

Références économiques pour le développement durable

n°41, Septembre 2019

Biodiversité, climat et société

Nature des changements et capacités d'adaptation

Quand on parle d'écologie, on parle de changements. Mais des changements il y en a toujours eu. En revanche, la question sensible est celle de la capacité des écosystèmes, en particulier ceux qui sont aujourd'hui anthropisés, à s'adapter : capacité d'en atténuer les effets au niveau global et local ; et capacité de s'adapter « localement » aux effets locaux du changement global. En effet, la capacité d'adaptation locale dépend de la vitesse et de l'amplitude du changement.

Michel Trommetter¹

Vitesse et amplitude des changements

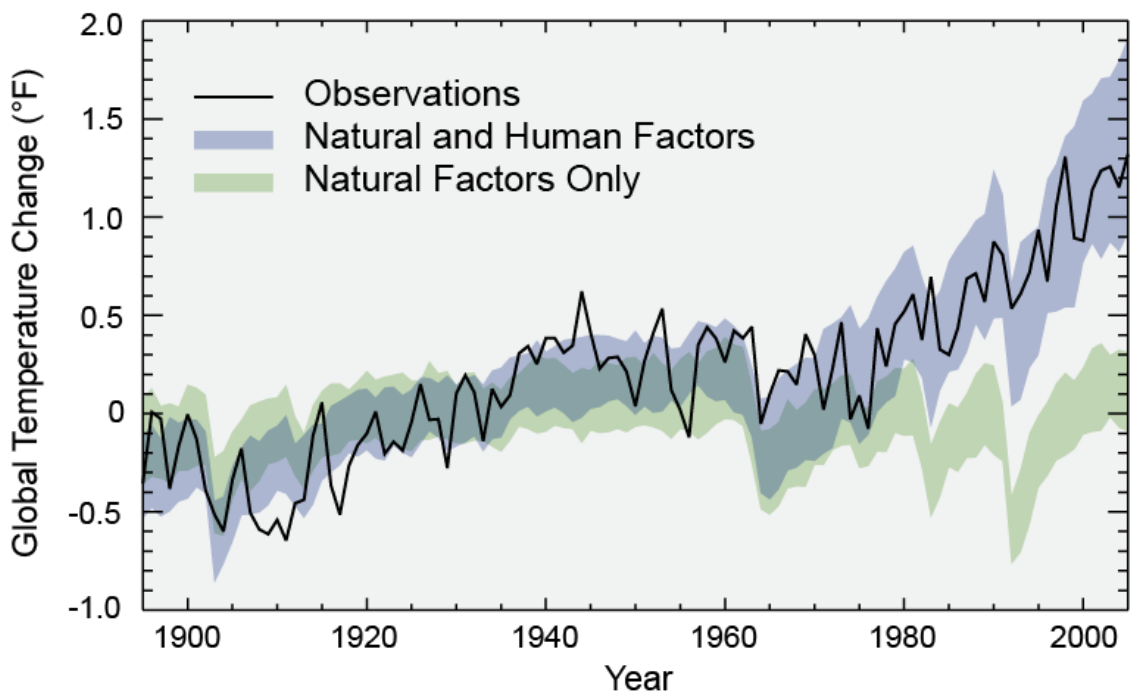
Quand on nous parle d'environnement, d'écologie, on nous parle principalement de changements : changement climatique, effondrement de la biodiversité -selon Pierre Henry Gouyon², aggravation de la dégradation des terres et de la désertification, ... Or des changements il y en a toujours eu. Ce fait ne saurait être contesté. Ainsi, pour le climat, il y a eu des successions de périodes de glaciation et de réchauffement, marquées, par exemple par « l'optimum climatique médiéval » du X^e siècle jusqu'au XIV^e. Pour la biodiversité on parle aujourd'hui de la sixième période de grande extinction, ce qui signifie qu'il y en a déjà eu 5 auparavant ...

