

Les cultures intermédiaires à vocation énergétique

Synthèse Technique

Décembre 2018



Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018
Avec le soutien financier de :



1. CONTEXTE

La mise en place d'une CIVE dans une rotation permet à l'agriculteur de produire de l'énergie en plus de sa vocation première de production alimentaire. Cette mise en place doit être réfléchié selon le système de culture en place tout en prenant en compte des notions d'environnement, de carbone dans les sols... Plusieurs agriculteurs enquêtés dans le cadre de Méthalae ont fait une approche globale pour intégrer des CIVE dans leur exploitation.

2. DE QUOI PARLE-T'ON ?

La CIVE est une culture ou un mélange de culture semé à une période où le sol n'héberge pas une culture principale. En fonction de la rotation de l'agriculteur et de son contexte pédoclimatique la CIVE peut être d'été (récolte à l'automne) ou d'hiver (récolte de printemps). La mise en place d'une CIVE permet de cultiver 3 cultures en 2 ans sans venir remplacer la vocation alimentaire des parcelles.

2.1. Itinéraire technique

2.1.1. CIVE d'été

Ces CIVE sont semées principalement entre mi-juin et fin juillet pour bénéficier des températures chaudes et journées plus longues. Les espèces choisies sont principalement à base de sorgho, maïs, tournesol, associé ou non de légumineuses. La croissance de ces plantes dépend évidemment de la pluviométrie estivale et les rendements sont très variables : 1 à plus de 10 T de MS/ha. Dans le cas des rendements inférieurs à 3 ou 4 T de MS/ha, les coûts de logistique ne sont pas couverts par la production d'énergie sans compter l'investissement semence. Aussi de nombreuses zones de production en France ne peuvent pas mettre en place ce type de CIVE : le risque de faible production est trop important. Dans les zones où les CIVE d'été sont réalisées, une des clés de réussite réside dans la rapidité de semis derrière la culture principale en limitant au maximum le travail du sol pour préserver l'humidité et limiter la germination des adventices et repousses du précédent.

2.1.2. CIVE d'hiver

Les semis sont réalisés autour du mois d'octobre même si certains agriculteurs sèment parfois plus tôt afin que cette CIVE intègre également les SIE (Surface à Intérêt Écologique). Ces mélanges à base de graminées (type céréales comme le seigle, avoine, triticale) et parfois légumineuses profitent d'une période de croissance longue (> 6 mois) et humide. Ces couverts sont conduits sans pesticide et avec un apport d'azote sous forme de digestat de l'ordre de 60 à 80 unités efficaces par ha. Dans ces conditions, la production est souvent assurée mais le rendement final dépendra principalement de la date récolte qui sera fixée vis-à-vis de la date de semis de la culture principale suivante. Ainsi même sur des sols superficiels, la production avec des variétés précoces peut atteindre 5 à 6 T de MS /ha dès le 15 avril et finir à 12 ou 13 T mi-mai.

Dans ce cas la culture suivante devra être adaptée : changement d'espèce de précocité voire objectif de rendement plus faible.

