
CONCLUSION

par Christian **FELLER**¹

Chères consœurs et chers confrères,
Mesdames Messieurs,

Bonjour

Tout d'abord je tiens à remercier vivement les intervenants à cette séance passionnante de m'avoir invité à la conclure.

Passionnante pour au moins deux raisons :

- tout d'abord, nous avons appris beaucoup de choses sur le renouvellement (non pas uniquement du carbone !) mais aussi de la pensée scientifique sur le stockage du carbone dans les sols,
- ensuite, cette séance se tient au moment où la France est très engagée, sous l'impulsion de notre Ministre de l'agriculture – Stéphane LE FOLL - dans l'initiative « 4 pour 1000 » débattue aux COP21 et 22.

Pour commencer, je rappellerai une fois de plus que lorsque l'on parle de C organique du sol, on parle en fait de Matières organiques du sol avec toute l'importance que celles-ci confèrent à la qualité des sols.

Qu'avons-nous appris cet après-midi avec ces 3 communications ?

Claire CHENU nous a montré que les connaissances dans les processus gouvernant le stockage du C (ou des MO des sols) a beaucoup évolué ces 10-15 dernières années :

- à l'échelle séculaire, hormis les carbonisats, la nature biochimique des constituants des apports végétaux ou animaux a peu d'influence sur la persistance du Corg dans le sol,
- (entre autres, cette persistance du C est plus longue suite aux apports racinaires et particulièrement en profondeur) ;

cette persistance du C est très largement dépendante (i) des interactions avec les particules fines du sol, leurs sites de sorption et (ii) de leur protection dans les agrégats de sol car les rendant moins accessibles à l'activité microbienne de décomposition ; on ne peut donc plus étudier les MO pour elles-mêmes mais ce sont bien les interactions organo-minérales qui vont contrôler à long terme des MO dans le sol, - concernant les liaisons avec les fractions fines du sol on s'interroge encore de savoir si celles-ci ont un potentiel de stockage limité ou non ? Autrement dit pourraient-elles être « saturées » par les MO, point essentiel pour l'évaluation du potentiel de stockage de C d'un sol selon sa texture.

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture de France, Directeur de recherche émérite de l'IRD.

Denis ANGERS nous a rappelé que les stocks de C des sols peuvent être très variables selon le mode d'occupation des terres ce qui implique que le changement d'usage des terres pourraient conduire à une augmentation ou une diminution de ces stocks.

Le potentiel d'augmentation des stocks de C des sols est fort dès lors que l'on change d'usage derrière les cultures en système conventionnel comme le passage à l'agriculture de conservation (non labour et plantes de couverture), à l'agroforesterie ou encore aux prairies plus ou moins permanente (ou à la récupération des prairies dégradées). Les valeurs quantitatives de stockage additionnel en C du sol s'étendent grosso modo de 0 à plus de 1000 kgC/ha/an, ce qui est de l'ordre de grandeur de l'initiative 4 pour 1000 qui correspond à environ 200-250 kgC/ha/an.

Manuel MARTIN nous a parlé des problèmes de changement d'échelle, de la parcelle au territoire national, pour suivre et vérifier le stockage du C dans les sols. La mise en œuvre de méthodes directes (in situ) de mesures ou de modélisation ont été largement discutées tant sur leur difficulté à mettre en place que sur leur coût et leur précision. Les méthodes directes n'impliquent pas la mesure des entrées de C mais sont coûteuses et leur résolution dépend du dispositif de terrain mis en place. (En France, réseau RMQS, elles ont toutefois montré leur fort potentiel). Les méthodes basées sur la modélisation impliquent, outre des données de C-sol, des données quantitatives des entrées de C dans le sol, de l'histoire culturale des parcelles, etc. qui ne sont pas toujours disponibles. La précision des évaluations des stocks de C des sols aux échelles nationales est donc très variable selon les méthodes utilisées et le but poursuivi.

La discussion a porté sur les points ou questions ci-dessous. Certaines questions ont été groupées ici. Quelques éléments de réponses sont rapportés (R) :

- Q1. Qu'advient-il du stockage de C supplémentaire par des pratiques « vertueuses » si l'on revient à la pratique initiale ? Q2. Si le C ne persiste que 20-30 ans dans les sols, à quoi cela sert-il cette initiative ?

