



■ CIVE

Une biomasse valorisée en énergie et des services écosystémiques, comme les autres types de couverts.

■ BIOGAZ

Mélange de dioxyde de carbone et de méthane produit par la digestion anaérobie de matières organiques.

■ STRATEGIE

Introduire une CIVE nécessite d'adapter l'ensemble du système de production.

CULTURES INTERMEDIAIRES

TECHNIQUES DE PRODUCTION

OPTIMISER

la biomasse des CIVE

Les cultures intermédiaires à vocation énergétique représentent un enjeu majeur pour l'approvisionnement des méthaniseurs et pour le développement de l'agroécologie. Après trois ans de projet OPTICIVE, Arvalis propose des pistes pour optimiser le cycle de développement des CIVE, et analyse l'impact de ces couverts sur les cultures principales qui les encadrent.

En savoir plus

L'évolution du potentiel méthanogène de l'avoine et du triticale conduits en CIVE selon leur stade de développement est étudiée sur <http://arvalis.info/1qb>

Les cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) ont été définies par le décret du 7 juillet 2016 du Code de l'environnement. Elles sont implantées entre deux cultures principales et sont destinées à un méthaniseur. Ainsi, deux cultures alimentaires peuvent se succéder sur deux ans, entre lesquelles s'intercale une culture non alimentaire - la CIVE. Puisque les CIVE ne se substituent pas aux cultures alimentaires, leur volume n'est pas plafonné dans les méthaniseurs. Pour l'agriculteur, il s'agit donc de récolter la plus grande quantité possible de biomasse sans nuire aux cultures principales.

Les interrogations sont encore nombreuses quant à la meilleure façon d'y parvenir. Y répondre est l'un des objectifs du projet OPTICIVE, débuté il y a trois ans en partenariat avec la filière oléoprotéagineuse

et la coopérative Euralis. Pour ce faire, le projet s'est basé sur des essais analytiques et sur des dispositifs d'expérimentation à long terme de systèmes de culture innovants dans le cadre du réseau Syppre. Ces dispositifs ont été mis en œuvre dans deux contextes pédoclimatiques contrastés du Sud-Ouest : en Lauragais (31), en coteaux argilocalcaires séchants (hivers frais et étés chauds), et dans le Béarn (64), en zone limono-argileuse humifère du piémont pyrénéen connaissant une pluviosité abondante et régulière (hivers doux et étés chauds).



Les CIVE sont au cœur des stratégies de transition énergétique et de développement de la bioéconomie.

En CIVE d'hiver, les céréales sont intéressantes

La productivité de différentes espèces de CIVE d'hiver, semées à l'automne et récoltées au printemps avant une culture alimentaire d'été, a été étudiée. À Castétis comme sur l'ensemble des sites, les rendements (sur pied) en biomasse des céréales d'hiver ont varié fortement d'une année à l'autre : de 4 t MS/ha à près de 16 t MS/ha (figure 1). Les rendements récoltés sont, quant à eux, de 6 t MS/ha en moyenne pluriannuelle, tous espèces confondues. Sur une même année, en revanche, les différences entre espèces ne sont pas significatives. Des différences variétales ont été remarquées sur avoine ; ces écarts entre variétés devront aussi être approfondis notamment vis-à-vis des risques de gel avec les montaisons précoces.

Les associations de céréales et de légumineuses présentent un intérêt pour le développement de l'autonomie azotée des exploitations. Des essais ont été conduits plus spécifiquement sur le site de Castétis. La production de légumineuses pures offre des potentiels de rendement inférieurs aux graminées pures. En revanche, l'association des deux espèces ne pénalise pas le rendement en biomasse quand les légumineuses sont présentes dans une proportion de 20 à 40 %. L'apport supplémentaire d'azote, via les légumineuses, dans le méthaniseur devra toutefois être calculé en fonction de l'ensemble des co-substrats, afin d'éviter des dysfonctionnements de la digestion.

Quand vaut-il mieux semer la CIVE ?

