

Biodiversité et climat : les approches fondées sur la nature

Par Denis COUVET

Président de la FRB (Fondation pour la recherche sur la biodiversité)

Et Hélène SOUBELET

Directrice de la FRB

Une meilleure gestion des écosystèmes pourrait contribuer à une atténuation significative du changement climatique. Pour y parvenir un certain nombre de conditions doivent être réunies : préserver et restaurer la diversité biologique de ces écosystèmes, y compris celle des communautés animales et microbiennes ; faciliter l'adaptation de ces écosystèmes aux changements globaux en maintenant des corridors et en réduisant les perturbations ; et tenir compte de la diversité des territoires en intégrant les savoirs et les valeurs associés.

Introduction

La capacité des écosystèmes à atténuer le changement climatique a été mise en exergue par les décideurs. Dès 2015, une initiative scientifique nommée « 4 pour mille », lancée au moment de la COP21, sous l'égide de l'Inra, de l'IRD et du Cirad, estime qu'en stockant dans les sols, grâce à des pratiques appropriées, un supplément de carbone correspondant à 4 pour mille, nous pourrions théoriquement compenser toutes nos émissions de carbone d'origine anthropique. D'autres constats attestent que les écosystèmes absorbent actuellement près de la moitié de nos émissions de gaz à effet de serre. Le maintien de cette capacité, voire son amélioration (grâce à une meilleure protection, gestion et restauration de ces écosystèmes) permettraient d'accroître d'un quart le captage de ces émissions, soit 10 GT de CO₂ en plus par an (Girardin *et al.*, 2021). La plupart des écosystèmes sont concernés : les écosystèmes forestiers, aquatiques (zones humides, coraux, fonds marins...) et les agroécosystèmes. Néanmoins, concevoir les écosystèmes simplement à travers les flux de carbone est simpliste et peut conduire à des erreurs de gestion. Ainsi, au niveau des agroécosystèmes, le déploiement des biocarburants, lorsqu'ils favorisent la déforestation et/ou perturbent les systèmes agricoles vivriers des pays du Sud, peut conduire, par ricochet, à d'autres émissions de GES.

Afin d'éviter de telles erreurs, il faut concevoir les pilotages de ces écosystèmes comme des « solutions fondées sur la nature », devant combiner atténuation, adaptation et préservation de la biodiversité. Dans cet article, nous examinons les trois enjeux scientifiques et pratiques qui en découlent : préserver la diversité biologique, envisager la transformation des écosystèmes et intégrer la diversité des territoires.

Diversité biologique des écosystèmes : des enjeux fonctionnels

La diversité biologique d'un écosystème comprend leur diversité spécifique – génétique et fonctionnelle –, et dépend de l'abondance des différentes communautés d'êtres vivants.

Rôle des communautés animales et microbiennes

Cette diversité favorise les capacités des écosystèmes en matière d'absorption du carbone et d'adaptation au changement climatique. Ainsi, bien que les carnivores ne participent pas directement à la capture des gaz à effet de serre, leur présence fonctionnelle favorise la végétation en contrôlant l'abondance des herbivores, évitant par là même le surpâturage ; elle amortit également les effets des perturbations, évitant ainsi les basculements des écosystèmes (voir, par exemple, Rasher *et al.*, 2020). Les communautés microbiennes des sols améliorent les capacités de rétention et d'absorption par les plantes de l'eau et des nutriments, ce qui est un atout majeur lorsque ces éléments deviennent des facteurs limitants au regard d'un carbone dont la disponibilité augmente. En conséquence, les forêts monospécifiques d'eucalyptus, si elles présentent une forte croissance initiale, maximisant ainsi une absorption rapide du carbone, ont aussi l'inconvénient de raréfier la présence des animaux et des microorganismes des sols, ce qui les rend à la fois peu résilientes face aux aléas environnementaux et très consommatrices en eau, et ce au détriment des écosystèmes voisins.

