

## Enjeux de la production de CIVE en Hauts-de-France

### Vous avez dit « CIVE ? »

C'est une Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique. C'est une culture dérobée, implantée entre deux cultures principales et récoltée en vue d'une valorisation en énergie, notamment en méthanisation. Elle peut également avoir d'autres débouchés, l'alimentation animale par exemple.

Profiter de la période disponible entre deux cultures principales pour :

- Produire un maximum de biomasse,
- Sans (trop) impacter les cultures alimentaires précédentes et suivantes (afin de maintenir la vocation première de production alimentaire des systèmes),
- Et en limitant les impacts sur l'environnement et le coût de production (itinéraire simplifié, intrants limités)

### La CIVE d'été ou CIVE courte

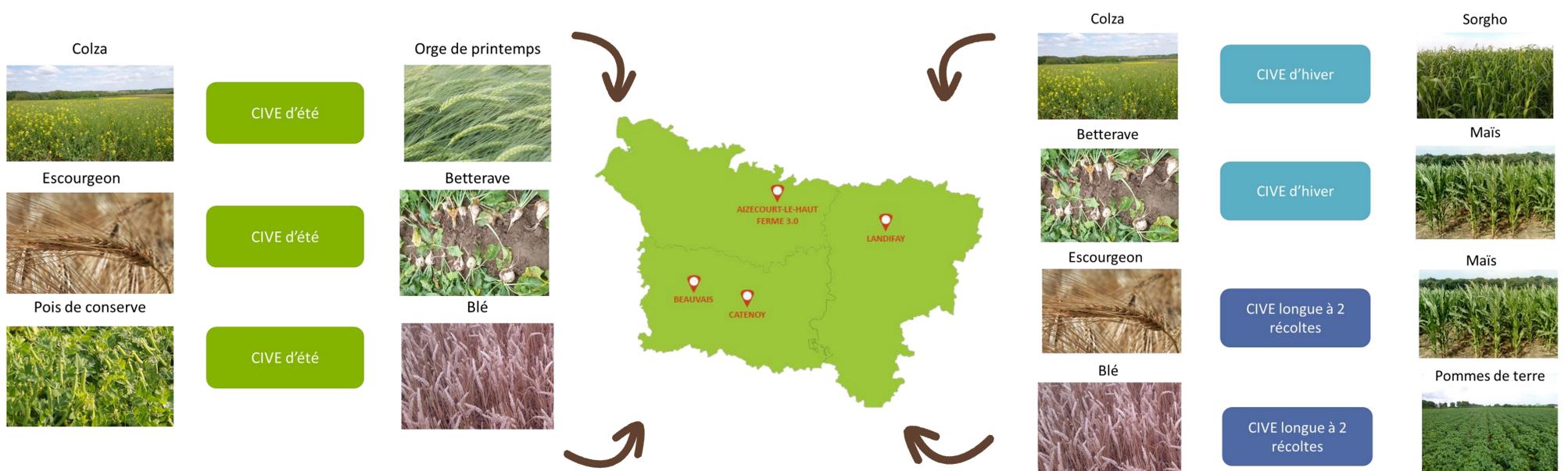
Elle est semée en été, après une culture alimentaire récoltée précocement, et récoltée à l'automne avant les premières gelées (soit environ 90-120 jours de cycle). Les espèces utilisées sont principalement des espèces à cycle court (ex : sorgho, phacélie, avoine, radis...). Leur cycle court limite leur impact sur la culture suivante.

### La CIVE d'hiver ou CIVE longue

**La CIVE d'hiver à 1 récolte :** semée en automne et récoltée au printemps (soit environ 200-220 jours de cycle). Les espèces utilisées sont principalement des céréales immatures seules ou mélangées avec des légumineuses.

**La CIVE longue à 2 récoltes :** les espèces utilisées dans cette CIVE permettent de combiner les deux modes de récolte : un semis en été avec une première récolte à l'automne, puis après repousse, une 2<sup>ème</sup> récolte au printemps (exemple : ray-grass et trèfle).

