

INITIATIVE 4 POUR 1 000

« DU VERT PARTOUT ET TOUT LE TEMPS ! »

La France est à l'origine de l'initiative 4 pour 1000, présentée officiellement lors de la COP 21, fin 2015. 4 pour 1000 ça parle de sol, de stockage de carbone et même de sécurité alimentaire. Si cela concerne le sol et le carbone, l'agriculture de conservation ne doit pas être loin... Voyons plus en détail en quoi consiste cette initiative et quelle est sa portée, aidés par Claire Chenu, professeur en sciences du sol à AgroParisTech.

« En mars 2015, lorsque Stéphane Le Foll évoque pour la première fois l'initiative 4 pour 1000, la surprise est totale, nous explique d'embellée Claire Chenu. Le ministre de l'Agriculture venait d'entendre ce chiffre dans une présentation scientifique, cela lui a parlé, nous étions à quelques mois de la COP 21 et c'était l'occasion (politique) d'y introduire habilement l'agriculture. L'initiative 4 pour 1000 était alors officiellement présentée fin 2015. » Plus précisément, le titre complet est : « 4 pour 1000 : les sols pour la sécurité alimentaire et le climat ». Présentée au niveau international, une quarantaine de pays, à ce jour, a signé cette initiative qui, dans les grandes lignes, les engage à :

- favoriser un développement agricole qui intègre la mise en place de pratiques maintenant ou améliorant la teneur en carbone des sols agricoles ;
- évaluer la performance de ces pratiques et favoriser le lancement de programmes de recherche ;
- soutenir des programmes de formation et d'éducation ;
- partager enfin, tout ce qui est mis en œuvre par chacun au sein d'une plate-forme commune d'échanges.

4 pour 1000... Signification

Mais d'où vient cette référence 4 pour 1000 ? C. Chenu nous propose le schéma ci-contre *Le carbone des sols à l'échelle planétaire*, en partie repris d'après Balesdent, 1996 avec les chiffres de 2013 - 2014 (Le Quéré et al., 2014). Ces estimations sont calculées tous les ans.

Grosso modo, dans l'atmosphère, nous avons 829 gigatonnes de carbone (l'élément C) c'est-à-dire 829 milliards de tonnes de C. Par ailleurs, dans les sols de la planète, sur



Augmenter le carbone des sols de 4 pour 1000, c'est « seulement » 0,2 tonne supplémentaire de C/ha/an.

une profondeur d'un mètre, nous en avons entre 1 500 et 2 400 Gt, dont 800 Gt sur les 30 premiers centimètres, soit l'équivalent du contenu atmosphérique. La végétation, dans son intégralité, contient entre 350 et 550 Gt de C. Les activités humaines (utilisation de C fossile + C dégagé par la déforestation) représentent 8,9 + 0,9 Gt de C, qui part chaque année vers l'atmosphère.

Il existe aussi des transferts de carbone, dans les deux sens, entre l'atmosphère et les océans, à raison de 90 Gt par an et avec la végétation et les sols, représentant un peu plus : 120 Gt par an. C'est le résultat de la photosynthèse et de la respiration. Enfin, en réponse à l'augmentation de la teneur en CO₂ de l'atmosphère, le plancton marin réagit en activant un peu plus sa

photosynthèse, soit 2,6 Gt de C absorbés par an. Au niveau terrestre, la végétation fait de même, ce qui représente 2,9 Gt de C absorbés en plus. Le bilan final de tout cela, c'est un accroissement de la partie dans l'atmosphère de 4,3 Gt de C ! Les voilà nos 4 pour 1000... « Cela signifie que si, annuellement, on augmentait de 4 pour 1000 les stocks de carbone organique des sols des seuls 30 premiers centimètres de sol ($800 \times 4/1000 = 3,2$ Gt), cela permettrait pratiquement de compenser les émissions annuelles de CO₂ vers l'atmosphère (les 4,3 Gt). »

4 pour 1000... Les volants d'action

D'accord mais comment faire ? Comment augmenter chaque année de 3,2 Gt le carbone dans les sols de la planète ?

