



I/ Définition et avantages écosystémiques des CIMSE

Décembre 2019

Table des matières

1.	DEFINITION DES CIMSE	2
2.	LES CIMSE ET LE BIOMETHANE	2
3.	LES PERIODES DE CULTURE DES CIMSE	3
4.	LE ROLE DE STOCKAGE DE LA MATIERE ORGANIQUE ET CARBONE DANS LE SOL	4
5.	INTERET POUR LA BIODIVERSITE	9
6.	RECUPERATION DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE EXCEDENTAIRE.....	9
7.	LIMITATION DE L'EROSION DES SOLS	10
8.	CIMSE ET FOURRAGES.....	11

1. Définition des CIMSE

Les CIMSE ou Cultures Intermédiaires à Multi-Services Environnementaux, souvent nommées CIPAN (piège à nitrate) ou couverts végétaux (agriculture de conservation des sols) ou CIVE, sont des cultures semées en inter-culture pour produire différents services écosystémiques aux exploitants agricoles :

- 1) Recyclage des éléments minéraux (N, P, K, S, etc.),
- 2) Couverture des sols (anti-érosion),
- 3) Gestion des adventices (par étouffement), et des ravageurs,
- 4) Stockage de matière organique et carbone dans les sols,
- 5) Et production de biométhane.

Les cultures intermédiaires bénéficient, de plus, d'une définition officielle depuis 2016 par décret ¹ :

“ culture principale ” : la culture d'une parcelle qui est :

- soit présente le plus longtemps sur un cycle annuel ;
- soit identifiable entre le 15 juin et le 15 septembre sur la parcelle, en place ou par ses restes ;
- soit commercialisée sous contrat ;

“ culture intermédiaire ” : culture qui est semée et récoltée entre deux cultures principales

2. Les CIMSE et le biométhane

Le poids des CIMSE est important dans le potentiel de méthanisation en France mentionné dans les différents scénarios du potentiel biométhane en France :

- Dans le scénario ADEME 2013 (**horizon 2030**) : **11,5%** du gisement était produit par des CIMSE soit 6,5 TWh sur 56 TWh (l'ensemble des gisements agricoles représentait alors 92% du potentiel) ;
- Dans le nouveau scénario 100% gaz renouvelable (**horizon 2050**) : **41%** du gisement était produit par des CIMSE, soit 51 TWh sur 149 TWh (l'ensemble des gisements agricoles représente 96% du potentiel).

➤ ¹ Décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016 pris pour l'application de l'article L. 541-39 du code de l'environnement

3. Les périodes de culture des CIMSE

On distingue deux grandes catégories de Cultures Intermédiaires à Multi-Services Environnementaux (CIMSE) selon leur période d'implantation (semis) :

- Les CIMSE dites « d'été » semées, après la récolte d'une culture principale qui finit son cycle cultural en début de l'été au plus tard (Orge d'hiver – Escourgeons).



Figure 1 : Orge d'hiver

- Les CIMSE dites « d'hiver » sont un précédent cultural d'une culture de printemps (comme le tournesol, le sorgho, l'orge de printemps, la betterave, la pomme de terre, le soja), c'est-à-dire qu'elles sont semées à l'automne et récoltées avant le semis de ladite culture.

A titre d'exemple, on peut citer comme espèces :

- Pour les CIMSE d'été : maïs, sorgho, tournesol, avoine, moha, ray grass, mélanges (Avoine/pois, Avoine/vesce/pois, Moha/trèfle d'alexandrie, Trèfle/moha)
- Pour les CIMSE d'hiver : Ray-grass, Seigle forestier, Triticale, Mélange avoine / seigle, Colza, Féverole,



2010 – calendrier d'implantation des CIMSE

	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Colza																			
Blé dur																			
Blé tendre d'hiver																			
Orge d'hiver																			
Orge de printemps																			
Blé tendre de printemps																			
Pois																			
Tournesol																			
Maïs fourrage																			
Maïs grain																			
Betterave																			
Pomme de terre																			

4. Le rôle de stockage de la matière organique et carbone dans le sol

De manière simplifiée, le carbone joue **deux rôles essentiels pour les sols** :

- D'une part, il participe à la structuration du sol : c'est le **rôle de l'humus**, constitué de matières organiques à chaînes longues, peu biodégradables ;
- D'autre part, il sert de nourriture (d'énergie) aux organismes présents dans le sol.

