

des zones forestières, cela permet d'équilibrer le bilan des émissions anthropiques annuelles de carbone qui sont de 4,3 milliards de tonnes.

De nombreux sols mal cultivés ou dégradés ont perdu leur matière organique, et donc leur carbone. Une augmentation de 4 ‰ par an est donc réaliste et peut être obtenue par des pratiques telles que la couverture permanente du sol par des plantes annuelles ou des arbres, la restauration des sols dégradés, l'utilisation de légumineuses fixatrices de l'azote atmosphérique, l'emploi de fumier ou de compost ou encore les pratiques de collecte de l'eau de pluie ou de ruissellement<sup>2</sup>. À ce titre, l'agriculture apparaît comme une forme de géo-ingénierie douce permettant de « décarboner » la planète, à côté de solutions beaucoup plus radicales comme le stockage de CO<sub>2</sub> dans les couches géologiques. L'hypothèse est ambitieuse mais réalisable et présente l'intérêt d'associer développement économique et réduction des gaz à effet de serre grâce aux « co-bénéfices » de l'atténuation en termes d'adaptation (LAL, 2016). Comme l'agriculture intelligente face au climat, l'hypothèse 4 ‰ associe atténuation et adaptation et elle est une réponse aux objectifs de l'ODD 13. Une initiative connue sous le nom de « 4 ‰ : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » a été lancée par le gouvernement français lors de la COP 21. Elle comprend un plan d'action et un programme de recherche dont l'ambition globale est de faire de l'agriculture l'une des solutions à la crise climatique<sup>3</sup>. L'initiative « 4 ‰ » est entrée dans sa phase active lors de la COP 22 de Marrakech en novembre 2016.

#### ENCADRÉ 1

« 4 ‰ :

**les sols pour la sécurité alimentaire et le climat »**

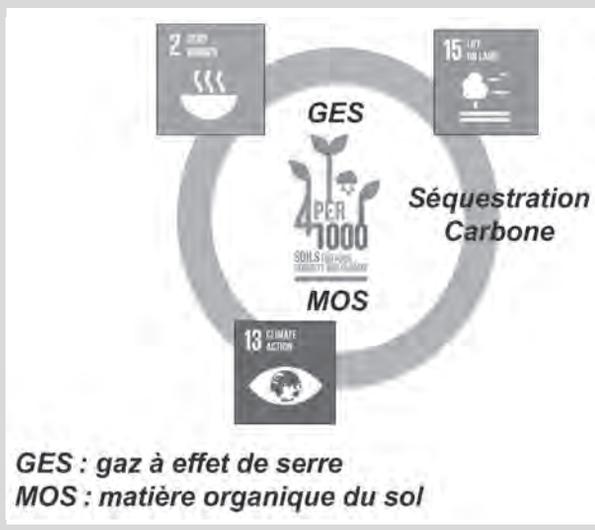
Emmanuel TORQUEBLAU, Jean-Luc CHOTTE

Le sol est un vaste réservoir de carbone qui fournit de nombreux services essentiels à la vie : alimentation, garantie de réserves en eau, habitat pour de nombreuses espèces (vers de

<sup>2</sup> <http://www.inra.fr/Grand-public/Rechauffement-climatique/Tous-les-magazines/Quatre-pour-1000.-Stockage-du-carbone-dans-le-sol>

<sup>3</sup> <http://4p1000.org/>

terre, champignons, bactéries), régulation du climat, etc. Avant même l'intérêt que son stockage peut représenter en matière de lutte contre l'accumulation de gaz à effet de serre, le carbone organique des sols est l'un des principaux indicateurs de la qualité, de la fertilité, de l'activité biologique et donc de la productivité des sols, facteurs essentiels pour la sécurité alimentaire. Dans les agricultures familiales des pays du Sud, la gestion des matières organiques (résidus de récolte, intégration agriculture-élevage, recyclage des déchets urbains organiques, cultures associées...) est au centre des pratiques paysannes visant à maintenir ou améliorer les rendements et à lutter contre la dégradation des sols, notamment leur érosion. Leur gestion permet aussi de pallier la rareté des engrais minéraux, peu disponibles et peu accessibles pour ces agriculteurs, et d'accroître l'efficacité de l'eau. La matière organique fournit aux agro-écosystèmes d'autres services : c'est un élément du maintien de la biodiversité des organismes du sol, mais aussi le principal réservoir de carbone des écosystèmes terrestres. Par conséquent, la gestion des stocks de carbone organique des sols par des pratiques adaptées, accessibles, disponibles pour les agriculteurs est l'un des enjeux majeurs en lien avec les Objectifs de développement durable, tout particulièrement au centre du nexus « Dégradation des terres – Actions pour le climat – Faim » (ODD 13-15-2).