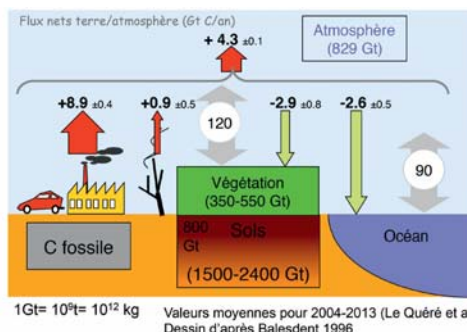
Rappelez-vous : le carbone est l'un des éléments constitutifs de la matière organique. À l'instar de l'azote (N), c'est un élément non pas figé mais très dynamique à travers toutes les formes de matières organiques qu'il prend et qui évoluent au sein du sol en se dégradant ou en étant assimilé par des organismes vivants. Il faut imaginer le sol comme une boîte avec des entrées d'éléments comme le carbone et des sorties. À l'intérieur, des tas de formes carbonées diverses, plus ou moins évoluées, plus ou moins stables, sont entraînés dans des flux permanents de matières.

Pour augmenter tout ce contenu carboné des sols, il y a, en fait, deux volants d'actions :

- augmenter les entrées de carbone ;
- diminuer, voire éviter les sorties (pertes).

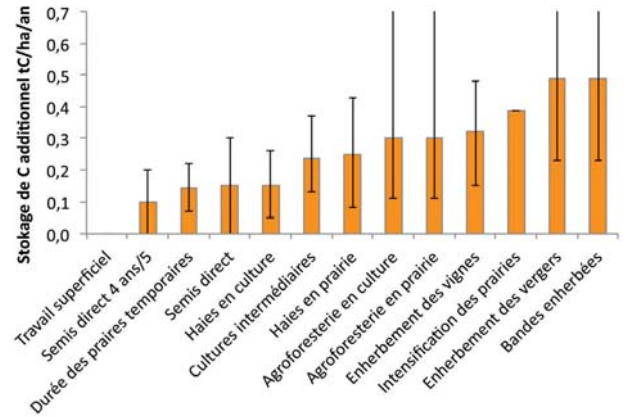
« Diminuer les pertes de matières organiques par érosion ou biodégradation, ce peut être fait par du non-labour », indique le professeur en sciences du sol.

Le carbone des sols à l'échelle planétaire



1Gt = 10⁹t = 10¹² kg
Valeurs moyennes pour 2004-2013 (Le Quéré et al., 2014)
Dessin d'après Balesdent 1996
→ Une augmentation annuelle de 4 % du stock de C organique des sols mondiaux ($2400 \times 4/1000 = 9,6$) compenserait les émissions annuelles de C anthropique liées à l'usage d'énergies fossiles (8,9 Gt C)
→ Une augmentation annuelle de 4 % du stock de C organique des 30 cm de surface des sols mondiaux ($800 \times 4/1000 = 3,2$ Gt C) compenserait une grande partie de l'augmentation annuelle de CO₂ de l'atmosphère (4,3 Gt C)

**Effets de pratiques sur le stockage
additionnel de carbone dans les sols**
ÉTUDE INRA



Résultats de l'étude l'INRA : Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeffrey 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), 92 p. <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Etude-Reduction-des-GES-en-agriculture> (un résumé en 8 pages est aussi disponible)

SOURCE : CHENU C., KLUMPP K., BISPO A., ANGERS D., COLNENNE C., METAY A., 2014. STOCKER DU CARBONE DANS LES SOLS AGRICOLES : ÉVALUATION DE LEVIERS D'ACTION POUR LA FRANCE. INNOVATIONS AGRONOMIQUES 37, 23-37. [HTTP://WWW6.INRA.FR/CIAG/REVUE/VOLUMES-PUBLIES-EN-2014/VOLUME-37-JULIET-2014](http://www6.inra.fr/ciag/revue/volumes-publies-en-2014/volume-37-julillet-2014)

C'est aussi arrêter le brûlage des résidus, ce qui peut encore concerner certaines parties du monde mais plus la France.

« Pour augmenter les entrées de carbone au sol, le plus simple c'est de mettre du vert partout et tout le temps. J'en profite pour signaler qu'augmenter le carbone des sols de 4 pour 1000 tous les ans, cela correspond pour un sol qui contient 50 tonnes de C par ha dans ses 30 premiers centimètres (une moyenne pour les sols cultivés en France) à 0,2 tonne supplémentaire de C/ha/an », indique C. Chenu.