Les matières organiques présentes dans le sol peuvent être qualifiées de « stables » ou de « labiles » (on parle également de carbone " actif "), en fonction de leur vitesse potentielle de biodégradation.

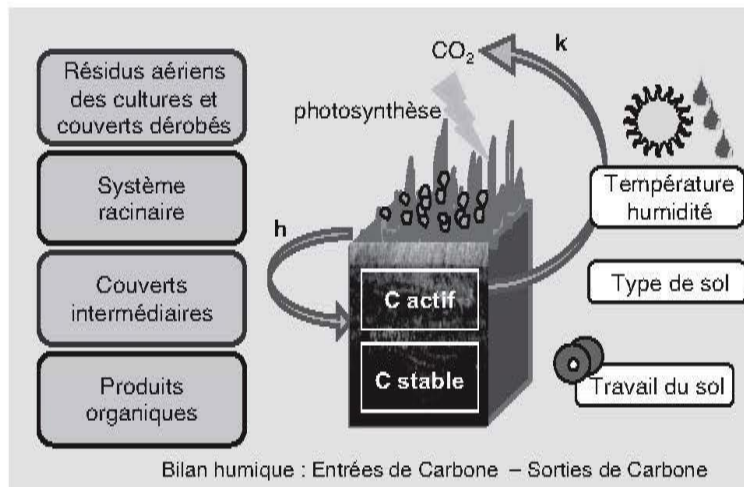
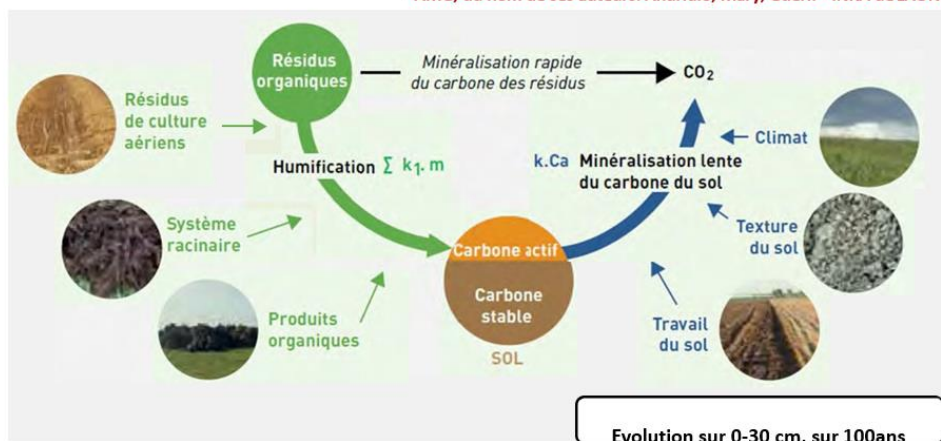


Figure 2 - Paramètres de l'équation de bilan humique selon le modèle AMG (selon Agro-Transfert)

Comment appréhender l'impact des pratiques culturales sur le stock, la teneur ou la répartition du C dans le sol

Un modèle simple de calcul de bilan humique à la parcelle : AMG*

*AMG, du nom de ses auteurs: Andriulo, Mary, Guérif - INRA de LAON



Modèle de référence français,
à la fois simple et performant calibré sur l'ensemble des
essais de longue durée français

Figure 3 – Impact des pratiques culturales sur le carbone du sol - Etude OptiCive

