

Les cultures intermédiaires multiservices : un levier pour atténuer les changements climatiques

Les cultures intermédiaires multiservices peuvent apporter de nombreux bénéfices à l'agriculture en recherche de solutions responsables et durables. Plusieurs services sont reconnus depuis longtemps mais d'autres, comme l'effet refroidissant sur le climat, émergent tout juste.

Les cultures intermédiaires, implantées entre deux cultures principales de vente, rendent des services écosystémiques en agissant sur l'eau, l'air, le sol et la biodiversité. Pour souligner la pluralité de ces actions, les scientifiques préfèrent aujourd'hui les appeler cultures intermédiaires multiservices (Cims). Leur capacité à améliorer les propriétés du sol est déjà bien connue : mobilisation et recyclage des éléments nutritifs, structuration du sol, lutte contre l'érosion hydrique et éolienne, entretien de la matière organique, augmentation de la vie biologique du sol ou encore séquestration du carbone. Mais ce n'est pas tout : des études récentes montrent que les Cims peuvent influencer le climat au travers d'effets biogéochimiques et biophysiques refroidissants.

Des effets biogéochimiques solides

Sur les cycles biogéochimiques, les effets des Cims peuvent être directs, sur le stockage du carbone et la réduction des émissions de CO₂ ou de N₂O, ou indirects, par une réduction des besoins en fertilisation azotée et des pertes de nitrates. La biomasse des Cims enfouies est riche en composés solubles, relativement riche en azote et pauvre en lignine. Elle se décompose donc rapidement, avec une vitesse de minéralisation élevée. Jusqu'à très récemment, on pensait que ce phénomène entraînait une faible stabilisation ou humification de leur matière organique dans le sol. Or de nouvelles

études, menées au laboratoire en incubateurs ou in situ dans les champs, prouvent que cette hypothèse est fautive. En réalité, le taux de stabilisation dans le sol du carbone provenant des Cims est similaire à celui des résidus de récolte de type paille, plus riches en lignine.

Concrètement, les quantités de carbone stockées, induites par les Cims, oscillent entre 320 et 376 kg C/ha/an, selon les dernières synthèses bibliographiques et méta-analyses sur des expérimentations au champ, tous milieux confondus. Sur une durée de 15 ans, dans un climat tempéré comme celui de la France, l'enfouissement des Cims permet un stockage additionnel de 292 kg C/ha/an. Celui-ci est efficace puisque 33 % en moyenne du carbone apporté est stabilisé, soit une valeur similaire à celle calculée pour la paille de céréales. Cependant, il peut y avoir une forte hétérogénéité. En plein champ, la levée et la croissance des Cims ne sont pas forcément homogènes sur l'ensemble de la parcelle ni d'une année sur l'autre. Et donc le stockage du carbone induit aussi. Il semblerait également que plus la durée d'implantation de la culture intermédiaire est longue, plus sa capacité à favoriser la fixation du CO₂ est grande.

Un bilan GES amélioré

En ce qui concerne les émissions de N₂O, les Cims conduisent à une très légère augmentation, de l'ordre de 0,05 kg N-N₂O/ha/an, dans l'année qui suit l'implantation, comparativement à un sol nu. Cette valeur est négligeable au regard de la séquestration du carbone dans le

sol, puisqu'elle est équivalente à 23 kg CO₂ eq/ha/an⁽¹⁾. Il en est de même pour les émissions liées au semis et à la destruction des couverts, évaluées à seulement 27 kg CO₂ /ha/an. Au final, le bilan gaz à effet de serre (GES) des parcelles avec Cims est amélioré en moyenne de 1123 kg CO₂ eq/ha/an, soit 306 kg C de CO₂ eq/ha/an, par rapport à une parcelle dont le sol est laissé nu à l'interculture. Les cultures intermédiaires ont donc un effet refroidissant sur le climat, parce qu'elles enlèvent du CO₂ à l'atmosphère. Toutefois, plusieurs effets à long terme n'ont pas été pris en compte. Le stockage du carbone diminue avec le temps. Il va se produire un effet saturation et une réduction du stockage annuel de carbone, ce qui limitera la portée de l'amélioration du bilan GES sur le long terme. Il faudrait aussi tenir compte de deux autres phénomènes favorables à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Tout d'abord, la présence de Cims diminue le lessivage des nitrates et entraîne une baisse des émissions de N₂O. Ensuite, la mise en place régulière de ces cultures augmente le stockage d'azote organique et sa minéralisation annuelle. Par conséquent, les apports de fertilisants azotés doivent être réduits. Comme leur production et leur épandage sont sources de gaz à effet de serre, le bilan GES sera meilleur.

Des propriétés biophysiques modifiées

Les Cims peuvent également contribuer à atténuer les changements climatiques en jouant sur les propriétés biophysiques

des parcelles. La mise en place d'un couvert intermédiaire influe le bilan radiatif, car il change l'albedo, qui est la quantité de rayons solaires réfléchis par la surface, et modifie le rayonnement infrarouge thermique émis par cette surface. Les plantes utilisées comme Cims présentent souvent un albedo supérieur à celui d'un sol nu. La mise en place d'une culture intermédiaire augmente l'albedo de la parcelle : une plus grande part du rayonnement solaire est réfléchi et repart dans l'atmosphère. Dès lors, la quantité d'énergie disponible à la surface pour chauffer le sol, l'air et évapotranspirer de l'eau diminue, ce qui a un effet refroidissant sur le climat.

