

CLIMAT ET BIODIVERSITÉ : LES IMPLICATIONS DE LA « NEUTRALITÉ CARBONE »

~ CHRISTIAN DE PERTHUIS ~

Professeur à l'université Paris-Dauphine, fondateur de la Chaire Économie du Climat

Les changements climatiques vont fortement impacter la biodiversité. Mais la manière dont nous allons gérer la biodiversité, notamment dans les milieux agricoles et forestiers, va en retour amplifier ou atténuer le réchauffement global.

Les interactions entre changement climatique et biodiversité sont souvent appréhendées sous l'angle des impacts du réchauffement sur la diversité des écosystèmes. Comme le rappelle le cinquième rapport d'évaluation du GIEC¹, un nombre croissant d'espèces vivantes peineront à s'adapter à la poursuite du réchauffement, inéluctable durant les prochaines décennies. La perturbation climatique risque ainsi de contribuer de façon croissante à l'extinction des espèces les plus vulnérables et à l'appauvrissement de la biodiversité. Cet angle d'approche conduit à préconiser une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les stratégies d'adaptation au changement climatique pour accroître la résilience des écosystèmes. Un objectif assez simple à définir au plan conceptuel mais plus complexe à mettre en œuvre dans nos sociétés.

Cet article propose un angle d'approche

complémentaire. Il s'interroge sur le rôle de la protection de la biodiversité dans les stratégies d'atténuation à mettre en œuvre pour contenir le réchauffement du climat. La décarbonation du système énergétique, qui repose à plus de 80 % sur du carbone fossilisé extrait de l'écorce terrestre, en constitue un volet incontournable. C'est le premier enjeu de ce qu'on appelle la « transition énergétique »². Un enjeu qui fait parfois oublier le rôle du « carbone vivant », produit par la photosynthèse, dans toute stratégie d'atténuation du changement climatique.

Pour viser la « neutralité carbone », nouvel horizon des politiques d'atténuation, nos sociétés ne doivent pas seulement rompre leur addiction aux énergies fossiles. Elles doivent simultanément renforcer la capacité des écosystèmes à stocker le carbone dans les plantes et les sols. Cela passe par un renforcement de la « biodiversité ordinaire »³ et concerne au

1. IPCC, AR5-wg2 (, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, pp. 274-328, 2014.

2. Christian de Perthuis & Boris Solier, *La transition énergétique face au tempo de l'horloge climatique*, Chaire Économie du Climat, série Information & Débat, avril 2018. <https://www.chaireeconomie.edu-climat.org/publications/la-transition-energetique-face-au-tempo-de-lhorloge-climatique/>

3. Bernard Chevassus-au-Louis, *La biodiversité c'est maintenant*, Éditions de l'Aube, 2013.

premier chef l'agriculture et la forêt. C'est pourquoi il faut lier bien plus étroitement l'objectif d'atténuation du changement climatique à celui de reconquête de la biodiversité.

La « neutralité carbone » nouvel horizon des politiques climatiques

Si l'Accord de Paris ne comporte guère de dispositions permettant d'accélérer à court terme la transition bas carbone, il fixe des objectifs de long terme à la communauté internationale : d'une-part, limiter le réchauffement global « nettement en dessous de 2° C par rapport aux niveaux préindustriels »⁴ ; d'autre-part, atteindre avant la fin du siècle la neutralité carbone, entendue comme un « équilibre entre les émissions anthropiques de gaz à effet de serre et les absorptions par les puits de gaz à effet de serre »⁵.

Aucun décideur ne dispose d'outil agissant directement sur la température moyenne. L'objectif des 2° C (voire 1,5° C) reste donc déclaratif tant qu'il n'a pas été traduit en plafonds d'émission à respecter. L'objectif de neutralité carbone constitue une méthode indirecte pour fixer de tels plafonds en fonction de la capacité d'absorption du CO₂ atmosphérique à partir des puits de

carbone. On vise ainsi la stabilisation du stock de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui est de fait la variable de contrôle agissant sur la température moyenne.

