

# Critères de certification pour les puits de carbone dans les sols agricoles

Jens Leifeld<sup>1</sup>, Adrian Müller<sup>2,3</sup> et Markus Steffens<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

<sup>2</sup>ETH Zurich, 8092 Zurich, Suisse

<sup>3</sup>Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, 5070 Frick, Suisse

Renseignements: Jens Leifeld, e-mail: [jens.leifeld@agroscope.admin.ch](mailto:jens.leifeld@agroscope.admin.ch)



L'enfouissement de carbone végétal représente une possibilité de stocker durablement du carbone organique. (Photo: Raphael Felber, Agroscope)

**Les certificats\* de CO<sub>2</sub> peuvent théoriquement être attribués pour les puits de carbone dans les sols agricoles et font l'objet de discussions dans le cadre du débat sur le climat. Mais avant que ces certificats ne puissent être délivrés, il faut s'assurer que les puits de carbone dans les sols contribuent à une réduction effective des gaz à effet de serre. Pour cela, quatre critères devraient être remplis.**

L'accord de Paris sur le climat (2015) vise à limiter le réchauffement climatique entre +1,5 et +2°C. Il est donc nécessaire de trouver des solutions qui limitent le changement climatique anthropique. L'une des principales exigences est de réduire les émissions anthropiques

nettes de gaz à effet de serre à zéro d'ici 2050. Dans la plupart des scénarios publiés dans le Rapport spécial du GIEC sur le réchauffement planétaire de 1,5 degré (GIEC 2018), les puits de CO<sub>2</sub> jouent un rôle important. Outre les puits techniques, par exemple la séparation du CO<sub>2</sub> fossile issu des processus de combustion et son stockage ultérieur dans des systèmes géologiques, les puits biologiques des écosystèmes sont essentiels: aujourd'hui déjà, les océans et les systèmes terrestres absorbent naturellement environ la moitié du CO<sub>2</sub> émis par l'homme, atténuant ainsi la hausse de la température. Toutefois, ces puits biologiques ne peuvent généralement absorber qu'une quantité limitée de CO<sub>2</sub>. Ils sont en outre réversibles, c'est-à-dire que le carbone peut à nouveau s'échapper dans l'air. À long terme, les puits ne peuvent donc constituer qu'une solution partielle et ne peuvent remplacer des réductions d'émissions substantielles.

\*Les certificats CO<sub>2</sub> sont une unité de mesure d'émissions qui sont compensées.  
Un certificat CO<sub>2</sub> correspond à une tonne de CO<sub>2</sub>. Les certificats peuvent être échangés.

Sur terre, les puits biologiques comprennent à la fois la formation de biomasse végétale et le stockage du carbone organique ( $C_{org}$ ) dans les sols. À l'échelle mondiale, le stockage de carbone organique est considéré comme ayant un grand potentiel (Paustian *et al.* 2016). L'initiative 4 pour 1000 ([www.4p1000.org/](http://www.4p1000.org/)) lancée par le gouvernement français lors de la Conférence mondiale sur le climat à Paris en 2015 s'en inspire notamment. Elle est basée sur l'idée qu'une augmentation annuelle de la teneur en carbone de tous les sols équivalant à 0,4 % (ou 4‰) des réserves existantes correspond à la quantité de  $CO_2$  issue de sources anthropiques qui s'accumule chaque année dans l'atmosphère. Si cette capacité de puits pouvait être exploitée et maintenue, l'augmentation du  $CO_2$  dans l'atmosphère et donc de la température serait ralentie.

Des certificats de  $CO_2$  peuvent théoriquement être attribués pour le stockage (séquestration) du carbone dans le sol. On se demande de plus en plus si de tels certificats ne devraient pas jouer un rôle central dans la politique climatique. Les certificats de  $CO_2$  ont été développés pour les secteurs de l'industrie et de l'énergie afin de compenser les émissions d'un pays entre les différents secteurs ou d'échanger des droits d'émission entre pays. Dans le contexte de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (ONU 1992), les certificats ont été étendus au secteur forestier. En ce qui concerne la compensation volontaire du  $CO_2$ , qui soutient les efforts privés de réduction mais ne peut être utilisée pour des engagements nationaux, il existe déjà des certificats pour le  $C_{org}$ . Toutefois, les particularités des projets de compensation fondés sur la formation de  $C_{org}$  n'ont pas encore été prises en compte, ni les conditions que ces certificats devraient remplir pour être mis en œuvre d'une manière plus respectueuse de l'environnement.