Les partenaires



2.2. Les intérêts agronomiques

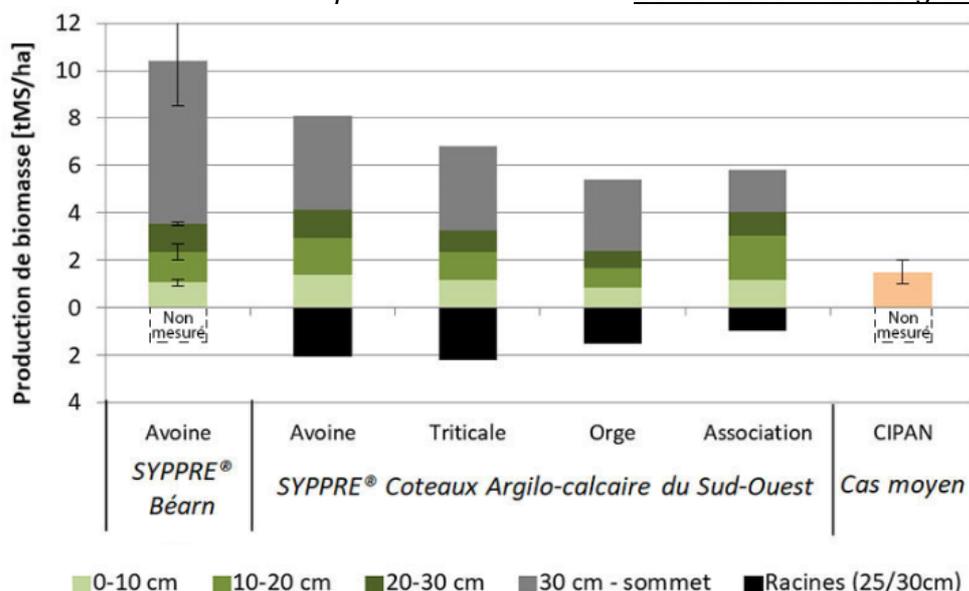
CIPAN, CIVES, CIMS, biomax, tous ces acronymes ont au moins un objectif principal : la couverture des sols. Ces bienfaits ne sont plus à démontrer sur l'érosion, piégeage des nitrates, vie du sol, structure, retour au sol du carbone. Certains agriculteurs ont été plus loin pour optimiser l'usage de ces couverts comme paillage limitant l'évaporation de l'eau et les repousses d'adventices ou encore permettant le semis direct sous couvert.



Ces systèmes très performants sur le plan agronomique et environnemental peuvent être optimisés en récoltant une partie des couverts pour les valoriser en méthanisation. Outre la production d'énergie (voir paragraphe ci-dessous), cette importante biomasse après digestion en méthanisation est restituée sous forme d'un digestat apportant de l'azote rapidement disponible, sans risque de faim d'azote (déclenché parfois par un trop gros volume de couvert restitué au sol) et fertilisant sans difficulté la culture suivante. En collectant une partie des couverts à l'échelle de la rotation puis en le restituant en digestat, le bilan organique reste favorable. En effet d'une part dans le cas d'une restitution au sol des couverts (CIPAN), seul 30 % de l'azote est restitué pour la culture suivante, de plus ces couverts sont souvent moins développés qu'une CIVE qui va être récoltée. Le système racinaire et les chaumes de celle-ci apportent donc autant de carbone qu'une CIPAN peu développée (voir témoignage ci-dessous).

L'intégration de cette CIVE dans la rotation réside toutefois dans la prise en compte de la réserve utile des sols et donc de la date de récolte. Mais la structure laissée par un couvert de méteil tout juste récolté (les racines sont encore vivantes permettant alors une activité de la rhizosphère importante), est bien meilleure que celle d'un RGI voir d'un couvert détruit chimiquement 2 ou 3 mois avant. C'est donc l'occasion pour l'agriculteur de se lancer dans le semis direct.

Production de biomasse aérienne et racinaire de CIVE d'hiver en 2017 – Répartition de la biomasse par tranche de hauteur- Arvalis Institut du végétal



Commentaire : Une récolte mécanique fauche à environ 15 cm du sol. Pour un couvert de CIVE produisant 6 à 8 T de MS/ha, il reste alors 2 T de MS au sol + 1 à 2 T sous forme de racine. Cette biomasse est égale ou supérieure au volume laissé par une Cipan.

2.3. Les intérêts énergétiques

Le couvert végétal qui est soit récolté pour la méthanisation soit restitué au sol a capté de l'énergie solaire grâce à la photosynthèse durant la période d'interculture. Cette énergie emmagasinée peut être partagée pour permettre à la fois de produire de l'énergie renouvelable tout en apportant également une source de carbone au sol et à ses micro-organismes par les racines, les chaumes plus la restitution du digestat.