La teneur en carbone dans les sols est le résultat de la balance « apports – consommation ». Les matières organiques sont apportées par le système racinaire de la végétation en place, par les résidus de cultures laissées sur place, ou par les apports de matières organiques telles que les déjections d'élevage, les digestats, compost, etc. La consommation est liée à l'activité des organismes du sol. Elle est modulée par les conditions climatiques (température et humidité) qui freinent ou accélèrent les processus biologiques, ainsi que par les pratiques culturales (labour ou inversement techniques culturales simplifiées) qui accélèrent la mise en contact de la matière organique avec l'oxygène de l'air, et donc les processus de biodégradation.

- Prélèvements « nets » vs. « bruts »

Les prélèvements de biomasse réduisent donc le terme « apport » du bilan carbone. Il convient de distinguer les prélèvements « bruts » (exportation sans retour au sol) des prélèvements « nets » (exportation puis retour des matières restantes). Les usages de la biomasse en alimentation, en matériaux ou en combustion, correspondent à des prélèvements bruts. **Les usages en méthanisation avec restitution du digestat correspondent à des prélèvements nets.**

Le solde carbone des prélèvements nets dépend du taux de retour du carbone, et de la nature du carbone restitué. En méthanisation, le taux de retour du carbone varie de 60 % (pailles de céréales) à 40 % (matières végétales fraîches, de type CIMSE). En outre, le carbone restitué contient la totalité de la fraction stable du carbone.

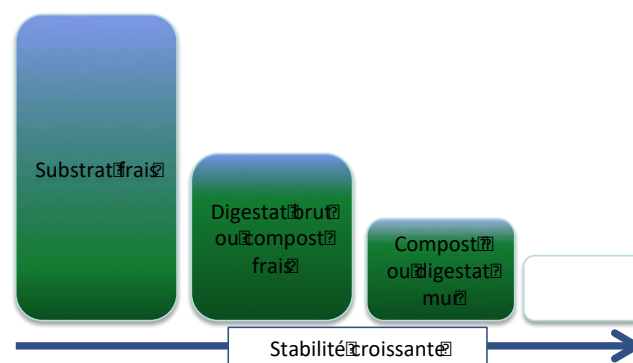


Figure 4 - Stabilité de la matière organique en fonction de sa teneur relative en matières stables / matières labiles

- Impacts sur le carbone stable

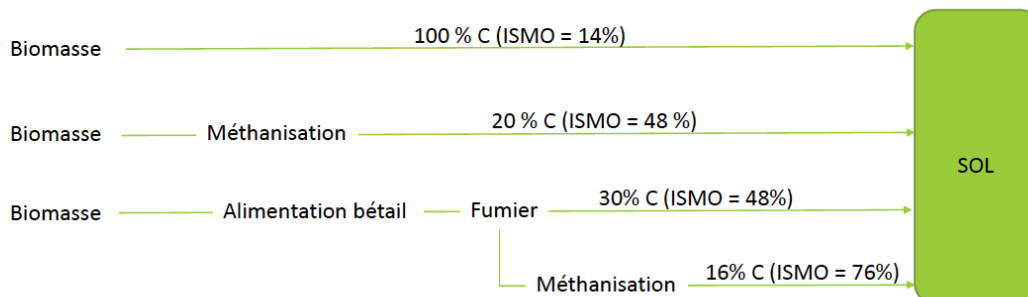
Différentes simulations ont été effectuées pour comparer les usages potentiels de fourrage sur le carbone du sol à long terme : broyage sur place (engrais verts), restitution après méthanisation, (digestat issu des fourrages), utilisation en alimentation animale (épandage de fumier), restitution du fumier digéré.