## Exemples de positionnements de CIVE d'été et CIVE d'hiver testées sur les plateformes d'expérimentations du projet « Réseau de sites démonstrateurs »



Pour optimiser la production de biomasse et de méthane à l'hectare, des focus ont été réalisés dans le projet sur :

- Le choix des espèces en CIVE d'été et d'hiver
- Les modalités d'implantation
- La date (stade) de récolte optimale des CIVE longues
- Les facteurs d'influence du potentiel méthanogène



Retrouver ces clés de réussite et partager notre expérience sur la production de CIVE dans notre vidéo



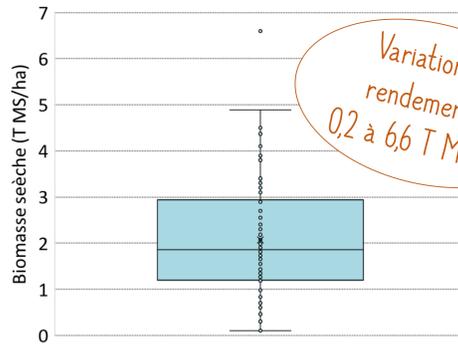
Pour aller plus loin : <http://www.agro-transfert-rt.org/filabiom/>

## Les objectifs des CIVE courtes

**P**roduire sur un cycle très court (90-120 jours), un maximum de biomasse sans (trop) impacter les cultures de la rotation afin de préserver les productions habituelles.

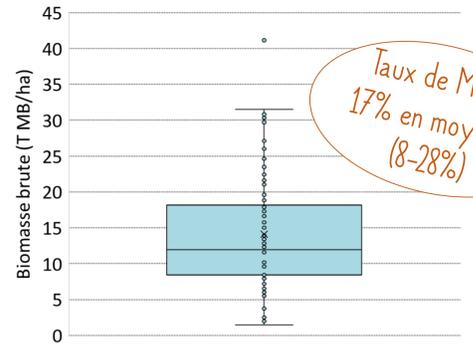
**P**roduire au minimum **3 T MS/ha** pour rentabiliser à minima le coût de récolte

Variabilité des rendements secs des CIVE courtes



Variation du rendement : 0,2 à 6,6 T Ms/ha

Variabilité des rendements bruts des CIVE courtes

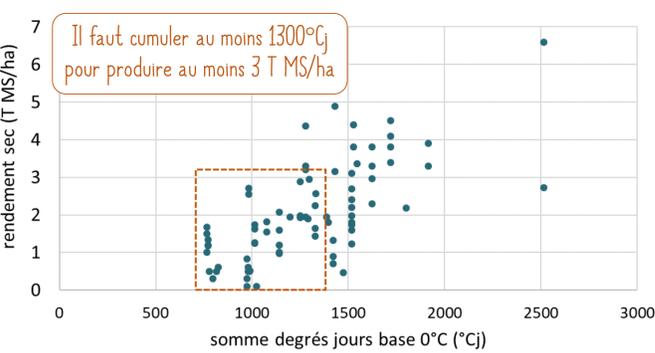


Taux de MS de 17% en moyenne (8-28%)

Résultats issus des essais dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs dans les Hauts-de-France

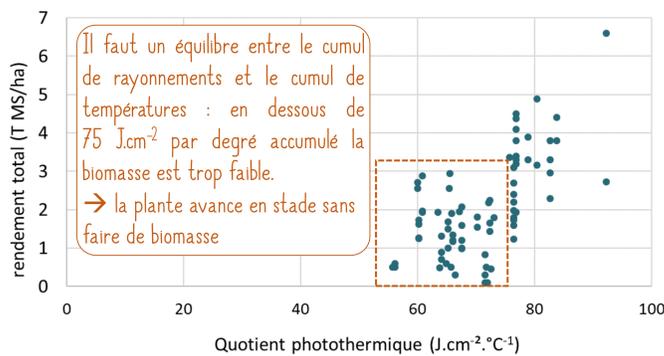
## La production de CIVE courtes

Rendement sec en fonction de la somme des températures



Il faut cumuler au moins 1300°Cj pour produire au moins 3 T MS/ha

Rendement sec en fonction du quotient photothermique



Il faut un équilibre entre le cumul de rayonnements et le cumul de températures : en dessous de 75 J.cm² par degré accumulé la biomasse est trop faible. → la plante avance en stade sans faire de biomasse

**Vous avez dit « Quotient photothermique » ?**

Le quotient photothermique représente la quantité d'énergie lumineuse reçue par degré jour. Il se calcule par

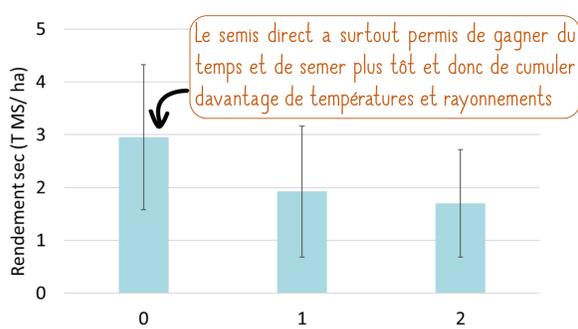
$$= \frac{\sum \text{rayonnements globaux}}{\sum \text{températures moyennes journalières}}$$

- La température influence la croissance en taille des végétaux
- Le rayonnement influence le gain de poids sec d'un couvert

Plus le quotient photothermique est élevé, plus la culture dispose de ressources lumineuses abondantes pour mettre en place une biomasse importante.