Notre planète étant en constante évolution, certains sont enclins à conclure que les évolutions actuelles (dynamiques) ne sont en rien liées aux activités anthropique ou si peu, ce qui est inexact quand on considère les évolutions récentes du climat, par exemple.

¹ Univ. Grenoble Alpes, INRA, CNRS, Grenoble INP, GAEL, 38000 Grenoble, France

² Ainsi comme le dit Pierre Henry Gouyon (2018) : « Cette dynamique du système est entrée dans ce que l'on appelle une dynamique d'effondrement. Pour le moment, c'est plus un effondrement démographique qu'un effondrement en termes de nombre d'espèces. C'est-à-dire que **quand on dit "70% des insectes ont disparu en Europe dans les dix dernières décennies, en réalité c'est 70% de la biomasse, non des espèces"**. Mais si cela continue ainsi, effectivement les espèces s'effondreront. »

Separating Human and Natural Influences on Climate



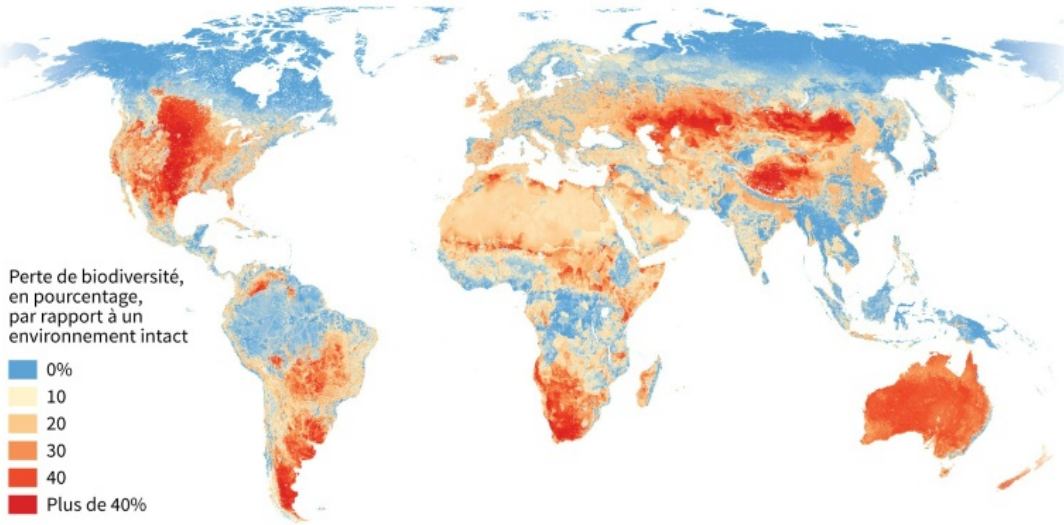
Source : D'après Huber, M. and Knutti, R. (2012)

Selon eux, les humains comme le reste du vivant doivent se contenter de s'adapter à ces changements, comme ils l'ont toujours fait depuis des milliards d'années, avec plus ou moins de succès : certaines espèces disparaissent (les dinosaures, le dodo³...) ; d'autres mutent ; d'autres encore ont des capacités d'adaptation grâce à une sélection naturelle basée sur un « progrès génétique » possible du fait d'un maintien d'une grande diversité génétique ; d'autres enfin peuvent apparaître du fait de nouvelles conditions pédoclimatiques, comme les australopithèques sont apparus il y a 4 millions d'années et l'humain actuel -homo sapiens- il y a seulement 200.000 ans.