Bénéfices collatéraux de la diversité biologique : la multifonctionnalité des écosystèmes

Cette diversité biologique, présente à toutes les échelles – au sein des différentes communautés animales, végétales et microbiennes, au sein même des espèces (diversité génétique) –, s'accompagne d'avantages collatéraux liés à l'effet généralement positif de la diversité sur le fonctionnement des écosystèmes, à travers les nombreuses et diverses fonctions écologiques qu'ils assurent (Dias *et al.*, 2019). Cette diversité a une valeur d'option, associée au principe de précaution, en tant qu'elle ouvre le champ des potentialités des écosystèmes, notamment sur le plan de leur capacité d'adaptation et de transformation.

Dans le domaine de la santé humaine, animale et végétale, elle réduit à la fois la probabilité d'émergence et la vitesse de dissémination des maladies infectieuses affectant les humains, les végétaux et les animaux. Cela peut se concrétiser au travers de plusieurs mécanismes, dont la dilution¹ d'animaux plus sujets à transmettre des pathogènes infectieux au sein d'animaux moins ou pas du tout vecteurs de ces mêmes agents pathogènes, ce qui réduit la probabilité de passage des maladies associées de l'animal vers les humains ; l'acquisition par les humains d'un microbiote de la peau, de l'intestin ou de la sphère buco-nasale plus diversifié, qui constitue dès lors une barrière efficace contre les microorganismes pathogènes et renforce l'immunité générale. La diversité biologique contribue également à la qualité esthétique : une valeur inspiratrice et d'apprentissage, qui est un élément essentiel de la qualité des relations sociales et de la santé physique et mentale. Elle répond aussi à des préoccupations éthiques : préserver la nature pour sa valeur intrinsèque.

Faciliter l'adaptation des écosystèmes aux changements globaux

Au-delà du maintien et de la restauration de la diversité biologique, y compris fonctionnelle, un enjeu majeur est celui de l'adaptation des écosystèmes à des changements globaux, notamment climatiques, qui sont à la fois intenses et rapides.

Les défis de l'adaptation des écosystèmes aux changements globaux

Cette adaptation peut être lente. Les mangroves ont ainsi mal répondu aux rapides changements passés du niveau des mers (Saintilan *et al.*, 2020). Le dégel du permafrost pourrait, quant à lui, s'accompagner d'émissions massives de gaz à effet de serre, si la décomposition de la matière organique stockée dans ces sols gelés est plus rapide que l'essor des arbres sur ces

mêmes sols. Un problème systémique est la perturbation du fonctionnement des écosystèmes résultant des discordances des réponses d'espèces fonctionnant en réseau : des dates de floraison avancées par rapport à celles d'émergence des insectes associés, dissociation des symbioses algues-coraux... Les arbres, éléments-clés pour l'absorption du carbone par les écosystèmes terrestres, posent eux aussi un problème majeur : leur réponse phénologique est plus lente et plus faible que celle des espèces herbivores et carnivores avec lesquelles ils interagissent ; leur vitesse de déplacement est également plus faible.

Un défi encore plus important est d'éviter – ou d'anticiper ? – le basculement possible des écosystèmes dans de nouveaux régimes de végétation. Il pourrait en être ainsi des milieux semi-arides, méditerranéens notamment, où les forêts pourraient se muer en garrigues, en maquis, en chaparrals ou encore en steppes. Le dilemme ici est de savoir s'il s'agit de préparer ou non la biodiversité à s'adapter à ce nouvel état : par exemple, en favorisant l'implantation d'espèces adaptées à un nouveau régime, par exemple de type steppique dans le cas méditerranéen.

De la référence historique aux espèces néo-natives et exotiques

Afin de répondre à ces défis, un objectif est apparu évident : celui de maintenir, voire de restaurer l'écosystème historique, peu anthropisé et composé d'espèces autochtones. Cet écosystème est qualifié parfois de « naturel », car il reflète une adaptation aux conditions environnementales locales, à leurs variations, plus que ne le fait l'écosystème anthropisé. La canopée des îles des Caraïbes illustre la pertinence de cette approche. Les arbres autochtones dotés d'une forte capacité de résistance aux perturbations – cyclones et feux – ont été remplacés au cours du dernier millénaire, concomitamment à l'arrivée des humains, par des essences qui sont certes plus adaptées aux besoins immédiats de l'homme, mais qui sont aussi plus inflammables (Fall *et al.*, 2021). Ces nouvelles espèces constituent des écosystèmes que l'on peut donc qualifier de « dégradés » en raison de leur forte inflammabilité.

