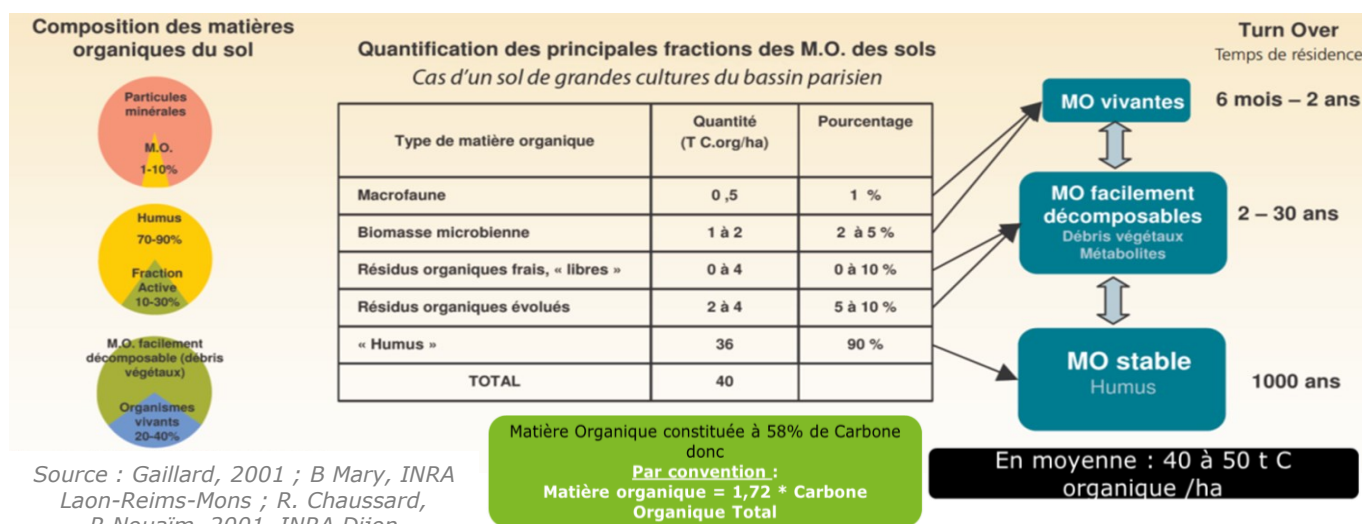


IMPACTS DE LA MÉTHANISATION SUR LES SOLS AGRICOLES

Qu'est-ce qu'un sol ?

- Une partie minérale (sables, limons, argiles) provenant de la dégradation des roches,
- Une partie organique, issue des feuilles, racines et organismes vivants qui se décomposent,
- Un milieu qui accueille : eau, air et vie du sol (indispensables au développement des plantes),
- Un système en évolution permanente influencé par le climat, la végétation et les activités humaines.



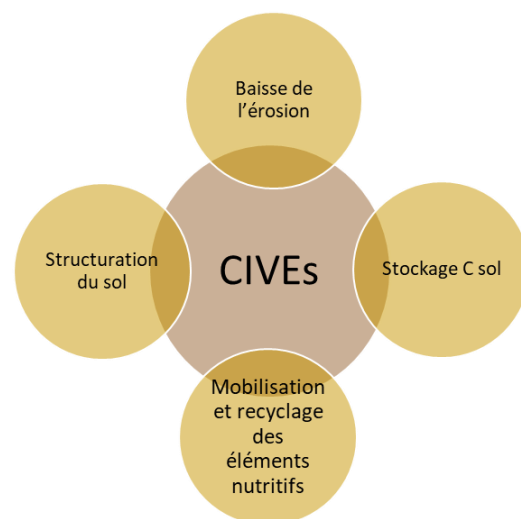
Impacts des travaux liés à la méthanisation sur le tassement des sols

La récolte des CIVE et l'épandage de digestats génèrent un risque de tassement des sols principalement lié aux charges à l'essieu, au nombre de passages et à l'état hydrique du sol, comme le souligne l'étude RECITAL d'ARVALIS. Les interventions réalisées sur sols insuffisamment ressuyés entraînent une réduction de la macroporosité, une augmentation de la densité apparente et peuvent affecter durablement la circulation de l'eau et l'enracinement des cultures suivantes. Le risque est particulièrement marqué sur les horizons superficiels lors des épandages hivernaux ou de fin d'hiver.

Des solutions existent pour limiter ces impacts. La première est d'intervenir sur des sols suffisamment ressuyés, utiliser des pneus basse pression par exemple. Pour l'épandage des digestats des épandages sans tonnes sont de plus en plus utilisés avec des rampes grandes largeurs limitant ainsi le nombre de passages.