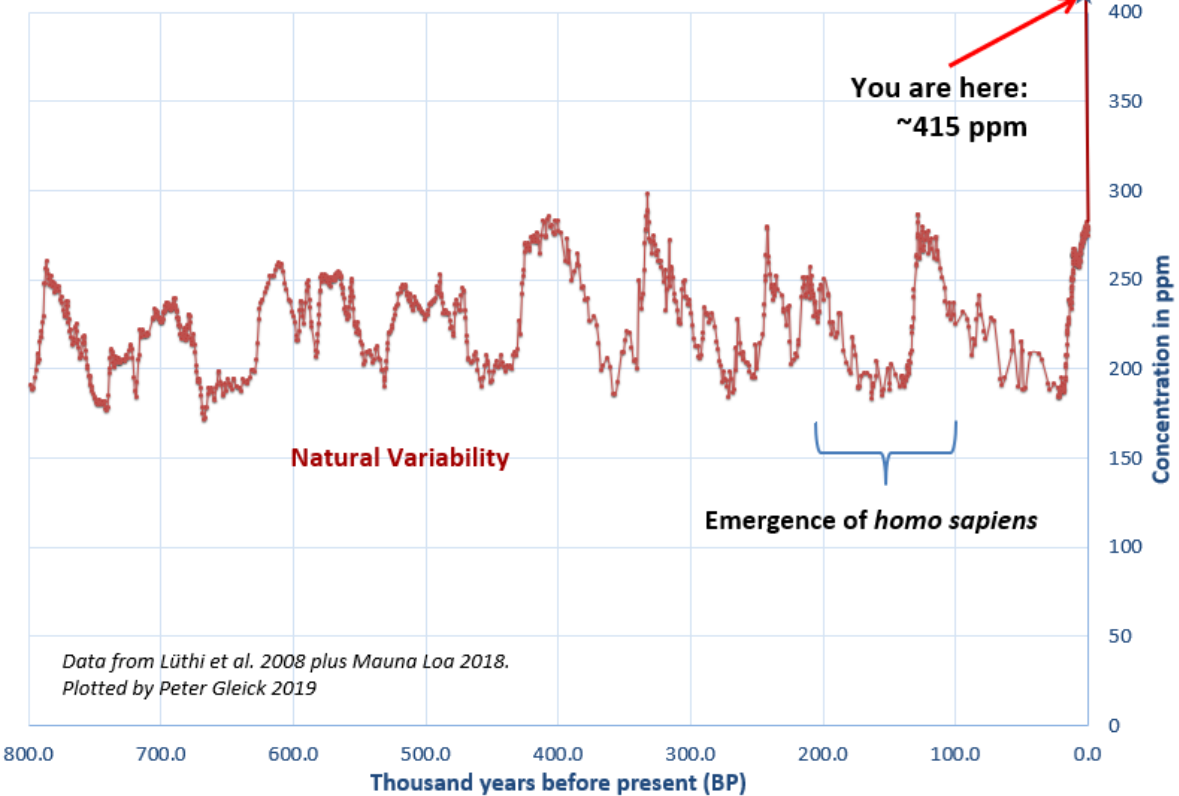
Cependant, le changement, c'est à la fois une question de vitesse et d'amplitude qu'il s'agisse du changement climatique ou de l'effondrement de la biodiversité, ... A cet égard, les évolutions dues aux facteurs anthropiques déterminent des changements particulièrement importants et rapides, comme le rappellent les deux graphiques suivants.

³ A ce stade de la présentation, le Dodo est-il un bon exemple ? Et bien non car si le Dodo a disparu c'est du fait d'une surexploitation par les humains et non de manière « naturelle ». Ce point est à méditer.

Perte de biodiversité dans le monde



Composite Antarctic CO₂ record (0-800 kyr before present) with current Mauna Loa readings



Or, quelle est la capacité des écosystèmes, en particulier ceux qui sont aujourd'hui anthropisés, à s'adapter à ces changements ?