R1. Le stock de C reviendra à son état initial et à une vitesse plus rapide que son accumulation. Il faut donc maintenir les alternatives positives le plus longtemps possible.

R2. Le stockage lent dans les horizons de profondeur pourrait devenir significatif. Par ailleurs, que se passera-t-il dans 30 ans en termes de gestion des terres ou de gestion des émissions globales de GES ? Mais au moins on aura déjà séquestré du C pendant 30 ans.

- Q. Qu'en est-il des recherches de l'Inra sur ce thème du stockage de C ?

R1. Elles sont très nombreuses et portent sur tous les modes de gestion des terres : cultures, prairies, plantations et forêts.

R2. Au Canada aussi, l'équivalent de l'Inra mène de très nombreuses recherches sur le sujet. Il a été calculé que les systèmes améliorants permettent de compenser 22 % des émissions agricoles, ce qui est déjà important, même si encore insuffisant.

- Q. Qu'en est-il du stockage de C par le « biochar » ?

R. Sur cette question, il faut expliquer qu'il existe une très grande variété de biochars et que les applications de biochar sont généralement sur des surfaces réduites. Il est donc difficile d'établir des bilans actuellement à des échelles hors de l'échelle parcellaire. Par ailleurs, les produits issus des biochars ne sont pas tous inertes dans le sol, certains se décomposent assez rapidement. Une autre question pour certaines régions (comme les régions arides ou semi-arides) c'est, à la fois, la disponibilité en MO ou encore la compétition pour l'utilisation de celle-ci. Ceci d'ailleurs ne concerne

pas que le biochar. Enfin, comme tous les produits exogènes appliqués au sol il faudrait présenter les bilans C qui prennent en compte tout le « cycle de vie » au cours des transformations. Il est donc difficile actuellement d'appréhender le potentiel réel de ces pratiques, même si celui existe pour certaines situations.

- Q. Dans les bilans présentés, il n'y a généralement pas de mesures des flux latéraux d'exportation de C sous formes soluble ou particulaire par ruissellement et érosion. C'est à prendre en considération.

R. Oui, très peu de mesures existent sur ce thème. La question aussi est de savoir ce que devient C exporté. Est-il partiellement minéralisé au cours du transport auquel cas il y a transfert de CO₂ vers l'atmosphère (quelques mesures évaluent ceci entre 0 et 30% du C particulaire exporté de la parcelle), ou est-il simplement déposé en aval et n'est donc pas « perdu » en terme de « séquestration » de C.

- Q. Quels sont les effets de l'augmentation des rendements sur les stocks de C ?

R. Ils peuvent être positifs si associés à pratiques vertueuses. L'exemple de la gestion des forêts est cité.

- Q. Le grand absent dans ces bilans, c'est qu'advient-il du C minéral (bicarbonates) ? C'est le grand absent de toutes ces études et ce n'est peut-être pas négligeable.

R. OUI, en effet, peut-être. Concernant le chaulage, les quelques études existantes ne présentent pas d'effet chaulage important sur les bilans en C organique du sol.

(Débat associé, celui des relations entre sol et sous-sol pour des nappes chargées en CO₂.)

- Q. Commentaires. Vous avez peu évoqué le couplage des cycles C et N alors que les apports d'engrais par augmentation du pH peuvent conduire à une solubilisation des carbonates et que les engrais azotés sont émetteurs de N₂O. S'il est possible de séquestrer du C dans les sols, il faut tout de même continuer à se préoccuper des autres aspects des émissions en provenance du C fossile et il ne suffit pas de ne raisonner que sur la compensation « 4p1000 » par le sol.

R. Oui, les émissions de N₂O sont bien incluses dans les calculs globaux en les estimant en équivalents C-CO₂ prenant en compte le potentiel de réchauffement global de ce GES. Oui, cette action cela ne justifie pas qu'il faille ne plus se préoccuper des autres pratiques (industrielles, etc.) qui conduisent à des émissions de C fossile.

- Q. Dans la présentation des outils de prédiction, et des méthodes directes et indirectes, existe-t-il des liens entre les actions internationales comme les COPs et l'UNFCCC et les chercheurs concernant le sol ?