À l'instar d'autres pays européens, la France a repris à son compte cet objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, sans qu'aient toutefois été précisées les implications de cette transposition d'un objectif global à l'échelle d'un pays ou groupe de pays⁶. Souvent, cet objectif est rattaché à la possibilité de créer des puits artificiels stockant le CO₂ par des technologies de type capture et stockage de carbone. L'enjeu majeur lié à la neutralité carbone n'est pas là. Il concerne en premier lieu la capacité de stockage de la biosphère⁷, et particulièrement l'agriculture et la forêt qui peuvent séquestrer ou rejeter du carbone dans l'atmosphère suivant la façon dont elles sont gérées.

Carbone fossile et carbone vivant

Imaginons qu'au niveau mondial, la transition énergétique se traduise effectivement par une sortie définitive des fossiles et qu'en 2050 le système énergétique n'émette plus une seule tonne de CO₂. Supposons également que les émissions liées aux *process* industriels aient été totalement supprimées, par exemple via des techniques de captage et stockage de CO₂. Aurions-nous pour autant éliminé les rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ?

4. UNFCCC (2015), *Accord de Paris, article 2,1-a*, https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

5. UNFCCC (2015), *Accord de Paris, article 4,1*,

6. Christian de Perthuis & Camille Thevenart, *La neutralité carbone ? Un objectif hors d'atteinte sans implication forte de l'agriculture*, site *The Conversation*, 1^{er} février 2018. <http://theconversation.com/la-neutralite-carbone-un-objectif-hors-datteinte-sans-implication-forte-de-lagriculture-90893>

7. Oswald Schmitz (2016), *How 'Natural Geoengineering' Can Help Slow Global Warming*, *Yale Environment 360*.

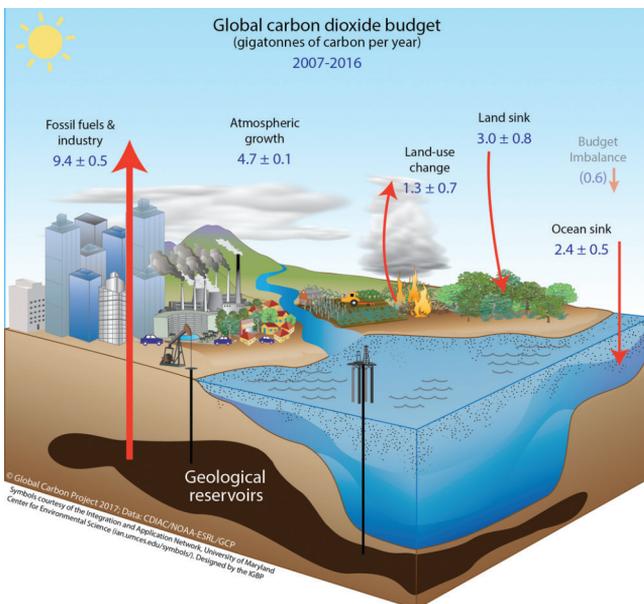
Il subsisterait les rejets liés à l'agriculture, la forêt et la gestion des déchets organiques, qui comptent pour plus du quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Ces activités ont en commun d'intervenir le long du cycle du « carbone vivant », celui qui est produit par la photosynthèse et est à l'origine des chaînes alimentaires. Pour l'essentiel, les émissions de ces opérateurs du carbone vivant ne proviennent pas des rejets de CO₂ provoqués par la combustion d'énergie fossile. Elles sont composées de méthane et de protoxyde d'azote principalement rejetés par l'agriculture et du déstockage de CO₂ provoqué par la déforestation et le retournement ou l'érosion des sols (figure 1).

