

# ACS ET TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL QUELQUES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DE LA RÉGION LÉMANIQUE

L'agriculture de conservation des sols (ACS) n'est pas née avec la découverte du changement climatique. Elle est née de la volonté d'agriculteurs de préserver et de restaurer leurs sols et elle s'est développée en marge des politiques publiques. L'initiative 4-pour-mille (<https://www.4p1000.org/fr>) met en avant l'ACS comme solution de premier plan pour séquestrer le carbone dans les sols (figure 1), ce qui a suscité une grande production d'articles scientifiques et de prises de position, tant pour soutenir cette option que pour en souligner les faiblesses. Il en résulte des controverses et des affirmations probablement illisibles pour la plupart des acteurs. Cet article, s'appuyant sur les résultats de nos recherches, vise à apporter quelques éclaircissements sur les enjeux liés à la teneur en matière organique des sols en agriculture, notamment les enjeux climatiques, et les apports de l'ACS, à travers un retour d'expérience à grande échelle sur la région lémanique (cantons suisses de Vaud et Genève).

Quelques notions doivent être précisées pour une lecture sans malentendu.

■ **La qualité des sols** est « l'aptitude des sols à fonctionner », c'est-à-dire à remplir leurs fonctions. Ces fonctions sont inventoriées de façon officielle depuis peu. Elles sont très nombreuses (figure 2), et sont les piliers de la plupart des services écosystémiques terrestres. Cette prise de conscience est très récente chez les non-spécialistes : le rapport du GIEC d'août 2019 (« Climate Change and Land – IPCC », n.d.) a été une surprise et un déclencheur pour les décideurs, les médias et le grand public.

■ **La matière organique** des sols (MO), ou humus, est for-

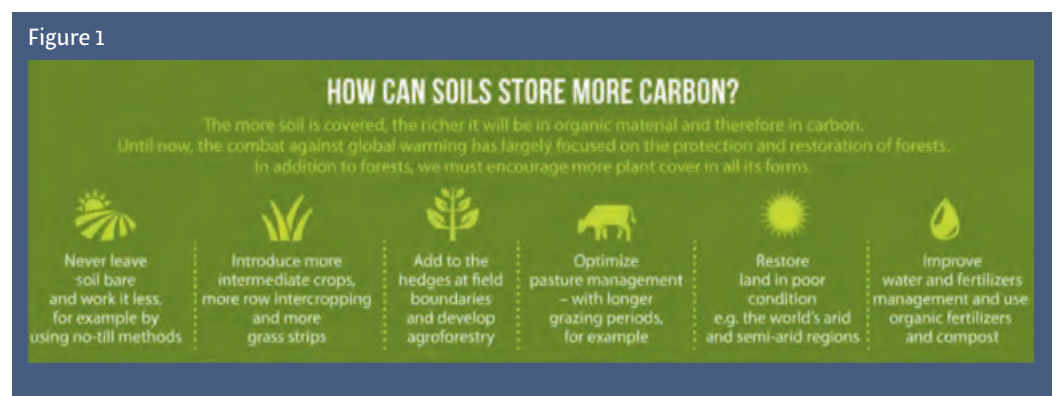


Figure 1 L'initiative 4-pour-mille (<https://www.4p1000.org/fr>) propose des leviers pour la séquestration du carbone dans les sols : ce sont majoritairement les piliers de l'agriculture de conservation, l'élevage avec prairies temporaires, et l'agroforesterie.

mée des débris végétaux et animaux qui ont évolué en un ensemble de molécules organiques complexes, généralement liées à la matière minérale (les argiles). Les débris végétaux représentent l'essentiel de la matière première et

proviennent de la photosynthèse. Le carbone organique (Corg) représente près de 60 % de la MO (d'où le fameux coefficient 1,72 que l'on retrouve sur les analyses pour transformer le Corg en MO) : avec la photosynthèse, il y a transfert de carbone (CO<sub>2</sub>) depuis l'atmosphère vers le sol. Sur la base de mesures faites dans des sols cultivés européens, le niveau de MO requis pour garantir une qualité physique des sols minimale (vulnérabilité de la structure acceptable) est désormais connu (Johannes et al., 2017; Prout et al., 2020). Le niveau de MO ne doit pas être apprécié en lui-même mais par rapport à la teneur en argile. Les meilleures qualités sont en moyenne garanties par un rapport MO/Argile de 24 %. La limite acceptable est de 17 %. Le seuil de vulnérabilité extrême est franchi pour un rapport de 12 %.