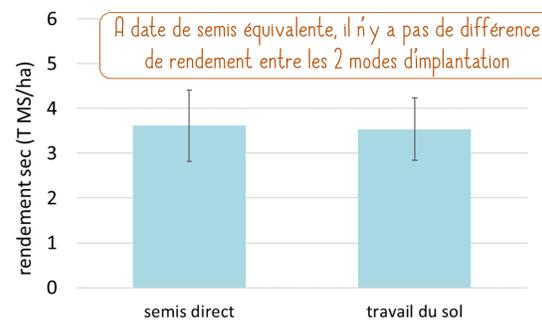
Semer la CIVE d'été le plus tôt possible, idéalement avant le 15 juillet, pour garantir des conditions de croissance suffisantes de températures et de rayonnements

Rendement en fonction du nombre de travail du sol



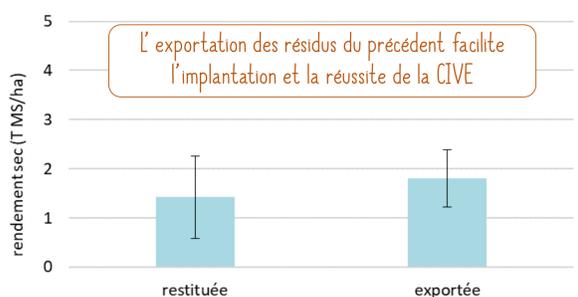
Le semis direct a surtout permis de gagner du temps et de semer plus tôt et donc de cumuler davantage de températures et rayonnements

Effet du mode d'implantation (PF de Beauvais)



A date de semis équivalente, il n'y a pas de différence de rendement entre les 2 modes d'implantation

Effet du mode de gestion des résidus du précédent



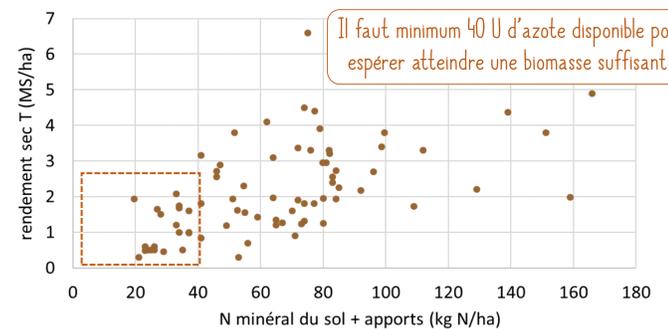
L'exportation des résidus du précédent facilite l'implantation et la réussite de la CIVE

L'implantation des CIVE en période estivale est difficile car le sol est sec et il peut y avoir de gros volumes de pailles dans le lit de semences. Plusieurs méthodes d'implantation sont possibles, en semis direct ou en TCS (technique culturale simplifiée) :

	Avantages	Limites
<b>Le semis direct</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il permet de réaliser un semis précoce, ce qui constitue la meilleure assurance de pouvoir produire un maximum de biomasse.</li> <li>Il permet de semer dans un sol qui va perdre moins d'eau par évaporation (moins de dessèchement du sol) et ainsi profiter de l'humidité résiduelle du sol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il ne permet pas de gérer les repousses et les adventives.</li> <li>Il contraint parfois à semer dans une grande quantité de résidus, ce qui peut être compliqué. En cas de pailles restituées, privilégier un semoir direct à dents pour une meilleure mise en terre des semences.</li> </ul>
<b>Le semis en TCS après 1 ou 2 déchaumages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il facilite la gestion des repousses, des adventives et des limaces.</li> <li>Il permet de réduire les résidus dans le lit de semences et favorise donc un meilleur contact sol/graine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Il conduit à retarder le semis, limitant ainsi le potentiel de rendement et donc les chances de réussite de la CIVE.</li> <li>Favorise la dessiccation du lit de semences (entraînant des retards de levée réduisant le potentiel de développement).</li> </ul>

Le choix de la méthode d'implantation est à raisonner en fonction du contexte pédoclimatique (type et humidité du sol), de la culture précédente (date de récolte, difficulté de gestion de ses repousses) et du niveau de salissement de la parcelle.