En France, les émissions de méthane et de protoxyde d'azote des opérateurs du carbone vivant ont représenté en 2017 l'équivalent de 88 millions de tonnes de CO₂, soit un cinquième des émissions nationales, d'après les données de l'inventaire national établies par le CITEPA⁸. Les changements

d'usage des sols en ont absorbé 41 millions de tonnes, principalement grâce à l'extension du couvert forestier. Autrement dit, si toutes les émissions générées par l'usage des énergies fossiles et les procédés industriels étaient miraculeusement éliminées, les secteurs du carbone vivant resteraient émetteurs nets car les écosystèmes ne sont plus en mesure d'absorber les émissions des secteurs du carbone vivant.

À l'échelle globale comme au plan français, la décarbonation totale du système énergétique n'affecterait que marginalement les émissions provenant des secteurs du « carbone vivant ». Compte tenu des capacités d'absorption des puits de carbone, elle ne suffirait pas à atteindre la neutralité carbone. Elle pourrait même avoir l'effet inverse si elle provoquait des changements d'usage des sols affaiblissant la diversité des écosystèmes et altérant leur capacité de pompage du carbone atmosphérique.

Figure 1 : Schéma du cycle global du carbone



Aide à la lecture : Au cours de la dernière décennie, l'océan et la biosphère ont capturé chaque année de l'ordre de 20 milliards de tonnes de CO₂ alors que les activités humaines en rejettent un peu moins de 40. Aux ajustements près, le solde s'est accumulé dans l'atmosphère. Si on ne considère que le CO₂, les rejets liés aux changements d'usage des sols ont amputé de près de 45 % la capacité du puits de carbone terrestre (4,9 sur 11,2). Si on prenait en compte l'ensemble des émissions de l'agriculture, le bilan s'inverserait, le puits de carbone terrestre devenant négatif (déstockage net de CO₂eq).

Source : Le Quéré et alii (2018), Global Carbon Project, 2017

8. <https://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions>

Déployer les bioénergies sans affaiblir la biodiversité

La plupart des sources renouvelables produisent moins d'énergie à l'hectare que les sources fossiles (ou nucléaires). À quantité d'énergie utilisée inchangée, la sortie des fossiles (et du nucléaire) pose donc clairement une question d'occupation d'espace. C'est particulièrement vrai pour l'énergie tirée de la biomasse.

L'exploitation de la biomasse traditionnelle, première source d'énergie dans la plupart des pays moins avancés, conduit dans de nombreux cas à des prélèvements excessifs que le milieu naturel ne peut renouveler. Le « bois de feu » est ainsi une source non négligeable de déforestation tropicale, l'une des atteintes les plus graves au capital de biodiversité à l'échelle mondiale. Cette source traditionnelle sera amenée à disparaître si la transition « bas carbone » s'accompagne de véritables progrès dans l'accès à l'énergie. Mais elle pourrait être remplacée par des prélèvements encore plus destructeurs pour le milieu naturel si des sources fossiles étaient remplacées sans précaution par des usages industriels de la biomasse.

C'est, avec les risques de déstabilisation des équilibres alimentaires, la principale limite à l'expansion des biocarburants de première génération. Subventionnés

à grande échelle aux États-Unis et en Europe, ces programmes mobilisent désormais des surfaces conséquentes dédiées au débouché énergétique (maïs et soja aux États-Unis, colza, blé et betterave en Europe). Ils ont un bilan carbone très inférieur à celui obtenu au Brésil à partir de sous-produits de la canne à sucre. Bilan qui devient franchement négatif par ses effets induits sur la déforestation lorsqu'on utilise de l'huile de palme ou de coprah comme matière première dans les raffineries ou en substitution des cultures qui leurs sont dédiées.