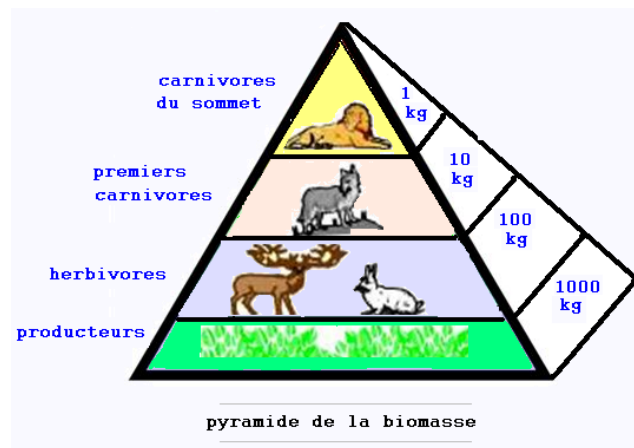
- c'est d'une part d'essayer d'en atténuer les effets au niveau global et local

- et d'autre part de s'adapter « localement » aux effets locaux du changement global. Or, la capacité d'adaptation locale dépend justement de la vitesse et de l'amplitude du changement (nul n'est égal face aux changements, à court terme certains peuvent gagner et d'autres perdre, mais qu'en sera-t-il à long terme ?).

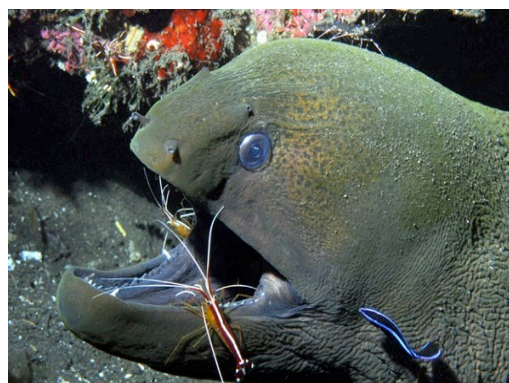
Qu'est-ce que le bon état écologique ?

En résumé, la vitesse et l'amplitude du changement global et de ses effets locaux sont-elles compatibles avec la vitesse et l'amplitude de la capacité d'adaptation locale et de leurs conséquences globales futures ?

Cette question, on ne peut plus complexe, doit de plus être affinée car lorsque l'on parle, par exemple, de la chaîne trophique, les occidentaux mettent les grands prédateurs dont l'homme au sommet de la chaîne trophique (souvent représentée par un triangle, cf infra) et se résume à manger et/ou être mangé (je mange et je suis mangé, la production d'énergie est le résultat de cette séquence) alors que pour les populations autochtones (amérindiens, ...) les grands prédateurs sont en bas de la chaîne trophique car s'ils sont présents c'est que le reste de la chaîne trophique est en bon état.



Par ailleurs, le monde vivant ne peut se résumer à manger et être mangé. Il existe des interactions entre les différents éléments du vivant qui sont nécessaire à la production d'énergie mais également au bon fonctionnement de la nature : Ainsi, ne sous-estimons pas, des scènes de « mutualisme » qui illustrent l'importance de la coopération et de l'interdépendance entre les divers éléments d'un écosystème. Chacun des organismes vit mieux avec que sans les autres. Par exemple, des crevettes (labre nettoyeur -*Labroides dimidiatus*-) déparasitent une murène géante (*Gymnothorax javanicus*). Notons que la murène s'abstient de dévorer ses commensaux (cf. illustration ci-dessous).



Un autre exemple de mutualisme : « En améliorant la nutrition minérale et hydrique des plantes, les champignons mycorhiziens améliorent la croissance et le développement des espèces végétales. Cette amélioration passe par une colonisation optimale des racines par le champignon qui développe une surface d'échange importante (augmentation de la proportion d'arbuscules) dans les racines. Une plante est susceptible d'avoir un impact sur les champignons par le biais de la litière déposée sur le sol ou par les exsudats racinaires excrétés dans le sol (Yoneyama et al. 2008). Cela se traduit par un meilleur développement des champignons mycorhiziens dans le sol, lui permettant une exploitation d'un volume plus important que ne le feraient les racines seules ainsi qu'une colonisation racinaire accrue. Il en découle des boucles d'actions-rétroactions entre le champignon et la plante avec des effets réciproque »⁴.