Rendement aérien en fonction de l'azote disponible

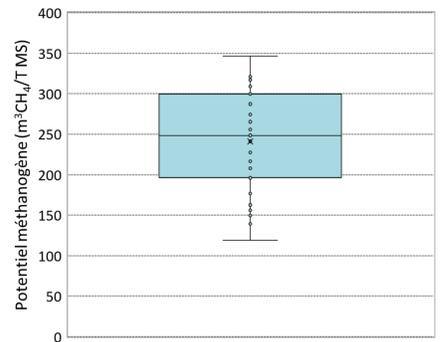


Il faut minimum 40 U d'azote disponible pour espérer attendre une biomasse suffisante

Un apport de 40 U en début de cycle sur les CIVE courtes permet de couvrir les besoins, tout en limitant les risques de lixiviation liés à un apport trop élevé et mal valorisé.

## Production de méthane

Variabilité du potentiel méthanogène de CIVE courtes



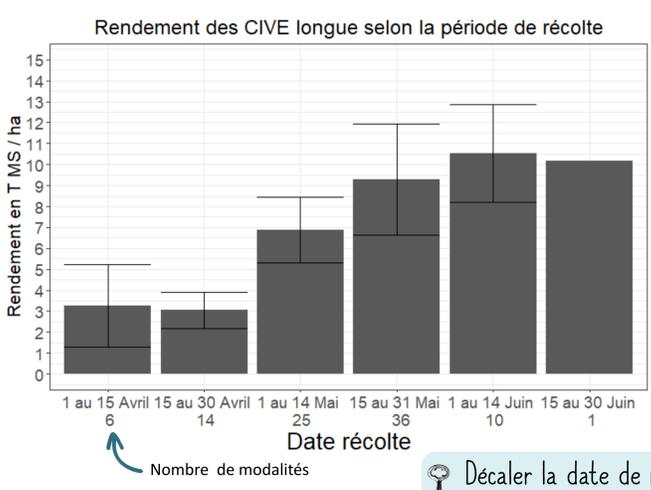
Le potentiel méthanogène moyen des CIVE courtes est de 250 m³CH₄/T MS. Cela permet d'atteindre un potentiel de production de méthane de 750m³/ha pour 3 T MS/ha.

**Vous avez dit « Potentiel méthanogène » ?**

Le potentiel méthanogène correspond à la quantité de méthane maximale produite par la biomasse lors de sa biodégradation en condition anaérobie (en absence d'oxygène) durant le processus de méthanisation

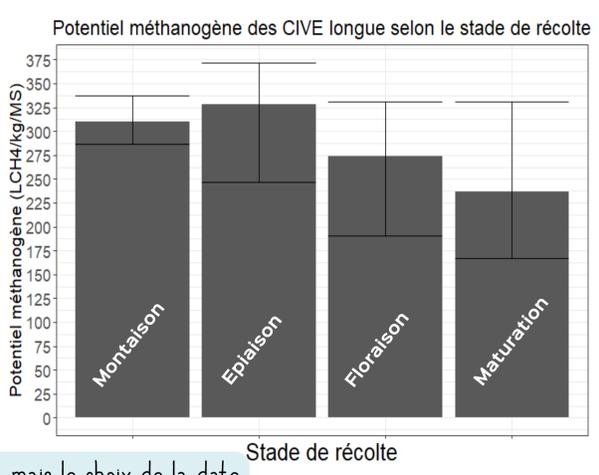
## La production de CIVE longues à 1 récolte

Déterminer la date de récolte



**Maximiser la production de biomasse**  
Avec une récolte en avril, le niveau de biomasse atteint entre 2 et 4 TMS/ha tandis qu'il peut atteindre entre 5 et 12 TMS/ha dans le cas d'une récolte plus tardive (en mai-juin).