Dans cet article, quatre conditions et propriétés généralement applicables aux certificats  $CO_2$  et aux projets de compensation sont transposées à la situation des puits de carbone dans les sols et les conséquences de leur application discutées.

### 1. Puits mesurables

Le stockage du  $C_{org}$  supplémentaire doit d'abord être quantifiable et donc vérifiable, car il est destiné à compenser d'autres émissions réelles (vérifiabilité). Dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie, il est facile, par exemple, de quantifier les émissions provenant d'une certaine quantité de combustibles fossiles. La teneur en carbone des sols, en revanche, n'est pas homogène dans l'espace et est fortement influencée par le mode d'exploitation et d'utilisation des terres. La quantification de

l'enrichissement en carbone lié à un mode d'exploitation spécial implique un effort analytique considérable (par exemple, échantillonnage volumétrique répété avec mesure ultérieure des concentrations de  $C_{org}$  et de la densité de stockage du sol ou, alternativement, mesures des échanges gazeux sur plusieurs années). En outre, une variante de contrôle est nécessaire pour montrer qu'il ne s'agit pas de modifications qui surviennent indépendamment du mode d'exploitation. Étant donné qu'une même mesure peut entraîner des taux de stockage différents sur différents sites, il est difficile de généraliser les résultats. Cependant, les investigations des auteurs et de l'Observatoire national des sols en Suisse montrent également que des changements annuels de l'ordre de 0,4% peuvent être détectés par analyse s'il existe de longues séries de mesures (Leifeld *et al.* 2011; Gubler *et al.* 2019). Le premier défi peut donc être résolu, mais demande un effort métrologique considérable.

La remise en eau des sols organiques drainés représente un cas particulier. Il s'agit ici moins de créer un puits que de lutter contre une source importante et permanente de  $CO_2$ . Malgré une certaine augmentation des émissions de méthane, la remise en eau des marais est l'une des mesures de protection climatique les plus efficaces en ce qui concerne le  $C_{org}$ . Le bilan des gaz à effet de serre d'un sol organique est également beaucoup plus facile à mesurer que celui d'un sol minéral, car les sols organiques drainés émettent beaucoup plus de  $CO_2$ .

### 2. Puits à long terme

Le  $C_{org}$  stocké doit par ailleurs être stocké durablement (permanence). Cela signifie que les augmentations temporaires de  $C_{org}$  dans les sols ne contribuent pas à atteindre l'objectif, mais de nouvelles réserves doivent être maintenues durablement, c'est-à-dire au-delà de la durée du projet. Cela distingue les puits, dans lesquels le  $CO_2$  est extrait de l'atmosphère, des mesures de réduction des émissions, dans lesquelles les émissions sont directement réduites. En principe, le stockage du carbone dans les sols est réversible, ce qui signifie que le gain obtenu est toujours en danger. Cela s'applique en particulier à l'augmentation de la teneur en  $C_{org}$  dans la couche superficielle en fonction de l'exploitation du sol, par exemple par une meilleure rotation des cultures. Lorsque le mode d'exploitation a été changé, il doit donc être maintenu en permanence afin de ne pas perdre l'augmentation des réserves qu'il a entraînée. Ce sujet est connu grâce aux certificats volontaires de  $CO_2$  dans le secteur forestier, et les solutions qui y sont proposées peuvent en principe également être appliquées aux sols agricoles. Une des solutions consiste à

pratiquer des durées de fonctionnement très longues, de l'ordre de plusieurs décennies. D'autre part, des remises sont calculées lors de l'émission de certificats ou des conditions sont imposées pour qu'un certain nombre de certificats soient déposés en garantie qui ne peuvent pas être utilisés pour les compensations. Ces dernières servent à se protéger du risque que la capacité du puits soit à nouveau perdue dans le cadre d'un projet (dans le secteur forestier, par exemple, en raison d'incendies de forêt). De telles exigences ne sont pas des solutions optimales et en cas de perte de capacité du puits, rien ne serait finalement gagné pour le climat. La question de savoir si ces incertitudes sont acceptables pour les projets portant sur le stockage de  $C_{org}$  doit faire l'objet d'une discussion ouverte.

