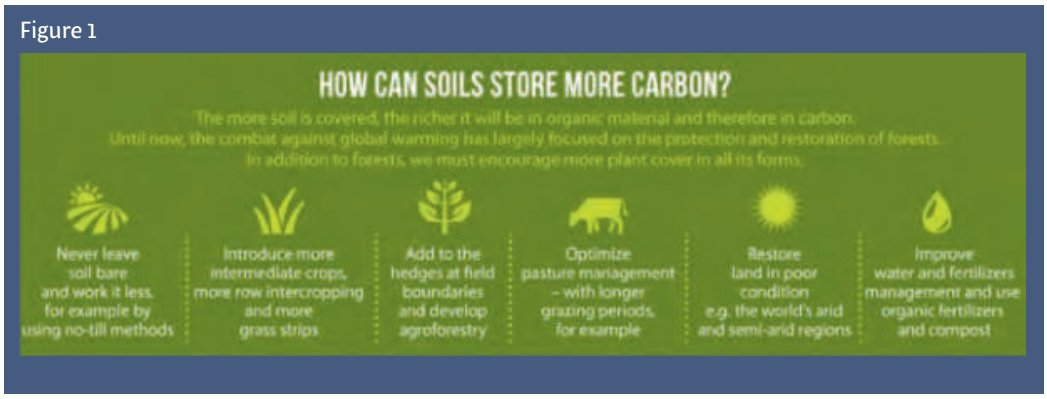
ACS ET TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL

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).

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.

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 formée 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_2) 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 %.

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

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[1] 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

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.

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.

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 (Kravchenko 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.,

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., 018 ; van Groenigen et al., 017). D'autres encore sug- èrent que, quelles que soient s pratiques agricoles, il y a erte de carbone organique Keel et al., 2019). Nous ne étaillerons pas ici ces argu- ents : ils sont controversés, s conclusions fluctuent ntre 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 séquestration 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 ?

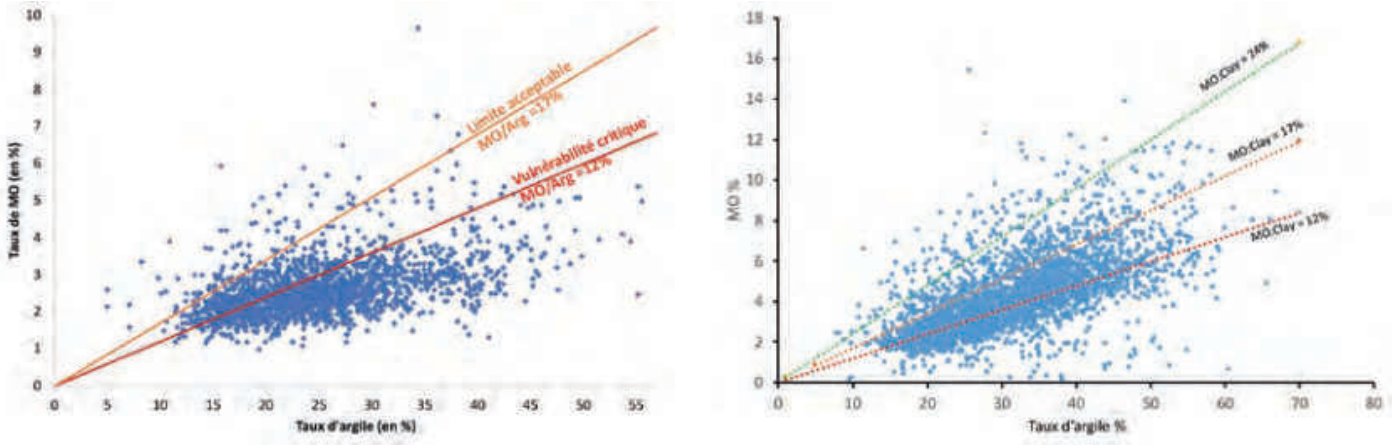
Les résultats publiés sur la base d'essais en station sont très peu lisibles, en raison de leurs contradictions, des angles particuliers adoptés, de la relativité des situations agro-physiques traitées, et du fait que les facteurs testés isolément ne correspondent pas à des situations réelles en exploitation 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.