D'un point de vue énergétique, le bilan de la production d'une CIVE hiver au rendement plus sécurisé est très favorable : la production en équivalent fuel est de l'ordre de 3000 à 3500 l/ha pour moins de 5% consommé en énergie direct pour sa production. Pour une ferme en culture de 120 ha consommant 80 l/ha de mécanisation, il suffit de 3 ha pour couvrir sa consommation annuelle.

Aussi dans la réflexion d'une amélioration du bilan énergétique des exploitations, la valorisation des CIVE rentre pleinement dans cette stratégie.

Les partenaires

2.4. Les intérêts environnementaux

Les intérêts environnementaux découlent d'une pratique agronomique cohérente. Grâce à la récolte des CIVE, il est possible de diminuer les IFT (indice de fréquence de Traitement) pour différentes raisons :

-  La récolte mécanique du couvert qui se substitue à une destruction chimique
-  La récolte permet de couper les graminées adventices tel que les Ray gras, vulpin, brome avant leur montée à graine
-  La CIVE/culture de printemps permet de diversifier l'assolement et d'allonger les rotations, base pour limiter la pression adventice

L'implantation d'une CIVE avec des mélanges d'espèces participe à la biodiversité en proposant des plantes mellifères qui servent également de gîte pour certains gibiers. Sous certaines conditions ces CIVE peuvent être acceptés dans les SIE.



2.5. Les intérêts économiques

L'implantation des CIVE permet de concilier des intérêts économiques avec de nombreuses externalités positives qui ont été citées ci-dessus.

Cette nouvelle production est une diversification pour l'agriculteur mais contrairement aux prix de vente des denrées agricoles, le prix de vente des CIVE est peu fluctuant car en lien avec les tarifs de vente de l'énergie. Chaque exploitation peut donc réaliser un calcul de coût de production et le comparer à un prix d'achat qui pourra être garanti sur plusieurs années. Ce chiffre d'affaire permet d'assurer une base minimum et d'amortir les variations de prix des denrées alimentaires : charge à l'agriculteur de gérer au mieux la production et donc le rendement.

Les intérêts économiques ne s'arrêtent pas seulement à la vente du produit. L'intégration des CIVE permet également des charges en moins sur l'exploitation notamment au niveau des charges d'engrais et désherbage.

Les partenaires

Toutefois, si la CIVE permet de produire une 2^{ème} culture, la culture principale peut être impactée sur son rendement. Aussi, l'agriculteur pourra faire évoluer son assolement en intégrant des cultures aux besoins hydriques plus faibles, date de semis plus tardive : sorgho, sarrasin...



Récolte d'un mélange seigle/triticale/féverole



Sarrasin après une CIVE d'hiver

Les partenaires

3. SYNTHÈSE DES INTÉRÊTS ET POINTS DE VIGILANCE

Intérêts énergétiques

-  Valorisation de la photosynthèse à des périodes où il n'y a pas de cultures dans la rotation et où les couverts mise en place sont peu productifs
-  Recyclage des éléments minéraux par retour au sol des digestats, limitant l'usage des fertilisants chimiques
-  Production d'énergie par de la biomasse locale sans concurrence
-  Favorise l'indépendance énergétique des territoires et participer au développement des TEPOS

Points de vigilance

-  Communication : Attention aux amalgames avec les cultures énergétiques
-  Attention à ne pas concurrencer les dérobées à destination de l'élevage

Intérêts agronomiques

-  Couverture des sols limitant l'érosion, la battance, la lixiviation
-  Apport de fertilisant organique (effet amendant et/ou minéral) limitant notamment l'acidification des sols
-  Possibilité de semis direct avec la récolte de la CIVE.
-  Produire sa propre source d'azote organique rapidement disponible après méthanisation (intérêt en système bio notamment)
-  Dynamise le fonctionnement du sol par la mise en place de couvert.