On retrouve ce risque de surexploitation de la ressource dans les projets de reconversion des centrales à charbon vers de la biomasse⁹. L'objectif de fermeture ou de reconversion des centrales à charbon dans le monde est une priorité indiscutable pour viser la neutralité carbone. Une voie économiquement intéressante à court terme consiste à poursuivre leur exploitation en substituant le charbon par du bois. Mal contrôlée, une telle substitution à grande échelle entraînerait une surexploitation du milieu naturel qui ne pourrait fournir les combustibles requis sans des relâchés croissants de CO₂ dans l'atmosphère. Les gains sur les émissions brutes du système énergétique seraient alors mangés par l'affaiblissement de la capacité des écosystèmes forestier à capturer le carbone de l'atmosphère. C'est pourquoi les effets potentiels des conversions opérées par exemple au Royaume-Uni ou celles discutées pour les centrales de Gardanne et de Cordemais en France doivent être évalués avec grande attention¹⁰.

9. Vincent Bertrand (2018), *La co-combustion de bois dans les centrales charbon aux États-Unis : Un moyen détourné de prolonger l'usage du charbon ?*, Chaire Economie du Climat, Policy Brief 2018-02.

10. Jacques Percebois, (2018), « Centrale à charbon de Cordemais : fermeture ou reconversion en centrale biomasse ? », site *Connaissance des énergies*, juin 2018. <https://www.connaissancedesenergies.org/tribune-actualite-energies/debat-sur-la-centrale-charbon-de-cordemais-fermeture-ou-reconversion-en-centrale-biomasse>

L'agriculture peut en revanche produire d'importantes quantités d'énergie en favorisant la conservation du milieu naturel, via l'agroforesterie ou la méthanisation des déchets agricoles. La reconstitution et l'entretien des haies recèlent un potentiel élevé dans les régions où le développement des grandes cultures s'est opéré au détriment du couvert végétal. C'est un vecteur majeur d'enrichissement des écosystèmes locaux. La méthanisation permet d'améliorer la gestion des effluents d'élevage et peut favoriser la pratique de cultures intercalaires limitant l'érosion des sols. Bien conduite, elle peut également constituer un vecteur favorable à la biodiversité et au stockage du CO₂ présent dans l'atmosphère.

Protéger le puits de carbone forestier contre l'extension des surfaces agricoles

L'objectif de neutralité carbone introduit une dimension nouvelle dans la transition bas carbone : il faut traiter à la fois le carbone fossilisé du système énergétique et le carbone vivant qui peut soit approvisionner les chaînes alimentaires, soit fournir des débouchés énergétiques. Une dimension de la transition énergétique aux enjeux méconnus, comme si énergie, alimentation et déforestation étaient des ensembles disjoints. Le carbone vivant constitue de plus le principal puits susceptible d'accroître la séquestration du CO₂ atmosphérique dans les prochaines décennies.

À l'échelle internationale, le principal changement d'usage des sols affectant le cycle du carbone est la déforestation tropicale à l'origine d'un déstockage de CO₂, variable d'une année à l'autre mais fluctuant autour de 10 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre. La principale cause de ce rejet massif est la destruction de la forêt résultant de l'extension des cultures et de l'élevage. Pour lutter contre la déforestation tropicale, il convient d'agir sur ses causes agricoles comme le montre l'exemple du Brésil qui est parvenu à drastiquement réduire le rythme de sa déforestation entre 2004 et 2012 en freinant les cultures de soja et l'élevage bovin en Amazonie¹¹.

D'une façon plus générale, l'interaction entre l'extension spatiale de l'agriculture et la déforestation a une implication majeure sur une planète bientôt occupée par plus de 9 milliards d'habitants : si on veut protéger le réservoir de biodiversité forestière, il faut viser des systèmes d'agriculture et d'élevage économes en espace et donc intensifs à l'hectare (sur cette question du partage de l'espace, voir aussi l'article de Denis Couvet, Jean-Michel Salles et Harold Levrel dans ce numéro).