+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

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).

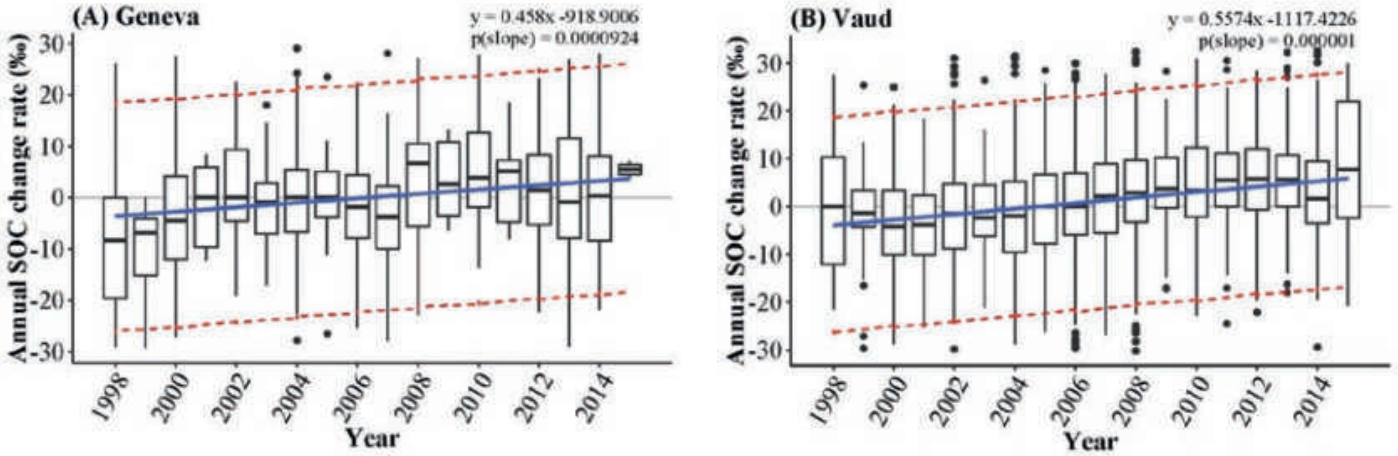
Déficit de carbone organique et potentiel de séquestration

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

Figure 4
TAUX ANNUEL D'ÉVOLUTION DES TENEURS EN CARBONE ORGANIQUE DES SOLS EN GRANDES CULTURES SUR GENÈVE (A, 486 PARCELLES) ET VAUD (B, 1793 PARCELLES) ENTRE 1998 ET 2015



sol des parcelles en grandes cultures des cantons de Vaud et Genève, entre 1995 et 2015 (dates moyennes entre deux analyses espacées de 10 ans), sont présentés en figure 4. Les taux sont présentés en ‰ par analogie au 4 ‰. Ainsi, un taux de - 5 ‰ signifie que chaque année la teneur en Corg (ou en MO) est multipliée par 0,995, elle diminue donc, tandis qu'un taux de 10 ‰ signifie que la teneur augmente annuellement en étant multipliée par 1,01. Un taux négatif signifie donc une perte de MO (émission), tandis qu'un taux positif signifie un gain (séquestration).