La question est alors comment on évalue l'état « du reste » de la chaîne trophique et comment on le maintient en bon état. Cela rejoint les questions du *Millenium Ecosystem Assesment* sur les services de support ou de soutien (en fait un auto entretien) : cycle des nutriments, entretien des sols, production primaire... En effet, c'est de l'efficacité écologique de cet auto entretien que dépend le bon fonctionnement de l'écosystème. Or, c'est du fonctionnement de l'écosystème que dépendront ensuite le niveau et la qualité de services que pourront retirer les humains de la biodiversité de manière payante ou gratuite : approvisionnement (matières premières, alimentation, ...), régulation (de l'air, des sols, de l'eau, du climat global et local) et culturel (beauté des paysages, religions et cultures traditionnelles, ...).

Or, l'humain pense encore trop souvent aujourd'hui qu'il est à la fois au sommet de la chaîne et qu'il peut tout maîtriser grâce à sa capacité d'innovations technologiques. Il pense qu'il ne dépend pas ou si peu du fonctionnement des écosystèmes et qu'il peut même se substituer au fonctionnement de la nature⁵. Ainsi, si l'on prend l'exemple de l'agriculture : l'agriculture intensive mobilisant des intrants chimiques tant fertilisants que des produits phytosanitaires, conduit à une artificialisation locale du fonctionnement de la parcelle où l'humain par des techniques a pour objectif de se substituer au fonctionnement de la nature, pour garantir une production avec par exemple moins de recours au fonctionnement naturel des sols (micro-organismes, vers de terre, humus, etc. substitués par des engrais), aux pratiques naturelles pour limiter les impacts des ravageurs (substitués par des pesticides et fongicides)⁶ et moins de recours au travail (par exemple pour enlever les mauvaises herbes substitués par des herbicides) et soit disant pour une productivité à l'ha moins aléatoire⁷. Certains nous disent

⁴ <https://www.jardinsdefrance.org/effets-des-associations-de-plantes-sur-la-symbiose-mycorhizienne-et-reponse-specifique-des-plantes-a-la-mycorhization/>

⁵ Voir le projet Biosphere 2 dans les années 1990. : Ce projet visait à créer une immense serre totalement isolée de l'environnement extérieur et dans laquelle vivrait un écosystème complet. Bactéries, insectes et plantes avaient ainsi pris place dans ce « terrarium » qui devait se suffire à lui-même tant pour les aliments mais aussi pour l'eau et le recyclage de l'atmosphère. Or, bien vite, il a fallu injecter de l'oxygène car son niveau baissait irrémédiablement. L'écosystème voyait proliférer bactéries et insectes.

⁶ N'oublions pas que l'utilisation de produits phytosanitaires a les mêmes effets que lorsque l'humain est traité pour une infection par antibiotique : il existe des effets secondaires, en particulier du fait que le traitement peut détruire des bactéries bénéfiques (ce qui va modifier le microbiote). Ainsi, à l'état naturel, 80% de la biomasse des terres émergées sont contenus dans les sols. Les lombrics (vers de terre) à eux seuls représentent de 1 à 4 t/ha. Aujourd'hui, les sols cultivés intensivement ne recèlent pas plus de 200 kg de biomasse par hectare et même seulement 50 kg/ha (source IPBES, 2018).

⁷ L'humain pense maîtriser la productivité des cultures en contraignant le fonctionnement des sols et du climat en allant jusqu'à proposer des cultures hors sol dans des serres. Mais c'est oublier la complexité du fonctionnement de la nature et du climat.

que ce modèle n'est plus viable et qu'il faut revoir entièrement le modèle agricole et ses pratiques. Il ne serait plus viable pour 2 raisons : les fertilisants minéraux et les produits phytosanitaires perdraient de leur efficacité du fait d'un appauvrissement excessif des sols et de la résistance des pathogènes (ravageurs) ; et en plus les fertilisants et produits phytosanitaires entraîneraient des pollutions (pollution des sols, des nappes phréatiques, ...) avec des risques réels tant pour la santé humaine que pour la santé des écosystèmes eux même. L'humain peut donc vouloir se substituer au fonctionnement de la nature pour en « gommer » ce qu'il considère comme des imperfections, sans avoir nécessairement conscience de l'ensemble des conséquences de son action. Aujourd'hui, on repense le lien entre le sol et l'agriculture (voir le rapport de l'IPBES sur biodiversité et sol en 2018 et le rapport du GIEC sur climat et sol en 2019)⁸.

