'autres parties prenantes ils ont su mettre en place des activités économiquement intéressantes et participant de la lutte contre les changements globaux. Certains ont adapté ou diversifié leurs activités quand d'autres soutiennent les projets plus responsables. Ainsi émergent de nouveaux modèles économiques.

En termes d'adaptation, les témoignages des entreprises comme des Régions mettent en exergue l'importance de la connaissance et la réappropriation des enjeux par les acteurs du territoire. La préservation des milieux comme leur restauration sont fondamentales pour asseoir des possibles économiques. Des outils d'analyse ou d'aide à la décision à l'échelle de socio-écosystèmes sont développés, notamment pour les espaces particulièrement exposés que sont les villes et les îles. La gestion de la biodiversité cherche à s'inscrire dans la dynamique des changements globaux. Gérer aujourd'hui dans l'incertitude de demain afin de participer au renforcement de la résilience des systèmes et limiter les impacts des perturbations environnementales.

Ainsi, des acteurs, au quotidien, sont force de proposition.

Un élément en commun, une base de réflexion et d'action: le territoire.

Une opportunité, un moteur du changement: le dialogue.



© Jean-Jacques Blanchon

Ce que le changement climatique et l'érosion de la biodiversité mettent en exergue pour notre perception, ce sont la multiplicité des échelles d'espaces et de temps à considérer pour s'ancrer dans l'évolution du système planétaire.

L'inertie du système, les cascades de réactions dans l'atmosphère comme dans la biosphère, les effets retard, rebonds ou de seuil, les basculements de trajectoire des écosystèmes... notre milieu de vie n'est ni figé ni maîtrisable.

Nous sommes une espèce, comme les autres, soumise à notre environnement et l'enjeu devient celui de notre adaptation à ce système. Il est donc bien question, à différentes échelles spatiales, d'être un acteur de la dynamique mondiale tout autant qu'au quotidien un acteur du territoire, avec le milieu et ceux qui le partagent.

C'est nos capacités d'imagination, d'innovations organisationnelles, de coopération avec les autres, biodiversité comprise, qui seront le terreau des possibles.

*« Les espèces qui survivent ne sont pas les espèces les plus fortes, ni les plus intelligentes, mais celles qui s'adaptent le mieux aux changements »*

*Interprétation par L.C. Megginson de L'origine des espèces, Darwin 1859*