

Carbone, terres et transition climatique

FICHE QUESTIONS SUR... n° 10.06.Q06

Mots clés : # carbone - # changement climatique - # agroécologie - # transition durable - # terre

Mis en avant par 5^e rapport du GIEC, le secteur des terres – agriculture, forêt, changements d'utilisation des terres – représenterait 40 % du potentiel d'atténuation du changement climatique.

Comment expliquer sa capacité à combattre à un tel niveau la dérive climatique ? Quelles transitions viser ? Quelles options promouvoir ?

La photosynthèse, le carbone et la transition climatique

La photosynthèse a ceci d'unique de fonctionner comme une pompe à carbone, comme le rappelle son équation simplifiée : $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{énergie lumineuse} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$.

Dans le passé, cette pompe a capté beaucoup de gaz carbonique (CO_2) dans l'atmosphère pour produire ce qui est devenu pétrole, charbon et gaz. Mais depuis un siècle, le relargage massif dans l'atmosphère de ce carbone (dit carbone *noir*) par combustion, est la cause principale du réchauffement climatique.

La question est de savoir si la photosynthèse – à l'origine du problème climatique – peut devenir un élément clef de sa résolution. Si nous optimisions ses capacités à capter davantage du CO_2 (aujourd'hui en excès dans l'atmosphère) pour produire du *carbone vert*, autrement dit de la matière organique et des sols vivants, nous pourrions combattre la dérive climatique, et ce selon trois voies complémentaires :

1. La séquestration/stockage du carbone dans les sols (sous forme d'humus), dans la végétation et dans les biomatériaux comme le bois ou le béton de chanvre, processus qui permettrait de renforcer les puits de carbone¹, ou "émissions négatives".
2. La substitution de biomasses durables (biomolécules, biomatériaux et bioénergies) aux matériaux miniers (charbon, pétrole, gaz, ciment, plastiques et textiles de synthèse), grands émetteurs de gaz à effet de serre (GES) ; ceci réduirait les émissions (énergie, transports, industrie, construction).
3. La réduction du déstockage de carbone, et donc d'abord de la déforestation ; comme le rappelle l'exemple historique de la France, si sa forêt a gagné 6 millions d'hectares en un siècle, elle le doit d'abord à l'accroissement de la productivité de l'agriculture.

Le secteur des terres et la lutte contre la dérive climatique : quel potentiel d'atténuation ?

Trois rapports récents du GIEC² ont montré que :

- les sols stockent 1500 Gt³ de carbone organique, soit 1,8 fois plus que la quantité présente dans l'atmosphère et 2,2 à 3,3 fois plus que celle présente dans la végétation mondiale ;
- les terres fonctionnent actuellement comme un puits net de carbone, à hauteur de 6 Gt de CO_2/an^4 ;
- la transition climatique à opérer – ne pas dépasser le +1.5° – impose d'atteindre le *zéro émission nette* de GES à l'horizon 2050, c'est-à-dire un objectif de -100% ;
- le secteur des terres, responsable de 23 % des émissions de GES, représente, à lui seul, 40 %⁵ du potentiel mondial d'atténuation, alors que la moitié des émissions du secteur – 11% du total mondial de GES – est le fait d'émissions agricoles de méthane (CH_4) et de protoxyde d'azote (N_2O) qui ne peuvent être réduites significativement ! Compte tenu des processus biologiques impliqués, mais aussi des demandes croissantes en denrées alimentaires, en fibres et en biens publics, les rapports du GIEC (comme ceux de la Commission européenne) montrent que réduire ces émissions de 40%, – et donc les émissions mondiales de GES de 4 % – constituerait déjà un grand pas en avant⁶.

¹ réservoir qui capte et stocke du carbone en circulation dans l'atmosphère ; contribue à diminuer le CO_2 atmosphérique.

² le cinquième (2014), le rapport spécial sur le 1.5° (2018) et celui sur les terres (Climate Change and Land. IPCC, 2019)

³ Gt = giga tonnes = milliards de tonnes ; Mt = million de tonnes de carbone

⁴ le secteur émet 5,2 Gt CO_2/an , cause principale : la déforestation malgré le boisement et reboisement dans plusieurs régions, pour un stockage additionnel (puits) de 11,2 Gt CO_2/an .