## Pourquoi l'ACS permettrait-elle de séquestrer du carbone organique ?

Le premier fait est la perte de MO des sols sous agriculture intensifiée. Des estimations générales de l'ordre de 50 à 70 % par rapport aux situations naturelles ont été proposées (Lal, 2011). Comme la plupart des propriétés et fonctions des sols sont proportionnelles à la teneur en matière organique, une grande part de la dégradation des sols est attribuée à cette perte.

Les facteurs pointés du doigt sont liés à l'intensification agricole, dont en premier lieu le travail du sol, qui favorise la minéralisation<sup>1</sup> rapide (dite primaire) des résidus végétaux (qui ne se transformeront donc pas en humus), et la minéralisation secondaire : celle de l'humus, dont le stock disparaît. C'est pourquoi l'abandon du travail du sol, premier pilier de

Figure 2 LES FONCTIONS DES SOLS – UN APERÇU, SELON LA FAO





**Profil de sol sous couverts multi-espèces dans le secteur de Genève lors du dernier rendez-vous de Swiss-No Till en septembre dernier. La diversité incluant des légumineuses, la qualité d'implantation, la rapidité d'enchaînement mais aussi la conservation du couvert vivant le plus tard possible sont autant de modes de gestion aujourd'hui évidents en ACS pour de multiples objectifs agronomiques ; la séquestration du carbone étant simplement la bonne conséquence relativement proportionnelle à la biomasse produite.**

l'ACS, semble ici évident. Mais ce rôle déterminant du labour en ce qui concerne la minéralisation de la MO est contesté par des essais en conditions contrôlées ou des modélisations (Dimassi et al., 2014; Powlson et al., 2014). En second lieu, l'exportation des résidus et la non-couverture du sol sont incriminées, ainsi que la simplification excessive des systèmes de culture et des rotations, jusqu'à la monoculture. Les deuxième et troisième piliers de l'ACS répondent également à ces problèmes: sol toujours couvert, rotations allongées, cultures diversifiées. Pour couvrir le sol et le « nourrir » de résidus

végétaux, la pratique des couverts, en parallèle de la simplification du travail du sol, s'est développée: couverts d'automne avant une culture de printemps et couverts dérobés ou d'été, avant une culture d'automne. Les agriculteurs ont remarqué que plus ces couverts étaient diversifiés et vigoureux, plus le sol s'améliorait. La recherche tend cette fois à confirmer l'impact positif de ce levier agronomique et à montrer le rôle déterminant des couverts à forte biomasse et de grande diversité floristique aussi bien par méta-analyse aux larges échelles (Chahal et al., 2020; Mary et al., 2020; O'Connell et al., 2015; Ruis

and Blanco-Canqui, 2017) que par des études de l'interaction entre structure du sol, micro-organismes, dynamique du carbone et racines aux échelles microscopiques (Krauchenko et al., 2019).

### L'ACS permet-elle de séquestrer du carbone organique? Le débat

Si l'effet relatif des différents piliers de l'ACS est débattu, celui de l'ACS l'est tout autant. Alors que des cohortes de chercheurs considèrent qu'elle offre une opportunité réelle de séquestrer du carbone (Chen et al., 2019; Chenu et al., 2019; Minasny et al., 2017; Wiesmeier et al.,



**Gros plan sur ce profil de sol sous le couvert. Le recul ACS de plus d'une dizaine d'années débouche aujourd'hui sur une belle verticalité de la porosité entretenue par une puissante activité lombricienne. 2 mois seulement après le semis, alors que la biomasse aérienne atteint déjà 3-4 t de MS/ha et risque de doubler dans le mois qui va suivre avant l'hiver. Les racines atteignent quant à elles largement 1,50 m de profondeur. Au-delà des aspects agronomiques recherchés par ce type de couvert biomax en interculture estivale, combien de carbone, via les racines mais aussi les exsudats racinaires, se trouve injecté dans les profondeurs du sol? Comme pour l'évolution des teneurs en MO en surface, ce n'est pas tant l'arrêt du travail du sol qui fait la différence mais les couverts végétaux. Il y a fort à parier que ce soit la même chose en profondeur. Ainsi et même si les variations de MO seront plus faibles, l'épaisseur potentielle dans une majorité de sols ouvre sur un potentiel de séquestration largement décuplé.**



openfield

TOUTES LES INFOS SUR  
[www.rakaerator.fr](http://www.rakaerator.fr)



## 6 RANGÉES FONT TOUTE LA DIFFÉRENCE

L'écartement des dents réparties sur 6 rangées, assure un désherbage total sur toute la surface. Paille - Résidus - Faux semis, à des vitesses supérieures à 25 km/h... RAKAERATOR la herse de culture plus que jamais polyvalente.