⇒ **Quelle que soit la voie choisie, la quantité de carbone stable dans le sol reste proche.**

En réalité, chaque système (système digestif des animaux, des méthaniseurs ou des organismes du sol) dégrade la même fraction de la matière organique et **laisse intacte la fraction la plus stable** et la moins facilement biodégradable. Le passage par le stade méthanisation – soit directement des fourrages, soit des fourrages déjà partiellement digérés par les ruminants – ne change le bilan qu'à la marge².

➤ ² Thomsen I. Carbon dynamics and retention in soil after anaerobic digestion of dairy cattle feed and faeces. Soil Biology and Biochemistry, Nov. 2012.

APPLICATION A LA SIMULATION DE L'IMPACT DE LA METHANISATION SUR LA DYNAMIQUE DE LA MOS



La dynamique de la MOS ne se trouverait pas affectée, sur le long terme, par l'introduction de la méthanisation

Thomsen et al., 2013

Figure 5 - Impact de la méthanisation sur la MOS des sols³

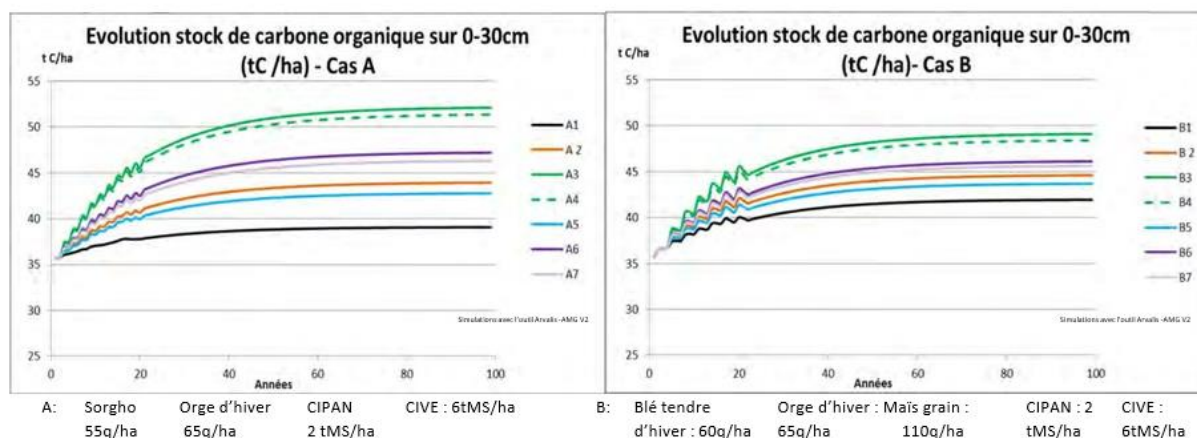
MOS : Matière Organique Stable

ISMO : Indice de Stabilité de la Matière Organique

Les organismes présents en méthanisation ne sont pas capables de dégrader la lignine, principale source de formation d'humus. **Aussi, la perte de carbone au cours de la digestion anaérobie ne modifie pas la quantité de carbone restant.** Au contraire l'étude plus récente OptiCives réalisée par Arvalis et présentée en juin 2019 confirme que **les rotations de cultures en y intégrant des CIMSE augmentent le stock carbone dans le sol.**

➤ ³ Safya Menasseri-Aubry dans « Place de la méthanisation dans la gestion de la matière organique à l'échelle de l'agrosystème », 16 septembre 2016, SPACE

Effet rotation



CIPAN (ou CIVE) 1 an sur 2

CIPAN (ou CIVE) 1 an sur 3

-> Les tendances sont les mêmes quelle que soit la rotation
-> quasiment les mêmes quantités de carbone stockées : les restitutions apportées par les cultures de la rotation B compensent une présence moins importante de couverts dans cette rotation.