Les changements globaux par leur rapidité ébranlent la pertinence de cette référence historique. Des espèces allochtones peuvent être mieux adaptées aux nouvelles conditions locales et assurer les fonctions écologiques essentielles des écosystèmes : c'est le cas des espèces « néo-natives », c'est-à-dire présentes dans des écosystèmes proches géographiquement et environnementalement (Essi *et al.*, 2019). Plus radicalement, les espèces « exotiques », issues d'écosystèmes éloignés, pourraient rendre un nouveau régime écosystémique – dont l'émergence est rendue inéluctable par les changements globaux – plus favorable à terme à l'essor de la biodiversité. C'est ce que suggère l'exemple des moules invasives des grands lacs américains. Entraînant dans un premier temps des coûts très lourds pour les villes riveraines liés à la dégradation des canalisations et à la quasi-disparition des moules autochtones, cette espèce invasive a, dans un second temps, favorisé la diversification des autres espèces

¹ [https://fr.wikipedia.org/wiki/Dilution_\(%C3%A9co%C3%A9pid%C3%A9miologie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dilution_(%C3%A9co%C3%A9pid%C3%A9miologie))

vivant dans ces lacs et le retour de ceux-ci à un état plus oligotrophe, à un régime moins sensible aux apports externes et en trop grande quantité de nutriments en provenance de l'agriculture et de l'industrie intensives de la « Rust Belt » américaine (Li *et al.*, 2021).

Retour à la pertinence de la diversité biologique

Autre conséquence, est apparue l'idée de « migration assistée » : les humains aident les espèces à se déplacer. C'est une réponse de la société civile qui a émergé spontanément, devançant sur ce point l'expertise scientifique. Néanmoins, assister la migration de quelques espèces et, de ce fait, les favoriser, est risqué. Un choix pertinent des espèces et de leurs génotypes suppose de savoir anticiper ce que pourraient, ou plutôt, devraient être les écosystèmes à venir. Les tentatives de contrôle biologique ou d'introduction de nouvelles espèces afin d'assurer le contrôle des ravageurs des cultures, se sont souvent traduites par des dégâts inattendus, parfois supérieurs à la menace initiale.

Plus intégratifs que la migration assistée de quelques espèces, le maintien et, si besoin, la restauration de la diversité biologique réduiraient les risques précédemment évoqués. Cette recherche de diversité se fonde sur la pertinence et la puissance des processus d'adaptation du vivant, avec ou indépendamment de l'intervention des humains (voir, sur ce point, la notion de valeur d'option évoquée *supra*). De plus, se préoccuper de diversité biologique est d'autant plus crucial que tout écosystème soumis à une forte sélection tend spontanément à perdre de la diversité, et ce d'autant plus que les changements globaux sont intenses et rapides (Millar et Stephenson, 2015). En relation avec cet objectif de diversité, deux autres spécificités écosystémiques semblent importantes à préserver : les corridors écologiques reliant entre eux des écosystèmes riches en biodiversité et permettant de réduire la fragmentation des milieux en facilitant le déplacement des espèces ; et la rareté de l'aléa que sont les perturbations, leur régularité ainsi qu'une trop grande fréquence entraînant *a contrario* une diminution de la diversité, en favorisant les espèces adaptées au rythme de changement imposé (Perino *et al.*, 2019).