**PAYEN**  
IMPORT

Tél. 01 64 42 74 80  
Email : [payen-import@payen.fr](mailto:payen-import@payen.fr)  
[www.payengroupe.fr/import](http://www.payengroupe.fr/import)  
f @ in Payen import



2019), d'autres questionnent cette alternative. Leurs arguments reposent sur divers constats ou inconnues non levées. Plusieurs publications montrent que l'ACS permet d'augmenter les teneurs en MO en surface, mais que les teneurs diminuent comparativement au labour entre 10-15 cm et la semelle de labour. D'autres publications montrent que lors de la conversion à l'ACS, des oxydes d'azote (gaz à effet de serre puissant) sont émis du sol vers l'atmosphère, même si ces résultats sont partiels et controversés (Lugato et al., 2018; van Groenigen et al., 2017). D'autres encore suggèrent que, quelles que soient les pratiques agricoles, il y a perte de carbone organique (Keel et al., 2019). Nous ne détaillerons pas ici ces arguments : ils sont controversés, les conclusions fluctuent entre les études, mais leur

existence impose prudence et poursuite des efforts de recherche. Nous noterons aussi qu'ils sont pour l'essentiel obtenus en stations expérimentales, ce qui ne garantit pas leur validité en exploitation (Govaerts et al., 2009), comme nous allons le voir plus avant.

### Vouloir séquestrer du carbone : est-ce la bonne approche?

Plus profonds sont les questionnements sur la stratégie à poursuivre. Faut-il viser en premier lieu la séquestration de carbone ou faut-il vouloir restaurer la qualité des sols en sachant que les pratiques correspondantes exigent d'augmenter les teneurs en MO? (Amelung et al., 2020; Baveye et al., 2020; Powlson et al., 2016).

La différence est potentiellement considérable. Donner la primauté à la séquestra-

tion conduit certains auteurs à proposer par exemple des labours profonds (enfouir la couche humifère en profondeur pour la fossiliser) (Feng et al., 2020). De tels schémas ont un potentiel de séduction élevé auprès des décideurs : la technologie est simple, planifiable, les effets de séquestration semblent chiffrables. Ces projets risquent pourtant de dégrader profondément les sols et leurs services écosystémiques, au détriment de tous les paramètres environnementaux et au détriment des agriculteurs. Ces risques ne sont pas pris en compte dans les études qui se contentent de comparaisons court terme avec du labour conventionnel, ne précisent pas les conditions expérimentales, et dont les conclusions sont nettement moins positives que les titres. S'il n'est pas nécessaire de développer les risques inhérents à ces stratégies devant un lectorat ACS, il est tout de même bon d'être averti de ces dangers.

C'est pourquoi nombreux sont les auteurs à mettre en garde : c'est en se focalisant sur la qualité des sols qu'on garantira les meilleures séquestrations de carbone, en harmonie avec l'agriculture, ses acteurs et ses services, gage de durabilité au sens entier.

### Que nous apprennent les observations en exploitation agricole?

Les résultats publiés sur la base d'essais en station sont

très peu lisibles, en raison de leurs contradictions, des angles particuliers adoptés, de la relativité des situations agro-physiques traitées, et du fait que les facteurs testés isolément ne correspondent pas à des situations réelles en exploitation agricole. Pour comprendre l'effet des pratiques dans un essai, on doit par exemple les répéter à l'identique pendant des décennies ou encore isoler chaque facteur alors qu'ils ne sont ni séparés ni combinés aléatoirement, ni constants dans leur application sur le terrain.

Les données acquises depuis plus de 25 ans sur des milliers de parcelles agricoles dans la région lémanique permettent de poser un regard différent sur les questions qui nous intéressent et l'impact des pratiques agricoles. Elles permettent aussi de mieux comprendre les limites d'application des résultats obtenus en station. Les résultats ci-après proviennent de plus de 40 000 analyses de teneurs en MO de parcelles cultivées en grandes cultures, sur la période 1993-2020. Des sélections successives ont été effectuées selon la question posée et le besoin en information : disponibilité de la granulométrie, date de l'analyse, système de culture pratiqué. Pour 120 parcelles et autant d'exploitations, les taux d'évolution des teneurs en carbone organique sur ces 10 dernières années ont été confrontés aux pratiques détaillées.