L'étude ci-contre réalisée par l'Inra, qui s'appuie sur des synthèses bibliographiques, compare l'effet sur le stockage additionnel de carbone dans les sols de différentes pratiques agricoles. Pour aboutir à cet histogramme, chaque pratique a été comparée à sa propre référence. Exemples : le semis direct qui obtient un stockage additionnel de moins de 0,2 t avait comme référence comparative le labour ; les bandes enherbées étaient comparées à un système sans bandes enherbées, etc.

Cette synthèse est vraiment très intéressante, même s'il y a, pour certaines pratiques, des niveaux d'incertitude importants (traits verticaux noirs) et si toutes les pratiques n'ont pas été renseignées (par exemple, épandre des composts apporte du C au sol et peut permettre d'augmenter les stocks).

Déjà, les pratiques qui stockent le plus de C sont les enherbements : bandes enherbées, enherbement en vergers « En bref, tout ce qui se rapproche de la prairie permanente avec un effet positif à la fois sur les entrées et sur les pertes de carbone », précise C. Chenu. On notera aussi que les enherbements au sens large sont nettement au-dessus des 4 pour 1000 (+ 0,2 t C/ha/an). Les cultures intermédiaires, qui nous renseignent sur l'effet des couverts, ne sont pas si mal placées, au-dessus des 4 pour 1000. Dans les faits, les résultats présentés ici rassemblent différentes espèces et des couverts mono-espèces (surtout) ou pluri-espèces. Le semis direct maintenant...

La pratique a ici, été analysée seule c'est-à-dire qu'on a pris en compte que l'effet du non-travail de sol. Logiquement, le SD limite les pertes de C mais, de toute évidence dans cette analyse, il ne stocke pas l'élément. Est-ce vraiment surprenant ? Souvenez-vous, notre dossier de synthèse sur l'essai de longue durée d'Oberacker, en Suisse (TCS n° 85 de novembre/décembre 2015). L'essai suisse ne montre pas un avantage du SD par rapport au labour en accumulation d'humus sur la totalité du profil de sol (l'interprétation en fonction de la profondeur analysée est en effet importante).

C'est l'ensemble des pratiques mises en place (SD + couverts + rotation) qui apporte les bénéfices en matière de « gestion » du carbone. La synthèse Inra en est aussi le reflet, même si, concrètement, l'AC n'y est représentée que par « petits bouts ». Pour finir sur cet histogramme, voyez également le positionnement très correct de l'agroforesterie. Ce résultat est d'ailleurs conforté par un autre, celui du projet AgripSol (Agroof, Inra, IRD, AgroParisTech, financement Ademe) qui, après analyse d'un réseau national de parcelles en agroforesterie, en tire le résultat suivant de stockage additionnel moyen : + 0,24 t C/ha/an sur 0-30 centimètres.

**4 pour 1000...
Est-ce envisageable ?**

En résumé, augmenter annuellement le stock de C dans les sols de 4 pour 1000, c'est faisable puisque beaucoup de modes de culture (dont l'AC qui regroupe plusieurs pratiques positives) vont au-delà des + 0,2 t C/ha/an.

Mais, « il faut être réaliste, analyse C. Chenu. Si nous pouvons y arriver localement sans problème, cela ne peut pas avoir une portée mondiale, ni même nationale. Regardez où l'effort doit porter : sur quelques pourcents de terres agricoles qui diminuent chaque année. Les prairies permanentes et les forêts ? Elles sont déjà à leur optimum en surface. Ce qui n'enlève en rien à ce qu'il faut faire : éviter de déstocker et maximiser



Pourquoi le carbone est-il si important dans les sols ?

Pourquoi vouloir augmenter le carbone total des sols ? Le carbone est l'un des éléments constitutifs de la matière, vivante et morte. C'est ce qu'on appelle les matières organiques des sols ou MOS pour lesquelles nous avons déjà consacré plusieurs dossiers dans TCS (n° 58 de juin/juillet/août 2010 et n°67 de mars/avril/mai 2012). Ces MOS ont des fonctions essentielles. En résumé :

- elles stimulent l'activité biologique (sources d'énergie et d'éléments nutritifs) ;
- elles assurent le stockage et la mise à disposition, pour les plantes, par minéralisation, des éléments nutritifs dont elles ont besoin ;
- elles ont un rôle central dans la structuration des sols et donc leur stabilité ;
- elles stockent de l'eau et participent au maintien de sa qualité par leur forte capacité de rétention des molécules exogènes polluantes ;
- elles influencent enfin, la qualité de l'air par le stockage ou l'émission de gaz à effet de serre.