Celui-ci n'est pas systématique, les variations de l'albedo étant comprises entre - 3 % et + 20 %. Dans le cas de sols très clairs, calciques par exemple, dont l'albedo est élevé, l'implantation d'une Cims à l'albedo trop faible peut provoquer un petit effet réchauffant. Il semble aussi

que les Cims ont des albedos différents selon leur type de développement et que, pour une même espèce, les types de sols engendrent des variations différentes. Mais excepté le cas des sols très clairs avec un couvert à faible albedo, un effet refroidissant des Cims par accroissement de l'albedo de la parcelle est généralement admis. Il peut être assimilé à un piégeage équivalent de CO₂ atmosphérique. Selon les études disponibles, l'effet représente, en moyenne, l'équivalent d'un stockage de carbone compris entre 124 et 720 kg C/ha/an.

L'autre effet biophysique radiatif induit par la présence d'une Cims porte sur la modification des températures de surface et sur le rayonnement infrarouge thermique émis par la parcelle, qui interagit avec les gaz à effet de serre. La dynamique et l'intensité de cet effet sont similaires à l'effet refroidissant de l'albedo. Ces effets albedo et sur le rayonnement infrarouge des Cims diminuent la quantité d'énergie

disponible à la surface par rapport à un sol nu, et réduisent la température dans les 5 premiers centimètres du sol d'environ 2,5°C. La baisse de la température du sol peut ralentir la vitesse de minéralisation, et donc jouer sur la dégradation de la matière organique et, au final, influencer les cycles biogéochimiques.

Des travaux à poursuivre

Les Cims ont également un effet non radiatif en intervenant sur la façon dont l'énergie disponible, restée à la surface, sera répartie ou consommée. Celle-ci peut servir à la photosynthèse (moins de 3 %), à l'évapotranspiration et à la production de flux de chaleur. Une culture intermédiaire multiservices augmente l'évapotranspiration : la surface d'échange gazeux est plus grande grâce au feuillage, et le système racinaire permet à la plante d'accéder à des réserves en eau plus profondes que celles de l'horizon de surface touché par l'évaporation. Une part plus importante de l'énergie disponible en surface est consommée pour vaporiser l'eau. À l'inverse, les flux de chaleur sensible, c'est-à-dire la quantité de chaleur transportée de la surface vers l'air, sont réduits. Ces deux phénomènes tendent à refroidir le climat. Si l'impact sur le climat global est difficile à quantifier, des mesures sur des lieux d'expérimentation ont montré qu'il est possible d'atteindre une baisse de 0,5°C en termes de température ressentie au niveau local. Plus la Cims est présente tôt en été, plus l'effet refroidissant est important. Des travaux sur les choix des espèces, les modalités et la durée d'implantation restent à entreprendre. Des outils d'analyses multicritères pour étudier conjointement les différents effets doivent être élaborés afin de mieux exploiter les processus biogéochimiques et biophysiques. Mais la capacité des Cims à refroidir le climat est bien réelle et mérite d'être soulignée.

Sabine Bulot

CIMS : LE CHANGEMENT D'IMAGE DES CULTURES INTERMÉDIAIRES

Les services recherchés par la mise en place de cultures intermédiaires à l'interculture ont suivi l'évolution des préoccupations des agriculteurs. On est passé de la notion d'engrais vert à celle de culture piège à nitrates (Cipan), pour arriver aujourd'hui au concept de multi-services écosystémiques. Ces cultures agissent sur l'agro-écosystème. Elles participent à la structuration du sol, à la réduction de l'érosion, au stockage du carbone et de l'azote organique, au contrôle des ravageurs, des maladies, des mauvaises herbes, à l'augmentation de la vie biologique du sol et à l'atténuation des changements climatiques. Elles servent aussi de réserves fauniques et permettent la diversification de la rotation et du paysage. Les scientifiques ont donc jugé plus approprié de les appeler cultures intermédiaires multi-services, ou Cims, afin de mieux mettre en évidence l'étendue de leurs possibilités d'action. Ils les ont sorties de la seule notion de Cipan, souvent liée à

une contrainte réglementaire, et ont changé positivement leur image. Plus d'une quarantaine d'espèces de crucifères, de graminées, de légumineuses, de composées et, dans une moindre mesure, d'autres espèces peuvent être employées comme Cims. Toutes n'ont pas les mêmes fonctions. Pour optimiser les impacts positifs des Cims et cumuler leurs services, il faut concevoir de réels itinéraires techniques, en travaillant sur le choix des espèces et de leurs mélanges, et sur leurs modes de gestion, en fonction des enjeux locaux du système de production et des conditions pédoclimatiques. L'utilisation des espèces et des techniques doit être adaptée à la situation. Fin 2017, l'Inra a consacré aux Cims un carrefour de l'innovation (CIAg) afin de dresser un panorama des connaissances actuelles sur leur fonctionnement, les services qu'elles peuvent rendre, leur intégration dans les systèmes de production, leur place dans l'agroécologie et l'agriculture de demain.

(1) Les émissions des gaz sont converties en équivalent CO₂ en prenant en compte leur potentiel de réchauffement global respectif. CO₂ eq = CO₂ équivalent / C eq = C de CO₂ équivalent.