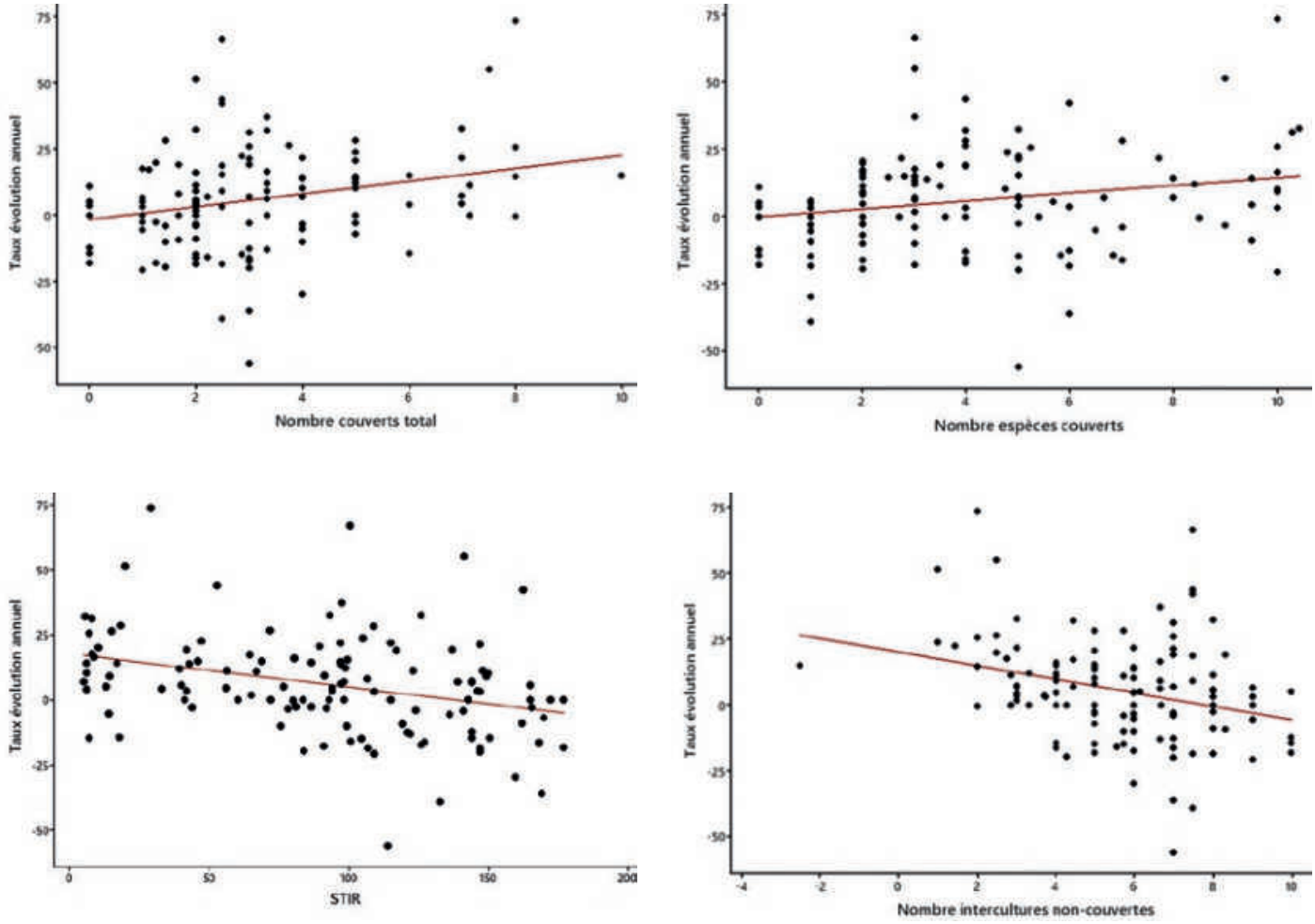
On voit que les taux annuels s'étirent concrètement (après exclusion de toutes les valeurs atypiques) entre - 30 ‰ (teneurs multipliées par 0,97) et + 30 ‰ (1,03 chaque année). En 1998, sur les deux cantons, les sols étaient en moyenne émetteurs de Corg à un taux d'environ - 5 ‰ mais ils remontent linéairement avec le temps, atteignent la neutralité en 2006, dépassent le 4 ‰ en 2012, et seraient aujourd'hui voisins de 10 ‰. Sans rentrer dans un débat de spécialistes, il est très probable que l'évolution des stocks soit similaire. La question de savoir si l'agriculture peut séquestrer du carbone dans les sols, voire si elle peut atteindre le 4 ‰, ne se pose donc pas. Dans la région lémanique, c'est chose faite et le 4 ‰ est largement dépassé. Comment cela s'explique-t-il ?