Points de vigilance

-  Ne pas exporter tous les couverts et résidus de culture
-  Portance des sols pour la récolte
-  Concurrence à l'eau pour la culture suivante
-  Choix des espèces

Intérêts environnementaux

-  Piégeage de l'azote au cours des périodes d'hiver et limitation de la lixiviation et possibilité de semis direct
-  Récolte plante entière permettant d'exporter les adventices (notamment graminées) avant leur montée à graine
-  Accroissement de l'activité biologique des sols
-  Possibilité d'intégrer les CIVEs en SIE
-  Possibilité de faire évoluer son système de culture faire plus d'autonomie d'azote et moins d'usage de pesticides

Points de vigilance

-  Plus faible rendement de la culture suivante

Intérêts Sociaux-économiques

-  Diversification des sources de revenu
-  Prix de vente peu fluctuent
-  Nouvelle activité de récolte
-  Augmentation de la production d'énergie renouvelable sur le territoire

Points de vigilance

-  Organisation des chantiers de récolte, notamment en système céréalier où ce type de chantier n'est pas habituel

4. LES PRATIQUES DANS METHALAE

Un certain nombre d'agriculteurs implantent des CIVE d'été ou d'hiver pour sécuriser l'approvisionnement du digesteur.

Pour les CIVE d'été on peut noter la pratique de certains de diminuer voire supprimer la sole de blé pour semer de l'orge d'hiver à la place qui sera récoltée plus tôt et permet ainsi le semis d'une CIVE d'été dans de meilleures conditions. Des semis de sorgho, maïs, tournesol/rgi sont mis en place avec des rendements variables selon les conditions météo. Tous pratiquent une fertilisation à base de digestat afin d'apporter de l'azote rapidement disponible qui fait la différence même en conditions sèches. Sur l'ensemble des enquêtés, 373 ha de CIVE ont été semées sur la campagne 2015/2016.



Parcelle de CIVE d'été : avec digestat à gauche et sans digestat à droit du trait rouge.

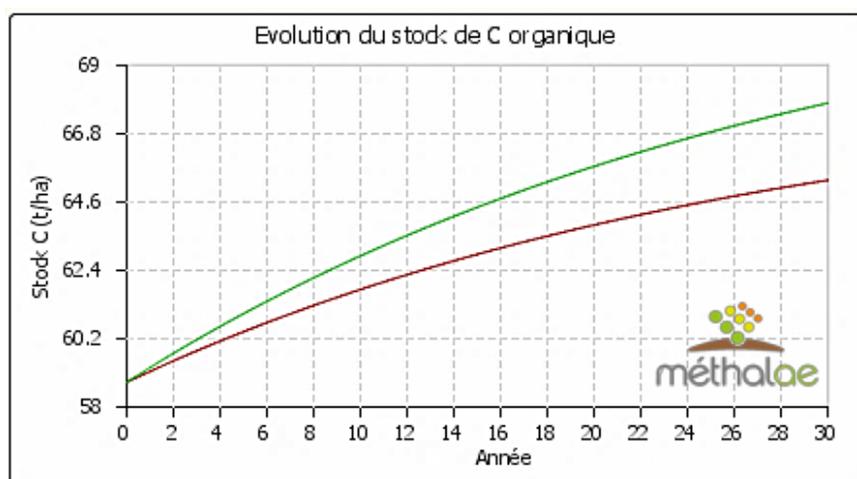
4.1. Evolution de la matière organique selon l'outil SIMEOS : comparaison de pratiques

Parmi les différents enquêtés, une comparaison du bilan humique avant et après méthanisation a été réalisé à l'aide de l'outil SIMEOS-AMG développé par l'Agro-transfert et l'INRA.

Les partenaires

4.1.1. Cas 1 : ajout de CIVE et modification du travail du sol

Dans la cadre de la construction de son méthaniseur, l'agriculteur A7 en plus de méthaniser ces effluents, a fait évoluer son travail du sol et a intégré les CIVE dans sa rotation. Grâce à ces évolutions, le stockage de carbone dans le sol augmente comme l'illustre le graphique ci-dessous.