Impact des CIVE sur les sols

Les CIVE se substituent aux intercultures classiques. Elles peuvent être mises en place aussi bien entre deux cultures d'hiver, qu'entre une culture d'hiver et une culture de printemps. Cet ajout de "cultures" dans la rotation, permet une couverture du sol plus longue et plus fréquente, et contribue directement à l'amélioration de la structure du sol. Le développement racinaire des CIVE favorise la création de macroporosité, et améliore la stabilité structurale des horizons de surface. La présence continue de racines vivantes stimule l'activité biologique et participe à la formation d'agrégats plus stables.



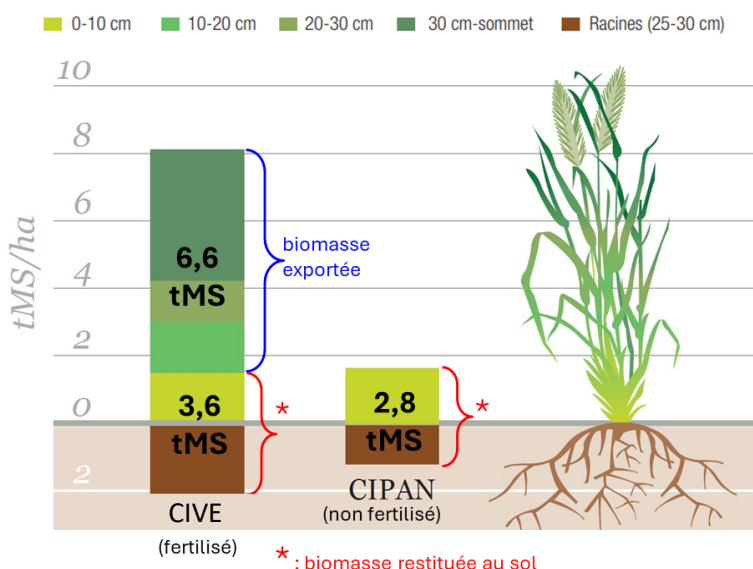
Financé par

Impact des CIVE sur le bilan humique

Contrairement à une idée répandue, ce ne sont pas les plantes qui consomment le carbone du sol, mais principalement les micro-organismes du sol (bactéries, champignons, faune du sol) qui le décomposent pour assurer leurs fonctions biologiques. Les plantes jouent au contraire un rôle central dans l'amélioration du bilan humique : par leurs résidus, leurs racines et leurs exsudats, elles alimentent l'activité biologique et contribuent à la formation et au renouvellement de l'humus. Ainsi, maintenir ou augmenter la couverture végétale constitue un levier essentiel pour préserver, voire accroître, le stock de carbone organique des sols.



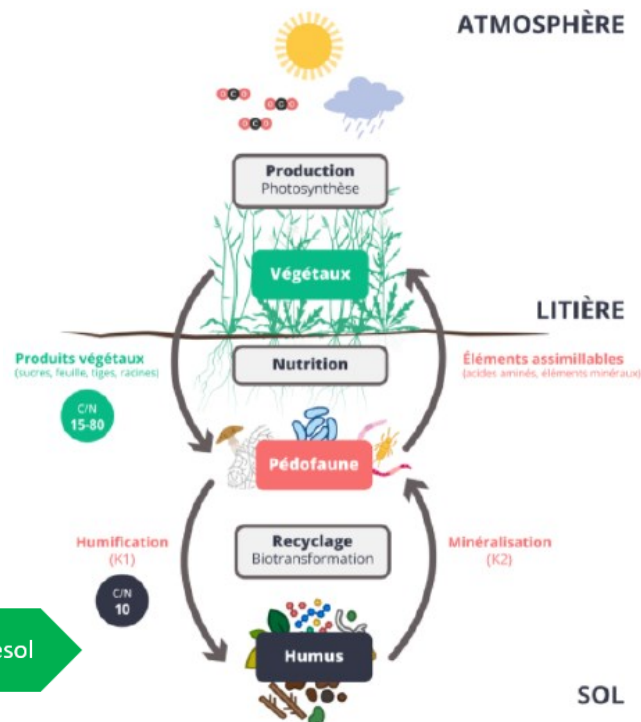
Succession culturale généralement rencontrée en Centre Val de Loire (CRACVL)



Biomasse aérienne et racinaire des CIVEs et CIPANs (MARSAC, 2019)



Les CIVE constituent un levier intéressant pour améliorer durablement la structure et le fonctionnement biologique des sols, grâce à une couverture prolongée, un développement racinaire important et des apports accrus de carbone, renforcés par l'association avec des digestats. Toutefois, leur mise en place ne doit pas conduire à une généralisation exclusive au détriment des intercultures restituées au sol. Le maintien d'intercultures dédiées à la restitution directe de biomasse reste indispensable pour fournir de la matière organique fraîche, riche en carbone labile, essentielle à l'activité microbienne et aux processus de structuration du sol.