Facteurs expliquant ces changements

Sur les deux cantons, ce sont les mêmes facteurs qui expliquent les taux observés, aussi bien négatifs que positifs (méta-analyse pour 120 exploitations – rétrospective sur 10 ans). Les facteurs significatifs sur l'ensemble des données sont en négatif : l'indice de travail du sol (STIR[2] : « Soil Tillage Intensity Rating » – prend en compte toutes les opérations mécaniques) et le nombre de labours, en positif : la fréquence des couverts végétaux et leur diversité, et les éléments de bilan humique (apports et exportations, exemples en figure 5). Les paramètres liés aux couverts végétaux sont les principaux facteurs positifs. Au-dessus d'un STIR de 40 ce n'est déjà plus du semis direct strict. L'indice varie ensuite en fonction de la rotation : par exemple une exploitation qui a 7 années de prairie permanente dans une rotation aura un STIR relativement faible même si le sol est labouré pour les autres cultures. Une des meilleures façons de mettre en évidence le rôle des couverts est de dénombrer le nombre d'intercultures non couvertes (figure 5), sachant que les couverts dérobés (avant une culture d'hiver) jouent un rôle majeur à Genève, tandis qu'ils ne sont pas pratiqués sur l'échantillon des 60 exploitations vaudoises.

Puis il faut prendre garde à ne rien interpréter en prenant les variables isolément. Par exemple, STIR et couverts végétaux, en particulier dérobés, sont fortement anti-corrélés. Ceci correspond à des pratiques bien vérifiées sur le terrain : travailler le sol après récolte ne permet pas de semer le couvert « au cul de la moissonneuse », et le condamne soit à l'échec soit à une faible couverture. Il nous manque ici la biomasse des couverts qui renforce-

Figure 5
EXEMPLES DE LIEN ENTRE LES PRATIQUES ET LES TAUX D'ÉVOLUTION DES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS



120 parcelles en grandes cultures conduites différemment, région lémanique. STIR < 40 : ACS stricte.

rait certainement ce constat. Quand, dans certaines régions, on se réjouit d'une matière sèche de 3-4 t/ha des couverts, sur Genève on vise au minimum 5 t/ha, voire le double en fonction de la pluviométrie de l'été et de l'automne. On voit donc que si labourer « toutes choses égales par ailleurs » peut ne pas pénaliser le bilan carbone (cas des essais en station), au champ, labourer ou simplement déchaumer implique de perdre en couverts végétaux et de sacrifier leur biomasse, alors que c'est désormais reconnu comme un facteur prépondérant de séquestration de carbone. L'effet du travail du sol est cette fois très net sans que ce soit nécessairement un effet direct de minéralisation.

Mais une autre information met plus directement en cause le labour. En figure 6 sont reportés les taux d'évolution carbone en fonction du rapport Corg/argile en début de période, et les différents modes de mise en valeur sont distingués. On voit que tous les systèmes (TCS, labour, labour occasionnel, ACS) permettent de séquestrer ou d'émettre de façon équivalente lorsque le rapport Corg/argile

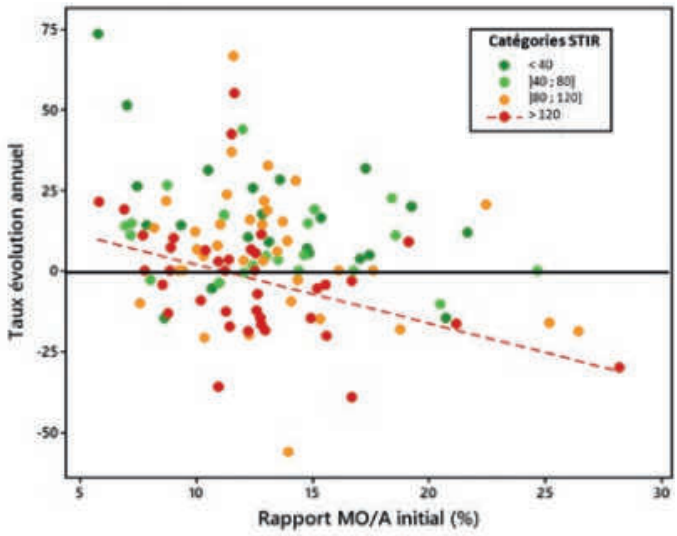
est bas. Mais lorsque le rapport s'élève, les taux d'évolution diminuent et deviennent négatifs sauf en ACS (STIR < 40) tandis que les STIR élevés produisent des taux d'émissions négatifs et négativement corrélés avec STIR. Pour un rapport Corg/argile de 10 % (MO argile 17 %), seule l'ACS offre encore des taux positifs. Séquestrer du carbone implique le non-labour si l'on veut atteindre les seuils minimaux de teneur en MO ou les maintenir. Les rares exceptions correspondent à des fumures organiques très élevées et des couverts hivernaux systématiques. Précisons enfin :