Figure 6 – Effet de la rotation sur le stock de carbone dans le sol - Etude Arvalis – OptiCive - Juin 2019

EFFET DE LA METHANISATION SUR LA MO

Peu d'informations disponibles à partir d'essais de longue durée

2 études menées en Allemagne (Möller, 2009; Bachmann et al, 2014) sur sols limoneux et sablo-limoneux avec 1,8 et 2,5 % de MO initiale



Pas de différences significatives entre des stratégies de restitutions d'effluents bruts et résidus de cultures et des restitutions d'un digestat de ces mêmes mélanges, au bout de 3 et 4 ans

Le carbone perdu pendant le procédé de digestion anaérobique est compensé par une moindre dégradation du carbone restant (Möller, 2015)

Figure 7 - Impact de la méthanisation sur la MO⁴

➤ ⁴ Safya Menasseri-Aubry, id.

Le schéma suivant démontre que si la proportion azote organique / azote minéral du sol évolue avec la méthanisation, la part de carbone du sol n'est pas affectée. De plus, la méthanisation permet le captage du méthane qui se diffuserait dans l'atmosphère sans méthanisation.

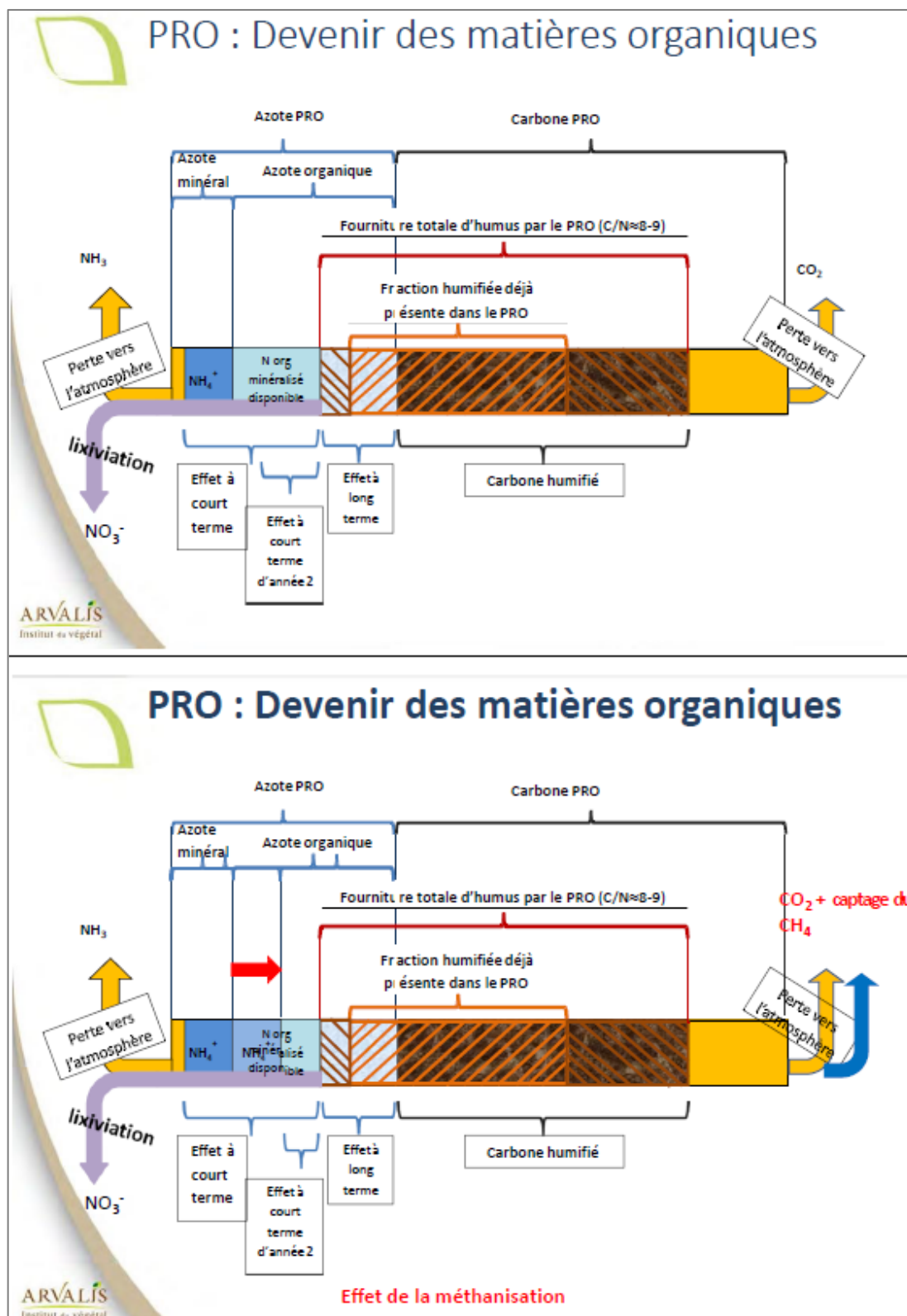


Figure 8 – Effet de la méthanisation dans le devenir des matières organiques - OPTICIVE

- Conclusion sur les prélèvements de biomasse

Actuellement, rien ne laisse penser que les prélèvements de résidus de culture ou de CIMSE avec retour au sol après digestion, puissent présenter des effets négatifs. Au contraire, des travaux récents montrent que la méthanisation ne réduit pas la quantité de carbone stable dans les sols. Ceux menés actuellement sur l'impact du carbone labile ne montrent pas d'effets négatifs significatifs. Enfin, les effets sur les différentes propriétés physiques, chimiques ou biologiques des sols sont très divers, mais les effets négatifs potentiels semblent pouvoir être compensés par des pratiques appropriées.