Au plan technologique, une telle intensification peut reposer sur des pratiques dégradant ou, au contraire, conservant la richesse biologique des écosystèmes suivant les options retenues. Comme le montrent les travaux de Michel Griffon sur l'agriculture « écologiquement intensive »¹², on peut viser l'intensification en jouant sur la complémentarité entre les différentes composantes des écosystèmes : le biocontrôle est par exemple une alternative à l'utilisation de produits

11. Gabriela Simonet, *La gestion des forêts tropicales comme levier d'atténuation du changement climatique : l'expérience des projets REDD+*, Thèse soutenue à l'université de Montpellier, juin 2016.

12. Michel Griffon, *Qu'est-ce que l'agriculture écologiquement intensive ?*, Quae éditions, 2013.

chimiques pour la protection des cultures ; de même, la rotation des cultures couplée à des apports d'engrais organiques permet sous certaines conditions de diminuer voire de supprimer le recours à la fertilisation chimique (voir aussi l'article de Bernard Chevassus-au-Louis dans ce numéro).

Parmi les complémentarités entre composantes des écosystèmes, l'équilibre entre le végétal et l'animal est une variable clef de la transformation des systèmes agricoles. L'élevage « hors sol » est une forme d'intensification qui rompt la complémentarité entre l'animal et le végétal sur l'exploitation et incite à des pratiques appauvrissant les écosystèmes. Dans le cas de ruminants nourris à partir de ressources non herbagères (ensilage de maïs, tourteaux, compléments alimentaires...), cela risque de multiplier les rejets nets de gaz à effet de serre. A l'inverse, les prairies permanentes peuvent constituer un profond réservoir de biodiversité stockant du carbone, mais les ruminants qu'elles hébergent restent des usines à rejeter du méthane dans l'atmosphère ! Une bonne illustration de la complexité des choix à opérer sîtôt qu'on touche au vivant.

Les pratiques combinant des options¹³ permettant de réduire les émissions d'origine agricole en restaurant la fonction de puits de carbone des écosystèmes sont complexes à mettre en œuvre. Elles ont en commun de souligner l'importance du rôle des sols agricoles.

Restaurer le capital de biodiversité des sols agricoles

La capacité de la biosphère à stocker le carbone dépend de la façon dont les agriculteurs et les éleveurs utilisent le sol : la prairie permanente, les haies, les cultures intercalaires contribuent au stockage du carbone dans le sol ; l'érosion de terres nues, le labour, l'excès de produits chimiques le vide de sa matière vivante en rejetant du CO₂. Le maintien et l'accroissement de biodiversité des sols agricoles est donc un élément clef pour viser la neutralité carbone grâce aux puits de carbone.

Là où les sols sont très dégradés et pauvres en matière vivante, il y a un potentiel considérable de stockage de CO₂ si on parvient à inverser la tendance grâce à des pratiques agricoles adaptées. Ce potentiel est particulièrement élevé en Afrique, dans les zones sahéliennes et semi-arides où la restauration des sols agricoles permettrait simultanément de lutter contre l'insécurité alimentaire en augmentant les rendements à l'hectare. L'initiative « 4 pour 1000 » lancée à la conférence climat de Paris de 2015 pourra y contribuer si elle se traduit en réelles actions de terrain¹⁴.

À l'opposé, là où les sols sont déjà saturés en CO₂, comme par exemple dans les tourbières en forêt indonésienne, le potentiel de stockage supplémentaire est inexistant. La stratégie efficace consiste alors à protéger ces milieux naturels pour

13. Sylvain Pellerin, Laure Bamière et al., « Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? », INRA, 2013 <http://inra-dam-front-resources-cdn.brainsonic.com/resources/afile/237958-637ec-resource-etude-reduction-des-ges-en-agriculture-synthese-90-p-.html>.

14. Véronique Massolier, « "4 pour 1000", une solution pour stocker le carbone ? », Science Actualités, mars 2017. <https://leblob.fr/archives/4-pour-1000-une-solution-pour-stocker-le-carbone>

y conserver le carbone accumulé.