Selon l'état actuel des connaissances, il existe deux mesures qui posent relativement peu de problèmes du point de vue de la permanence:

L'apport en charbon végétal peut augmenter les réserves de  $C_{org}$  sur de très longues périodes. Le charbon végétal est très stable, ce qui s'explique par sa structure chimique. Il a donc un temps de séjour beaucoup plus long que les autres composés organiques du sol.

L'enfouissement de matériaux riches en carbone, provenant par exemple de la couche superficielle dans le sous-sol, permet de bénéficier des temps de séjour naturellement longs du  $C_{org}$  dans le sous-sol. Diverses études montrent des augmentations considérables de l'ordre de plusieurs dizaines de tonnes de  $C_{org}$  par hectare pour l'ensemble du profil pédologique. Ces deux mesures ne sont pas réversibles et sont rarement appliquées (charbon végétal) ou une seule fois (travail du sous-sol). Les effets secondaires positifs (par exemple, une plus grande résilience du site à la sécheresse) ou négatifs (par exemple, les pertes par lessivage pendant le travail du sous-sol) n'ont parfois pas encore été étudiés et devraient être pris en compte dans une évaluation globale.

### 3. Rentabilité uniquement grâce au certificat $CO_2$

Troisièmement, un projet de puits certifiable doit remplir la condition d'additionnalité. Cela signifie qu'un puits ne peut être créé que grâce à l'incitation du certificat  $CO_2$ , c'est-à-dire par exemple qu'une mesure coûteuse ne devient rentable que grâce aux revenus supplémentaires provenant de la vente des certificats. Il s'agit là d'un élément central, car les certificats de  $CO_2$  compensent les émissions qui ne doivent pas être réduites ailleurs. Si ces émissions étaient compensées par des puits, qui se constitueraient de toute manière dans le cadre d'une exploitation normale, c'est-à-dire même sans revenus supplémentaires, il n'y aurait pas d'effet additionnel

sur le scénario *Business-as-usual*. Il s'agit là d'un véritable défi pour la certification des puits de carbone, car tant dans l'agriculture que dans la sylviculture en Suisse, les mesures d'exploitation n'ont pas encore été mises en œuvre, ou tout au moins pas exclusivement, pour des raisons de protection climatique, mais sont toujours assorties d'autres avantages (par exemple mise en place de cultures intermédiaires) et stimulent des activités liées à la fertilité des sols dans le cadre de la politique agricole. De telles activités ne seraient donc pas compatibles avec la condition d'additionnalité. Le principe d'additionnalité est plus approprié pour les mesures du carbone végétal et du sous-sol mentionnées ci-dessus. Toutefois, la question de l'additionnalité doit toujours être clarifiée au cas par cas.

### 4. Pas d'externalisation des émissions de $CO_2$

Quatrièmement, une mesure doit éviter le risque d'externalisation. Il s'agit de l'externalisation à d'autres pays des émissions évitées dans le cadre d'un projet ou de l'apparition d'émissions supplémentaires le long de la chaîne de valeur en dehors des limites systémiques du projet (par exemple, dans le cas de prestations intermédiaires telles que la production d'additifs alimentaires). Pour le système pédologique, une telle externalisation se produit lorsqu'un puits est créé au détriment d'un autre puits ou même grâce à la création d'une source ailleurs. L'utilisation de compost provenant de la biomasse des champs situés en dehors des limites du système pourrait être un exemple. Cette pratique conduit localement à une accumulation de  $C_{org}$  dans le sol, mais à un déficit là où ces résidus végétaux s'accumulaient normalement et enrichissaient le sol. La mesure peut donc entraîner un appauvrissement en  $C_{org}$  sur le lieu d'origine de la biomasse. L'externalisation se produit également lorsque des terres sont reconverties (par exemple, reboisement de terres assolées), ce qui pourrait entraîner ailleurs un changement d'affectation des terres et donc une perte possible en  $C_{org}$  (par exemple, l'expansion des terres assolées pour maintenir la production alimentaire). Un changement dans la rotation des cultures peut également représenter un défi si, par exemple, une rotation des cultures qui conduit à un stockage de  $C_{org}$  plus élevé s'accompagne d'un rendement inférieur, qui devrait alors être compensé par une extension de la surface cultivée. Des indicateurs doivent encore être définis afin de comparer précisément les puits de carbone dans le sol avec la situation de départ et identifier et prévenir les externalisations. L'élément central ici est que le rendement de production ne doit pas diminuer par rapport à la situation initiale dans le cadre du projet. Une mesure