En CIVE d'hiver, deux essais ont permis de comparer un semis précoce (fin septembre-début octobre) à un semis plus tardif proche de la conduite en culture principale. En raison de conditions climatiques sèches en automne sur les campagnes d'essais, les semis des CIVE ont souvent dû être décalés dans l'attente des pluies afin de garantir une levée homogène. Dans le Béarn, par exemple (figure 2), quatre céréales ont été semées soit le 20 septembre 2015, soit le 10 octobre. Pour une récolte le 12 avril 2016, le semis précoce a produit 2 à 5 tonnes de matière sèche à l'hectare de plus que le semis plus tardif. Ce constat est valable pour l'ensemble des espèces testées. Les résultats sont identiques en 2017 dans le contexte des coteaux du Lauragais, où une avoine a été semée soit le 21 octobre, soit douze jours plus tard.

En CIVE d'été, avec la réduction de la durée du jour, il est encore plus indispensable de semer au plus tôt et d'adapter le précédent. Les risques d'une faible productivité sont élevés vis-à-vis de la disponibilité de l'eau, d'autant plus pour des semis après le 10 juillet.

En CIVE d'été, le potentiel est élevé mais les risques aussi

Trois sites d'essais ont permis d'acquiescer quelques références sur des CIVE d'été : moha, millet, tournesol, sorgho et maïs. Les CIVE ont été semées entre fin juin et mi-juillet, et récoltées entre le 3 et le 27 octobre. Toutes les espèces évaluées se sont avérées d'intérêt. Le rendement récolté en moyenne pluriannuelle, toutes espèces confondues, est de 6 t MS/ha. En revanche, deux aléas majeurs peuvent induire des contre-performances : un défaut d'alimentation hydrique et/ou une date de semis trop tardive. Il faut donc semer aussi tôt que possible, et choisir les variétés les plus précoces du marché. Il est nécessaire de resserrer aussi les écartements entre rangs (40 cm ou moins) afin de couvrir au mieux l'inter-rang dans cette phase de lumière décroissante.

Faut-il fertiliser les CIVE ?

Une biomasse abondante est indispensable pour rentabiliser les couverts destinés à être valorisés dans un méthaniseur. C'est pourquoi la réponse des CIVE à la fertilisation a été étudiée lors d'expérimentations au champ dans le cadre du projet OPTICIVE.

Sur le site de Castétis, deux doses d'azote ont été testées sur CIVE d'hiver, apportées en une fois en sortie d'hiver (figure 3). En 2016, l'apport d'azote occasionne systématiquement un surplus de biomasse de 2 à 4 t MS/ha selon les espèces étudiées. Le même type d'essai, conduit en 2017 sur un nombre réduit d'espèces, donne les mêmes conclusions pour un apport unique de 40 kg N/ha, mais le gain de biomasse est moindre :



Avec une CIVE d'été, on peut gagner beaucoup mais aussi perdre beaucoup. Le semis doit être le plus précoce possible et il faudra adapter aussi la précocité de la culture précédente.

CHOIX DES ESPÈCES : les céréales d'hiver ont des rendements comparables

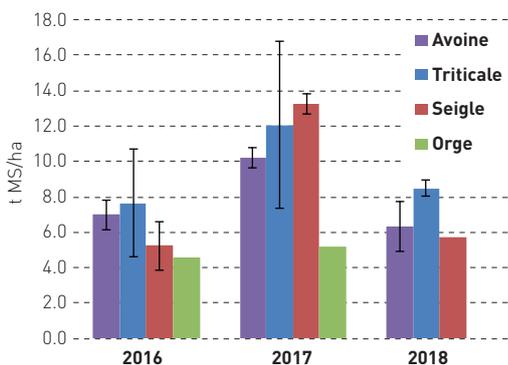


Figure 1 : Rendements annuels moyens en biomasse sur pied, et variabilité interannuelle pour quatre espèces de CIVE d'hiver. Semis mi-octobre, récolte fin avril. Récoltes 2016 à 2018. (Retrancher environ 2 t pour du rendement machine.)

Les CIVE d'hiver sont aussi de bons pièges à nitrate

Les CIVE doivent aussi remplir les fonctions écosystémiques attendues de couverts d'interculture - notamment, réduire le risque de lixiviation des éléments minéraux. Pour évaluer cette dernière fonction, les reliquats azotés du sol ont été mesurés sur chacun des essais en entrée et en sortie d'hiver, en sol nu et sous les CIVE. Les mesures confirment la capacité des CIVE d'hiver à valoriser et à puiser l'azote du sol ; ces CIVE assurent leur rôle de couvert d'interculture piège à nitrate. Un couvert d'interculture à l'automne suivant pourra valoriser l'azote d'une CIVE d'été, moins bien valorisé en cas de fort déficit hydrique.