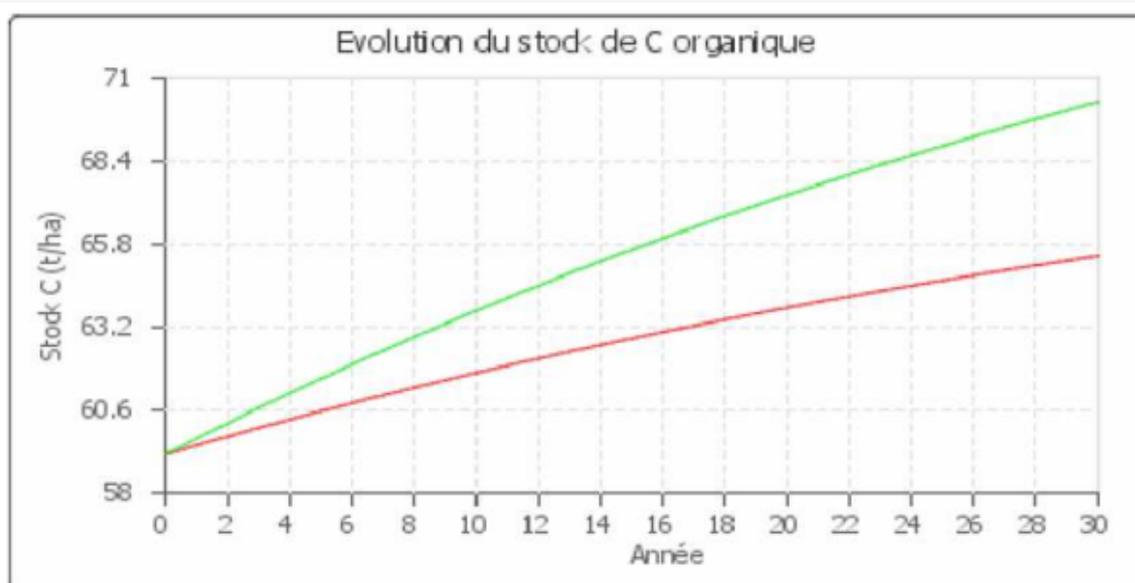
Comparaison de l'évolution du carbone organique dans le sol

- / Scénario avant méthanisation
- / Scénario après méthanisation

Après méthanisation une partie des CIPAN qui était mise en place sont conduites en CIVE permettant un développement de biomasse plus importante (notamment système racinaire). Cette pratique conjuguée à la réduction du travail du sol se traduit par un stockage du carbone plus importante.

4.1.2. Cas 2 : Remplacement des CIPANs par les CIVEs

Cette 2^{ème} comparaison est illustrée par le témoignage de M5.



- / Scénario avant méthanisation
- / Scénario après méthanisation

Les partenaires

Programme CASDAR 2014-2018
Avec le soutien financier de :

Une simulation avec l'outil AMG de l'INRA a été réalisée pour simuler l'évolution du taux de matière organique. L'objectif a été de comparer ses 2 pratiques : Colza,blé,cipan/tournesol,blé avec apports de fumier de poulet 2 fois sur la rotation et Colza,blé,cive/sarrasin,blé avec apport sur 3 années de digestat suite à l'échange de digestat/cive. La pratique initiale présente une évolution favorable sur le taux de matière organique. L'intégration de la CIVE n'entraîne pas de baisse de taux de matière organique, au contraire on peut observer une légère évolution favorable.