- que les exploitations en AB dans cette étude sont globalement en perte de MO – en raison de leur STIR élevé et de ses conséquences ;
- que sur notre échantillon d'exploitations, la teneur en MO sur la tranche 20-30 cm n'est pas inférieure en ACS aux autres modalités ;
- que des exploitations se déclarant en ACS sont aussi nettes émettrices de carbone depuis leurs sols : ce sont celles dont les couverts sont négligés et les pailles exportées.

La possibilité de séquestrer du carbone organique en quantité dépend donc bien de la mise en œuvre appropriée des piliers de l'ACS. Néanmoins, une transition progressive est possible lorsqu'on part de très faibles rapports MO/argile (12 % et moins), en systématisant les couverts d'automne, réduisant l'intensité du travail du sol et assurant des apports organiques. C'est la nécessité de réussir des couverts puissants qui conduira à passer au semis direct et de ce fait, de maximiser la séquestration, même pour des rapports MO/argile corrects (> 17 %).

Enfin, il ne faut pas oublier l'élément humain, la technicité et la motivation de l'agriculteur, qui se cachent derrière ces facteurs. Sur notre échantillon d'exploitations, l'ancienneté de la conversion à l'ACS et les taux de séquestration sont positivement corrélés.

Figure 6
RELATION ENTRE RAPPORT MO/ARGILE INITIAL, TAUX D'ÉVOLUTION CARBONE ET INDICE STIR



Semis direct strict : STIR < 40. Pointillés rouges : régression significative entre taux d'évolution et MO/argile, pente -1,819, p-value 0,005

Un mot sur la réversibilité

Les questions ouvertes (répartition verticale du Corg, émissions d'oxydes d'azote) demeurent à surveiller et à étudier. Mais une critique fréquente exprimée à l'encontre de l'option ACS vis-à-vis du climat est la potentielle réversibilité de la mesure. Cette question vaut sans doute pour toute approche, à commencer par la réduction des émissions, mais elle est particulièrement adressée à l'agriculture. Or il serait incohérent d'affirmer en même temps que l'ACS ne séquestre pas véritablement de carbone par rapport au labour, tout en arguant du fait que la séquestration serait réversible et en déplorant la perte de carbone suite à la pratique conventionnelle. Cette remarque un brin agacée provient du constat que l'esprit critique nous semble particulièrement stimulé dès qu'il s'agit d'agriculture, parfois au-delà du bon sens. Rappelons encore que si l'on met avant tout l'accent sur l'amélioration des sols, et notamment leur adaptation au changement climatique, les piliers de l'ACS sont également la voie indiquée, et ces critiques n'ont plus lieu d'être.

Sur le fond, la question de la réversibilité est très technique et aux limites de la connaissance. Le turnover des MO est beaucoup plus élevé en surface qu'en profondeur (Balesdent et al., 2018). Ce que montrent nos résultats (non encore publiés au niveau international), c'est que les formes dites labiles s'accumulent relativement aux formes dites stables lorsque MO/Argile > 17 %. Ce qui signifie que quelle que soit la méthode employée, il y aura des MO labiles si la séquestration est réussie. Et ceci est bénéfique pour le sol : cela stimule l'activité microbienne facteur de structuration (Naveed et al., 2016), et cela permet de protéger de l'appétit microbien, les formes organiques stables. Si l'on veut séquestrer, AC ou pas, il faut donc augmenter le pool des formes dites labiles.

Enfin, si l'ACS permet de séquestrer du carbone, la pérennité de cet effet ne dépend pas des agriculteurs mais d'une politique agricole et d'une chaîne de valeur qui garantissent des conditions de production respectueuses des agriculteurs et de l'environnement. Osera-t-on dire que ce pourrait ne pas être l'objectif ?