Après le sol, il y a l'eau. Et la question de la gestion de l'eau est importante en agriculture car comme le notent Yuan et al. (2019) ; « C'est bien d'avoir température et CO₂, mais sans eau, les plantes ne peuvent les utiliser pour croître. Et si cette eau est là mais limitée ? Les besoins des feuilles des plantes en eau doivent être satisfaits au maximum pour photosynthétiser. Si elles sont en manque d'eau, pour prévenir les dégâts de la sécheresse sur la plante ou l'arbre, elles vont fermer leurs stomates afin de moins « transpirer » et économiser leur eau. »

Enfin, l'humain peut aussi simplement par son action perturber le fonctionnement d'un écosystème. Prenons le cas de la pêche dans les Aléousiennes : Les pêcheurs surexploitent les stocks de poissons aux dépens des otaries, proies des orques, lesquels se reportent sur les loutres, ce qui permet aux oursins de proliférer, aux dépens des laminaires, ces forêts d'algues qui sont au départ de toute la chaîne trophique... Tel est le « modèle des Aléoutiennes » qui illustre le concept d'écosystème, « milieu résultant des interactions entre organismes vivant dans un environnement donné ». On peut également s'interroger par exemple sur les conséquences de l'artificialisation des sols à des fins d'extensions urbaines ou la construction d'infrastructure, ...

Quels types de régulations ?

Comme le rappelle Pierre Henry Gouyon (2018) : « *On est dans cette dynamique négative et la solution n'est pas de congeler la diversité. La solution est de redonner de la dynamique au système* ». Donc, si ces pratiques ne sont plus viables, que propose-t-on ? Il faut inverser le triangle repartir du fonctionnement des écosystèmes et des interactions entre les sols, le grand cycle de l'eau et de l'air, donc l'analyse d'un système en dynamique. Dans ce cas il peut y avoir des conflits dans les usages, par exemple, des productions agricoles entre alimentation et usages industriels dont la méthanisation pour la production d'énergie (exemple en Allemagne où du maïs pouvant servir à l'alimentation animales ou humaine est un intrant pour les méthaniseurs), et également des déchets agricoles (paille, ...) entre une valorisation comme intrant pour la production d'humus pour la fertilisation des sols pour une production agricole et des usages industriels principalement énergétique par le biais de la méthanisation encore⁹.

⁸ Dans la synthèse de son dernier rapport (2019), le Giec rappelle l'importance du sol pour notre environnement, notre mode de vie et notre capacité à stabiliser le réchauffement. Le détruire ou l'artificialiser, comme nous le faisons, c'est affaiblir les écosystèmes et leurs services, diminuer notre accès à l'eau, accroître notre insécurité alimentaire. Dans un contexte d'irrépressible réchauffement.

⁹ Ainsi le Giec dans son dernier rapport (2019) note que : « *La question de la plantation d'arbres et de végétaux pour des productions énergétiques reste très discutée au sein du GIEC. Si cette utilisation de la biomasse*