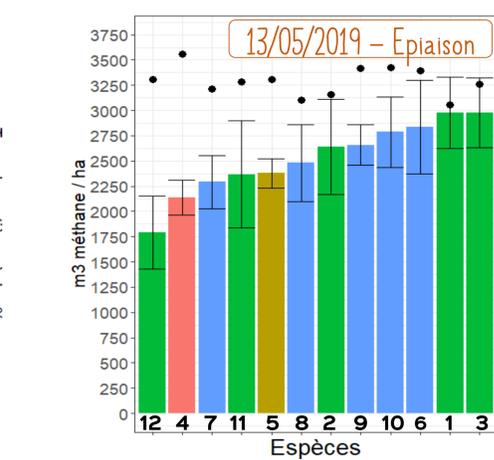
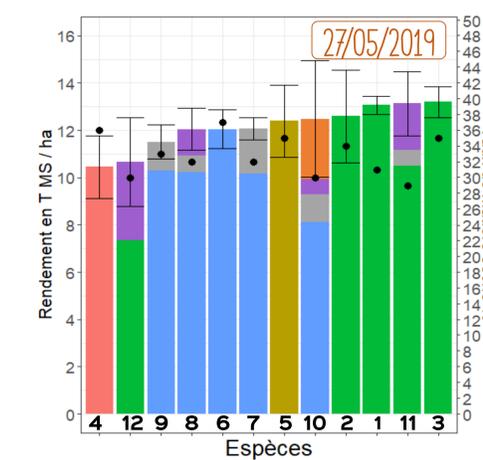
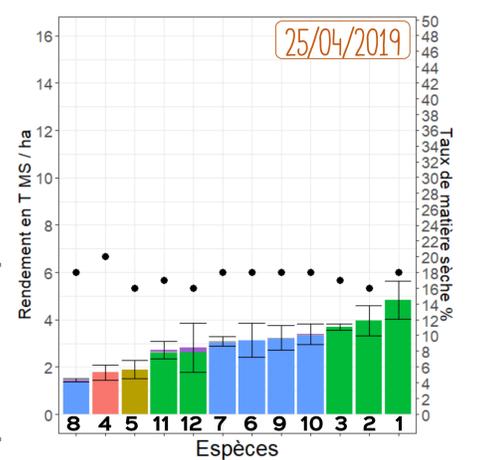
**Maximiser la production de méthane**  
Les potentiels méthanogènes évoluent selon le stade de récolte de la culture. Une récolte au stade épiaison semble permettre d'optimiser le potentiel méthanogène. Toutefois, la forte variabilité pour un même stade de récolte montre que d'autres facteurs l'influencent.



La production de méthane est corrélée au rendement ( $r^2 = 0,93$ ) et non au potentiel méthanogène ( $r^2 = 0,05$ ). Ainsi, le choix de la date de récolte doit se faire en cherchant à maximiser la production de biomasse.

Décaler la date de récolte de 15 jours permet un gain moyen de 3 T MS/ha mais le choix de la date doit également se faire en tenant compte des besoins de la culture suivante (implantation précoce...).

Choisir les espèces à implanter



- 1 : Turbogreen
- 2 : Su Performer
- 3 : Su Nasri
- 4 : Complice/Ghayta/Rubisko
- 5 : Margaux
- 6 : Tribeca
- 7 : Tribeca(180)/Assas(30)
- 8 : Tribeca(210)/Assas(20)
- 9 : Tribeca/Assas/Latigo
- 10 : Tribeca/Assas/Latigo/Black Beauty
- 11 : Su Performer/Assas/Latigo
- 12 : Su Santini/Latigo

Dans le cas d'une récolte précoce, la précocité et les moindres besoins en températures et rayonnements pour produire de la biomasse font du seigle et du triticale des bons candidats, comparés au blé ou à l'escourgeon qui sont des espèces plus tardives.

- Caractéristiques agronomiques intéressantes : rusticité, pouvoir couvrant rapide pour le seigle.
- Sensibilité à la verse de certaines variétés de seigle

Dans le cas d'une récolte tardive, l'écart de rendement entre les espèces est moindre : l'escourgeon et les mélanges avec des légumineuses peuvent produire une biomasse proche de celle des seigles.

- Sensibilité de l'escourgeon aux maladies et viroses : importance du choix de la variété
- Les légumineuses, ayant un développement plus lent, expriment leur potentiel de production plus tardivement.

Exemple : la biomasse du seigle/pois/vesce (11) est équivalente à celle d'un seigle seul (1) (environ 13 T MS/ha).