Cycle de la fertilité des sols (Triple performance)

Contrairement aux CIPAN, les CIVE d'hiver, grâce à une durée d'implantation plus longue et à une croissance généralement vigoureuse liée à leur fertilisation, favorisent un apport accru de carbone au sol par l'intermédiaire d'un système racinaire plus développé.

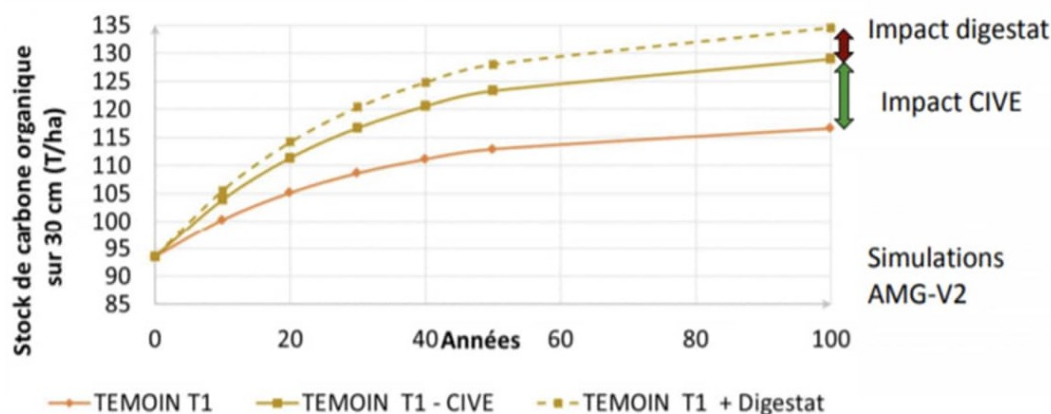
Les exsudats racinaires, le renouvellement des racines fines ainsi que la décomposition des racines sénescentes constituent une source directe de substrats pour les micro-organismes du sol et contribuent, à terme, à l'amélioration de sa structure.

Bien que les CIVE soient récoltées, une fraction de la biomasse demeure au champ : les chaumes, généralement hauts de 7 à 10 cm, participent également à l'apport de carbone au sol.

Impact des digestats sur le bilan humique

L'apport de digestat sur une CIVE renforce l'enrichissement du sol en carbone organique. Comme le montre la figure ci-dessous, l'introduction d'une CIVE augmente progressivement le stock de carbone du sol par rapport au témoin. L'association CIVE-digestat accentue cette dynamique à long terme, traduisant un effet cumulatif entre les apports organiques du digestat et les restitutions de biomasse de la CIVE, contribuant ainsi à l'amélioration durable du fonctionnement biologique et de la structure du sol.

*Impact de l'introduction
d'une CIVE sur le stock de
carbone organique
(CHAVASSIEUX, 2019)*



Exemple d'un bilan humique

La rotation étudiée comprend blé tendre – orge – tournesol avec une CIVE implantée entre l'orge et le tournesol, une fois tous les trois ans dans des sols limono-argileux de 60cm de profondeur à 2% de MO. La CIVE produit 9 t MS/ha, dont 8 t MS/ha sont récoltées pour la méthanisation. Les chaumes de CIVE (1 t MS/ha) restent en place et sont restitués au sol. En lien avec cette CIVE, un apport de digestat de 5 t MS/ha est réalisé une fois par rotation. Les pailles de céréales et les résidus de tournesol sont intégralement restitués.

Les restitutions de résidus constituent une première source d'apports humiques. Les pailles de blé et d'orge, ainsi que les résidus de tournesol, contribuent à l'entretien du stock de matière organique. Bien que la CIVE soit récoltée, les chaumes laissés au champ participent également aux apports de carbone.

Sur l'ensemble de la rotation, ces restitutions représentent 3,28 t d'humus stable par hectare, soit 1,10 t/ha/an.

Résidus restitués	Quantité (t MS/ha)	K ₁
Paille de blé (70 qx)	4,5	0,15
Paille d'orge (60 qx)	4,0	0,15
Résidus de tournesol	3,0	0,20
Chaumes de CIVE	1,0	0,15
Digestat	5	0,25

En fonction du type de sols et du taux de matière organique, le stock d'humus correspondant est d'environ 168 t/ha. En appliquant un coefficient annuel de minéralisation de 1,5 %, et en considérant la fraction active de la matière organique, les pertes par minéralisation sont estimées à environ 0,75 t d'humus par hectare et par an.