Idem pour la quantité et la qualité de l'eau : il y a le petit cycle de l'eau et le grand cycle de l'eau. Le petit cycle de l'eau est un triangle où grâce à des techniques les acteurs qui ont eu une concession vont garantir la qualité et la quantité d'eau qui sera disponible tant pour les entreprises que pour les ménages et traiter les eaux usées en aval pour éviter des pollutions de cours d'eau et de nappes phréatiques. Notons qu'aujourd'hui, selon les Nations Unies : « *Dans la Station spatiale internationale, le matin, l'eau est consommée avec du thé, l'après-midi elle devient de l'urine et le lendemain elle sert à se raser... il s'agit de la même eau depuis des années !* », rapporte Richard Connor, rédacteur en chef d'un rapport, pour illustrer les possibles performances des traitements existants. Mais sur la planète Terre, on en est très loin. Les eaux souillées sont à 80 % rejetées dans l'environnement sans traitement ; à 92 % en moyenne dans les pays à faible revenu et à 30 % dans les plus prospères. »

Cela signifie donc que ces eaux usées si les acteurs ne veulent pas les voir se transformer en pollution (avec les risques sanitaires et sociaux), elles doivent être traitées dans une approche grand cycle de l'eau donc au niveau d'un écosystème ou les approches territoriales peuvent conduire à des conflits d'usages entre acteurs mais aussi entre acteurs au sujet du fonctionnement des écosystèmes. C'est l'exemple de OREE (2014) : « *Il existe une forêt de 10 hectares qui permet de purifier naturellement l'eau consommée par un village de 100 habitants. Si une entreprise, par un aménagement, intervient sur cette forêt et la réduit à 5 hectares, que faire par rapport à l'altération du service ? Si le service actuel n'est plus garanti, il doit être évidemment compensé (loi sur la biodiversité)¹⁰. Par contre, si le service actuel est toujours garanti, la question de la compensation des services futurs identifiés ou non est posée. Dispenser l'entreprise de compensation signifie que l'on ne prend pas en compte le fait que le village, avec ces 5 hectares de forêt en moins, voit ses capacités de développement (tant en termes démographique qu'économique, voire d'adaptation aux changements globaux) diminuées puisque contraintes par la nouvelle capacité d'épuration naturelle de l'eau par la forêt. Faut-il prévoir des compensations pour des usages et des capacités d'adaptations futurs ?* »

Même si les eaux usées sont traitées de manière naturelle ou artificielle une question se pose : Quelle est la quantité d'eau disponible et à qu'elles conditions ? Il existe des conflits d'usages de l'eau qui peuvent évoluer au cours du temps selon les contraintes qui peuvent émerger. Si l'on prend l'exemple de Vittel, à la fin du XXème siècle, le conflit d'usage était entre Nestlé Waters et les agriculteurs du bassin par rapport à des teneurs en nitrate et en pesticide de l'eau de la nappe phréatique que Nestlé Waters embouteillait. A la suite de négociations, Nestlé Waters et les agriculteurs sont tombés d'accord sur un mécanisme d'incitation aux changements de pratiques par les agriculteurs et au final tout le monde est gagnant. Aujourd'hui, avec la multiplication des périodes de sécheresse, la nappe phréatique baisse dangereusement et conduit à un conflit d'usage entre Nestlé Waters et les habitants de Vittel (pour aller vite). Nestlé serait prêt à cofinancer un projet d'acheminer de l'eau potable sur une dizaine de kms, pour préserver une nappe phréatique déficitaire à Vittel, certains habitants y sont hostiles car ils considèrent qu'on les prive de l'accès à la nappe pour des motifs purement financiers. Les mêmes questions vont se poser pour des communes qui vont voir leurs

permet sur le papier de réduire les gaz à effet de serre, des risques apparaissent : changement d'utilisation des sols au détriment de la nature, dégradation des terres, compétition avec la production de nourriture. »

¹⁰ Notons ici l'importance dans la loi sur la biodiversité d'avoir élargi la séquence Eviter Réduire et Compenser (ERC) aux fonctions écologiques et services ce qui entraîne une nécessité de faire de l'évitement et de la réduction sur place (bien évidemment) mais également de compenser dans un périmètre pas trop éloigné de la zone impactée pour ne pas trop perturber le fonctionnement des écosystèmes et les services associés qu'en retirent les humains.

capacités de développement limitées du fait que leurs terres sont mises en réserve, par exemple en zone de rétention d'eau, pour éviter des inondations en aval. Comment construire de la solidarité entre les communes ? Il s'agit d'identifier les critères qui seront favorables à l'acceptabilité sociale mais également économique de ces projets et de la solidarité écologique.