Une baisse de leur teneur dans les sols peut avoir de graves conséquences : risques accrus d'érosion, plus grande sensibilité de la structure au tassement, diminution de la fertilité générale des sols et appauvrissement de la biodiversité. Les enjeux en termes de fertilité des sols sont particulièrement cruciaux dans les pays du sud et dans les zones en cours de désertification. On comprend donc bien pourquoi cette démarche 4 pour 1000 revêt une stature mondiale et parle de sécurité alimentaire et de lutte contre les dérèglements climatiques.

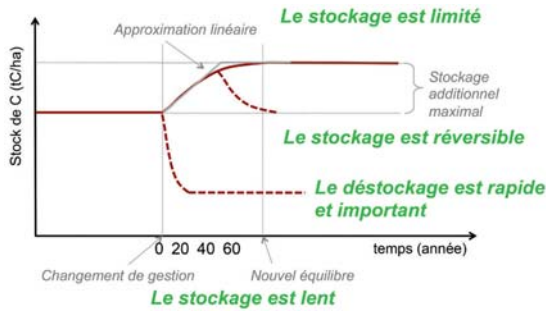
les entrées de biomasse. Mais au-delà, cela ne doit pas être l'alibi pour ne pas faire l'effort de réduire nos émissions de gaz à effet de serre ». En résumé,

l'effort ne doit pas (et ne peut pas) être porté par l'agriculture seule ; il doit l'être dans les secteurs de notre activité et de l'économie. ►

recherche

Peut-on augmenter indéfiniment les stocks de carbone dans les sols?

STOCKAGE ET DÉSTOCKAGE DU CARBONE DES SOLS



SOURCE: CLAIRE CHENU, AGROPARISTECH

Sur ce schéma proposé par Claire Chenu, vous avez le temps en abscisses (en années) et en ordonnées, le stock de carbone du sol (carbone total en tonnes par ha), sans précision chiffrée. Ce schéma veut juste montrer, ici, comment le stock de carbone d'un sol évolue au fil du temps lorsque l'on met en œuvre un changement de pratiques ou d'usage des sols. Ce changement est visualisé sur l'axe des abscisses à partir de « l'année 0 ». Première option: on met en place des mesures qui vont permettre de stocker du carbone (voir corps de l'article). Notre stock initial augmente mais première chose que nous montre cette simulation: il ne faut pas prétendre augmenter nettement ce stock en une, 5 ou même 10 années. Stocker du carbone est lent; cela se compte en décennies! Deuxième élément montré par cette figure: le stockage n'est pas illimité. À partir d'un certain temps, il atteint un plateau ou nouvel équilibre. C'est ce que C. Chenu a appelé le stockage additionnel limité. Lorsque ce stockage additionnel est atteint, le sol et son contenu carboné retrouvent un équilibre fonctionnel plus haut et stable. Mais le stockage est réversible c'est-à-dire qu'à partir du moment où les « bonnes pratiques de stockage » sont abandonnées, il peut diminuer et même assez rapidement, avec un retour important de carbone dans l'atmosphère. Deuxième option: une pratique déstockante est mise en œuvre (par exemple on retourne une prairie permanente). Le stock diminue rapidement et de manière importante jusqu'à, là aussi, un équilibre mais bas.

ROULEAU ÉCRASEUR
à Lames hélicoïdales
Version lourde de 2m à 6,20m porte
Pour le semis direct
www.gregoireagri.com
02 51 81 56 61 & 06 71 20 76 02
44390 SAFFRE gregoireagri@free.fr

FERTIL'S®
L'allié de vos sols
SOUFRE 13,91%, BENTONITE 9%
RMN N° 9710013
FORMULATION PAILLETTE
EFFICACITÉ ACCRUE
Produit utilisable en agriculture biologique
en application du règlement (CE) n° 834/2007
SARL PHYTAGRI
DISTRIBUTEUR EXCLUSIF
8 IMPASSE DU VALLON - 10150 MONTSUZAIN
TEL: 03 25 37 65 62 - Email: contact@phytagri.fr



Carbone comme compte en banque...