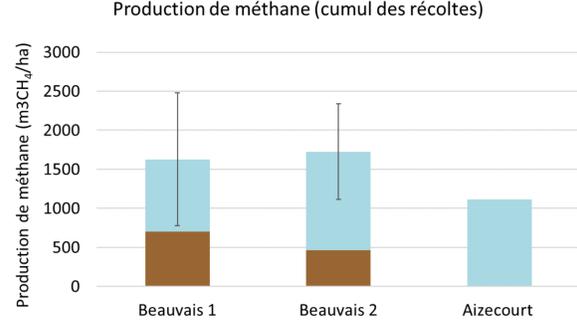
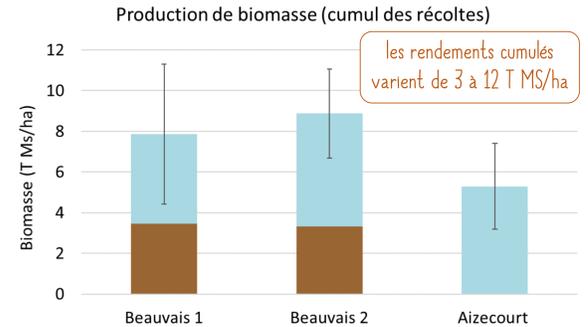
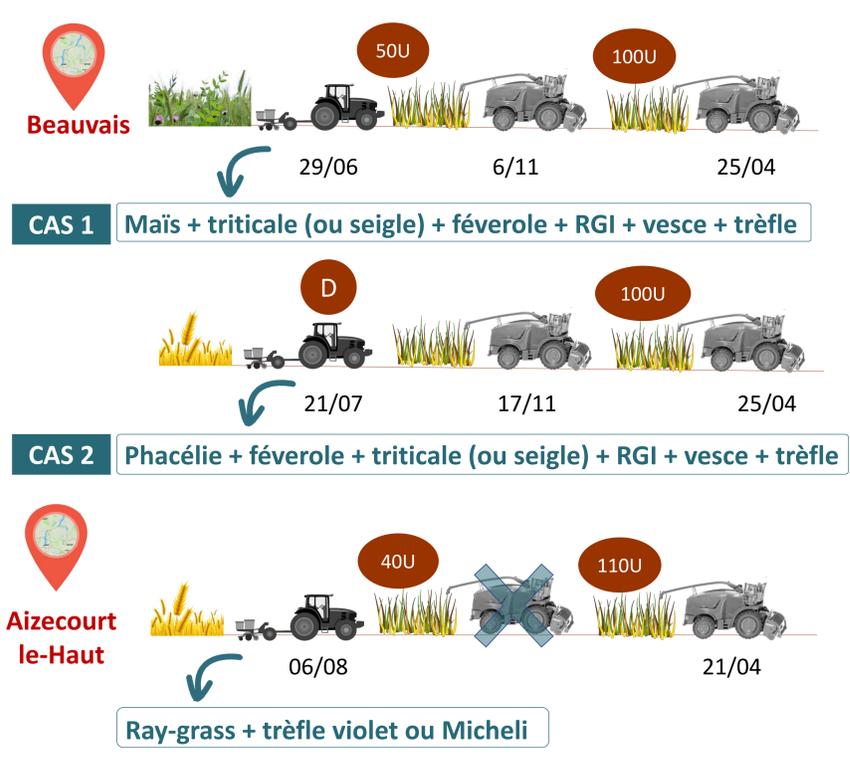
Les potentiels méthanogènes montrent peu de différences entre les espèces à une même date de récolte (entre 305 à 355 LCH<sub>4</sub>/kg MS).

Pour une récolte précoce, le seigle ou le triticale permettent de produire une plus grande quantité de biomasse.

Pour une récolte tardive, le choix d'une espèce seule ou d'un mélange avec légumineuses peut se faire pour d'autres intérêts agronomiques et environnementaux (tolérance aux maladies, couverture du sol, fixation d'azote atmosphérique...)

Pour optimiser la production de méthane, il faut se focaliser sur l'optimisation du rendement au travers du choix de l'espèce et de la date de récolte.

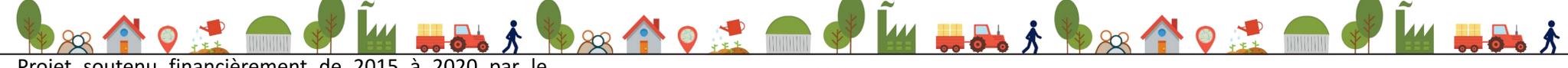
## La production de CIVE longues à 2 récoltes



Les rendements les plus élevés sont obtenus à Beauvais où 2 récoltes ont pu être réalisées. La biomasse est un peu supérieure dans le CAS 2, grâce au rendement de la 2<sup>e</sup> coupe. Bien que le CAS 1 soit semé plus précocement, les rendements de la récolte d'automne sont équivalents entre les 2, ce qui peut s'expliquer par un salissement plus important dans le CAS 1, semé en juin, avec une très forte concurrence des chénopodes. A Aizecourt-le-Haut, aucune récolte n'a pu être réalisée à l'automne, la biomasse étant insuffisante. Ce qui s'explique notamment par un semis trop tardif (un cumul de rayonnements trop faible). Le rendement de la récolte de printemps (2<sup>e</sup> quinzaine d'avril) atteint 5,3 T MS/ha. Ce qui est supérieur aux rendements des CIVE longues à 1 récolte récoltées à la même période (voir ci-dessus).