Intégrer la diversité des territoires, des valeurs et des savoirs

Enfin, il est nécessaire d'intégrer la diversité, aussi bien biologique que sociale, de territoires en interaction. Ainsi, les écosystèmes, naturels et anthropisés, ont des propriétés fonctionnelles encore largement ignorées des experts, et parfois connues des seuls sachants locaux. Il en est ainsi du « zai », une méthode traditionnelle de reforestation qui serait moins coûteuse et plus efficace que les méthodes proposées par les experts pour (re)construire une « muraille verte » dans le Sahel (Carey, 2020).

Les enjeux d'une « gouvernance transformative »

Cette notion de « gouvernance transformative » souligne la nécessité d'intégrer dans la recherche de solutions certaines valeurs, connaissances et institutions (Lavorel *et al.*, 2019). Alors qu'il s'agit dans chaque territoire, pour les humains comme pour le reste du vivant, de choisir entre résister, s'adapter, se transformer ou se retirer (Mach et Siders, 2021), il importe également d'intégrer les particularités de ces territoires, des usages qui s'y attachent, des manières dont les humains interagissent avec la biodiversité en fonction des densités humaines, de l'importance relative des écosystèmes « naturels » – forêts et zones humides, dont les cas ont été évoqués plus haut –, et des écosystèmes anthropisés, notamment agricoles... Et il s'agit, notamment, de se préoccuper des questions sociales, de faire en sorte que les institutions, les techniques et les valeurs sollicitées favorisent la diversité biologique, et ne privilégient pas à l'inverse, souvent implicitement, l'uniformisation et la standardisation des paysages.

Un cas pouvant illustrer localement et rapidement les enjeux majeurs de cette gouvernance est celui de la « migration transformative », ou migration humaine : cette nécessité qui émerge lorsque se retirer semble incontournable, notamment face à des aléas climatiques extrêmes, comme la montée du niveau des mers ou la dégradation des sols. Dans le premier cas, un milliard d'humains pourraient être concernés ; dans le second, ce sont entre 50 et 700 millions d'humains (Scholes *et al.*, 2018). Des migrations dues à la montée des eaux sont d'ores et déjà observées dans le delta du Mississippi et au Bangladesh, la comparaison entre ces deux cas très contrastés, notamment en termes de densité humaine, sont riches d'enseignements.

Bibliographie

- CAREY J. (2020), "News Feature: The best strategy for using trees to improve climate and ecosystems? Go natural", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 117(9), pp. 4434-4438.
- DÍAZ S. *et al.* (2019), "Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change", *Science* 366.6471.
- ESSL F., DULLINGER S., GENOVESI P., HULME P. E., JESCHKE J. M., KATSANEVAKIS S. & BACHER S. (2019), "A conceptual framework for range-expanding species that track human-induced environmental change", *BioScience* 69(11), pp. 908-919.
- FALL P. L. *et al.* (2021), "Human arrival and landscape dynamics in the northern Bahamas", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(10).
- GIRARDIN C. A. *et al.* (2021), *Nature-based solutions can help cool the planet-if we act now*.
- LAVOREL S. *et al.* (2019), "Mustering the power of ecosystems for adaptation to climate change", *Environmental Science & Policy* 92, pp. 87-97.
- LI J. *et al.* (2021), "Benthic invaders control the phosphorus cycle in the world's largest freshwater ecosystem", *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118(6).

MACH K. J. & SIDERS A. R. (2021), "Reframing strategic, managed retreat for transformative climate adaptation", *Science* 372(6548), pp. 1294-1299.

MILLAR C. I. & STEPHENSON N. L. (2015), "Temperate forest health in an era of emerging megadisturbance", *Science* 349(6250), pp. 823-826.

PERINO A. *et al.* (2019), "Rewilding complex ecosystems", *Science* 364(6438).

RASHER D. B. *et al.* (2020), "Keystone predators govern the pathway and pace of climate impacts in a subarctic marine ecosystem", *Science* 369(6509), pp. 1351-1354.

SAINTILAN N. *et al.* (2020), "Thresholds of mangrove survival under rapid sea level rise", *Science* 368.6495, pp. 1118-1121.

SCHOLES R. *et al.* (2018), *Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, IPBES secretariat, Bonn, Germany, 44 pages.