⁵ le chiffre donné par le 5^e rapport du GIEC est de 20 à 60 % à l'horizon 2030, et de 15 à 40 % d'ici 2100

⁶ objectif de réduction des émissions de méthane de l'agriculture : 23 % à 46 % d'ici 2050 ; la CE considère que les émissions agricoles de CH_4 et de N_2O (10% du total émis) pourront au mieux être réduites de 42 % d'ici 2050.

Nous pouvons en déduire que l'essentiel du potentiel d'atténuation du secteur des terres réside ailleurs : dans le cycle du carbone, donc dans notre capacité collective à :

- accroître le processus de Captage, Séquestration, Stockage et Substitution carbone (effet C3S),
 - réduire le déstockage, principalement dû à la déforestation (10% des émissions mondiales de GES) ;
- ce double enjeu représentant peut-être le tiers de la solution climatique mondiale (40 % - 4 % = 36 %).

La capacité du secteur à séquestrer davantage de carbone a été récemment confirmée par le professeur Rattan Lal : 178 Gt dans les sols, et à 153 Gt dans la végétation, d'ici 2100. N'en réaliser que le tiers réduirait la concentration en CO₂ de l'atmosphère de 50 ppm⁷, ce qui serait considérable⁸.

Le potentiel de réduction des émissions de GES par production de biomasse durable et substitution du *carbone vert* au *carbone noir* est tout aussi important, même si la regrettable lacune de mesure internationale en termes d'émissions évitées et évitables dans les autres secteurs économiques (énergie, transports, industrie, construction), ne permet pas d'en donner une idée précise. Cela étant, les rapports du GIEC et de la Commission européenne, ainsi que le chiffrage réalisé pour la France seule⁹ en ont souligné et confirmé toute l'importance. Un enjeu majeur de la bioéconomie sera aussi la création de nombreux emplois¹⁰.

Le secteur des terres : quelle transition économique et climatique pour l'UE en 2050 ?

Les 8 scénarios (*fig. 1* ci-après) présentés par la Commission européenne pour sa *stratégie à long terme pour une Europe prospère et neutre pour le climat*¹¹ donnent des images possibles de transitions pour 2050.

On relèvera les points suivants :

- en 2050, la demande finale en énergie de l'UE aura baissé (sobriété), notamment dans le scénario le plus vertueux, et sans doute le plus réaliste : "1.5 Life" ;
- la part de la biomasse dans le total utilisé aura fortement augmenté, ce qui aura réduit les émissions hors secteur des terres, par effet de substitution ;
- le puits de carbone des sols et forêts (LULUCF) aura fortement augmenté (*fig. 2* ci-après "1.5 Life") ;
- les émissions négatives compenseront en 2050 les émissions restantes de l'UE, essentiellement *agricoles non CO₂* (méthane et protoxyde d'azote), lesquelles n'auront pu être réduites que de 42 % ;
- l'économie européenne, en grande part grâce à la bioéconomie, sera devenue neutre pour le climat et aura conservé une certaine prospérité ;
- après 2050, le captage de carbone dans l'atmosphère par la photosynthèse continuant à renforcer les puits, le bilan carbone net de l'UE deviendra positif.

Quelles options/conditions d'une transition mondiale réussie ?

La première option mise en avant par le rapport spécial du GIEC sur les terres, est l'intensification de la production alimentaire ; cette nécessité vaut notamment pour l'Afrique sub-saharienne, où l'augmentation de la production depuis les années 1960 a plus résulté de l'extension des cultures aux dépens des forêts que de l'augmentation des rendements, avec des conséquences délétères au plan social, économique et environnemental : pauvreté et insécurité ; érosion, dégradation des sols et pertes de biodiversité ; dépendance alimentaire aux importations ; exode rural vers des villes en voie d'asphyxie ; et la déforestation y est la première cause d'émissions de GES.