L'investissement dans les puits de carbone captant le CO₂ à partir de la biosphère ne prendra pas la forme d'une mobilisation de capitaux lourds pour créer des usines développant de nouveaux procédés à grande échelle. C'est avant tout un investissement en capital naturel et en capital humain mobilisant des ressources scientifiques importantes pour comprendre le fonctionnement complexe des écosystèmes et passant par une multiplicité d'expérimentations d'acteurs sur les territoires. Pour le monde agricole, c'est également un enjeu de formation : pratiquer le biocontrôle pour protéger ses cultures demande par exemple une technicité bien supérieure à celle requise pour procéder aux épandages de produits chimiques dont les doses sont généralement prescrites par les fournisseurs d'intrants. On est très loin de l'image d'Épinal du retour en arrière parfois associée à l'agriculture biologique.

Il est difficile de chiffrer le potentiel de CO₂ pouvant être retiré de l'atmosphère grâce au changement des pratiques agricoles. Ce qui compte pour le climat est la seule augmentation nette du stock de CO₂ atmosphérique pouvant être absorbée par le milieu naturel. Une grandeur qui, par construction, ne peut croître indéfiniment. L'investissement dans les puits de carbone s'inscrit donc bien dans une optique de transition énergétique, le supplément de captage de CO₂ devenant inutile pour atténuer le réchauffement global une fois les sources d'émission brutes éliminées du système, suivant un schéma global rappelant les fondamentaux de l'économie circulaire¹⁵.

En plus du stockage du CO₂, l'investissement de reconstitution des puits de

carbone génère des effets bénéfiques diffus susceptibles de se maintenir à plus long terme. Il consiste en effet à recréer des dynamiques positives au sein des écosystèmes permettant d'accroître le stockage du carbone atmosphérique, mais aussi de fournir d'autres bénéfices fournis par la biodiversité. Une question clef pour l'économiste est de trouver comment ces différents bénéfices pourraient être intégrés dans le fonctionnement de l'économie.

Valeur carbone et valeur de la biodiversité : chantier nouveau pour l'économiste

Un consensus assez large chez les économistes préconise l'utilisation d'un « prix du carbone » pour mettre en œuvre de façon efficace les stratégies d'atténuation du changement climatique. L'idée de base est que l'émission de chaque tonne de CO₂ devrait donner lieu au règlement du coût des dommages climatiques associés. Ces dommages résultant de l'accumulation du stock global dans l'atmosphère, indépendamment de la répartition géographique des sources d'émission, la rationalité économique préconise de viser un prix du carbone unique et suffisamment élevé pour réduire significativement les émissions ou inciter au stockage du carbone atmosphérique.

Ce système s'applique bien au carbone fossile et aux émissions liées aux procédés industriels car on dispose d'un étalon commun, la tonne équivalent CO₂, aisément

15. Christina Arnsperger & Dominique Bourg (2017), *Ecologie intégrale, pour une société permacirculaire*, PUF, Collection *L'écologie en question*.

calculable, totalement fongible et relativement facile à tarifier via une taxe ou un système de quotas échangeables. De tels systèmes couvrant cette catégorie d'émissions s'appliquent à environ un cinquième des émissions mondiales de gaz à effet de serre¹⁶. Le prix du carbone y demeure cependant trop bas car nos sociétés ne savent pas gérer les impacts distributifs et les questions d'équité résultant de la tarification carbone.

Le traitement des bioénergies est en général trop simplifié dans les systèmes existants. Comme sur le marché européen des quotas de CO₂, la biomasse énergétique est le plus souvent considérée comme « neutre en carbone », car s'inscrivant dans le cycle court du carbone biogénique. Sur cette base, les projets de substitution charbon/bois dans le secteur électrique sont rapidement rentabilisés avec un prix du CO₂ qui n'intègre pas le coût des pertes en biodiversité des milieux où est prélevée la ressource. Sur la base de telles conventions, le prix du carbone pourrait conduire, sans filet de sécurité, à rentabiliser pléthore de projets de substitution énergétique au détriment de la biodiversité. Cette imperfection reflète un problème plus général de tarification concernant le carbone vivant.