En comparant la rotation avant et après introduction d'une CIVE, le résultat passe d'un bilan négatif perte de matière organique (0,62-0,75) à un bilan positif (1,10-0,75)

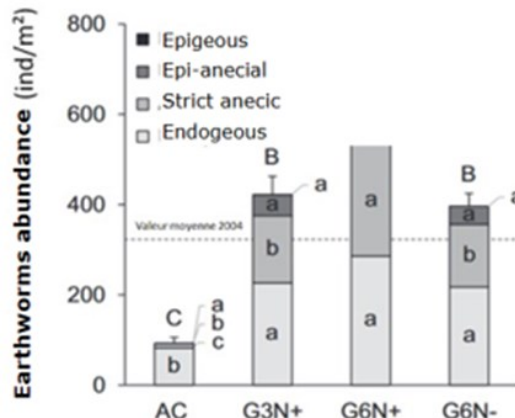
Financé par

Impact de la fertilisation des CIVE sur la vie des sols

La fertilisation des CIVE constitue, dans un 1^{er} temps, un levier agronomique nécessaire pour assurer une croissance suffisante de la culture et atteindre des niveaux de rendement compatibles avec les objectifs de production de biomasse. En particulier pour les CIVE d'hiver, la disponibilité en azote conditionne fortement la vigueur de la culture, le développement du système racinaire et, in fine, la quantité de biomasse produite et récoltable.

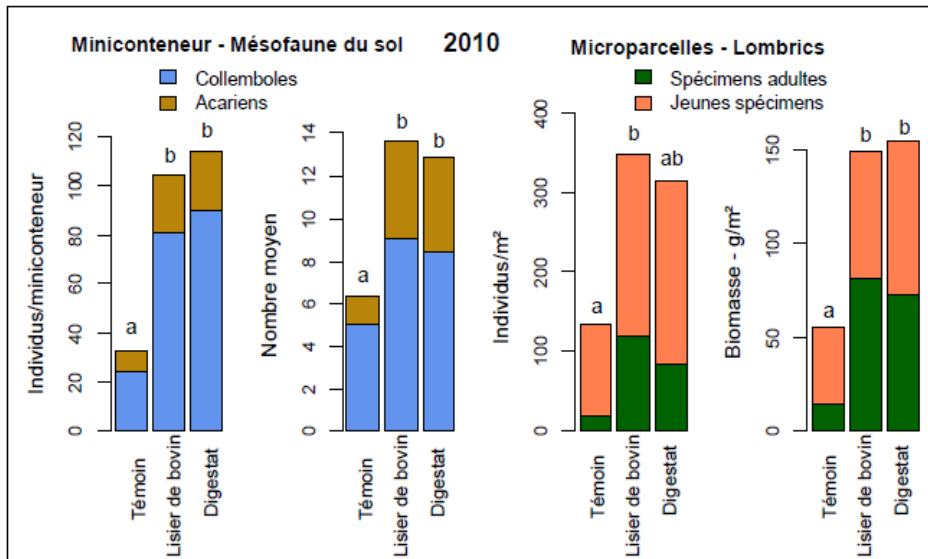
Toutefois, les résultats présentés montrent que les modalités de fertilisation azotée n'ont pas toutes le même effet sur l'abondance des vers de terre. Si les modalités G6N- et G3N+ présentent des niveaux comparables, la modalité G6N+ se distingue par une abondance plus élevée que G6N-. Cela suggère que la fertilisation azotée agit principalement de manière indirecte, en favorisant la production de biomasse, la couverture végétale et la continuité racinaire, plutôt que par un effet direct de l'azote minéral sur la macrofaune du sol.

Ainsi, la fertilisation minérale des CIVE ne semble pas avoir d'impact négatif significatif sur les populations de vers de terre et peut, au contraire, contribuer à leur amélioration en prolongeant la présence des racines, notamment lorsqu'elle est associée à un travail du sol réduit.



AC : 6 années de cultures fertilisées
G3N+ : 3 années de prairie fertilisée + 3 années de cultures annuelles fertilisées en précédent
G6N+ : 6 années de prairie fertilisée
G6N- : 6 années de prairie peu fertilisée

Abondance moyenne des vers de terre selon les systèmes de culture et de fertilisation en mars 2011 dans la région de Poitiers (Hoeffner et al., 2021).



Effet des digestats sur la faune du sol (Bayern Biogas Forum)

Au-delà de son rôle fertilisant, le digestat contribue ainsi à renforcer les interactions biologiques et les processus de structuration du sol.



La fertilisation azotée minérale ou organique n'a pas d'effet négatif démontré sur la vie du sol, notamment sur les populations de vers de terre. Les digestats permettent même d'améliorer significativement la biodiversité du sol. En assurant continuité racinaire, protection physique et enrichissement en carbone organique, la couverture prolongée des sols, la réduction du travail du sol et l'apport de matière organique jouent un rôle clé. **Ainsi, bien que fertilisée, l'implantation de CIVE avec une présence sur les sols plus longue que la plupart des CIPAN permet de renforcer durablement la vie des sols.**

Financé par