TÉMOIGNAGE

L'exploitation est en système céréalier pure de 78 ha dans la plaine de Thouars au Nord Est des Deux-Sèvres. L'assolement est composé de blé, colza, orge, luzerne fourrage et luzerne graine. Dans le cadre de la création de l'unité de méthanisation territoriale et agricole de 2 MW, Julien Courillaud, l'agriculteur devait apporter de la paille en échange de digestat. Pour différentes raisons, l'échange paille n'a pas pu se faire mais le céréalier a souhaité néanmoins utiliser du digestat pour fertiliser ses colzas et ses tournesols. Le digestat est alors acheté. En parallèle, il est en réflexion pour passer en TCS tout en diminuant l'usage des phytosanitaires et en cherchant à rester un apporteur de biomasse pour l'unité de méthanisation. Après discussion avec l'animateur de l'ABBT (groupement des agriculteurs méthanisation du Thouarsais), il décide de mettre en place un méteil avant une culture de printemps. La culture dédiée n'était pas dans la philosophie du projet et la faible SAU de la ferme ne permettait pas de prendre un risque sur 5 ou 6 ha. Plusieurs mélanges sont testés avec différentes dates de récolte. Le meilleur itinéraire technique retenu par l'agriculteur et le technicien est le suivant

- semis au 1 octobre en SD d'un mélange de triticale, seigle forestier et féverole à 50 kg chacun.
- fertilisation sortie hiver de 15 m3 de digestat
- récolte début mai de 8 T de MS/ha
- Semis d'un soja ou d'un tournesol sur la parcelle après la récolte du méteil

La première année l'ensemble de la parcelle de 10 ha n'a pas été implanté en méteil et il y avait donc un témoin cipan/tournesol pour comparer au méteil/tournesol. Au final la parcelle avec méteil a fait 5 quintaux de moins en tournesol. Mais la marge de 450 €/ha sur le méteil couvre largement cette baisse de rendement.

Pour la récolte 2017, Julien Courillaud a souhaité récolter plus tard pour gagner encore en rendement (entre 9 et 11 T de MS/ha) mais en changeant de culture principale : le Sarrasin. Cette culture moins gourmande en eau est également plus adaptée au semis après le 15 mai. L'agriculteur cherche ainsi à planter 3 à 5 ha chaque année qui lui permet de racheter l'équivalent de 500 à 600 T de digestat liquide ou solide. Le liquide est épandu sur culture en place (colza ou blé) et le solide est épandu sur couverts végétaux avant tournesol ou sur luzerne.

L'intégration des CIVE dans cette situation est pertinente et permet d'atteindre les nombreux avantages présentés ci-dessus. Le bilan énergie net de cette exploitation est ainsi amélioré de 30 % soit 118 MWH économisés.

Les partenaires



5. PRECONISATIONS ET PERSPECTIVES

5.1. Synthèses des préconisations techniques

- **CIVE d'hiver, CIVE d'été, quel créneau ?** Les CIVE d'hiver sont semées en fin d'été ou début d'automne et récoltées au début du printemps (Ex : entre une céréale et un maïs). Leur cycle long permet d'être moins sensible à la pluviométrie dans la plupart des situations mais peuvent impacter la culture suivante (compétition sur la réserve en eau).

Les CIVE d'été sont semées en début d'été, généralement courant juin (après orge, colza, pois, méteil.) et récoltées en début d'automne. Leur cycle court limite la concurrence avec la culture suivante, mais rend les rendements plus dépendants des conditions climatiques.

- **Quelles espèces choisir ?** Les différences ne sont pas significatives entre les potentiels méthanogènes, c'est essentiellement le rendement par hectare qui fera la différence.

En CIVE d'hiver il faut privilégier les graminées (avoine, seigle, triticale.) ou les associations graminées légumineuses, en limitant ces dernières à 20% du mélange (avec des pois, vesce, féverole...). Privilégier la précocité, la productivité et la résistance aux ravageurs, ainsi que le caractère non gélif. Le rendement se fera essentiellement en fin de cycle, il faut donc réfléchir à l'adaptation de la culture suivante et choisir des variétés plus précoces.

En CIVE d'été, le rendement se joue au début du cycle, il faut donc soigner particulièrement l'implantation et privilégier des espèces qui se développent vite. Maïs, sorgho, tournesol, moha seront des bons candidats.