Sitôt qu'on touche au vivant, la tarification du carbone se heurte à des difficultés spécifiques. Les rejets nets de gaz à effet de serre dépendent de multiples interrelations entre le vivant qui varie d'un écosystème à l'autre. Le calcul de ces émissions est techniquement bien plus compliqué que pour le carbone fossile et toujours incertain car dépendant de multiples paramètres de surcroît soumis à des aléas météorolo-

giques. La tarification du carbone vivant n'en est donc qu'à ses balbutiements.

La prise en compte de la valeur carbone dans le secteur agricole et forestier s'opère principalement via des mécanismes de projet de compensation. Les acteurs qui parviennent à faire certifier des réductions nettes d'émission liées à la façon dont on occupe le sol (reforestation, déforestation évitée, agroforesterie, pratiques agricoles vertueuses...) peuvent ensuite valoriser leurs certificats de réduction d'émission, appelés « crédits carbone », en les revendant à d'autres acteurs économiques désirant compenser leurs propres émissions. De tels mécanismes ont connu un fort développement au moment de la période d'application du protocole de Kyoto (2008-2012) et du lancement du système européen d'échange de quotas. Ils reposent désormais sur une constellation de démarches volontaires avec des règles variant d'un cas à l'autre et des prix très hétérogènes.

La plupart des projets éligibles aux crédits carbone dans les secteurs du vivant génèrent d'autres externalités positives résultant de la reconstitution de la richesse biologique des écosystèmes qui ne sont pas prises en compte par le prix du carbone. C'est par exemple le cas des projets « Carbocage » développés dans l'Ouest de la France, qui visent à reconstituer les haies agricoles¹⁷. Dans ce cas, le crédit carbone devrait être complété par une estimation de l'ensemble des services environnementaux fournis par le projet et non valorisables sur le marché des produits agricoles ou du carbone.

16. Banque Mondiale (2018), « State and Trends of Carbon Pricing 2018 ». <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

17. Carbocage est un projet expérimental conduit dans les chambres agricoles du Grand Ouest avec le soutien de l'ADEME et en lien avec les acteurs économiques et agricoles de la région.

Un corpus de travaux cherchant à évaluer les valeurs produites par la biodiversité s'est développé, à l'échelle internationale¹⁸ comme au plan national¹⁹. Mais le passage de la théorie à la pratique est semé d'embûches. Une approche possible pour valoriser la biodiversité consiste à utiliser des marchés ou des techniques de compensation. Importées des États-Unis dans les années 2000, ces démarches se heurtent à l'absence d'étalon commun similaire à la tonne équivalent CO₂ qui permettrait de comparer facilement la valeur économique des différents écosystèmes. C'est la raison pour laquelle il est difficile de passer des pilotes testant ces mécanismes à leur déploiement à plus grande échelle pour combattre l'érosion de la biodiversité dont l'accélération est pourtant attestée par de multiples indicateurs.

Conclusion : **pour une vision** **holistique** **de la transition** **« bas carbone »**

Pour viser la neutralité, les politiques d'atténuation du réchauffement climatique doivent intégrer beaucoup plus étroitement les objectifs de réduction des émissions liées aux énergies fossiles à ceux de reconquête de la biodiversité facilitant le stockage du carbone atmosphérique. Cela implique de multiples transformations (urbanisa-

tion, artificialisation de sols, gestion des déchets...), parmi lesquels celles concernant le capital de biodiversité de l'agriculture et la forêt semblent décisives.