DATE DE SEMIS : semer aussitôt que possible

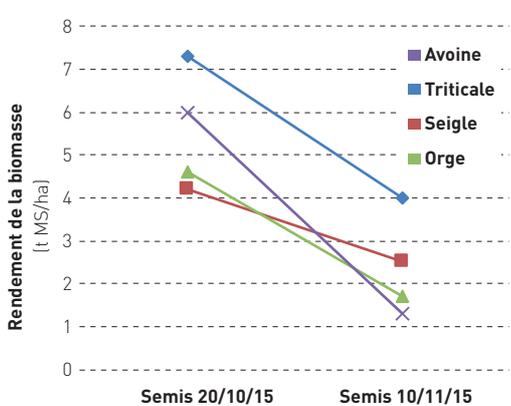


Figure 2 : Rendement des CIVE d'hiver en fonction de la date de semis. Projet OPTICIVE, essai 2016 à Lay Lamidou (64).

0,6 à 1,5 t MS/ha. Les conclusions sont identiques en CIVE d'été, malgré leur conduite plus délicate en raison des risques de déficit hydrique.

Dans l'essai conduit à Larreule en 2017, différentes espèces de CIVE d'été non irriguées - maïs fourrage, tournesol et sorgho - ont été soit fertilisées à 60 kg N/ha avec un engrais minéral ou avec des digestats de méthaniseur, soit non fertilisées. Cet essai confirme l'intérêt d'une fertilisation pour toutes les espèces. Il illustre aussi l'intérêt des digestats, dont la valorisation est équivalente à celle de la fertilisation minérale quand les conditions d'apport limitent la volatilisation ammoniacale (voir l'article suivant de ce dossier).

La biomasse produite est donc systématiquement plus importante avec une fertilisation, quelle que soit la forme que prend celle-ci.

Un impact variable sur le maïs suivant

Le semis de la culture principale est souvent retardé après une CIVE d'hiver. Quel sera l'impact sur la culture suivante ? Pour répondre à cette question, des mesures du rendement du maïs suivant ont été réalisées sur le site Syppre Béarn ainsi qu'à Castétis.

Pour du maïs grain, étudié dans les essais Syppre Béarn, l'introduction d'une CIVE a diminué le rendement du maïs d'environ 1 tonne/ha, en moyenne sur les trois campagnes d'essai. Le décalage de 15 jours de la date de semis du maïs grain, avec une adaptation de la précocité du maïs suivant, est le premier facteur de cette perte de rendement. La précocification du maïs suivant réduit aussi le potentiel de rendement. D'autres facteurs, comme l'état hydrique des sols au semis, sont aussi des causes potentielles de pertes, mais plus modérées et très dépendantes des conditions de l'année. La pluviométrie du mois de mai reconstitue fréquemment une part des réservoirs utiles.

À Castétis, dans les conditions pédoclimatiques de l'essai, les rendements du maïs fourrage après CIVE (enfouie ou récoltée, fertilisée ou non) ont été comparés à celui d'un maïs témoin sans couvert et non fertilisé. La productivité du maïs fourrage après CIVE n'est pas impactée pour des CIVE récoltées. L'intérêt de fertiliser les CIVE ressort quand il s'agit de graminées, alors qu'en présence de légumineuses, la présence des CIVE reste valorisée dans toutes les situations.

Quels facteurs influencent le potentiel méthanogène des CIVE ?

On pense souvent que le maïs fourrage est la meilleure CIVE pour générer du méthane. Les mesures du potentiel méthanogène⁽¹⁾ de différentes espèces

Le projet OPTICIVE a montré que toutes les espèces conviennent. Les légumineuses ne doivent toutefois pas dépasser 40 % des mélanges avec céréales.

FERTILISATION : toutes les espèces évaluées bénéficient d'un apport d'azote

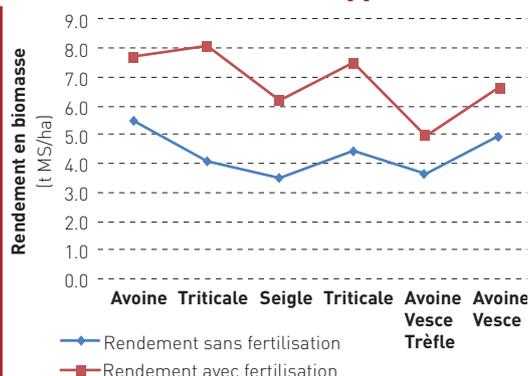


Figure 3 : Effet de la fertilisation sur le rendement en biomasse de six CIVE d'hiver. Projet OPTICIVE, essais 2016 à Castétis (64).

de CIVE, effectuées dans le cadre d'OPTICIVE et du précédent programme, CIBIOM, ne montrent pas de différence significative avec d'autres espèces tout aussi intéressantes (figure 4).