Présentée par le ministre de l'Agriculture Stéphane Le Foll lors du congrès « *Climate-smart agriculture* » tenu en mars 2015 à Montpellier, l'initiative « 4 % » compte à ce jour plus de 200 signataires (des États, des organisations internationales, des établissements de recherche, des ONG, des universités, des organisations professionnelles, des fondations...). Ses premiers résultats ont été présentés à la COP 22 de Marrakech (novembre 2016). L'ambition de ce projet international est de fournir un cadre scientifique, organisationnel et politique pour une transition vers une agriculture résiliente s'appuyant sur une gestion appropriée des sols.

Pour permettre la mise en œuvre d'actions concrètes sur le terrain qui bénéficient à tous les secteurs de l'agriculture, l'initiative est articulée en deux volets : un plan d'action et un programme de recherche. Ce programme de recherche s'inscrit dans le cadre d'une coopération internationale et porte sur quatre grands domaines : les mécanismes de séquestration et l'estimation du potentiel de stockage de carbone dans les sols ; les pratiques agricoles ou forestières qui sont favorables à la séquestration de carbone ; les conditions institutionnelles, politiques et socio-économiques pouvant conduire à ces pratiques ; le suivi, rapportage et vérification des processus mis en œuvre.

L'expression « 4 % » provient d'un calcul correspondant à un apport de 3,4 milliards de tonnes de carbone par an aux 860 milliards de tonnes de carbone qui se trouvent déjà dans les premiers 40 cm de tous les sols de la planète. Si l'on arrive par ailleurs à diminuer les émissions de gaz à effet de serre dues à la déforestation de 0,9 milliard de tonnes par an, on peut compenser les 4,3 milliards de tonnes de carbone émis par l'homme annuellement (moyenne 2006-2015).

L'augmentation du carbone du sol peut être réalisée par toutes les pratiques qui reposent sur une accumulation de matière organique dans le sol. On peut citer les associations entre arbres et cultures (agroforesterie), les engrais organiques, le non-labour du sol, la gestion des pâturages, les plantes de couverture. L'hypothèse est ambitieuse, mais des premiers résultats, notamment en agroforesterie, montrent qu'elle est réalisable.

La complémentarité (on parle parfois de « co-bénéfices ») entre l'atténuation du changement climatique et l'adaptation au changement climatique favorisée par ces pratiques permet de faire de la séquestration de carbone dans le sol un objectif économiquement défendable.

Associés à d'autres établissements de recherche (Inra, CGIAR, Ohio State University), le Cirad et l'IRD sont activement impliqués dans cette initiative, et en particulier dans son volet recherche. Mobilisés au sein de structures mutualisées (ex. Dispositifs de recherche en partenariat du Cirad, Laboratoires mixtes internationaux de l'IRD), leurs équipes et leurs partenaires mettent en synergie leur expertise et leurs dispositifs de terrain (en Afrique, Asie, Amérique latine et centrale) ainsi que leurs réseaux de partenaires (ex. réseau CaSA sur Carbone du Sol en Afrique) pour proposer des fronts de science en phase avec les enjeux du 4<sup>e</sup> ODD.

L'une des options les plus fréquemment citées pour atténuer le changement climatique en augmentant le stockage de carbone tout en assurant une production alimentaire durable est l'agroforesterie, c'est-à-dire l'association d'arbres à des productions agricoles ou d'élevage. Ce peut être des arbres dispersés ou alignés dans des parcelles de culture, des agroforêts multistrates, des haies constituant un bocage, des arbres fourragers, etc. (TORQUEBAU, 2007). Grâce à la présence permanente d'arbres dans les parcelles ou les paysages agroforestiers, y compris pendant la saison défavorable (sèche ou froide), l'agroforesterie est capable de stocker du carbone dans les parties aériennes (bois) et dans le sol (racines et matière organique du sol) dans des proportions supérieures à ce qu'il est possible d'atteindre dans des parcelles de cultures annuelles où le sol est à nu une partie de l'année. OELBERMANN *et al.* (2004) mentionnent un potentiel de stockage de carbone dans la biomasse aérienne d'arbres agroforestiers au niveau mondial de 2,1 milliards de t C/an en zone tropicale et de 1,9 milliard de t C/an en zone tempérée. Au Costa Rica, des études ont montré que dans des caféières sous arbres d'ombrage, le stock de carbone (biomasse et litière) 10 ans après la plantation est de 10 à 30 t C/ha, alors qu'il n'est que de 8,5 t C/ha dans les monocultures de café (HERGOUALCH' *et al.*, 2012). Des chiffres récents

# Un défi pour la planète

Les Objectifs  
de développement durable  
en débat

---

Sous la direction de

Patrick CARON

Jean-Marc CHÂTAIGNER

**IRD Éditions**

INSTITUT DE RECHERCHE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT

Marseille, 2017

Coordination éditoriale, fabrication  
**Corinne Lavagne**

Mise en page  
**Desk (53)**

Maquette de couverture  
**Michelle Saint-Léger**

Maquette intérieure  
**Aline Lugand/Grissouris**

La loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2017

ISBN : 978-2-7099-2412-2