Le renforcement de ce capital génère, en plus du stockage de carbone, d'autres externalités positives difficiles à intégrer dans les valeurs d'échange, y-compris par le biais des mécanismes de tarification du carbone. Introduite avec volontarisme, la tarification du carbone stimulerait la sortie rapide des énergies fossiles mais elle n'est pas adaptée à la complexité des secteurs du carbone vivant. De nouvelles approches opérationnelles devront être développées à partir des travaux évaluant les valeurs économiques des services écosystémiques et des retours d'expériences pilote de tarification²⁰.

Les progrès en la matière sont indispensables pour viser une transition énergétique visant la neutralité carbone. C'est en effet une convention tout à fait arbitraire qui a conduit à considérer les fonctions alimentaires des secteurs du carbone vivant comme disjointes de leurs fonctions énergétiques. L'histoire nous enseigne au contraire combien ces deux fonctions sont constitutives des systèmes énergétiques.

Sources quasi exclusives d'énergie jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, l'agriculture et la forêt ont d'abord approvisionné l'espèce humaine en énergie alimentaire. La maîtrise du feu constitua la première transition énergétique, permettant de nouveaux usages : cuisson, chauffage, travail des métaux. Le développement de l'élevage consécutif à la sédentarisation des sociétés introduisit une

18. David Pearce & Dominic Moran (1994), *The Economic Value of Biodiversity*, Earthcan.

19. Bernard Chevassus-au-Louis et al. (2009) *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes Contribution à la décision publique*, La documentation française.

20. Michel Trommetter, (2016), *Biodiversité et Economie Obligations de compensation et incitations*, CEDD, série « Références économiques », N°35, 2016. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/CEDD%20-%20Ref%20035.pdf>

deuxième transition, ajoutant la traction animale à force musculaire des hommes et faisant de l'alimentation du bétail un vecteur majeur d'approvisionnement en énergie pour le transport et le travail du sol.

Au cours des deux derniers siècles, les sources fossilisées ont démultiplié les usages et la quantité d'énergie consommée. Ce carbone fossilisé était initialement un stock de carbone vivant qui a mis des dizaines de millions d'années à se transformer en gisements exploitables. En deux siècles, les terriens ont ainsi totalement court-circuité le temps géologique, ce qui explique la violence de la perturbation provoquée par ce relâché rapide de CO₂. Dans les deux cas, la source primaire du système énergétique se situe après que la photosynthèse a transformé l'énergie solaire arrivant sur la planète en carbone vivant, seul le décalage de millions d'années séparant le fossile du vivant.

La prochaine transition énergétique vers la neutralité carbone consistera à réduire massivement les gaspillages dans l'utilisation de l'énergie, y-compris l'énergie alimentaire, et à introduire de nouvelles sources non carbonées qui ne proviennent pas, directement ou indirectement, de la photosynthèse. Si on veut éviter des conflits ingérables entre usage énergétique, usage alimentaire et les autres usages sur une planète bientôt peuplée de plus de 9 milliards d'habitants, cette stratégie d'atténuation doit reposer sur deux jambes : la sortie des énergies fossiles et l'action de reconquête de la biodiversité agricole et forestière pour endiguer les fuites de carbone vers l'atmosphère.

Dans le cas français, conduire cette stratégie d'atténuation à deux jambes permettrait de clarifier la cible de neutralité carbone à l'horizon 2050, introduite

subrepticement dans les objectifs du plan climat national sans consultation citoyenne ou parlementaire. Cela conférerait une plus grande cohérence à la politique publique qui semble encore traiter comme deux ensembles disjoints l'action contre le réchauffement climatique d'un côté et la lutte contre la perte de biodiversité de l'autre.

Je remercie sincèrement Bernard Chevassus-au-Louis (Humanité & Biodiversité), Hélène Leriche (OREE), Antoine Poupart (Agrosolutions), Boris Solier (Université de Montpellier), Camille Tevenart (Chaire Économie du Climat) et Michel Trommetter (INRA/UMR GAEL) pour leurs relectures attentives qui ont permis d'améliorer une première version de ce papier. ❁