Une analyse systémique complète des sources et puits doit aussi tenir compte des pertes possibles de carbone à l'extérieur du projet: champ de soja au Brésil. (Photo: Sérgio Zacchi, 123rtf.com)

plus appropriée pour le rendement de production que le rendement des différentes cultures pourrait être la production de calories et/ou de protéines agrégées sur une région et plusieurs années. Éviter l'externalisation impose des exigences élevées quant à la définition des limites systémiques et rend indispensable un suivi scientifique étroit de ces projets.

#### Autres approches pour promouvoir le $C_{org}$ dans le sol

La Suisse connaît un intérêt croissant pour les projets de puits de carbone dans le sol. Compte tenu de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre à ce jour et des objectifs climatiques fixés, il faut s'attendre à ce que cet intérêt continue à se manifester. Du point de vue des auteurs, il est important d'évaluer soigneusement les conditions et particularités mentionnées ci-dessus avant d'identifier le potentiel et de mettre en œuvre des projets de compensation dans un cadre réglementaire ou sur un marché volontaire du  $CO_2$ . Nous tenons à souligner que l'augmentation de la séquestration du carbone dans le sol devrait absolument être encouragée, car elle a des

effets positifs évidents non seulement sur le climat mais aussi sur la fertilité des sols. En principe, nous estimons que l'utilisation des sols et l'agriculture peuvent apporter une contribution considérable à la fois à l'atténuation du changement climatique et – nous n'y reviendrons pas ici – à l'adaptation à celui-ci, et nous préconisons que ce potentiel soit pris en compte dans la politique climatique. Les observations qui précèdent montrent que les certificats de  $CO_2$  et les mécanismes de compensation constituent un instrument possible mais exigeant pour y parvenir. Il existe également d'autres approches pour promouvoir l'utilisation des sols en tant que puits de carbone, par exemple par le biais de paiements directs, de projets de gestion des ressources naturelles ou de fonds pour la fertilité des sols. Elles permettraient de créer des puits sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'additionnalité, car ils ne seraient pas utilisés pour compenser d'autres émissions. Toutefois, une analyse détaillée reste nécessaire pour déterminer quels instruments politiques conviennent le mieux pour promouvoir le rôle des sols en tant que puits de carbone. ■

#### Bibliographie

- Gubler A., Wächter D., Schwab P., Müller M., Keller A., 2019. Twenty-five years of observations of soil organic carbon in Swiss croplands showing stability overall but with some divergent trends. *Environmental Monitoring and Assessment* **191**, 277. Accès: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7435-y> [4.6.19].
- IPCC, 2018. Global Warming of 1.5°C. Special Report. The Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC, Genève. Accès: <https://www.ipcc.ch/sr15/> [4.6.19].
- Leifeld J., Ammann C., Neftel A. & Fuhrer J., 2011. A comparison of repeated soil inventory and carbon flux budget to detect soil carbon stock changes after conversion from cropland to grasslands. *Global Change Biology* **17**, 3366–3375.
- Paustian K., Lehmann J., Ogle S., Reay D., Robertson G. P. & Smith P., 2016. Climate-smart soils. *Nature* **532**, 49–57.
- UN, 1992. Rahmenabkommen der vereinten Nationen über Klimaänderungen. UNFCCC Secretariat, Bonn. Accès: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf> [4.6.19].