Teneur en carbone organique, ou stock ?

Dans cette étude, il est question de teneurs en carbone organique, soit un pourcentage de la masse du sol.

Les stocks de carbone sont évalués en masse par volume de sol. C'est donc différent, il faut une information supplémentaire pour calculer le stock à partir de la teneur : la densité apparente de la couche concernée. Il existe des méthodes simples pour y parvenir mais par souci de concision cela n'a pas été abordé ici. On pourra se référer aux publications de ces résultats dans des revues scientifiques.

Conclusions : les enjeux sont dans la qualité des sols

En 2004, l'éditeur de Science mettait en garde : *« l'érosion est un défi aussi grave que le changement climatique »*. Le rapport cité de l'IPCC (2019) a élargi ce diagnostic et la littérature spécialisée quelque peu anxiogène abonde sur le sujet. On voit à quel point le problème climatique peut être l'arbre qui cache la forêt des questions environnementales. Or lutter contre l'érosion et préparer les sols au changement climatique renvoient vers les techniques de l'ACS et la nécessité agronomique de restaurer les teneurs en carbone organique, bien au-delà des objectifs climatiques.

On sait maintenant qu'il est possible d'atteindre rapidement des taux de croissance de 10 ‰, et de viser des rapports MO/argile de plus de 17 %. On sait que cela suppose d'abandonner progressivement le labour à mesure que la teneur en MO augmente. On connaît les techniques prioritaires à développer : couverts végétaux denses et diversifiés, couverts associés etc. Les défis sont donc ailleurs : quelles mesures les cadres politiques et économiques doivent-ils prendre pour favoriser le basculement des exploitations dont les sols émettent vers des exploitations en ACS ? Quels cadres offrir pour permettre à ceux qui ont adopté l'ACS mais ne la maîtrisent pas, de progresser ? Un autre défi est posé : celui du recours aux herbicides, qui conduit à opposer de façon stérile ACS et AB. L'ABC[3] se développe, les méthodes des pionniers de l'ACS leur permettent de converger vers l'AB et réciproquement. Souhaitons que des engagements crédibles puissent être pris de ce côté-là par les partenaires de la chaîne de valeur, favorisant la réussite de ces méthodes pionnières et l'émergence de l'ABC, plutôt que de bloquer l'ensemble du système par des décisions dénuées de sens agronomique, tantôt tournées vers une priorité climatique, tantôt tournées vers une priorité sanitaire au gré des urgences perçues.

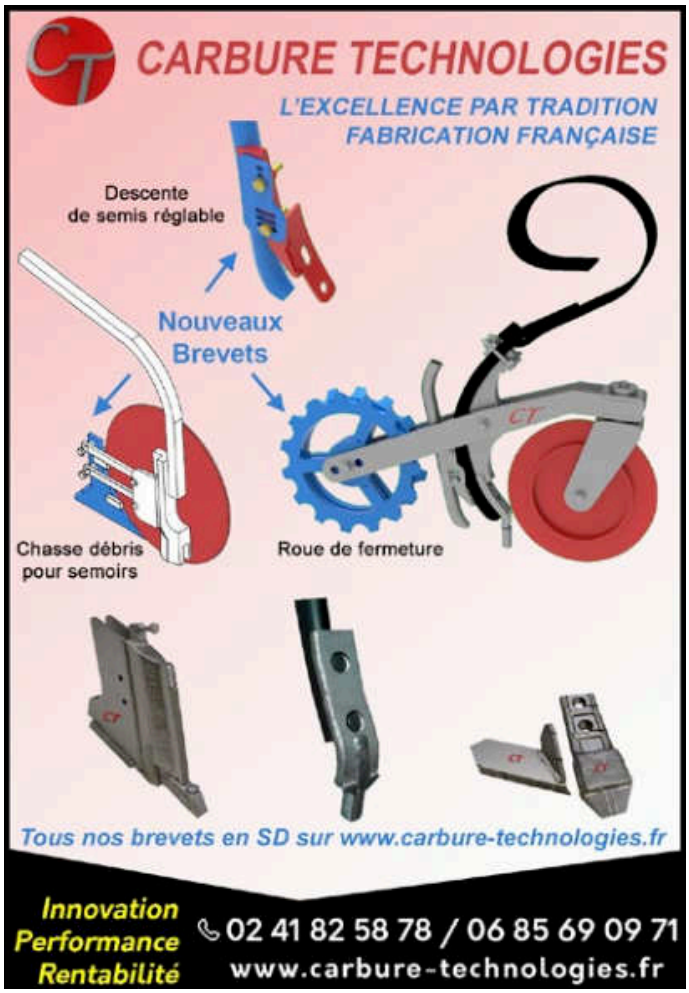
Article réalisé par... Pascal BOIVIN[1]*, Xavier DUPLA[1,2], Téo LEMAÎTRE[1], Karine GONDRET[1], Ophélie SAUZET[1] et Éric VERRECCHIA[2]