R. OUI, au niveau de l'ONU et de la FAO de nombreux contacts entre institutions mondiales et chercheurs avec des « volets de vérification et de suivi », des outils développés à la FAO comme « EXACT » (M. Bernoux), des inventaires nationaux (SITEPA)

- Q. Les mécanismes financiers des marchés du C fonctionnent-ils ?

R. Oui et Non. Cas du Canada (Alberta). Il existe un marché du C avec les agriculteurs. C'est Les prix ne sont pas élevés, ce n'est donc pas très incitatif, mais cela fonctionne. Il n'y a pas de suivi in situ. On paie les « pratiques » sans contrôle in situ sur la base de « facteurs d'émissions » déterminés préalablement car à 7\$/t CO₂ c'est déjà le coût de l'analyse du C-sol !

- Q. Le C fossile s'est accumulé il y a des centaines de millions d'années. Les mécanismes d'accumulation de C fossile ont-ils été les mêmes que ceux que vous mentionnez ici ?

R1. OUI, pour tout ce qui est en surface sous végétation naturelle et en considérant que l' « effet culture » n'existait pas. Mais ensuite la transformation en C fossile fait appel à d'autres mécanismes de géochimie organique, la diagenèse, avec transformation par les fortes températures et pressions en charbons, pétroles, etc.

R2. Des recherches récentes indiqueraient que c'est à cette époque que serait apparu sur Terre des champignons et enzymes capables de dégrader la lignine, leur absence initiale favorisant les fortes accumulations à l'origine de ce C fossile.

Q. Commentaires : le C-sol et sa dimension économique devraient être intégrer dans les « certifications-sol » à propos des estimations de « qualité des sols ». Par ailleurs, on devrait coupler les approches sol avec des approches paysages, par exemple sur les zones humides à protéger qui correspondent aussi à des zones d'accumulation potentielle de C.

En conclusion, je souhaiterais revenir sur l'initiative « 4 pour 1000 » et peut-être me permettre de donner ma philosophie personnelle à ce sujet (mais qui, je crois, est partagé par les orateurs de cette séance).

4/1000 est une valeur symbolique, puisque correspond à compenser la totalité des émissions mondiales de GES par le stockage additionnel de C du sol. Une des critiques, entre autres, est de dire qu'en proposant que le sol compense tout, on donne des arguments aux pollueurs pour continuer à polluer.

Mathématiquement dans « +4/1000 », il y a 3 éléments :

1°) /1000

On aurait pu proposer des /100 ou des /10.000.

Des /100 aurait été exagéré et extrêmement loin d'une quelconque réalité.

/10.000. Cela peut paraître ridicule et immesurable une augmentation si faible, et pourtant 4/10.000 ce sont déjà 10 % des émissions mondiales qui sont compensées !

2°) 4/1000

Si on arrivait déjà à 1/1000, ce sont 25 % des émissions mondiales qui seraient compensées

3°) +(4/1000)

Dans cette initiative, ce n'est pas le chiffre 4 ou même /1000 qui sont importants, mais c'est le signe « + » !

Si on continue comme aujourd'hui à ne pas s'intéresser aux sols et à les mal gérer sur le plan des restitutions organiques, on aura facilement dans 35 ans - 4/1000, c'est-à-dire que l'on aura doublé les émissions ! L'initiative 4/1000 c'est de dire : abandonnons résolument le « moins » pour se concentrer sur le « plus ». Prenons la direction du « plus » que ce soit pour 4/10.000, pour 1/1000 ou pour 4/1000.

Ce « plus », et c'est bien l'esprit de l'initiative, c'est à la fois la sécurité alimentaire et la lutte contre le changement climatique. Et si en plus (!), on est persuadé que le SOL est un compartiment aussi important que l'EAU, l'AIR ou la BIODIVERSITE, mais que la majorité des politiques, des décideurs et du grand public n'en ont aucune conscience, c'est une occasion exceptionnelle de mettre le SOL à l'agenda mondial des grandes préoccupations à considérer sur notre planète Terre.

Permettez-moi à titre personnel de dire bravo pour cette initiative.

Merci.