La composition en espèces de ces CIVE peut permettre d'atteindre une biomasse de 8 T MS/ha et une production de 1600m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha, tout en libérant la parcelle fin avril, si elles sont semées suffisamment tôt à l'été pour garantir des conditions de croissance suffisantes et permettre une récolte à l'automne (comme pour les CIVE courtes). Si le semis est trop tardif, seule la récolte du printemps sera réalisable, et permettra d'atteindre en moyenne 5 T MS/ha fin avril et 1100m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/ha, ce qui est proche de la production de méthane des céréales immatures à date de récolte équivalente.

\* dates moyennes de réalisation des interventions dans les essais (campagne 2018 et 2019)



Projet soutenu financièrement de 2015 à 2020 par le FEDER, le FNADT au titre de l'initiative « Territoires Catalyseurs d'innovation » et la région Hauts-de-France

La démarche FILABIOM a été construite dans le cadre du projet Réseau de sites démonstrateurs. Projet coordonné par Agro-Transfert Ressources et Territoires, avec comme partenaires :



Arthur Quennesson et Charlotte Journeil, Agro-Transfert RT - Août 2020

## Enjeux environnementaux de la production de CIVE

**E**xporter de la biomasse produite en interculture par les CIVE, courtes ou longues, tout en cherchant à **stocker** du carbone dans le sol, favoriser les restitutions d'azote au sol par les résidus de culture, et limiter les pertes d'azote par lessivage.

**Vous avez dit** « *restitution d'azote par les résidus* » ?

Une partie de l'azote du sol absorbée par les plantes au cours de leur croissance, est restituée au sol via les résidus de culture après la récolte. Cet azote va en partie se minéraliser directement dans la solution du sol et/ou être organisé dans la matière organique du sol pour être restitué plus tard. On cherche à **augmenter les quantités d'azote apportées par les résidus** car ils permettent de **réduire la dépendance aux intrants azotés**. Cet azote doit être immobilisé si on se trouve avant la période de drainage et disponible en période culturale.

**Vous avez dit** « *pertes d'azote par lessivage* » ?

Lors de la période hivernale, les précipitations importantes et les faibles besoins hydriques des cultures entraînent le **drainage de l'eau vers les nappes phréatiques**. En traversant le sol, **l'eau entraîne l'azote minéral qu'il contient** et se concentre en nitrates, on parle alors de **lessivage**. Pour limiter la pollution de l'eau drainée, on cherche à **réduire au maximum la quantité d'azote minéral contenue dans le sol en entrée hiver**. Une des solutions possible est l'implantation de cultures intermédiaires dites « pièges à nitrates », avant cette période.

**Vous avez dit** « *stocker du carbone* » ?

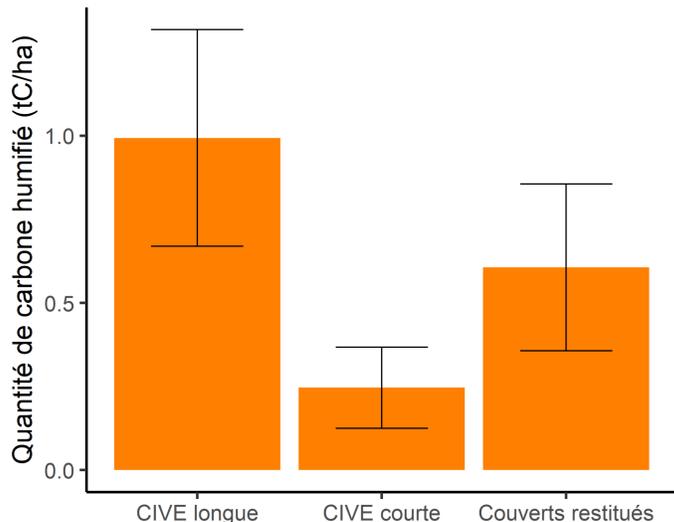
Les plantes utilisent le carbone de l'atmosphère via la photosynthèse pour leur croissance. Il est ensuite restitué au sol via les résidus de culture et enrichi le stock de carbone organique du sol, via le processus d'humification. Ce stock est lui-même dégradé par le processus de minéralisation - conditionné par le type de sol et les conditions météorologiques - et libère du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Si cette dégradation est compensée par une restitution importante de résidus de culture, le stock augmente, on parle alors de **stockage de carbone**.

On cherche à augmenter ce stock pour séquestrer le CO<sub>2</sub> de l'atmosphère et **contribuer à la lutte contre le changement climatique**, mais aussi pour augmenter le taux de matière organique qui contribue à **la fertilité des sols**.