Suite aux interrogations des agriculteurs, des mesures complémentaires ont été réalisées, cette fois pour analyser l'impact du stade de développement des CIVE sur leur potentiel méthanogène. Des CIVE d'hiver (avoine et triticale) ont été récoltées le 15 mars, le 1^{er} avril et autour du 25 avril (à l'épiaison). Les mesures montrent que le potentiel méthanogène diminue avec l'avancement de la

lignification : il est d'autant plus faible que la plante est récoltée tard, donc qu'elle est plus ligneuse. Mais *a contrario*, plus la récolte de la CIVE est tardive, plus la biomasse produite augmente. Au final, le gain de biomasse permis par la récolte tardive compense largement la baisse de pouvoir méthanogène, et la production de méthane à l'hectare s'accroît : elle atteint 2000 à 2500 Nm³ CH₄/ha pour une récolte vers le 25 avril, contre 1000 Nm³ CH₄/ha pour une récolte le 15 mars.

Ces résultats soulignent combien il est nécessaire de rechercher une production maximale de biomasse, et donc d'optimiser la conduite dans ce but. Augmenter la biomasse des CIVE est aussi le moyen d'intensifier leurs services environnementaux connexes : réduction des émissions de GES, stockage du carbone, efficacité énergétique...

(1) Le potentiel méthanogène d'une plante ou d'un autre substrat est sa capacité à produire du méthane après digestion dans un méthaniseur. Il est exprimé en mètres-cubes normalisés de méthane produits en conditions contrôlées de laboratoire par tonne de matière brute (Nm³ CH₄/t MB). La quantité de méthane effectivement produite dans un méthaniseur est toujours inférieure à ce potentiel.

Sylvain Marsac - s.marsac@arvalis.fr

Manuel Heredia

ARVALIS - Institut du végétal

Marie Bazet

EURALIS

Paloma Cabeza-Orcel - p.cabeza@perspectives-agricoles.com

70 kg d'azote

par hectare – c'est l'apport conseillé autour de la montaison pour toutes les espèces de CIVE d'hiver, et 60 kg/ha pour les CIVE d'été non irriguées.

POTENTIEL MÉTHANOGENÈ : toutes les espèces se valent quel que soit le stade de conservation

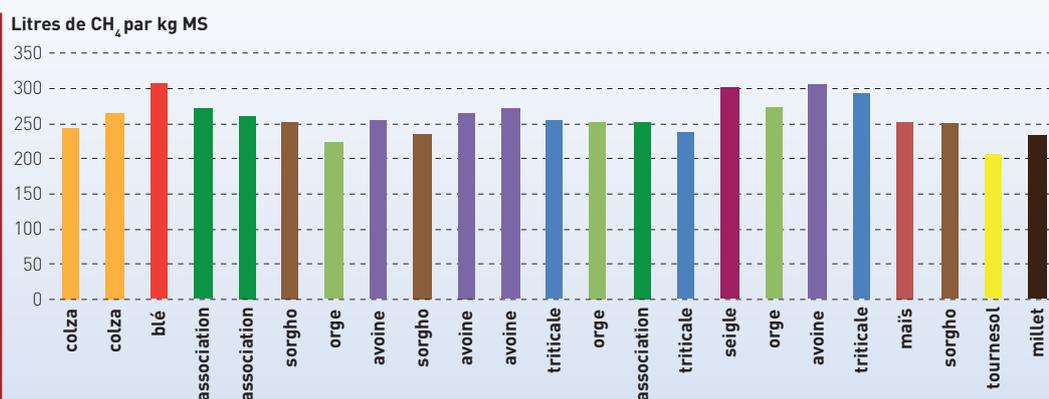


Figure 4 : Potentiel méthanogène de vingt-trois échantillons de CIVE à des stades de conservation différents : fraîches, ensilées ou séchées.

Même modérée, une fertilisation est toujours valorisée sous forme de biomasse, sur CIVE d'hiver comme d'été.