Pour complexifier la chose, on peut également rajouter les enjeux climatiques et les risques globaux mais surtout locaux de ces changements climatiques et dont la gestion de la biodiversité peut permettre d'en atténuer les effets globaux et locaux puis de s'adapter au changement résiduel (qui peut être important). L'atténuation locale est nécessaire car l'adaptation locale au changement global peut se révéler impossible pour le vivant dans son ensemble (dans lequel l'humain est bien sûr inclus). Comment mobiliser la biodiversité et les services écosystémiques (d'auto entretien) pour atteindre cet objectif ? Car, comme le rappelaient Barbault et Weber en 2012, les relations entre le monde vivant et le climat sont généralement représentées en tant « qu'impacts du changement climatique sur la biodiversité ». « Si cette asymétrie de statuts assignés au climat et au vivant est historiquement compréhensible, elle n'en constitue pas moins une erreur de raisonnement susceptible de lourdes conséquences en matière de choix politiques. » Renforçons cette citation par une autre, celle de Robert Watson président de l'IPBES : « *la dégradation des terres, la perte de biodiversité et le changement climatique sont trois visages différents du même défi (...). Nous ne pouvons pas nous permettre de nous attaquer isolément à l'une de ces trois menaces - elles méritent chacune la priorité politique la plus élevée et doivent être traitées ensemble* ».

BIBLIOGRAPHIE

- Barbault, R. et Weber J. (2010).- *La Vie, quelle entreprise !* Paris, Seuil, Coll. « Science ouverte».
- Barbault R. et Weber J. (2012).- Biodiversité et climat : le Janus du changement global. *La jaune et la rouge*, novembre, pp. 28-28
- Gleick P. (2019).- <https://twitter.com/petergleick/status/1127960911094865920>
- Gouyon P.H. (2018).- *On peut préparer l'après catastrophe*. Interview Open Lande. <https://openlande.co/actualite/pierre-henri-gouyon-on-ne-fera-sans-doute-pas-leconomie-dune-catastrophe-mais-on-peut-preparer-lapres-catastrophe/>
- Huber, M. and Knutti, R. (2012).- Anthropogenic and Natural Warming Inferred From Changes in Earth's Energy Balance. *Nature Geoscience*, 5, 31-36.
- IPBES (2018).- *Summary for policymakers of the thematic assessment of land degradation and restoration*, Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Sixth session Medellin, Colombia, 18–24 March, 32 pages. https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-30916-ipbes-degradation_sols.pdf
- IPCC (2019).- *Climate Change and land*, 50th Session held on 2 – 7 August. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Edited-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf
- OREE (2014).- *Management of biodiversity by stakeholders: from awareness to action*, Editors : Fromageot C., Leriche H. et Trommetter M, OREE and Convention on Biological Diversity, Paris, France, 300p.
- Trommetter M. (2018).- Fonctionnement des écosystèmes, développement économique et social, et changement climatique : quelles interactions ? Références économiques - Conseil Economique pour le Développement Durable. (37):1-12.
- Yoneyama, K. et al. (2008).- Strigolactones, host recognition signals for root parasitic plants and arbuscular mycorrhizal fungi, from Fabaceae plants. *New Phytol.* 179, 484–494.
- Yuan W., Zheng Y., Piao S. et al. (2019).- Increased atmospheric vapor pressure deficit reduces global vegetation growth. *Science Advances* 5(8):eaax1396, 12 pages.

Conseil économique
pour le
développement
durable

Tour Sequoia
92055 La Défense
Cedex
Tel. : 01.40.81.21.22

Directeur de la
publication
Dominique Bureau