

# Changer de paradigme en recherche agricole pour contrer le changement climatique

Heribert Hirt, KAUST, Thuwal, Saudi Arabia; Ndjido Ardo Kane, ISRA, CERAAS, Thiès, Sénégal; Laurent Laplace, IRD, UMR DIADE, Montpellier, France

30 septembre 2023



## Mise en contexte

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) dues aux activités humaines sont à l'origine d'une crise climatique globale face à laquelle des réponses doivent être trouvées pour en limiter les effets négatifs sur notre planète. L'agriculture contribue à environ 25 % des émissions totales de GES. La séquestration du CO<sub>2</sub> par la photosynthèse pourrait jouer un rôle central pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> atmosphérique. Des solutions autour du triptyque sols, plantes et microorganismes sont imaginées pour contrecarrer activement les méfaits du changement climatique. Elles nécessitent d'intégrer dans les stratégies des idées et de savoirs multidisciplinaires et plurisectoriels.

## Réduire les émissions de gaz à effet de serre, une priorité absolue

On estime qu'au cours de ces 150 dernières années, la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère est passée de 280 ppm à 420 ppm du fait des activités humaines. 20 à 25% de ces GES d'origine anthropique sont produits par les activités agricoles. En plus du CO<sub>2</sub>, l'agriculture produit des quantités significatives de méthane et de protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), des GES beaucoup plus puissants en termes de réchauffement que le CO<sub>2</sub> (>20 et 300 fois respectivement). S'ils sont plus puissants que le CO<sub>2</sub>, le méthane et le N<sub>2</sub>O ont une durée de vie bien inférieure (12 et 114 ans respectivement contre 300 à 1000 ans pour le CO<sub>2</sub>). Une réduction des émissions de ces deux GES aurait donc un effet rapide sur le climat.

Quelles pourraient être les voies d'une réduction de l'utilisation de ces trois gaz en agriculture ?

- Une grande partie du CO<sub>2</sub> généré par l'agriculture provient des changements d'usage des terres, en particulier de la déforestation pour l'élevage (production de fourrage ou création de pâturages). Le bétail et la production de fourrage sont responsables de la production d'environ 3 milliards de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> par an. A court terme, une réduction de la consommation de produits d'origine animale est donc l'option la plus efficace pour réduire l'impact sur le climat de l'agriculture.
- Le méthane est le second GES le plus important en termes d'émissions. Outre celui produit par l'élevage, la riziculture inondée est responsable de 15 à 20 % des émissions d'origine anthropique, du fait de la décomposition des matières organiques en conditions anaérobies par des archaebactéries méthanogènes. Des pratiques agronomiques alternatives réduisant les phases anaérobies, comme l'irrigation alternée ou le riz aérobie, permettent de diminuer fortement les émissions de méthane ainsi que la consommation d'eau. Elles doivent cependant être optimisées pour éviter les pertes de rendements et la plus grande variabilité interannuelle de rendement du fait de la compétition accrue des adventices (herbes extérieures à la culture), du plus faible accès à l'eau et de la présence de pathogènes (par ex. les nématodes).
- Après leur inoculation dans les champs, une partie significative des engrais azotés est transformée en N<sub>2</sub>O par l'activité de microbes dans le sol. Ces engrais, dont la synthèse nécessite de grandes quantités d'énergies fossiles, contribuent à plus de 2 % des émissions de GES. Sans changement de ce type de pratiques agricoles, l'agriculture aura besoin d'une augmentation de 50 % de l'utilisation des engrais azotés chimiques d'ici à 2050 pour nourrir la population mondiale avec son corolaire d'augmentation des GES. A court terme, une réduction de l'utilisation des engrais azotés pourrait être accomplie en optimisant leur usage par de meilleures pratiques agronomiques et des conseils appropriés aux producteurs. A court et moyen termes, une transition vers des agrosystèmes utilisant plus de plantes légumineuses qui fixent naturellement l'azote atmosphérique est une priorité. A long terme, améliorer l'efficacité d'acquisition et d'utilisation de l'azote par les céréales (moins de 50% des engrais azotés sont effectivement utilisés par la plante) permettrait des gains importants de récoltes en limitant l'utilisation d'engrais.