La priorité réside donc avant tout dans le développement agricole et rural, ainsi que dans l'aménagement du territoire. Encore faut-il que l'intensification de la production agricole, partout nécessaire, ne se fasse pas par recours massif et polluant à la chimie et par appauvrissement des sols.

Elle devra au contraire se faire, autant que possible, par un renforcement du capital naturel, par aggradation des sols. Le 5^e chapitre *Food Security* du rapport spécial du GIEC sur les terres¹² traite des

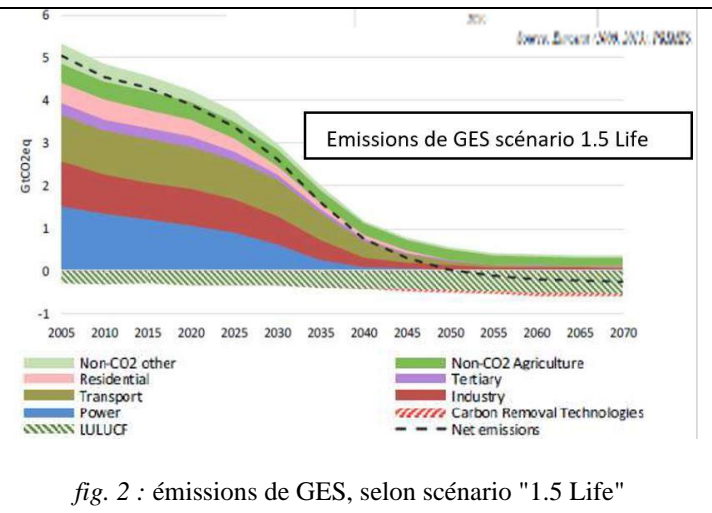
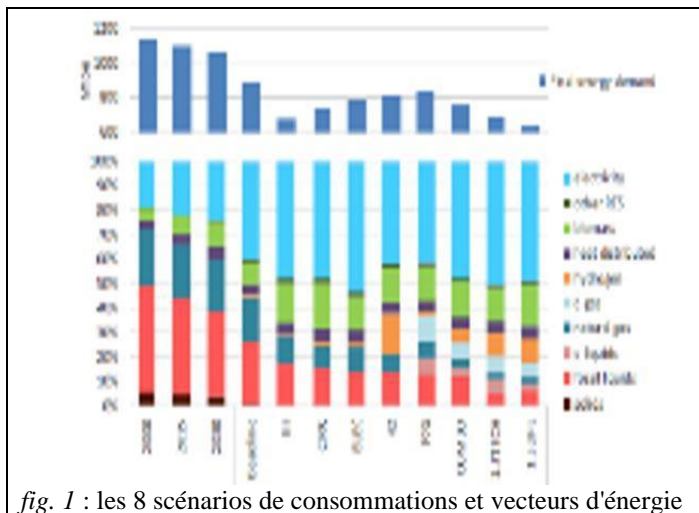
⁷ ppm = partie par million

⁸ la concentration CO₂ de l'atmosphère, aujourd'hui 413 ppm, était 280 ppm mi XIX^e, soit une augmentation de 48%.

⁹ réduction des émissions de GES dans les autres secteurs par substitution carbone estimée à 63 Mt de CO₂ : 30 Mt bois-énergie, 25 Mt bois matériau, et 8 Mt biocarburants. Sinon, les émissions de GES de la France (496 Mt de CO₂ éq en 2012) auraient été accrues de plus de 10% ; gain additionnel de 50 % possible d'ici 2030. Source : *Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique*, rapport du CGAER, 2015

¹⁰ néo-matériaux, chimie du végétal, biocarburants, biocombustibles et biofertilisants = + 100 000 emplois directs en 20 ans.