Stockage... Nous avons vu dans l'un des encadrés de cet article, que stocker du carbone est un processus lent, limité et réversible. Mais s'il est entré facilement dans notre jargon agronomique car facile à comprendre, facile à visualiser, le terme de stockage n'est pas très juste. Certes, on peut, avec des mesures appropriées (limitation des pertes, couverture des sols en continu et de manière importante), augmenter la quantité totale de carbone présente dans un sol à un moment donné mais il faut avoir en tête que rien n'est figé. Tout est dynamique, tout est une question de flux de carbone, même l'humus dans son stade le plus évolué et donc le plus « stable » évolue lui aussi avec des transferts continus de carbone (des entrées mais aussi des sorties). « La quantité de carbone dans un sol, c'est comme un compte en banque, ça bouge tout le temps! », conclut C. Chenu. Et plutôt que séquestrer, il serait plus juste de parler d'augmentation du temps de résidence du carbone dans le sol, même s'il s'agit d'une notion plus complexe à faire comprendre à un public plus large.

L'essai Inra de La Cage

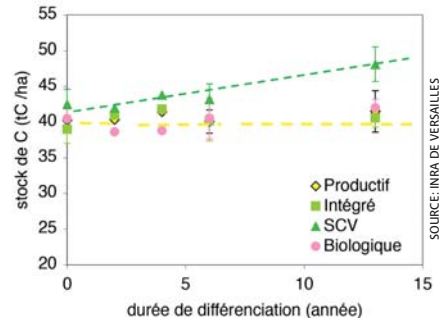
Le SDSC au-dessus des 4 pour 1000

Dans TCS, nous vous avons déjà parlé de l'essai de longue durée baptisé La Cage de l'Inra de Versailles. En quelques mots, cet essai, sur limons profonds typiques du Bassin parisien, a été mis en place en 1998 et compare quatre systèmes de culture dans une rotation « très blé » :

- un système dit « productif » avec labour;
- un système dit « intégré » où les quantités d'intrants sont limitées; le labour est effectué, en moyenne, deux années sur trois. Rotation en productif et intégré: colza/blé/pois/blé;
- un système en semis direct sous couvert végétal permanent (SCV), le couvert de fétuque rouge des débuts ayant été remplacé depuis par un couvert de luzerne. Rotation en SCV: maïs/blé/pois/blé;
- un système bio mais à noter: sans apports de produits résiduels organiques. La rotation en bio: colza/blé/autre/blé.

Dans le TCS n° 58 de 2010, nous avons fait un point sur les résultats en termes d'évolution des matières organiques; l'analyse ayant été faite sur 1998 et 2003. Les chercheurs, dont C. Chenu, avaient été surpris, à l'époque, de l'évolution rapide de la quantité totale de carbone stockée en SCV, alors qu'il n'y avait aucun effet dans les trois autres systèmes. Le stock était passé de 40,1 t C/ha à 43,5 t C/ha, soit une augmentation relative de 8 % en 5 ans. Autre mesure significative, celle des MOP (matières organiques particulières, de « court » terme): +25 % en SCV par rapport aux autres systèmes. Déjà, C. Chenu suspectait un effet plus important de la couverture végétale dans ces résultats par rapport au non-travail du sol. Elle mettait alors en exergue un autre essai, celui de Boigneville, d'Arvalis, en SD mais sans couvert végétal où le stockage additionnel de carbone, au bout de trente ans, était très faible, voire nul sur certaines parcelles.

ESSAI INRA LA CAGE - STOCKAGE ADDITIONNEL DE C DANS LE SOL (~ + 0,5 tC/ha/an) SUR 13 ANS POUR 4 SYSTÈMES DE CULTURE



Depuis, le suivi du stockage additionnel de carbone sur cet essai de La Cage montre une progression nette et régulière en SCV alors que pour les autres systèmes, il est stable. La quantité moyenne de carbone total stocké en SCV est de l'ordre de + 0,5 t C/ha/an. Là aussi, nous sommes au-dessus des + 0,2 t C/ha/an relatifs à l'objectif de l'initiative 4 pour 1000. Des travaux de l'Inra en cours (thèse de Bénédicte Autret, Inra Laon) montrent que les entrées de C au sol sont supérieures en SCV, pour les parties aériennes comme souterraines. « Du vert, partout et tout le temps! », dixit C. Chenu.

Cécile WALIGORA