Il n'existe pas d'indicateur permettant de fixer un taux limite de prélèvement à ne pas dépasser. Actuellement, on peut considérer que près de la moitié de la biomasse végétale produite par l'ensemble de l'agrosystème national est laissée au champ, sous forme de résidus de culture, racines, déjections d'élevage, l'autre moitié est exportée à des fins alimentaires (animaux d'élevage compris) ou exportée hors frontières⁵.

5. Intérêt pour la biodiversité

La mise en place d'un couvert sert de refuge à la petite faune de plaine (perdrix, faisan, lièvre...) tout en lui apportant de la nourriture.

Un couvert fleuri permettra le développement des insectes pollinisateurs.

6. Récupération de l'azote et du phosphore excédentaire

Les cultures intermédiaires **captent l'azote du sol et évitent ainsi leur lessivage**. Ainsi, il y a une limitation de la pollution des cours d'eau et des nappes phréatiques. Une culture intermédiaire peut fixer 40 kg d'azote/ha en moyenne, voire plus de 140 kg d'azote/ha en présence de reliquats post-récolte élevés et d'une minéralisation importante. C'est autant d'azote qui est retenu pour le système de culture au lieu d'être lessivé. Dans le tableau ci-dessous, il est indiqué la quantité d'azote à différente profondeur avec ou sans CIPAN.

Profondeur	Situations avec fientes de volaille appliquées à l'automne (moyenne 4-6 t·ha ⁻¹) (kg N·ha ⁻¹)	
	Avec CIPAN	Sans CIPAN
0 - 30 cm	27	29
30 - 60 cm	37	45
60 - 90 cm	30	99
Total	94	173

Source : Destain et al., 2006 (communication personnelle).

Figure 9 – Effet des couverts végétaux sur la captation de l'azote du sol en hiver

L'étude OPTICIVE réalisée sur les années 2017-2018 vient confirmer ces données :

➤ ⁵ Voir Afterres2050, édition 2016. La production agricole végétale primaire est estimée à 4000 PJ environ, et la quantité de matières restituées au sol à 2000 PJ.