¹¹ communication et analyse en profondeur pour *A clean Planet for all*, 28 novembre 2018.



options à mobiliser¹³, et insiste sur l'importance stratégique des *systèmes agricoles intégrés durables* à fort co-bénéfices : sécurité alimentaire, adaptation, atténuation, emplois, biodiversité, sols. Soulignons :

L'agriculture de conservation des sols régénérative (ACS) : la séquestration nette de carbone organique atteint 200 à 500 kg/ha/an, et parfois plus de 1 000 kg/ha/an, dans la couche arable (0 à 30 cm, voire 60 cm¹⁴). Malgré une forte baisse de consommation en phytosanitaires et engrais, et de la consommation d'eau dans les systèmes irrigués, une ACS bien conduite assure des rendements accrus par rapport aux systèmes conventionnels. L'exemple du canton de Genève – qui a fait du développement de l'ACS une mesure de son *plan climat* – témoigne d'un fort potentiel de stockage (+70 %) et d'atténuation.

L'agroforesterie, autre système intégré, permet aussi – par intensification agroécologique – de stocker bien davantage de carbone, tout en augmentant l'effet de substitution (production de bois).

La collecte des eaux de pluie et de ruissellement et le développement de l'irrigation, là où la ressource peut être mobilisée ou développée dans de bonnes conditions environnementales : la gestion efficace de l'eau est indispensable, car un sol vivant a besoin d'eau, aussi l'irrigation d'appoint devient une condition de la durabilité. De plus, en moyenne mondiale, un hectare cultivé capte 3 fois plus de carbone en irrigué qu'en pluvial ; sans les 300 millions d'hectares irrigués, il faudrait, à production égale, 600 millions d'ha supplémentaires pris sur forêts et pâturages (donc déstockage de carbone et pertes de biodiversité).

Ces différentes options d'éco-intensification sont à mobiliser de façon conjointe et adaptée à chaque contexte. Ainsi, pour l'Afrique, continent de tous les enjeux, le Pr Rattan Lal a proposé¹⁵ la vision de progrès suivante : faire passer le taux d'irrigation de 6 à 20%, la surface en agroforesterie de 10 à 20 millions d'ha, celle en agriculture de conservation des sols de 1,5 à 50 millions ha et la consommation d'engrais de 17 à 60 kg/ha, la moyenne mondiale actuelle étant de 135 kg/ha.

L'évolution de l'utilisation des terres au bénéfice des solutions d'élimination du CO₂, par développement de la bioéconomie non alimentaire, représente une troisième voie que le rapport du GIEC n'hésite pas à qualifier de "*principal défi commun à relever*". Ce défi sera de développer les cultures énergétiques et les reboisements¹⁶ à grande échelle (# 500 à 700 millions d'hectares nouveaux¹⁷), mais aussi d'éviter les effets néfastes qui pourraient en résulter pour la sécurité alimentaire ou la durabilité.

¹² <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/02/SRCCL-Chapter-5.pdf>

¹³ l'agriculture biologique n'est pas citée parmi celles-ci.

¹⁴ soit bien davantage que ce à quoi appelle l'initiative "*4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat*" introduite par la France lors de la COP 21, et que ce que permettent seulement des changements de pratiques

¹⁵ 2^e conférence ministérielle de l'initiative AAA (Adaptation de l'Agriculture Africaine) tenue à Marrakech en novembre 2019 ;

¹⁶ et assurer une gestion dynamique de la forêt : ce sont les forêts jeunes et en croissance qui captent et stockent du carbone alors qu'une forêt non gérée et qui brûle déstocke du carbone et a un effet carbone de substitution nul.

¹⁷ les rapports spéciaux du GIEC sur le 1.5° et sur les terres soulignent le besoin d'un recours accru à la biomasse énergie (+123 à 261% d'ici 2100) et un besoin accru de 100 à 700 millions ha de cultures énergétiques à forte productivité (biocarburants) et de boisements et reboisements de 500 millions ha (+700).

Le GIEC souligne que si ces risques sont pris en considération, "ces effets secondaires négatifs seront limités et les co-bénéfices accrus avec une bonne intégration paysagère et une forte productivité". Au passage, remarquons l'intérêt des plantes à *photosynthèse en C4* (maïs, sorgho, cannes, mil, miscanthus) pour leur exceptionnelle efficacité carbone : les 5% qu'elles représentent assurent 30 % de la séquestration mondiale de carbone.