- **Quel itinéraire cultural ?** Pour rester compétitives, l'itinéraire technique devra être simple. Le semis direct ou en technique simplifié est à privilégier. La fertilisation est nécessaire pour assurer le rendement : autour de 60/70 unités efficaces d'azote, apportées sous forme de digestat, en veillant à limiter les risques de lessivages ou de volatilisation.

La récolte à l'ensileuse est à privilégier. Viser une maturité identique aux fourrages (30 à 35% de MS) en CIVE d'été mais rarement atteinte pour les sorghos. En CIVE d'hiver, l'humidité sera plus importante en fonction de la date de récolte et du pré-fanage. Veiller à bien récupérer les jus des silos. Une récolte à l'autochargeuse est aussi envisageable. Attention toutefois à la structure des sols lors de la récolte. De plus

- **Quels rendements espérer ?** Les rendements sont très dépendants des conditions pédoclimatiques. Le temps de développement du projet doit être consacré à faire des essais en conditions réelles et estimer au mieux le potentiel de production de l'exploitation. Ce sera aussi l'occasion de commencer un stock pour la première année. Il faut néanmoins viser un objectif minimal de 4 TMS/ha pour rentabiliser les coûts d'implantation et de récolte. Dans de bonnes conditions, on pourra récolter 6 à 7 TMS/ha de moyenne voir 10 T de MS pour des dates de récolte au 10 mai. Dans la phase de dimensionnement, il est important d'adapter son objectif à son contexte (en échangeant avec des voisins méthaniseurs par exemple) et ne pas comptabiliser toute la surface disponible, pour prévoir des aléas climatiques et des années très peu productives.

Les partenaires



Programme CASDAR 2014-2018
Avec le soutien financier de :

- **Quel impact pour les sols ?** Exporter 3 cultures en 2 ans pose la question de l'évolution du stock de matière organique dans les sols. Les travaux menés par ARVALIS (projet OPTICIVE et plateformes d'essais SYPPRE) montrent que le carbone organique restitué au sol à la suite d'une CIVE (chaumes et racines) est au moins équivalent à la biomasse restituée par la destruction d'une CIPAN, sans compter l'apport de carbone organique par les digestats.

5.2. Perspectives

Les CIVE présentent de nombreux intérêts agronomiques, économiques et environnementales à l'échelle du système de cultures et sans concurrencer les surfaces agricoles dédiées à l'alimentaire

Compte tenu des objectifs de production d'énergie renouvelable, leur développement est certain mais il ne devra pas être fait au détriment d'une logique agro-environnementale. Ces CIVES devront rentrer dans une rotation cohérente avec une restitution au sol régulière des résidus de certaines cultures pour permettre ainsi de produire durablement de l'alimentaire, de l'énergie mais également d'augmenter le taux de matière organique des sols.

6. BIBLIOGRAPHIE ET REFERENCES

-  Essai Arvalis Institut du Végétal (projet CASDAR Opticive)
-  Étude aux champs des potentiels agronomiques, méthanogènes et environnementaux des CIVE, Ademe 2015
-  Bilan de 4 années d'essai de CIVE d'hiver et d'été- Plaine de Thouars

Les partenaires



7. PLUS D'INFORMATIONS SUR LE PROGRAMME METHALAE

Les synthèses techniques disponibles sont les suivantes :

- Les Cultures Intermédiaies à Vocation Énergétique
- Améliorer la santé et le bien-être animal
- Améliorer la fertilité des agrosystèmes
- L'organisation de travail avec un méthaniseur
- Développer son intégration au territoire
- Gagner en autonomie, en souplesse et en efficacité sur son exploitation agricole grâce à la méthanisation
- Revalorisation du métier d'agriculteur et innovation
- Impacts sociologiques de la méthanisation sur les exploitations agricoles

L'ensemble des résultats du programme sont disponibles sur le site Internet : www.solagro.org/methalae

Pour plus d'information, contacter à l'adresse suivante : methalae@solagro.org

Les partenaires

