

Sols et service de régulation du climat

SYLVAIN PELLERIN

• Inra, UMR ISPA Bordeaux

JÉRÔME BALEDENT

• Inra, UR GSE Aix en Provence

BRUNO MARY

• Inra, UR AgrolImpact Laon

Les sols contribuent au bilan global des émissions de gaz à effet de serre via trois phénomènes : le stockage net de carbone organique, par stabilisation dans le sol de matières organiques fabriquées par photosynthèse à partir du CO₂ atmosphérique et apportées au sol directement (litières, résidus de culture, rhizodépôts,...) ou après transformation (effluents d'élevage), l'émission de protoxyde d'azote (N₂O) produit lors des réactions de nitrification et dénitrification, et l'émission nette de méthane (CH₄) produit lors de la décomposition des matières organiques en conditions fortement anaérobies. Par leur fonction de support de la production de biomasse forestière ou agricole, les sols contribuent aussi indirectement au bilan GES via la production d'énergie (bois par ex.), en réduisant les émissions de CO₂ par substitution à des énergies fossiles.

A l'échelle mondiale, le premier mètre des sols contient entre 1500 et 2000 milliards de tonnes de carbone organique, soit 2 à 3 fois plus que le stock de carbone contenu sous forme de CO₂ dans l'atmosphère (750 milliards de tonnes). Une réduction de 5% de ce stock représenterait l'équivalent de 7 années d'émissions mondiales de GES. En France métropolitaine, ce stock est évalué à 3.2 milliards de tonnes de C pour l'horizon 0-0.3m (Martin et al., 2011). Une variable de premier ordre dont dépend la quantité de C organique contenue est l'usage du sol, avec des stocks 1.5 fois supérieurs sous forêt ou prairie que sous cultures annuelles. Pour un usage donné, les pratiques agricoles (travail du sol, gestion des résidus, cultures intermédiaires, apports de matières organiques exogènes,...) peuvent modifier ce stock, par leurs effets sur les entrées de C organique et/ou sur sa vitesse de minéralisation. Les résultats récents suggèrent cependant que les pratiques accroissant les entrées de C (cultures intermédiaires, enherbement des inter-rangs,...) offrent un potentiel de stockage à l'hectare plus important que celles visant à réduire la vitesse de minéralisation. Le stockage additionnel de carbone en non-labour est non systématique, dépendant des conditions de milieu, et en moyenne plus faible que ce qui avait été publié il y a quelques années (Dimassi et al., 2014).

A l'échelle planétaire, les émissions de N₂O par les sols représentent 6 % des émissions annuelles de GES. En France ces émissions représentent 50% des émissions du secteur agricole. Une variable de premier ordre dont dépendent ces émissions est le niveau de fertilisation azotée. Ces émissions sont caractérisées par une extrême variabilité dans le temps et dans l'espace, due à la complexité des processus biologiques sous-jacents et au très fort effet des conditions physico-chimiques locales (température, aération, pH,...). La modélisation des émissions à différentes échelles spatiales et temporelles est un front de recherche actif en France et dans le monde. L'atténuation des émissions passe principalement par une meilleure maîtrise du cycle de l'azote dans les systèmes de culture.

Les émissions de CH₄ (16% des émissions mondiales) proviennent principalement des sols rizicoles. En France ces émissions sont négligeables (0.1%), le CH₄ provenant essentiellement de l'élevage.

Une étude publiée par l'Inra en 2013 a évalué le potentiel d'atténuation et le coût de dix actions techniques permettant de réduire les émissions de GES du secteur agricole (Pellerin et al., 2013). Le stockage additionnel de carbone dans les sols et la biomasse, via des pratiques agricoles adaptées (généralisation des cultures intermédiaires et intercalaires, développement de l'agroforesterie et des haies, réduction du labour, gestion améliorée des prairies) représente de l'ordre de 31% du potentiel global d'atténuation. Malgré un stockage additionnel de C à l'hectare revu à la baisse (+0.1t de C par ha et par an en labour occasionnel 1 an sur 5), la réduction du labour offre un potentiel d'atténuation important (3.8 Mt CO_{2e} par an) du fait de l'assiette sur laquelle la mesure peut être appliquée (10 millions d'ha) et de la réduction associée de la consommation de carburant fossile. Le potentiel d'atténuation cumulée des actions visant un accroissement des entrées de carbone (cultures intermédiaires, agroforesterie,...) est de 4.3 Mt CO_{2e} par an, avec un effet positif attendu vis-à-vis d'autres enjeux environnementaux (biodiversité, préservation de la qualité de l'eau,...).

Une meilleure gestion du cycle de l'azote représente 27% du potentiel global d'atténuation des dix actions. Les leviers mobilisables sont la généralisation de l'utilisation de la méthode du bilan pour le calcul de la fertilisation azotée, une prise en compte plus juste des apports d'azote par les produits organiques, l'adaptation des dates d'apports aux besoins des cultures, la réduction des pertes par volatilisation par incorporation des apports et le développement des légumineuses.

Références :

Dimassi B., Mary B., Wylleman R., Labreuche J., Couture D., Piraux F., Cohan JP., 2014. Long-term effect of contrasted tillage and crop management on soil carbon dynamics during 41 years. *Agriculture Ecosystems & Environment* 188, 134-146.

Martin M.P., Wattenbach M., Smith P., Meersmans J., Jolivet C., Boulonne L., Arrouays D., 2011. Spatial distribution of soil organic carbon stocks in France. *Biogeosciences* 8, 1053-1065.

Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Favardin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude, Inra (France), 92p.