Pour 2050, la Commission européenne considère que 10% de ses terres arables devront être dévolues aux seules cultures énergétiques ; ce qui serait finalement peu par rapport aux 30% que les agriculteurs devaient consacrer, avant l'ère du pétrole, à la production de chevaux et bœufs de labour ! Cette évolution à grande échelle de l'utilisation des terres sera naturellement facilitée par la réduction des pertes aux champs, des pertes et gaspillages alimentaires, des pertes en terres fertiles par étalement urbain, et par la transition vers une alimentation moins carnée chez les trop gros consommateurs.

La promotion vers une alimentation plus flexitarienne permettrait de libérer une quantité significative de terres¹⁸ pour la production de biens publics¹⁹, tout en servant la santé et les finances publiques. Encore faut-il bien différencier la viande vertueuse, produite à l'herbe ou avec des sous-produits ou coproduits agricoles, de celle produite avec des végétaux directement consommables par les humains.

Ainsi, grâce aux secteurs des terres et de l'alimentation, des options puissantes existent, qui devront être mobilisées conjointement pour réussir nos transitions vers la nouvelle économie du renouvelable. La principale erreur serait de vouloir les opposer. Encore faut-il, pour que ces options puissent être mises en œuvre à grande échelle, que toutes ces questions soient bien comprises par la société et par les décideurs, ce qui est encore loin d'être le cas. La première priorité de politique devrait donc consister à mieux former, en priorité, les jeunes et les responsables, ainsi qu'à mieux communiquer. Il conviendra aussi de mesurer autrement la performance de l'agriculture et la performance carbone du secteur des terres, en y incluant les effets de stockage et de substitution. La réussite de la transition nécessitera enfin de mobiliser les moyens et le policy mix nécessaires, y compris la finance carbone. Le problème climatique devrait logiquement conduire à réconcilier l'agriculture et la société, mais le temps est compté.

Guillaume BENOIT, membre de l'Académie d'Agriculture de France

août 2020

Ce qu'il faut retenir :

Le potentiel des terres, de l'agriculture et de la forêt, à combattre la dérive climatique, réside pour l'essentiel dans le cycle du carbone et donc dans notre capacité collective à accroître durablement le processus de *Captage, Séquestration, Stockage et Substitution* (effet C3S), ainsi qu'à réduire la déforestation et le déstockage de carbone associé.

L'éco-intensification de l'agriculture, le développement à grande échelle de solutions d'élimination du CO2 par des cultures énergétiques et boisements dans des approches paysagères, ainsi que la réduction des pertes, gaspillages et mauvaises utilisations, sont autant d'options puissantes à mobiliser sans les opposer ; l'agriculture de conservation des sols fait notamment partie des solutions.

Une prise de conscience par la société et par les responsables de la nouvelle importance stratégique des sols, de la fonction photosynthétique de l'eau, de l'agriculture et de la bioéconomie est nécessaire.

Le développement agricole et rural dans les pays en développement, un chiffrage carbone du secteur des terres incluant les effets de stockage et de substitution, et une mesure élargie des performances de l'agriculture incluant la séquestration du carbone, sont autant de conditions à des transitions réussies.

Pour en savoir plus

- Rapports du GIEC
- Rattan LAL: *intervention à la Nobel Conférence n°54 du Gustavus Adolphus College " Living Soil : a Universe underfoot"*, octobre 2018 <https://www.youtube.com/watch?v=5mbSzlojsRQ>
- Marie-Laurence MADIGNIER, Guillaume BENOIT et Claude ROY (sous la dir. de) : *Les contributions possibles de l'agriculture et de la forêt à la lutte contre le changement climatique*, CGAAER, 2015.
- Guillaume BENOIT : *L'agriculture, la terre, l'eau et le climat : solutions pour un monde en transition*. Futuribles 438, 2020
- Portail du *Club des bio-économistes*

¹⁸ selon le GIEC, on pourrait récupérer théoriquement jusqu'à 20 % des terres agricoles dans l'UE, et 30 % aux USA.

¹⁹ le climat est un bien public mondial !