## Sols, plantes, et microorganismes : des acteurs potentiels pour l'atténuation du changement climatique

Principale source de carbone et d'énergie pour les microorganismes des sols, les plantes pourraient être au cœur de stratégies pour séquestrer le carbone. Par exemple, certaines plantes sécrètent de l'oxalate au niveau de leurs racines, qui est utilisé par les communautés microbiennes du sol (Hirt et al., 2023b). En retour, ces microorganismes modulent les propriétés physico-chimiques du sol et sont des acteurs importants pour la séquestration du CO<sub>2</sub> en contribuant

(positivement ou négativement) à la formation de stocks de carbone organique ou inorganique dans les sols. Ce dernier présente l'avantage d'être plus stable et pourrait donc être à la base de stratégies de stockage du carbone pour lutter contre le réchauffement climatique. Dans les sols arides et riches en calcium ou magnésium, de nombreux microorganismes produisent du carbonate de calcium ou de magnésium qui sont des formes inorganiques de carbone, stables pendant des décennies. Ces systèmes de capture naturelle du CO<sub>2</sub> pourraient donc fournir des stratégies originales de séquestration du carbone dans des zones arides qui n'entreraient pas en compétition avec la production agricole sur les sols plus fertiles. Par ailleurs, la protection et l'extension des forêts est souvent préconisée comme moyen pour fixer le carbone atmosphérique et créer des puits de carbone. Le programme Grande muraille verte (GMV) de l'Union Africaine, qui vise à restaurer 100 millions d'hectares de terres dégradées d'ici 2030 sur une bande longue de 8 000 km et large de 15 km au sud du Sahara de Dakar à Djibouti, est un exemple concret de ce type de stratégie. Selon les estimations, cela permettrait de capter et stocker 250 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

### Changer de paradigme pour transformer l'agriculture

Un changement de paradigme est nécessaire pour que les sciences du végétal ne cherchent pas de manière isolée des solutions à ces problèmes globaux. L'initiative PlantAct! a été récemment initiée par un groupe d'experts sur tous les continents avec le but de fonctionner comme Think Tank et pour être une force de propositions pour atténuer les effets du changement climatique. L'approche de PlantAct! consiste à créer des opportunités pour partager les expertises avec l'ensemble des acteurs des systèmes de productions agricoles et promouvoir des programmes de recherche interdisciplinaires. Avec plus de 100 membres dans plus de 31 pays, PlantAct! organise régulièrement des colloques sur tous les continents avec des experts internationaux pour informer et stimuler la réflexion sur l'adaptation au changement climatique. L'initiative entend notamment promouvoir les solutions centrées sur les ajustements des pratiques agronomiques (mélanges de variétés, changement des dates de semis, rotation des cultures en fonction de la disponibilité en eau, etc) qui peuvent permettre de limiter l'impact du changement climatique sur la production agricole (voir par ex. Cissé et al. 2022). Elle soutient, qu'à moyen et long termes, de nouveaux systèmes de culture plus résilients et adaptés aux conditions locales, potentiellement issus de savoirs autochtones, devront être proposés, conjointement à une amélioration variétale adéquate. Cette évolution devrait permettre une diversification des productions agricoles avec des effets positifs sur les écosystèmes, la biodiversité et les populations. Pour rendre l'agriculture plus productive et résiliente, la recherche devra entre autres : (1) générer des connaissances et innovations qui contribuent à contrer les effets négatifs du changement climatique sur les productions agricoles et qui transforment positivement et durablement ; (2) mettre à l'échelle et rendre accessibles les résultats pour les utilisateurs et les bénéficiaires; (3) faire connaître largement ces recherches au sein de la société.



Figure 1. Capture d'écran du site web de l'initiative PlantAct! [www.plant-act.org](http://www.plant-act.org)

### À retenir

Face au changement climatique et ses impacts sur les systèmes de production agricole, la recherche est au défi de trouver des solutions intégrées reposant sur les interactions plante-sol-environnement. Le complexe « Sols-plantes-microorganismes » pourrait ainsi être placé au cœur de stratégies pour continuer à séquestrer davantage de carbone dans les systèmes de productions agro-alimentaires et réduire ainsi les émissions de GES. Un changement de paradigme est donc nécessaire pour amorcer une transition vers une agriculture durable et imaginer des solutions pour diminuer les GES d'origine anthropique.