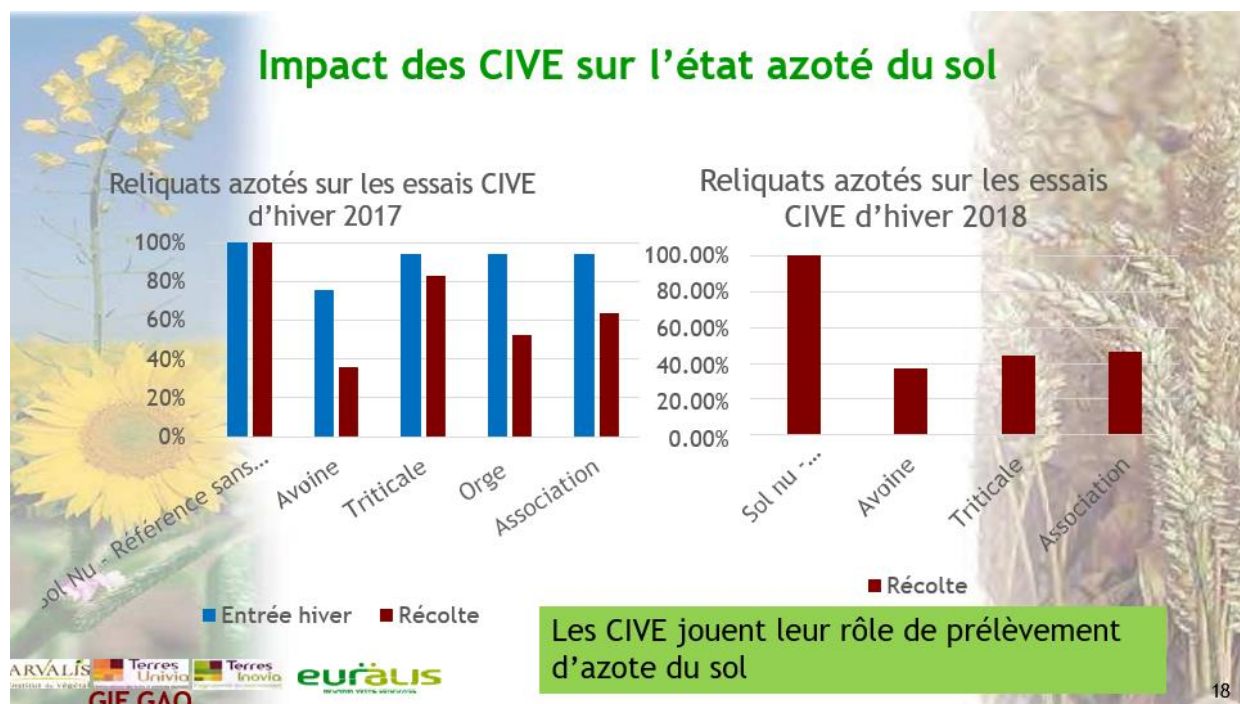


Figure 10 – Impact des CIVE sur l'état azoté des sols - OPTICIVE

7. Limitation de l'érosion des sols

Les cultures intermédiaires limitent également l'érosion hydrique et éolienne en maintenant les limons à la parcelle. Le schéma ci-dessous résume ce phénomène :