## Clés de réussite pour limiter les impacts environnementaux

### Restitution de carbone et d'azote

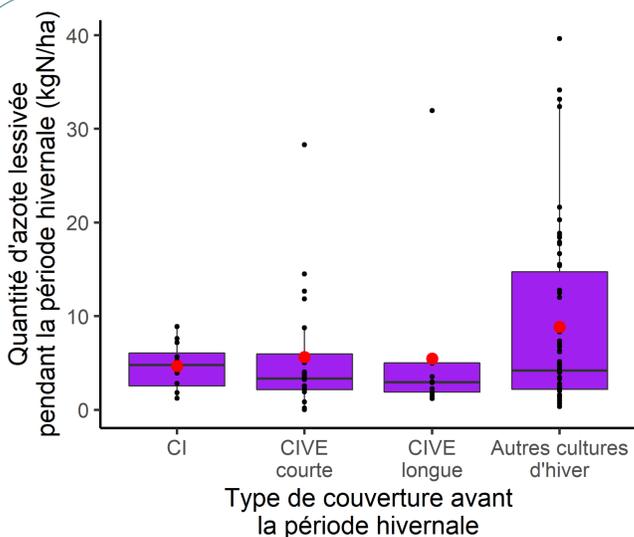
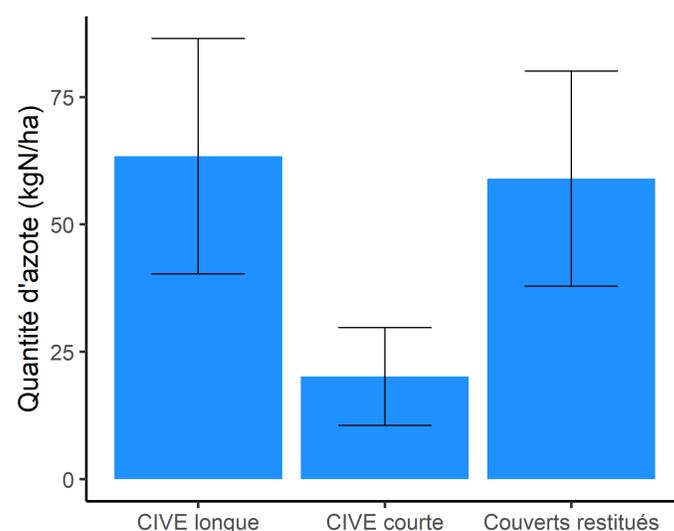
Quantité de carbone humifié (rentrant dans la MO) apportée par les résidus de culture et la biomasse si elle est restituée



Les céréales immatures (CIVE longues) restituent des quantités de carbone humifié et d'azote importantes par leur biomasse racinaire développée, autant voire plus que les couverts en cycle court, lorsque leur biomasse aérienne est restituée au sol.

Pour garantir des restitutions en carbone et en azote importantes, si le choix se présente, préférer restituer les cultures intermédiaires en cycle court et exporter la biomasse aérienne des CIVE longues.

Quantité d'azote apportée par les résidus de culture et la biomasse si elle est restituée



### Pertes d'azote par lessivage

Dans le cadre des essais menés dans le projet « Réseau de sites démonstrateurs », les CI, CIVE courtes (non fertilisées) et CIVE longues implantées avant la période hivernale n'ont pas entraîné de pertes en azote plus importantes que les situations avec d'autres cultures d'hiver. Les pertes sont même en moyenne réduites avec les CI et CIVE courtes. Ces résultats sont à relativiser de par la variabilité importante des données, qui est observable dans le graphique. Les CIVE longues présentent peu de pertes dans nos essais, mais ne semblent pas montrer de potentiel à réduire ces pertes car elles vont se comporter comme des céréales en entrée hiver. Selon plusieurs études (Constantin et al., 2017), les cultures intermédiaires peuvent permettre de réduire l'azote perdu par lessivage et d'autant plus si la période de développement est longue. Si on assimile les CIVE courtes récoltées tardivement, et non fertilisées, à des couverts intermédiaires détruits tardivement, on peut donc s'attendre à des effets similaires sur la lixiviation, car l'azote sera capté dans la biomasse. Les CIVE longues captent l'azote en entrée hiver comme des céréales d'hiver et n'entraînent pas de pertes supplémentaires si l'azote a bien été géré dans la campagne précédente.

Constantin J, Beaudoin N, Meyer N, Crignon R, Tribouillois H, Mary B, & Justes E. (2017). Concilier la réduction de la lixiviation nitrique, la restitution d'azote à la culture suivante et la gestion de l'eau avec les cultures intermédiaires. Innovations Agronomiques, 62, 59-70.