La nouvelle référence en radis chinois

## ARCHITECT 779





- Décompacte et **structure votre sol**
- Excellent vigueur à l'implantation : **couvre votre sol rapidement**
- **Se détruit facilement**
- Type hiver et tardif : vous permet d'**éviter la montée en graine**

*L'architecte de votre sol*

[www.eliard-spcp.fr](http://www.eliard-spcp.fr)  
02 97 25 50 12 - 56300 PONTIVY

Toute une gamme de semences professionnelles

**+ d'infos**

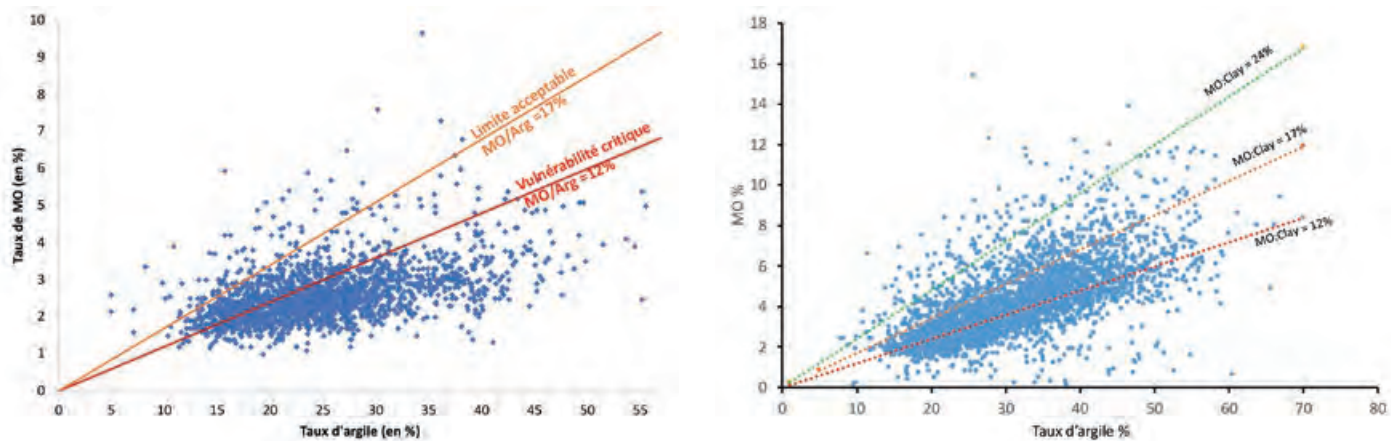


**Si vous n'avez pas le N° 111 de TCS en main et que vous souhaitez lire la suite de cet article, vous pouvez le commander au 03 87 69 18 18. Pour plus d'information sur les TCS, le semis direct et les couverts végétaux, nous vous donnons également rendez-vous sur :**

[www.agriculture-de-conservation.com](http://www.agriculture-de-conservation.com)

Figure 3

**RAPPORT MO/ARGILE MOYEN SUR LES CANTONS DE GENÈVE ET JURA (RESPECTIVEMENT 2 700 ET 8 000 PARCELLES)**



La médiane sur Genève est de 10 % et de 12 % sur le Jura (où prairie temporaire et élevage sont davantage présents). Le minimum à atteindre est de 17 % (droite orangée).

**Déficit de carbone organique et potentiel de séquestration**

Le rapport MO/argile des parcelles cultivées (grandes cultures) dans la région lémanique a été comparé aux seuils de vulnérabilité de la structure du sol. Les rapports MO/argile moyens sont de 12 %, 14 % et 10 % sur Jura, Vaud et Genève, respectivement,

soit un déficit de 20 % (Vaud) à 70 % (Genève) par rapport au minimum requis (MO/argile = 17 %) (figure 3). Cette situation est catastrophique du point de vue de la qualité des sols. Dans de nombreux pays européens, elle est voisine de celle de Genève, voire pire (des rapports moyens de 6 à 8 % dans certaines régions

sont rapportés). Ce déficit permet de cibler un potentiel de séquestration minimal et réaliste. Minimal car les sols ne devraient pas, pour des raisons de qualité, se trouver à des teneurs plus basses, et réaliste car ces valeurs proviennent du terrain où elles sont atteintes dans de multiples situations. L'écart au seuil de 24 % (MO/argile)

permet de définir un potentiel idéal, mais encore une fois réaliste puisque ces valeurs sont rencontrées en de nombreux cas en grandes cultures.

**Taux d'évolution des teneurs en carbone organique des sols**

Les taux annuels d'évolution des teneurs en Corg sur les 20 premiers centimètres de

**DURO**  
FRANCE

28, rue de la conie - Viabon , 28150 EOLE EN BEAUCE  
 Tél : 02-37-99-96-80 / fax : 02-37-99-10-81  
 contact@duro-france.com Retrouvez - nous sur

FABRICATION FRANÇAISE

**Strip-Till Plus :**

**Une route sans obstacles pour vos culture.**

Retrouvez - nous sur [www.duro-france.com](http://www.duro-france.com)