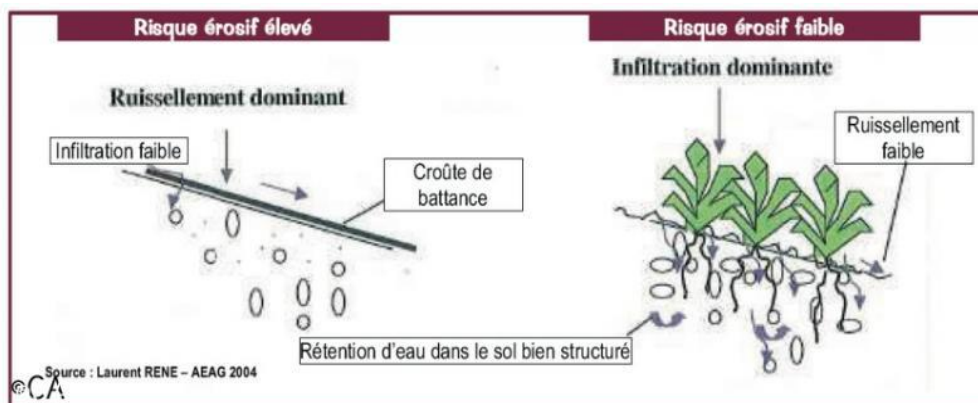


Figure 11 – Impact des cultures intermédiaires sur le phénomène d'érosion des sols

Le sol peut rester nu pendant 3 à 6 mois entre 2 cultures alimentaires. Les CIVES permettent d'augmenter cette couverture dans cet intervalle.

8. CIMSE et fourrages

Les CIMSE ne sont pas uniquement valorisées pour le contenu méthanogène. La récolte des CIMSE permet à l'éleveur d'assurer un fourrage ensilé en cas de conditions climatiques difficiles. La récolte est alors détournée vers l'alimentation animale et n'est pas incluse dans la ration du méthaniseur : on parle de CIVE « Double performance ». Lors d'une enquête réalisée fin 2019 par l'AAMF, sur 100 personnes ayant répondu, 45 déclarent choisir leurs espèces de manière à pouvoir consommer leur ensilage soit en élevage, soit en méthanisation, selon leurs besoins. La CIVE est alors un moyen de sécuriser l'alimentation de l'exploitation dans sa globalité.

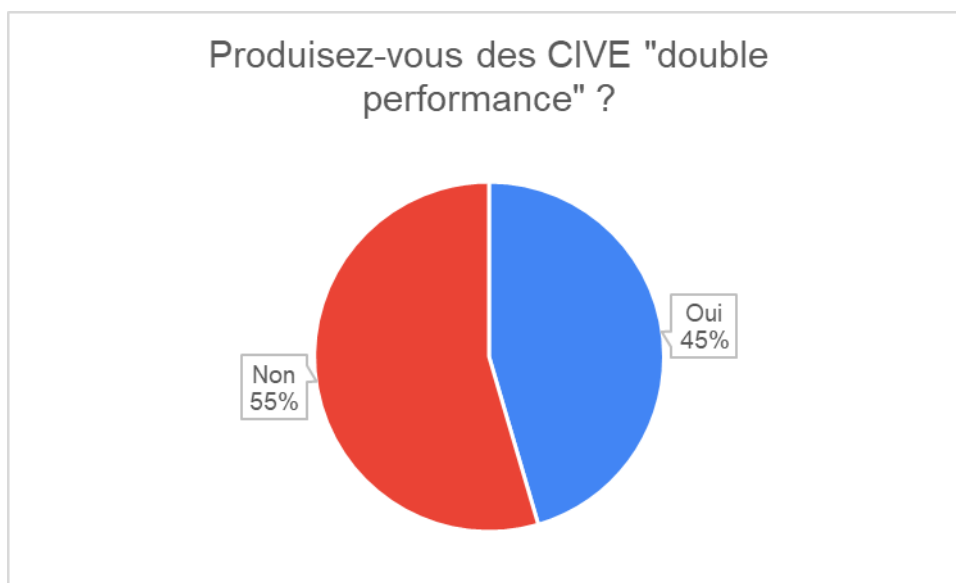


Figure 12 – Extrait résultat enquête AAMF novembre 2019 – 100 répondants

Parole de méthaniseur : « Afin de trouver un maximum d'autonomie protéine pour mon élevage, nous implantons du ray grass et du trèfle en automne, pour le récolter en avril et planter du maïs en cive. Ce système nous permet une couverture des sols et une plus grande autonomie pour notre élevage concernant les achats de soja. »

Extrait résultat enquête AAMF novembre 2019 – 100 répondants