* PASCAL.BOIVIN@HESGE.CH
(1) SOLS ET SUBSTRATS, HEPIA-AGRONOMIE, 150 ROUTE DE PRESINGE, 1254 JUSSY – SUISSE
(2) FACULTÉ DES GÉOSCIENCES ET DE L'ENVIRONNEMENT, UNIVERSITÉ DE LAUSANNE, 1015 LAUSANNE – SUISSE.
LE CONTENU DE CET ARTICLE EST EXTRAIT DES ÉTUDES RÉALISÉES PAR LE GROUPE « SOLS ET SUBSTRATS » DE LA HAUTE ÉCOLE DU PAYSAGE, D'INGÉNIERIE ET D'ARCHITECTURE DE GENÈVE (HEPIA) CONDUIT PAR P. BOIVIN. ELLES ONT ÉTÉ FINANCÉES PAR LES PLANS CLIMAT DES CANTONS DE VAUD ET GENÈVE ET PRINCIPALEMENT RÉALISÉES PAR XAVIER DUPLA, TÉO LEMAÎTRE, KARINE GONDRET ET OPHÉLIE SAUZET EN COLLABORATION AVEC E. VERRECCHIA SUR LE CANTON DE VAUD. UNE BIBLIOGRAPHIE EST LIÉE À CET ARTICLE. ELLE SERA CONSULTABLE À LA MISE EN LIGNE DE CE TEXTE SUR LE SITE AGRICULTURE-DE-CONSERVATION.COM

(1) Minéralisation : consommation de la matière organique par les (micro)organismes du sol, qui est dégradée en éléments minéraux, en particulier le CO_2 (mais aussi H_2O, SO_4^{2-}, NO_3^- etc.)

(2) STIR : tous les passages mécaniques sont comptabilisés, y compris les roulements (poids aux essieux), et notés selon la profondeur et le type de perturbation, le plus fort indice étant donné au retournement (labour). Voir https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1119754.pdf. La pondération des opérations peut être adaptée. Nous avons repris le STIR adapté par Büchi, et al., 2017. Soil and Tillage Research 174, 120–129. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.07.002 et l'avons légèrement simplifié. Une simplification extrême revient à décompter la fréquence des labours, ce qui apporte moins d'information que le STIR mais va déjà dans le même sens dans notre étude (du point de vue de l'impact sur la teneur en MO).

(3) Agriculture biologique de conservation.

F. THOMAS

La stratégie colza avec plantes compagnes développée par les réseaux ACS est également un booster de diversité, de fixation d'azote et de production de biomasse d'autant plus qu'elle est de plus en plus combinée avec une légumineuse pérenne qui permet de prendre habilement le relais dès la récolte du colza et cela, sans aucun travail du sol ni même de semis. C'est certainement encore quelques tonnes de carbones supplémentaires qui se trouvent réinjectées dans le sol où elles seront très utiles. Ainsi, et comme le démontre le résultat de ces recherches et mesures réalisées en situations réelles, ce n'est pas vraiment l'arrêt du labour et du travail du sol de manière plus large qui permet de séquestrer du carbone mais l'intensification de la photosynthèse par une végétation diversifiée et adaptée aux périodes climatiques que l'ACS exige, permet et facilite.